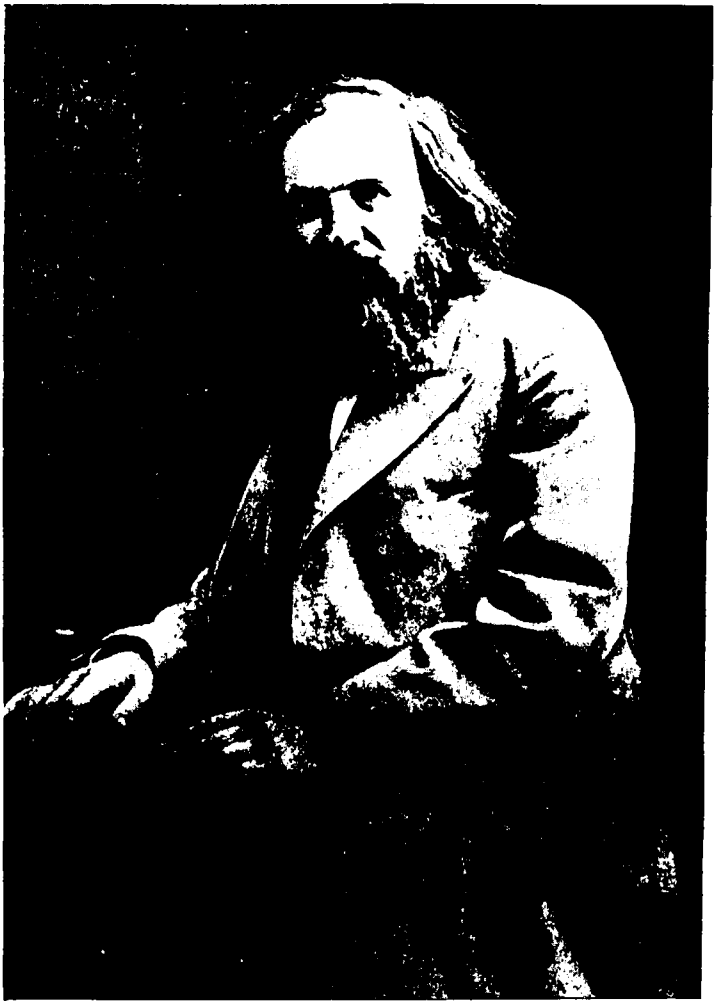
АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ

СОЧИНЕНИЯ

XVII

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
Ленинград—Москва
1952



D Mendelsohn

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

Акад. В. Г. Хлопин (председатель), С. Э. Фриш (и. о. отв. редактора, чл.-корр. АН СССР), Е. Д. Волова (ученый секретарь), С. И. Вольфкович (академик), И. В. Гребенщиков (академик), Т. П. Кравец (чл.-корр. АН СССР), А. А. Максимов (чл.-корр. АН СССР), В. С. Немчинов (академик).

Редакторы тома: профессор К. С. ЕВСТРОПЬЕВ („Технология неорганических веществ") и профессор В. В. ЯНОВСКИЙ („Технология органических веществ").

ТЕХНОЛОГИЯ

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

От редакции 9

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

Технология неорганических веществ

О жидком стекле, или стеклянной поливе, и способах ее употребления 21

О происхождении и уничтожении дыма 35

Стеклянное производство 47

Предисловие 49
Теоретическая часть стеклоделия 51
Исторические замечания 51
Образование, состав и свойства стекла 57
О химическом составе и строении кремнеземистых соединений 59
Состав стекла 74
Свойства стекла 84
Некоторые правила, выводимые из рассмотрения состава и свойств стекла 92
Главные химические процессы, сопровождающие образование стекла 94
Практическая часть стеклоделия 98
Отдел 1. Материалы для стеклоделия 99
А. Качество сырых материалов 99
Б. Подготовка сырых материалов 113
В. Количество сырых материалов 117
Г. Летучесть щелочей 118
Д. Другие потери при стекловарении 121
Е. Вычисление количества материалов, необходимых для данного сорта стекол 125
Ж. Смешения, употребляемые на разных заводах для разных сортов стекол 129
З. Исправления в составе смеси 158
Отдел 2. Стекловарение, или плавка стекла . . . 160
А. О температуре плавильных печей и о горючем материале. 160
Б. Об горшечном и печном материале 175
В. Вид, величина и изготовление горшков. 182
Г. О стеклоплавильных печах 197
Д. О постройке плавильных печей 208
Е. Варка стекла 237

Стр.

Отдел 3. Выработка стекла 243
А. Выработка полого, или посудного, стекла 257
1. Производство бутылок 257
2. Производство посуды 261
3. Вычисление издержек на производство полого стекла . . 270
Б. Листовое стекло 272
1. Оконные стекла 272
а) Производство стеклянных цилиндров (холяв). 275
б) Производство лунного стекла 300
2. Зеркальное стекло 303
а) Выдувание зеркальных стекол 305
б) Литье зеркал 308
В. Массивные стекла 335
Г. Оптическое стекло 337
Д. Стеклянные прутья, нити и трубки 340
Е. Стекла для украшений 343
Отдел 4. Заканчивание и украшение стеклянных предметов 355
Замечания об устройстве стеклянных заводов 370
Замечания об управлении стеклянными заводами 377
О растворимом стекле 380
Литературный указатель 398
О соде Любимова 403
Письмо в Главное артиллерийское управление 405
Генераторный газ 407
Гипс 423
Глазурь 433
Глина 441
Каление 464
Огнеупорные материалы 466
Трубы заводские, дымовые 473
Письмо П. П. Тыртову о применении жидкого воздуха 482

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

Технология органических веществ

Сушение яичного белка 487
Производство муки, хлеба и крахмала 503
О хлебных зернах 507
Состав их соответствует составу пищи, необходимой человеку. Цель обработки зерен. Главные виды хлебных зерен.
Пшеница 511
Состав золы и почвы. Сбор ее. Породы. Клетчатка зерен. Определение ее. Крахмал зерен. Способ его определения. Сахаристое и камедистое вещества зерен. Маслянистые вещества зерен Белковые составные части пшеничных зерен. Их значение. Состав и определение их. Разные виды их и о клейковине зерен. Количество влажности в зернах и муке. Состав золы или минеральных составных частей. Плотность зерен. Количество зерен.
Полба и с нею сходные 537
Состав полбы и муки из нее. Однозернянка и крахмалка, или эммер.

Стр.

Рожь и ее разведение 540
Породы ее и урожай. Состав зерен и золы. Отношение к пшенице.
Ячмень и его состав 545
Состав золы. Его разведение и породы.
Овес и его породы 550
Разведение. Зола. Состав зерен, авенин
Кукуруза, или маис 555
Рис, или сарачинское пшено 557
Гречиха 559
Стручковые и другие растения, употребляемые в пищу 561
О мельницах и помоле зерен 564
Слои зерен. Исследования Меж-Мурье. Сущность помола. Значение отрубей.
О мельничных двигателях 568
Ручная мельница. Конный привод. Подвижные мельницы Ветряные мельницы. Немецкая ветряная мельница. Устройство крыльев. Польские мельницы. Средства увеличить равномерность хода. Конные приводы для ветряных мельниц. Голландские мельницы. Управление ходом ветряных мельниц. Отношение между силою мельниц и размерами крыльев. Водяные двигатели. Разные роды вертикальных водяных колес. Разные системы горизонтальных водяных колес, или турбин. Паровые мельницы. Расчет двигателей, числа поставов и количества муки.
Устройство обыкновенных мельничных снарядов 600
Разные части мельничного постава. Пеклевальный снаряд. Ход постава.
О жерновах и мукомольных поставах 603
Разные виды измельчения, по Вибе. Вязкость, твердость, шероховатость и равномерность жерновых камней. Французские и немецкие жернова. Три старых формы поставов: французская, немецкая и английская. Улучшенный постав. Насечка жерновов и ее важное значение. Направление бороздок. Углы встречи и наклонения в разных системах. Насечки с увеличивающимся углом; круговая, или голландская насечка. Насечки с постоянным углом. Насечки с уменьшающимся углом и их превосходство пред другими системами. Прямолинейная и Эвансова насечки жерновов. Углубление бороздок. Натачивание жерновов и их установка. Ход постава.
О пеклевальных снарядах, или ситах 631
Скорость просеивания. Ситяные ткани. Пеклевальный мешок. Горизонтальные и призматические, вращающиеся сита. Пеклевальные машины. Цилиндрические сита со щетками.
Устройство крупчаток, или американских мельниц 640
Расположение поставов и последнего вала. Ременное сообщение. Система Фейрбейрна. Поставы его системы. Система верхнего веретена. Система с неподвижным верхняком и движущимся нижняком. Система двух движущихся жерновов. Кольчатые жернова Госма. Устройство параплицы. Кружловина. Снаряды для установки бегуна. Снаряды для засыпки зерен.
Очищение зерен 654

Стр.

Французские веялки. Зерночистилки Горнсби и Триер — Башопа. Американские зерночистилки. Водяные зерночистилки. Зерночистилка Картьé.

Способы передвижения зерен и муки 665

Элеваторы. Мучные винты. Подъемы для мешков.

Подъемы 665

Двойные. Стуловые.

Охлаждение муки 669

Продувание жерновов и эксгаусторы. Мучные холодильники или гоппербои. Размеры крупчаток. Время помола пшеницы и ржи. Сила двигателей. Отношение между диаметром, силою и числом оборотов бегуна. Количество работы побочных снарядов. Работа подъемов, элеваторов, винтов, гоппербоя, сит и др. и их размеры. Устройство водяной мельницы в Бромберге. Устройство паровой мельницы в Любеке.

Мельницы с цилиндрическими жерновами 692

Разные их системы.

О помоле на муку 697

Простой помол. Экономический помол. Виды простого помола. Американский помол. Крупяной помол. Арабский помол на куски. Крупчатный помол

Помол на крупу и обрушивание зерен 706

Свойства и испытание муки 708

Винокурение 713

Алкоголь, или спирт, и его важнейшие свойства 715

Сырые материалы, употребляемые в винокурении 717

Приготовление затора из хлебных зерен 734

Приготовление затора из картофеля 742

Приготовление затора помощью серной кислоты 752

Приготовление затора из свеклы 755

Спирт из остатков от производства сахара из тростника и свекловицы 759

Спирт из вина и винных выжимок 761

Перегонка затора 762

Очищение от сивушного масла 799

Добыча в спирте 803

Остатки от винокурения (значение винокурения в сельском хозяйстве) 806

Пошлина с водки 809

Белковые вещества 815

Волокна растений 817

Газолин 836

Гематинон 839

Глицерин 840

Гребни 841

Живица и ее переработка 846

Жирные соединения 849

Отбросы 850

Вискоза на Парижской выставке 852

Письмо о русских заводах, производящих скипидар 857

ОТ РЕДАКЦИИ

Работы Д. И. Менделеева, относящиеся к области технологии, касаются самых разнообразных вопросов и включают как статьи небольшого объема, написанные в значительной своей части для энциклопедического словаря, так и весьма солидные выпуски «Технической энциклопедии», — такие, как «Стеклянное производство», «Производство муки», «Виноделие».

В настоящий том вошли работы Д. И. Менделеева, относящиеся как к органической, так и к неорганической технологии, кроме работ, касающихся нефти, топлива, металлургии, порохов, напечатанных в ранее вышедших томах (IX, X, XI, XII).

Том «Технология» разделен на две части: часть первая — «Технология органических веществ» и часть вторая — «Технология неорганических веществ». В каждой из частей отдельные работы Д. И. Менделеева расположены в хронологическом порядке.

Через все труды Дмитрия Ивановича, которые он посвящает вопросам техники и промышленности, проходит красной нитью мысль о необходимости освободить отечественную промышленность от иностранной зависимости путем энергичного и планомерного развития своей промышленности, внедрения в нее более совершенных методов работы и механизмов и проявления смелой инициативы в деле освоения новых производств. Так, например, в письме к управляющему Министерством торговли и промышленности Дмитрий Иванович ратует о развитии отечественной лесохимии, «могущей доставить нужные ей [русской промышленности] канифоль, скипидар, уксусную кислоту и ацетон», а в статье «Живица и ее переработка» он говорит о недостатках этой промышленности, варварски истребляющей лесные богатства страны, и указывает, что живицу следует получать подсечкою деревьев без уничтожения их, «тем более что это влечет за собой правильный присмотр за живущим хвойным лесом».

В своих трудах для выпусков «Технической энциклопедии» Д. И. Менделеев тщательно отбирает материал из лучших совре-

менных ему источников, многое в нем коренным образом перерабатывает, подчеркивает главное и существенное, новое и прогрессивное, выдвигая его на первый план; попутно он делает интересные замечания, которые показывают, насколько глубоко продумывались и критически исследовались им узловые вопросы того или иного производства, которые, казалось бы, так далеко отстоят от основных интересов великого ученого-химика.

Из работ Д. И. Менделеева по технологии неорганических веществ, преимущественно по технологии силикатов, вошедших в этот том, наиболее значительной по объему является книга «Стеклянное производство». Она была издана Д. И. Менделеевым в виде четвертого выпуска «Технической энциклопедии».

Книга содержит две части. Часть первая, весьма ценная с точки зрения истории развития науки о стекле, является кратким изложением диссертации Дмитрия Ивановича, написанной им еще в 1856 г. В ней развиваются очень интересные представления о химическом составе и строении кремнеземистых соединений и стекол, — представления, которые, в известной мере, можно считать основой современных взглядов на природу силикатных систем в кристаллическом и стеклообразном состояниях. Вторая часть книги посвящена практике стекловарения и является переводом лучшего для того времени и достаточно сжатого руководства по технологии стекла, изданного в 1862 г. немецким профессором Штейном. Сделанный под редакцией Д. И. Менделеева перевод книги дополнен им целым рядом замечаний в связи с состоянием стекольного производства в России.

Такой комбинированный труд — перевод с значительными добавлениями самого Д. И. Менделеева — сделал книгу более ценной и более полной, нежели ее оригинал.

Книга Штейна являлась по своему содержанию простым описательным курсом технологии производства различного рода изделий из стекла. Химическая сторона процессов силикато- и стеклообразования, физико-химическая сущность свойств стекла в книге не обсуждались. Д. И. Менделеев заполняет эти пробелы книги, — он вносит в нее описание химических и физико-химических обоснований различных стадий стекольной технологии. Дмитрий Иванович уделил много времени составлению книги и высоко оценивал долю своего личного участия в этой работе.

«Стеклянное производство» появилось в свет в 1864 г. Естественно, что в настоящее время работа эта имеет, прежде всего, историческую ценность. Однако, как это видно из дальнейшего, многие мысли Д. И. Менделеева, изложенные им по вопросам состава и природы кремнеземистых соединений и стекол, не потеряли своей остроты еще и в настоящее время, многие из его

идей явились основанием современных представлений о строении стекла. Он прекрасно знал состояние русской стекольной промышленности, особенности ее технологии, ее достижения и недостатки, и, в соответствии с этим, всюду, где считал необходимым, отмечал эти особенности.

Стекольная промышленность в нашей стране после Великой Октябрьской революции в годы сталинских пятилеток претерпела настолько большие преобразования, что в ней очень мало осталось от технологических приемов, которые описывает Д. И. Менделеев. Именно с этой точки зрения книга интересна как исторический материал, рисующий состояние стекольного производства в середине XIX в.

За истекшие почти 90 лет изменилась не только стеклотехника, но и сама неорганическая химия в результате работ различных исследователей и, прежде всего, самого Д. И. Менделеева подверглась существенным преобразованиям, в свете которых многие представления являются уже отжившими. Изменения претерпела даже терминология. Так, например, процесс медленной тепловой обработки стеклянного изделия после его изготовления, неправильно именовавшийся ранее «закалкой», в современной стеклотехнике называется «отжигом». Закалкой же называют процесс быстрого охлаждения стекла. В соответствии с этим состояние стекла, быстро охлажденного от температуры, близкой к температуре размягчения (или от более высокой температуры), называют «закаленным» состоянием.

До книги Д. И. Менделеева на русском языке было издано несколько пособий по стеклоделию. Однако «Стеклянное производство» коренным образом отличается от них и содержанием, и значимостью сообщаемого материала.

Особенностью этого труда является, как уже сказано, наличие в нем весьма ценного раздела «Теоретическая часть стеклоделия», в котором приводятся химические и физико-химические обоснования различных приемов технологии стеклоделия.

Замечательным является тот факт, что в настоящее время устарела в «Стекольном производстве» его переводная часть, первая же часть книги, написанная самим Д. И. Менделеевым, сохранила и сейчас свое значение.

Заслуга Д. И. Менделеева в химии силикатов заключается прежде всего в том, что он окончательно доказал четырехвалентность кремния и дал правильную формулу для кремнезема в виде SiO_2. Еще в 60-х годах XIX в. химическую формулу кремнезема писали в виде и SiO, и SiO_2, и SiO_3.

«Самую первую и главнейшую особенность кремнеземистых соединений, — пишет Д. И. Менделеев, — составляет то, что в них

нет, как это бывает во всех истинных солях, постоянного отношения между количеством кислорода основания и кислоты; другими словами — между ними нет средних солей, а существуют, повидимому, всевозможные отношения между количеством основания и кислоты». И стеклообразный сплав, по Менделееву, не есть определенное химическое соединение, как то полагали многие химики первой половины XIX в., а является сплавом, подобным металлическим сплавам переменного состава. «Как при металлическом сплаве главные его свойства определяются качеством и количеством сплавленных металлов, так и при кремнеземистых соединениях качество их зависит от окислов, соединенных с кремнеземом, и от количества каждого из составных окислов». Кремнеземистые соединения Д. И. Менделеев определяет как «сплавы, образованные не из металлов, а из окислов, между которыми заключается и кремнезем».

Следующей отличительной особенностью кремнеземистых соединений Менделеев считает наличие в них двух составных частей — главной, неизменной, и другой, изменчивой. Под главной частью он имеет в виду основной каркас кремнеземистого сплава, изменение которого повело бы к коренному изменению всего соединения в целом; изменчивый член, наоборот, может претерпевать разнообразные замещения. Так, например, замещать друг друга могут окислы, сходные друг с другом, как Na_2O и K_2O, CaO и MgO и т. п. Д. И. Менделеев развивает целую систему возможных замещений и приводит в качестве иллюстрации ряд примеров. Возможность указанных замещений и определяет богатое разнообразие мира силикатных соединений.

При рассмотрении строения минералов и стекол Менделеев отмечает аналогии между H_2SiO_8 и борной и фосфорной кислотами, которые соединяются с основаниями так же во множестве пропорций, как и кремневая кислота.

Расплавленное стекло, по Менделееву, — «несомненно род раствора, и из такой массы при очень медленном охлаждении выделяются кристаллические определенные химические соединения тех самых веществ, которые при более скором охлаждении могут образовать аморфную массу застывшего стекла».

Представления Дмитрия Ивановича о стекле как о сплаве, подобном металлическому, приводят его к совершенно новым в то время предположениям об аддитивности свойств стекол в зависимости от их состава. В истории мировой стеклотехники это был второй случай, когда свойства стекла отчетливо ставились в связь с их химическим составом. Впервые эти вопросы были выдвинуты в работах по стеклу великим русским ученым М. В. Ломоносовым. И если Ломоносов указывал, что для изготовления стекла требуе-

мого качества необходима точная дозировка компонентов, входящих в его состав, то Менделеев, развивая и углубляя это положение Ломоносова, дает начальные теоретические обоснования связи состава стекла с его свойствами, а также указывает на роль отдельных окислов в формировании тех или иных качеств стекла. Таким образом, если принять во внимание, что исследование зависимости свойств стекол от их химического состава является основной задачей физической химии стекла, то станет ясным, что основателями физической химии стекла являются великие русские химики М. В. Ломоносов и Д. И. Менделеев, причем высказанные Д. И. Менделеевым мысли о свойствах стекла как функции его состава нашли дальнейшее развитие в работах многих исследователей. Не следует также забывать, что при оценке работ Д. И. Менделеева о силикатах надо обязательно учитывать то обстоятельство, что они были сделаны им почти сто лет тому назад, т. е. тогда, когда не было ни науки о силикатах, ни сколько-нибудь связных представлений о свойствах этих веществ, а существовали лишь труды, в которых приводились анализы различных силикатов и некоторые спекулятивные рассуждения по поводу их состава.

Следующей замечательной особенностью кремнеземистых соединений, как отмечает Менделеев, является наличие в них молекул полимеризованного кремнезема; самый кремнезем должно представлять как вещество, имеющее значительный вес частицы — Si_nO_{2n}.

Развивая представления о стекле как о системе, в состав которой входят кремнеземистые соединения с значительным молекулярным весом, Менделеев рассматривает его как систему коллоидной природы. «Поразительнее всего, — пишет проф. В. Я. Курбатов, — что с первых страниц Менделеев причисляет стекло к коллоидам, т. е. дает современное нам определение стекла как коллоида».

В наше время наиболее совершенные взгляды о строении стекла высказаны академиком А. А. Лебедевым в его кристаллитной теории. Эти взгляды должны рассматриваться как дальнейшее развитие идеи Д. И. Менделеева о стекле как о коллоидной системе. Таким образом Д. И. Менделеева нужно считать создателем первой научной теории строения стекла.

Весьма интересны разделы книги, посвященные составам и свойствам стекол. Д. И. Менделеев рассматривает влияние той или иной составной части стекла на наиболее важные в практическом отношении свойства его — на химическую стойкость, кристаллизационную способность, вязкость (плавкость) и другие. В частности, он указывает на ценные свойства, вносимые в стекло SiO_2 и Al_2O_3, особенно в отношении влияния их на химическую устойчивость стекол, и на противоположное в этом отношении действие щелочных окислов.

Очень ценны мысли Д. И. Менделеева в связи с возможностью исправления физико-химических свойств стекла в процессе его варки. Он указывает, что такое исправление может быть осуществлено, если известно, «какой именной составной части много или недостаточно взято для сплавления и должно сделать надлежащую поправку. Это возможно сделать во время самой варки стекол». Подобный прием исправления был впоследствии применен на практике и явился важным фактором для получения некоторых сортов стекла с постоянными свойствами.

Д. И. Менделеев специально останавливается на применении в стекловарении сульфата натрия и указывает на особенности технологии варки стекла на сульфате. При этом подробно разбираются химические реакции, происходящие при плавлении в сульфатной шихте. Известно, что применение сульфата в стекловарении было впервые осуществлено русским академиком К. Г. Лаксманом еще в 1764 г. Возможность варки стекла на сульфате натрия была им же осуществлена в производстве.

Весьма интересны соображения Д. И. Менделеева относительно возможности введения окиси натрия в стекло через хлористый натрий с водяными парами. Эту важнейшую проблему стекловарения Менделеев развивает теоретически, указывая на рентабельность применения NaCl и отмечая побочные реакции, облегчающие, в случае применения хлористого натрия, процесс стекловарения (например обесцвечивающее действие NaCl по реакции $6NaCl + Fe_2O_3 \rightarrow \rightarrow 2FeCl_3 + 3Na_2O$).

Однако известно, что схема, приведенная Менделеевым, трудно поддается практическому осуществлению. Вопрос применения хлористого натрия в стекловарении до сих пор не решен, хотя в этом направлении было сделано большое число попыток и в лабораторных и в полупроизводственных условиях.

Рассматривая вопрос кристаллизации стекол, Менделеев обращает внимание на тот факт, что кристаллизация зарождается на поверхности стекла. «Начало расстеклования замечается на неровности получающейся стеклянной поверхности», — пишет Менделеев. Последнее свидетельствует о глубоком знании им даже специальных и очень частных проблем стеклотехники. Нельзя не отметить, что вопрос о том, где обычно начинается кристаллизация — в массе стекла или на его поверхности, — подвергался подробному обсуждению вновь тридцать лет тому назад. Выводы, полученные при этом, подтвердили замечание Д. И. Менделеева о начале кристаллизации на поверхности стекла.

Значительные добавления к тому материалу, который дает Штейн, приводит Д. И. Менделеев при описании обесцвечивания стекол. Здесь указываются два метода обесцвечивания — физиче-

ский и химический. Ясно трактуется окрашивающее действие как окиси, так и закиси железа. Указывается, что при пропускании через стекломассу струи воздуха закись железа переходит в окись, а так как красящая сила окиси железа много меньше, нежели закиси, то указанное окисление воздухом способствует частичному обесцвечиванию стекломассы. Особое внимание уделяется обесцвечивающему действию окиси марганца. Менделеев указывает на двойное действие окиси марганца — и как окислителя, переводящего закись железа в окись, и как красителя, сообщающего стеклу цвет, дополнительный к окраске, получаемой стеклом из-за растворенных в нем окислов железа.

В настоящий том входит ряд статей, написанных Д. И. Менделеевым для «Энциклопедического словаря» Брокгауза и Ефрона и опубликованных в 1892—1901 гг. В каждой из них излагаются сведения в соответствии с состоянием знаний по данному вопросу в конце XIX в.

Отличительной особенностью статей является предельная ясность их, сжатость изложения. Статьи эти свидетельствуют о глубоком знании Д. И. Менделеевым многих частных и очень специальных вопросов по различным разделам химической технологии. Так, например, говоря об окраске глазурей и эмалей, он отмечает влияние борного ангидрида на чистоту и яркость тона многих глазурных и эмалевых красок. Но Д. И. Менделеев преследует цель не только популярно изложить тот или иной вопрос, — он пропагандирует научные основы некоторых технологических методов химической обработки, указывая на более рациональные приемы технологии.

В этом отношении особенно интересна статья «Трубы заводские, дымовые», помещенная в XXIII т. «Энциклопедического словаря» (1901). В ней с особой четкостью и убедительностью изложено назначение дымовых заводских труб, описано их действие как своего рода механизма, и показана необходимость труб с точки зрения технологической и санитарно-гигиенической. Тематически с указанной статьей связана вторая работа — «О происхождении и уничтожении дыма», написанная еще в 1859 г. в журнале «Вестник промышленности». В ней Д. И. Менделеев в популярной форме излагает причины образования дыма и описывает приемы, позволяющие правильно регулировать процесс горения.

В статье «Генераторный газ» Д. И. Менделеев весьма обстоятельно разъясняет физико-химическую сущность процессов, протекающих в газогенераторах, рассказывает об их устройстве и дает описание принципов регенерации и рекуперации. Статья эта в простой форме и вместе с тем строго научно излагает самую сущность процессов газификации топлива.

Четыре статьи настоящего тома посвящены технологии силикатов: «О жидком стекле, или стеклянной поливе», «Глазурь», «Глина», «Огнеупорные материалы». По своему объему они значительно меньше «Стеклянного производства», написаны как научно-технические популярные обзоры, и многие сообщаемые в них сведения не только не утратили своей значимости и в настоящее время, но, наоборот, современные достижения являются дальнейшей разработкой, прежде всего, тех вопросов, которые упоминаются в статьях Д. И. Менделеева. Особенно интересной является статья «Глина». В ней Д. И. Менделеев приводит химический состав разнообразных глин и определяет многие их свойства, рассказывает о процессе образования глин в природе и показывает области практического применения глин в промышленности. Тут же Менделеев рассматривает некоторые вопросы технологии фарфорового, фаянсового и кирпичного производств, главным образом обжига.

Дополнениями к статье «Глина» могут служить две другие работы: «Огнеупорные материалы» и «Глазурь». Первая из них посвящена описанию состава и свойств таких огнеупорных материалов, как огнеупорная глина, кварцевые огнеупоры, основные и углеродистые огнеупорные материалы. В статье «Глазурь» дается описание как собственно глазурей, применяемых в фарфоровом и фаянсовом производстве, так и эмалей — защитных стеклообразных покрытий по металлам.

В 1900 г. на всемирной выставке в Париже внимание Д. И. Менделеева было привлечено к только что появившимся и еще далеко не совершенным «изделиям из вискозы», и вот он пишет статью «Вискоза на Парижской выставке», в которой кратко излагает сущность производства и с замечательной проницательностью предсказывает богатую будущность этой новой отрасли химической промышленности. В заключение он пишет: «Пожелаем..., чтобы у нас не только привилось это дело, но и распространилось широко, потому что страна наша изобилует всякими растительными продуктами, не находящими себе применения... Если бы мы отправили только свой отпускной лес в виде готовых деревянных изделий, ... а отбросы, при этом получаемые, превратили в изделия из вискозы, особенно в волокна, то разбогатели бы больше, чем от всей нашей хлебной торговли. А хлеб и дома скушают».

Д. И. Менделеев был убежденным сторонником развития отечественной промышленности и всячески пропагандировал свои идеи еще в 70-х годах прошлого столетия, Он видел некоторые недостатки капиталистической системы и иногда прямо указывал на них; на первый план им выдвигался вопрос об увеличении общенационального дохода, не предрешая судьбы капиталистической

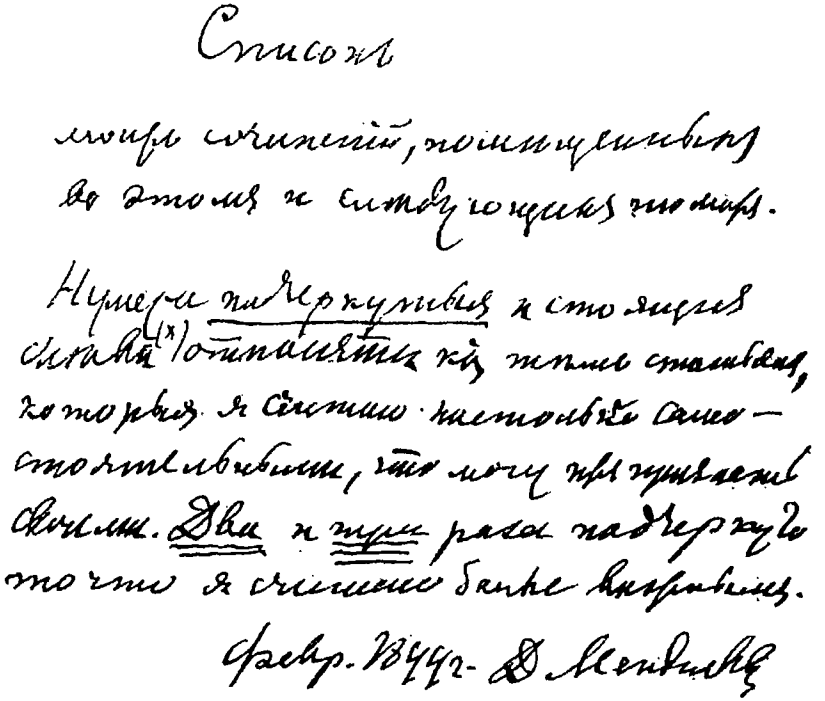
системы в целом, В своем труде „Производство муки“ (стр. 503), указывая на выгоды крупных промышленных предприятий по сравнению с мелкими и кустарными — в смысле улучшений условий работы, повышения производительности труда и экономичности, он говорит: «Промышленность, освобождая людей от чисто механического труда, имеет в виду целое общество, работает в его пользу, а не в пользу отдельных лиц. Не ее вина, если выгоды скопляются в руках капиталистов... Ассоциации, сборные капиталы и т. п. — суть естественные и сильные орудия противу этого исторического зла».

Таким образом, Д. И. Менделеев видел, что вся выгода, даваемая промышленным прогрессом, идет в конечном счете не в пользу «целого общества», а в руки капиталистов, и в то же время он полагал, что с этими язвами, порождаемыми капиталистическим строем, можно бороться внутри этого строя, без его разрушения.

Но советский читатель знает, что «историческое зло», о котором говорит Д. И. Менделеев, может быть полностью устранено лишь после уничтожения капиталистических отношений и коренного, революционного переустройства общества на новых, социалистических основах.

Труды Д. И. Менделеева, помещенные в XVII томе, публикуются почти без всяких изменений, за исключением незначительных исправлений, на которые в тексте указывается особо.

Все приведенные в настоящем томе работы Д. И. Менделеева свидетельствуют о живом, творческом интересе великого русского ученого к вопросам химической технологии, о том влиянии, которое он оказал на развитие русской технической мысли, о его больших заслугах в деле пропаганды технических знаний.



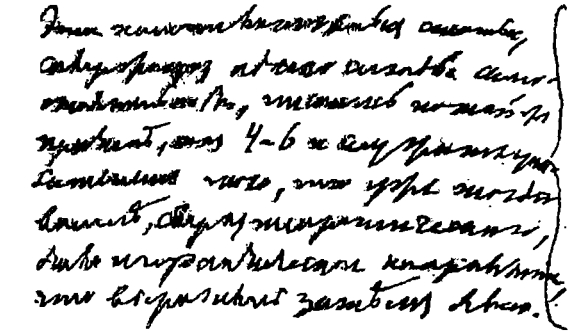
Список моих сочинений, помещенных в этом и следующих томах.

Нумера, подчеркнутые и стоящие слева(*), относятся к тем статьям, которые я считаю настолько самостоятельными, что могу их признать своими. Два и три раза подчеркнуто то, что я считаю более важным.

Менделеев.

Часть первая

ТЕХНОЛОГИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ



Эти компилятивные статьи, содержащие, однако, следы самостоятельности, писались по той же причине, как 4—6, и служат указанием того, что уже тогда во мне сверх теоретического было и практическое направление, что выразилось затем явно.

7. О жидком стекле или стеклянной поливе. Москва. 1857. Рецензия, помещенная в Жур[нале] М[инистерст]ва народ[ного] просвещ[ения]. 1857.

1001/7

Журнал Министерства народного просвещения, 1857, часть XCIV, отд. VI, Обозрение книг и журналов: а) Новые книги, изданные в России, стр. 1—16.

О ЖИДКОМ СТЕКЛЕ, ИЛИ СТЕКЛЯННОЙ ПОЛИВЕ, И СПОСОБАХ ЕЕ УПОТРЕБЛЕНИЯ *

Земная кора состоит из смеси и соединений множества веществ, но между ними есть три обыкновеннейшие: песок, глина и известь, или, правильнее, кремнезем, глинозем и углекислая известь. Вся почти поверхность земли покрыта соединениями или смесями этих окислов. Дело науки изучить их возможно лучшим образом, дело промышленности извлечь из них возможно бо́льшую выгоду. На земной поверхности есть еще два тела: вода и воздух, которых столь же много, если не больше, чем глины и песку. Вода и воздух служат добрую службу человеку, промышленность извлекла из них множество выгод. Хотя много воздуха и воды потребляется на многие технические производства, на жизненные силы растений и животных, тем не менее не уменьшается на земле количество этих тел. Это происходит от того, что истребляемая вода или изменяемый воздух снова, посредством образовательных сил природы, образуются и пополняют убыль. Для того, чтобы вырасти дереву, ему нужно было много истребить воздуха и воды, долго было нужно дышать и всасывать. Но приходит время смерти, и опять из гниющего или горящего дерева, из опадших листьев создаются те элементы, которые дерево временно заняло у природы; дерево возвращает ей и воду и углекислоту. А [так] как количество растительности, средним числом, постоянно на земле или даже уменьшается, то и понятно, что растительность не изменяет среднего количества воздуха и воды. Так и все производства и явления, основанные на употреблении тех же общераспространенных веществ.

То же самое происходило бы, если бы мы употребляли повсюдные богатые земные запасы столь же часто, как употребляем

---

* Рецензия Д. И. Менделеева на книгу, изданную под таким названием в Москве в 1857 г. (См. стр. 383 настоящего тома). [*Прим. ред.*].

воду и воздух. Вы возьмете из Англии глину в виде фарфора. Он разобьется когда-нибудь, его выбросят, и он попадет под влияние разнообразных сил природы; рано или поздно из него будет опять та же глина, из какой был сделан фарфор. Вы возьмете мел, обожжете его и превратите в известь, а ее употребите для беления стен и для кладки печей вашего дома. Он когда-нибудь погибнет, развалится, сгниет, тогда и известь вымоется дождем из развалин дома и опять станет такою же углекислой известью, какая составляла взятый вами мел. Оттого так выгодно и так важно для промышленности всякое производство, основанное на потреблении везде находящихся обыкновенных веществ. Если не требуются материалы известного редкого достоинства по чистоте, то производство становится весьма выгодным и общеполезным. Таково производство кирпича, едкой извести, стекла. До сих пор почти для всех других производств, основанных на употреблении известняков, глины и песку, требуются редкие качества этих материалов. Так, известняк плотный, мелкокристаллический, чистого цвета образует дорогой мрамор, хотя он по составу и не отличается от обыкновенного мела и известняка, употребляемого для обжигания на известь. Глина, не сопровождаемая примесями, чистая и рыхлая, идет на производство фаянсовой и фарфоровой посуды и ценится несравненно высоко в отношении к обыкновенной глине. Та же почти глина, т. е. по химическому составу тот же глинозем (или окись металла глиния, или алюминия) в виде кристаллов дает дорогие камни: наждак, корунд, сафир, рубин. Вещество, образующее песок, т. е. кремнезем, или окись кремния, или силиция, может образовать дорогой горный хрусталь и яшму, кремень, трепел, употребляемый для шлифования, плотный песчаник, пригодный для постройки, и много других весьма ценных веществ. Песку, глины и известняков всюду много, а между тем весьма ценны многие их формы, многие их [видо]изменения. Наука и промышленность должны стремиться к тому, чтоб извлечь всевозможную пользу из повсюдных веществ, должны научить превращать одну форму глины во все остальные, один вид известняка или кремнезема — в любой другой вид.

Мы не боимся за будущие века, что им недостанет дерева на постройку и отопление, что мало будет места для взращивания волокнистых растений, необходимых для одежды; что будет невыгодно кормить животных, дающих шерсть; что расплодившийся народ все больше и больше возьмет земель под посевы. Мы не боимся всего этого, ибо уверены, что усилия науки и ее сцепление с жизнью доведут до возможности совершенно оставить употребление дерева, заменить его глиною, известью, песком, мы уверены, что можно будет со временем отапливать [.....] или водоро-

дом[1] или механическим движением, для которого достаточно ветров и течения воды. Мы уверены, что и для одежды, в случае недостатка в растениях и животных, можно употреблять минеральные вещества: ведь были же в моде лет 10 тому назад стеклянные материи, сделанные из гибких и тончайших нитей стекла. А что необходимо человеку для того, чтоб он мог жить, кроме приюта, одежды и топлива? Многое и многое, скажете вы: пища, освещение, предметы удобств, упражнения, книги, экипажи, не считая всего относящегося к миру нравственному. О последнем не станем говорить, а только припомним, что образование нравственное не может итти успешно без развития удобств жизни, без облегчения способов отыскивать необходимое в жизни, без развития довольства.

Что касается до пищи, освещения и т. п., то наука в своем современном состоянии указывает уже возможность получения их из элементов неживой части земли. Нечего и говорить об освещении: оно и теперь производится газом (светильным или углеродисто-водородным, иначе маслородным, или эфиленом, или элаеном), водородом, гальваническим током. Питательные вещества до сих пор мы берем только из растений и животных и не получили еще их искусственно. Но новому времени принадлежит честь указания на возможность получения их, — указания, основанного на опытах. Долго думали, что в руках химика есть средство только разрушать органические вещества, а не созидать их. Последнюю способность считали принадлежностью существ живых. Растения из воды, углекислоты, щелочей, аммиака, кислорода и азота производят почти все разнообразнейшие свои произведения. Животные берут их от растений и в себе видоизменяют и отчасти сами создают. Человек берет питательные вещества от тех и других. В разнообразных способах обработки почти всегда разрушается часть этих веществ. Так, крахмал картофеля и пшеницы переходит в патоку (сусло), а из нее (бродит) переходит в вино, распадаясь в это время на спирт (алькооль) и углекислоту. До сих пор из углекислоты и спирта не удалось сделать сахару, а из сахару крахмала. Но вероятность говорит в пользу возможности, по крайней мере, первого превращения.

Приведем тому пример. Спирт, или алькооль, при многих обстоятельствах легко распадается на эфир и воду; но из эфира и воды легко воспроизвести снова алькооль. Тот же алькооль при дальнейшем распадении дает маслородный газ (светильный) и воду.

---

[1] Водород извлекается из воды и, сгорая, отделяет огромное количество теплоты и образует с кислородом воздуха воду.

Но из маслородного газа и воды снова легко можно получить спирт. Так, Бертело в 1855 г. получил алькооль из маслородного газа, взбалтывая его продолжительное время с серною кислотою. Значит, из элементов есть возможность произвести те вещества, из которых произошли эти элементы. Потому есть надежда из спирта и углекислоты получить сахар или патоку. А спирт можно получить, как мы видели, из маслородного газа и воды. Маслородный же газ может быть получен из каменного угля и, по последним исследованиям Бертело, даже из чисто неорганических веществ — сернистого углерода и сернистого водорода. Итак, из тел мертвой природы, из веществ неорганических мы можем получить маслородный газ, воду, углекислоту, аммиак. Эти вещества дадут начало алькоолю, уксусной кислоте, различным эфирам, эфильамину и др. Из них можно, вероятно, получить уже и сахар. Но пока нет еще намека на способ получения сахара, мы уже имеем намек на получение из неорганических элементов стеариновой кислоты, глицерина и, следовательно, всех жиров. Вот уже один род пищи. А кто решится сказать, что далеко время получения азотистых веществ, вроде теина, гликоколя и т. п. из аммиака и органических тел?

Мы думаем, что со временем можно будет приготовлять всякое органическое вещество из запаса повсюдных веществ. Пока не дошли до этого, все же полезно извлекать всевозможную выгоду из тех веществ, которых так много во всех местностях. Оттого с таким сочувствием встречено было известие о глинии, или алюминии, — металле и красивом и весьма удобном для употребления в общежитии, потому что он в огромном количестве распространен всюду в виде глины.

К ряду подобных же блестящих применений общедоступных веществ в промышленности принадлежит и жидкое стекло, или стеклянная полива.

Кремнезем, образующий песок, кварц, кремень, песчаник и многие другие тела, входящий в состав всех родов почвы и всех почти камней, этот кремнезем есть окись, т. е. соединение кислорода с кремнием. В большей части камней этот кремнезем соединен с другими окисями и образует нерастворимое (в воде) соединение, например полевой шпат, слюду, горный лен, гранат и т. п. Такое же соединение представляет и стекло. Оно есть соединение кремнезема с известью и кали (т. е. с окисью калия, заключающейся в поташе). Соединение кремнезема с кали образует вещество растворимое, — это и есть жидкое стекло, или полива. Подобно тому как серная кислота с одними окислами дает нерастворимые соединения (так, гипс есть соединение серной кислоты с известью), а с другими растворимые (так, медный купорос есть соединение

серной кислоты с окисью меди), так точно и кремнезем с множеством окислов дает каменистые, нерастворимые соединения, а с кали и натром дает растворимые соединения. Эти соединения были получены мюнхенским профессором Фуксом.* Для этого он брал чистый песок, смешивал его с $^2/_3$ по весу поташа или воды и с $^1/_{10}$ угля, всю смесь растирал и сплавлял ее до совершенной жидкости. Тогда углекислота, содержащаяся в поташе или соде, улетучивалась в виде пузырьков, а кремнезем соединялся с кали или натром. К смеси прибавлялся уголь для того, чтобы устранить вредное влияние нечистоты поташа или соды. После охладения получается темная (от примеси угля) масса, похожая по виду и по твердости на стекло, масса хрупкая и с краев просвечивающая; из нее можно выделывать все предметы, как из обыкновенного стекла. Такую-то массу, или поташное, или натровое стекло, толкут в порошок, кипятят с небольшим количеством воды и получают раствор. Его процеживают, и в таком виде он образует *растворимое*, или *Фуксово стекло*, или *стеклянную поливу*. Если такой раствор стекла нагреть до высушивания, то получается плотная стеклянная масса, которую снова можно растворить. Если оставить раствор Фуксова стекла на воздухе, то углекислота воздуха соединится с кали и произойдет поташ, а кремнезем образует с водою студенистый осадок и раствор водного кремнезема. Если этот измененный раствор выпарить или высушить, то полученная масса не может уже вполне раствориться в воде, и останется высушенный кремнезем.

Потому должно сохранять растворимое стекло в хорошо закупоренных сосудах. Если к раствору стекла прилить какой-нибудь кислоты, то кали или натр соединится с кислотой, а водный кремнезем получится отчасти в виде студени, отчасти же в виде раствора. Если к раствору Фуксова стекла прилить какой-нибудь соли, например азотнокислой извести, то кали соединится с кислотою соли, а кремнезем с окисью образует осадок. Так, в нашем примере кали даст с азотною кислотою азотнокислый калий, или селитру, а известь, соединившись с кремнеземом, даст твердый белый осадок кремнекислой извести.

Вот главнейшие факты, упоминаемые во всех учебниках и необходимые для сведения при употреблении названного стекла. Употребление это весьма многоразлично. Вот что говорил об этом

---

* Растворимое стекло было известно химикам уже в XVI и XVII вв. (см. стр. 383). Жидкое стекло было известно М. В. Ломоносову. Заслугою Фукса является разностороннее исследование свойств жидкого стекла и исчерпывающие для того времени предложения по его практическому применению. [*Прим. ред.*].

г. Д. Галль в заседании императорского Московского общества сельского хозяйства 19 января 1857 г. (стр. 5). *

«Если вы желаете предохранить от огня ваши дома, ваши амбары, ваши фабрики, то покрывайте в них стеклянною поливою все, что может воспламеняться; если вы желаете, чтобы ваши церкви и храмы, ваши театры и другие великолепные здания, ваши памятники, статуи и барельефы устояли от разрушительного влияния времени, покрывайте их тою же поливою. Если вы хотите избавиться от гибельного действия сырости и предохранить от нее ваши жилища, скотные дворы и фабрики, то покрывайте их тем же стеклом; если вы любите чистоту и опрятность, от которых нередко зависит успех промышленного дела, то покрывайте жидким стеклом ваши молочные погреба, ваши винные, пивоварные, свеклосахарные заводы и все кадки и сосуды, в которых сберегаются различные жидкости; если вы желаете дать прочность стенной живописи и дорогим обоям, украшающим ваши покои, употребляйте для того стеклянную поливу; если вы желаете...».

Долго бы пришлось исчислять все применения, для каких советует употреблять ее г. Кульман; немного далее мы упомянем о главнейших из этих применений, а теперь пока заметим о том, отчего стали в последнее время так много говорить о веществе, известном уже с давних пор, изобретатель которого уже предвидел многоразличное применение описанного им тела.

Указание свойств Фуксова стекла показало, что если им покрыть дерево, то оно, как всякий раствор, вопьется в дерево, в его поры, там высохнет и под влиянием углекислоты воздуха сделается нерастворимым. Значит, вся масса и внутренность пор или скважин дерева покроется тонким слоем водного кремнезема — вещества негорючего и твердого, негниющего. Посему такое дерево должно было быть прочным, негниющим, твердым и негорючим. Действительно, гниение и горение требуют, чтобы вещество имело непосредственное и прямое прикосновение с воздухом; а в дереве, покрытом стеклянною поливою, этого прямого прикосновения не может быть. И действительно, опыт показал, что дерево, пропитанное стеклянною поливою, не горит, а только тлеет, и то с трудом и весьма сильно сопротивляется гниению. Это свойство вызвало применение растворимого стекла в технике, и потому уже лет 20—30 тому назад в Австрии и во Франции устроены были заводы для приготовления растворимого стекла. Впоследствии увидели, что то же вещество может иметь и многие другие применения; тогда

---

* См. Журнал сельского хозяйства, издаваемый от императорского Московского общества сельского хозяйства, № 1, 1857, стр. 48—51. [*Прим. ред.*].

фабрики и исследования свойств растворимого стекла стали распространяться. Один из фабрикантов, известный ученый Кульман, в Лилле, особенно много нового сделал в этом отношении. Либих, проезжая с Парижской выставки, останавливался на фабрике Кульмана и был поражен тем, что видел там. Это было описано Либихом в мюнхенской газете и [его] слова [...] заставили весьма многих обратить внимание на растворимое стекло. В Германии стали много писать об этом предмете, завели много фабрик. И у нас в России специальные журналы обратили также внимание на вещество, всех интересующее. В одном из заседаний императорского Московского общества сельского хозяйства секретарь его, г. Маслов, обратил особенное внимание присутствовавших на растворимое стекло, и по поводу этого появилась брошюра, заглавие которой выписано нами выше. Ее составил г. П. А. из статьи г-на Галля, из письма Либиха, речи г-на Маслова и статьи г-на д-ра Маркварта (Dingl. Polyt. Journ., 1856, июнь, 2 кн.). Мы присовокупим сюда еще извлечения из многих статей г-на Кульмана, помещавшихся в Erdmann's Journ. f. pract. Chem. [а также в отчетах Парижской академии и во всех технических и химических журналах], и таким образом изложим приготовление и применение растворимого стекла.

Растворимое стекло можно приготовлять из кремнезема (т. е. песку или кварца, песчаника, опала и т. п.) и натра или кали. Натровое (содовое) стекло дешевле калиевого (поташного), потому, во-первых, что сода в настоящее время дешевле поташа, а во-вторых, потому, что для всех соответствующих соединений всегда потребно кали в $1^1/_2$ раза больше, чем натра, или поташа в $1^1/_5$ раза больше, чем соды.[1] Для приготовления было бы выгодно брать как можно меньше соды и поташа, а больше кремнезема или песку, потому что все свойства жидкого стекла принадлежат кремнезему, а кали должно быть впоследствии удалено, [так как] оно вредит предмету, на который наложена полива: например, портит цвет дерева, выступает на камне, растравляет материю. Но, к сожалению, нет возможности брать очень мало поташа или соды, потому что тогда образуется стекло, нерастворимое в воде, т. е. негодное для употребления. Так как операция (описанная нами выше) расплавления поташа и песку, измельчения и кипячения весьма продолжительна и не дает ручательства в том, что в растворе нет избытка натра, то Кульман и употребляет следующий способ. Кварц, кремни и

[1] Это основывается на том, что пай натрия 289 меньше пая калия 488. Потому соответствующие количества кали и натра относятся между собою, как $(488 + 100) : (289 + 100) = 588 : 389$, почти $= 1^1/_2 : 1$. Для поташа и соды $(488 + 100 + 75 + 200) : (289 + 100 + 75 + 200) = 863 : 664$, почти как $1^1/_5 : 1$.

тому подобные сорты кремнезема, размельченные, подвергают действию кипящего раствора натрового щелока в чугунном котле, закрытом плотною крышкою так, чтобы пары не могли улетучиваться. В этом котле, для предупреждения разрыва, делают предохранительный клапан, который соответствовал бы 8—10 атм. давления. Для приготовления натрового щелока (т. е. раствора натра в воде) берут, по общепринятому способу (так приготовляют щелок на мыловаренных заводах), соду и едкую известь. Щелок растворяет при нагревании и высоком давлении кремнезем и, насыщаясь им, прямо образует поливу. На заводе Маркварта в Бонне приготовляют раствор троякой крепости: 33%, 40% и 60%, т. е. в 100 частях раствора содержится или 33, или 40, или 60 твердых стеклянных частей, а остальное есть вода. Во многих случаях такие растворы должно разводить водою. Хороший и крепкий раствор, весьма годный для употребления, имеет уд. вес около 1.24. Приготовленную поливу разливают в бутыли и плотно закупоривают, чтобы не было доступа воздуха. Если же готовят растворимое стекло по первому, вначале нами описанному способу, то весьма часто пускают в продажу в твердом виде, и такие куски прекрасно сохраняются, но при употреблении должно долгое время кипятить порошок их с водою. На фабрике в Вейсгрюне пуд твердого стекла продается по 7 руб. сер., а пуд жидкого — по 2 руб. сер. В Москве у Мартена пуд жидкого стекла продается по 6 руб. сер.

Употребление жидкого стекла в технике состоит в том, что им смазывают или пропитывают какие-либо предметы. Для этого берут сначала негустой раствор, и кистью, смоченною в нем, смазывают предмет. Когда он высохнет, кладут еще слой или даже два и несколько слоев, предварительно дождавшись того, когда предыдущий слой высохнет. Для последующих слоев берут растворы более и более крепкие. Когда кладут самый последний слой, то считают весьма полезным прибавлять к нему мелкоистолченного мелу. Предмет, покрытый таким растворимым стеклом, представляет различные отношения к самой поливе. В некоторых случаях, как, например, при покрышке дерева, происходит разложение поливы — главным образом при содействии воздуха и именно заключающейся в нем углекислоты. Она соединяется с натром поливы и образует соду, а кремнезем в виде коры облекает те части, до которых успел проникнуть. В других случаях самый материал покрываемой вещи способствует затвердению поливы, образуя с нею твердое химическое соединение. Это случается, например, каждый раз, когда в покрываемой вещи есть известь, ибо она соединяется тогда с кремнеземом. Потому-то и прибавляют к последнему или верхнему слою поливы мелу, чтоб образовать

на поверхности тела кремнеземистую известь. Но, во всяком случае, примесь свободной соды и сода, образующаяся при действии углекислоты воздуха на поливу, вредно действуют на покрываемый предмет или, по крайней мере, не приносят пользы, а, напротив того, выветриваются и дают на поверхности налет. Посему было бы полезно удалять натр из пропитанного предмета или, по крайней мере, превращать его в безвредное тело. Кульман в прошедшем году посоветовал употреблять для этой цели кремнефтористоводородную кислоту.[1] Она, как известно, есть одна из немногих кислот, дающих с щелочами труднорастворимые соединения. Предмет покрывают сначала жидким стеклом, а потом смачивают названною кислотою. Тогда последняя соединяется с щелочью поливы и образует, равно как и кремнезем, плотную массу внутри или на поверхности тела. Тогда уже не будет образовываться соды или поташа, следовательно не будет выветривания и порчи покрываемого предмета. Этот способ есть, без сомнения, самый рациональный.[2] Теперь нам будут понятны все применения, которые может иметь жидкое стекло, или полива, или Фуксово стекло. Первое применение относится к дереву. Станем называть дерево, покрытое поливою, окремнелым деревом.* Такое дерево действительно во многом сходно с *окремнелым деревом*, ибо последнее и есть дерево, проникнутое насквозь кремнеземом (или другим твердым телом). Окаменелые деревья лежат миллионы лет под землею и не портятся, и если бы мы могли получать столь же окаменелые деревья, то могли бы строить из дерева негорящие, весьма твердые, негниющие, полирующиеся и вековые вещи. Окремнение есть первый шаг к этому. Окремнелое дерево не горит, а тлеет, трудно гниет, легко чистится, не пропускает влажности и паров, а потому весьма полезно в тысяче случаев, о которых нет даже нужды упоминать, ибо везде полезнее употреблять такое дерево, чем обыкновенное. Окремнелое дерево принимает другой цвет. Так, молодой дуб становится похожим на старый, темный. Вообще же окремнение вредит виду дерева, а потому лучше всего покрывать одновременно краскою и поливою. Такое дерево удобно мыть водою. Для окремнения дерева должно брать жидкий раствор, ибо в противном случае он неглубоко проникает в дерево и такое дерево легко дает трещины.

---

[1] Для получения ее нагревают смесь плавикового шпата, песку и серной кислоты и происходящий газ проводят в воду. В воде образуется осадок кремнезема и раствор кремнефтористоводородной кислоты.

[2] Кульман называет покрытие предмета поливою «окремнением», а покрытие кремнефтористоводородною кислотою — «фтороокремнением».

* В настоящее время пропитывание пористых материалов растворами жидкого стекла называют силикатизацией. [*Прим. ред.*].

Второе, еще более важное применение поливы есть окремнение известняков. Если кусок мокрого и мягкого мелу опустить на несколько времени в жидкое стекло, то мел станет твердым, непишущим, полирующимся. Это происходит от того, что известь мела образует с кремнеземом поливы нерастворимое вещество, которое вместе с самою поливою дает тело, совершенно сходное по составу с обыкновенным стеклом, ибо в последнем, кроме кремнеземистого натра (полива), заключается еще кремнеземистая известь. Кроме того, и сама углекислая известь с кремнеземистою известью образует химическое соединение. Словом, масса каменеет. Итак, вы имеете рыхлый мел, пористый крупчатый известняк, например вроде того, каким изобилуют окрестности Одессы, вы имеете мягкий доломит, наконец мягкую плиту. Из них вы легко выточите камни по форме, вам пригодной. Если сложите из них дом, то он будет сырой, холодный, непрочный; но вы прежде окремните ваши камни, — и тогда получите прочнейший дом. С поверхности вы можете его отполировать, нарезать на нем фигуры, придать всевозможные формы. Вам можно будет мыть стены вашего дома, вам нечего бояться сырости, и чем дольше будет стоять ваш дом, тем прочнее и каменистее будет становиться. В ваших странах нет камня, годного для скульптурных украшений, но много мелу, песку. Пропитайте мел поливою, смешайте с нею песок, прибавьте предварительно каких-угодно красок, и вы дома можете получить и мраморовидные и яшмовидные камни всякого цвета. И это еще далеко не последняя услуга окремнелой извести. Известь служит, как известно, для скрепления (цементов) кирпичей и каменьев, для беления и крашения стен. В обоих случаях окремнелая известь пригоднее обыкновенной. Известь, смешанная с водою и песком, служит цементом, потому что при действии времени и под влиянием воздуха образует твердую каменистую массу. Такой цемент выходит и плотнее и прочнее и действует быстрее тогда, когда к извести будет прибавлено растворимое стекло, потому что в последнем случае легко происходит кремнеземистая известь — вещество, как мы уже говорили, твердое и постоянное. Особеннно важно употребление жидкого стекла в смеси с известью для подводных работ. Там не может быть употребляема обыкновенная известь, потому что она размывается водою, а для всех подобных построек употребляют дорогой цемент или гидравлическую известь, которая находится только в немногих местностях и потому дорого ценится. Чаще всего для подводных работ употребляют смесь обыкновенной извести с цементом, т. е. таким веществом, которое образует с обыкновенною известью гидравлическую, твердеющую под водою. Такие цементы всегда содержат такое вещество, в котором есть

кремнезем, способный образовать с известью твердое нерастворимое соединение. Такой цемент образуют пуццолана, трас, даже простой кирпич. Но действие этих цементов тем лучше, чем больше в них кремнезема, могущего переходить в раствор: посему жидкое стекло с большим удобством и выгодою может заменять дорогую пуццолану и другие цементы. Для того смешивают 100 частей жженой извести с 10 частями сухого Фуксова стекла и смесь прямо употребляют для подводных работ. Этот способ получения гидравлической извести есть один из самых рациональных.

Стеклянная полива с большою пользою может итти для окраски стен домов и комнат. Обыкновенные, употребляемые в технике (известковые, клеевые и масляные) краски представляют многие неудобства, особенно же то, что они пачкают, не могут быть мыты, теряют вид от дождя, легко выцветают и потому требуют частой поправки. Примешивая к известковой краске жидкого стекла, мы получим после окраски почти стекловатую поверхность, которая превосходно удовлетворяет всем требованиям. Она имеет в особенности то важное достоинство, что может долго сохраняться и от мытья становится каждый раз как бы новою; притом, покрывая стену плотным слоем, она защищает дом от сырости, ветров и т. п. Для того, чтобы выкрасить стену такою краскою, поступают так: сперва покрывают стену слабым раствором поливы или, лучше, насосом опрыскивают всю стену. Высохшую стену покрывают смесью мела, жидкого стекла и краски, а иногда смесью одной краски с жидким стеклом. Последнее окрашивание повторяют несколько раз. Для белой краски употребляют мел или, лучше, свинцовые или цинковые белила. Употребляя смесь поливы с белилами, получают краску, весьма быстро высыхающую, а чтобы воспрепятствовать этому, прибавляют порошка тяжелого шпата (барита или, правильнее, сернокислой окиси бария). Для других красок берут смесь мелу или белил с охрою, хромокислым цинком, сернистым кадмием, ультрамарином, киноварью и др. Для красок нельзя употреблять берлинскую лазурь, парижскую синь и растительные краски. Можно также выкрасить стену обыкновенною краскою или покрыть обоями и потом сверху покрыть стеклянною поливою.

Красками, приготовленными на поливе, можно красить металлы, например железо, чугун, цинк, медь. Выкрашенные вещи можно безопасно нагревать; тогда кремнезем образует с металлом соединение еще более плотное. Выкрашенные металлы, устраненные от доступа воздуха, защищаются таким образом от ржавчины. Особенно пригодно подобное окрашивание для печей и заслонок, для котлов, паровиков и т. п. Стеклянная полива может также служить

для окраски и живописи на стекле, фарфоре, глиняных изделиях и т. п. Смесь краски и поливы, высыхая на стекле, оставляет окрашенный плотный слой, который часто не отмывается горячею водою. Для окрашивания стекла в молочный цвет смешивают поливу с порошком тяжелого шпата. Окрашенный этим путем предмет при прокаливании покрывается совершенною эмалью. Стеклянные, фарфоровые и металлические вещи могут быть скрепляемы посредством крепкого или густого раствора Фуксова стекла. Для того нагретые куски на месте слома смазывают поливою, прикладывают, связывают и дают стоять в теплом месте. Примешивая наждак или мумию, можно склеенную вещь накаливать. Сращенные куски пристают столь плотно, что на месте скрепления труднее образуется трещина, чем на новом месте.

Смесь жидкого стекла и красок может служить для печатания на бумаге (для обоев) и на материях. Для такого печатания употребляют или растворимое вещество, переходящее впоследствии в нерастворимое вещество, или нерастворимое тело, которое в таком случае накладывают на поверхность тела и прикрепляют к ней. В том и другом случае для окраски потребно такое вещество, которое скрепляло бы ткань и краску, необходима так называемая протрава. Для нее обыкновенно употребляют раствор уксуснокислого глинозема, получаемый чрез смешение квасцов и свинцового сахару. Ткань пропитывают таким раствором и сушат. Тогда уксусная кислота улетучивается, а оставшийся глинозем не может уже быть отмыт от ткани. Пропитывая ее краскою, получим прочную краску, происходящую от того, что глинозем соединяется или удерживает краску. Для протрав можно употреблять и многие другие вещества, способные плотно приставать к ткани, соединяться с красками, переходить из растворимого соединения в нерастворимые и не вредящие ни ткани, ни краскам. Такие условия в отношении ко многим краскам имеет стеклянная полива. Кульман для окраски бумаг и тканей смешивал краски с поливою и печатал узоры, или покрывал ткань поливою и после печатал на ней краскою. Образующееся (от влияния воздуха на поливу) углекислое кали можно отмывать водою, чтобы оно не вредило ткани. Можно также насыщать кали и делать кремнезем свободным, при содействии слабых кислот, например уксусной, соляной и др. Набойка некоторых красок выходит весьма прочною и обходится дешевле, чем всеми другими протравами. Это относится, например, к ультрамарину. Стеклянную поливу можно употреблять также для серебрения и золочения листками и порошком, для книгопечатания и для чернил. По совету Кульмана, смесь мелкоистолченного угля и поливы дает прекрасные чернила. Такие чернила легко получаются, если в раствор едкого щелока

опустить кусок кожи и к полученной смеси угля и щелочи прибавить водного кремнезема.

Столь многочисленные применения жидкого стекла заставляют полагать, что оно займет со временем почетное место в ряду веществ, необходимых для промышленности. Употребление Фуксова стекла еще столь ново, что, без сомнения, его ожидают многие улучшения. Но не должно ошибаться в надеждах извлечь из него те выгоды, каких оно не может принести. Так, почти всех и прежде всего поражает способность стеклянной поливы делать дерево несгораемым и негниющим. Но нам кажется, что в этом отношении должно ожидать от поливы наименьшей выгоды. Мы основываем наше мнение на следующем: 1) окремнение дерева обходится довольно дорого; 2) окремнелое дерево становится хрупким; 3) оно способно тлеть; 4) и медленно гниет; 5) вода вымывает со временем часть поливы, хотя не может отмыть остальной части; 6) поташ или сода выветривается и притягивает влажность; 7) дерево теряет свой цвет и многие из свойств и т. д. Если окремнелое дерево и будет когда-либо введено во всеобщее употребление, то не иначе, как при возможности получить совершенно окаменелое дерево, притом легким способом. Полезно было бы окремнелое дерево вымывать водою. Тогда вода извлекла бы образующиеся углекислые щелочи и весь избыток поливы, так что не было бы бесполезной потери материала. Для подводных и подземных работ было бы весьма полезно употреблять окремнелое дерево, точно так же, как и всякое дерево, пропитанное минеральными веществами, например берлинскою лазурью, гипсом и др. Скорее всего можно ожидать применения окремнелого дерева в тех местах, где есть большая опасность от пожара и где необходимо, однако, употребление дерева, и оно не может быть заменено камнем, — например в банях, сушильнях и т. п. Гораздо бо́льшего ожидаем мы от других применений стеклянной поливы, особенно в отношении к окраске стен и тканей. Здесь открывается богатое поле для опытов и исследований. Главное, предлагаемое средство для укрепления красок гораздо дешевле известных нам до сих пор, особенно если принять во внимание прочность, какую, например, дает полива стенным краскам. В этом отношении представляется столь много интереснейших предположений, что мы не решаемся в статейке, назначенной для рецензии, вступать в столь длинное объяснение о предполагаемом и ожидаемом. Сколько блестящих, самых вероятных предположений разрушило время, опроверг опыт! К нему должно обратиться в этом отношении.

Во всяком случае, вместе с издателем названной брошюры и с г-ном Масловым нельзя не пожелать развития фабрикации

жидкого стекла в России. Однако больше, чем развития новой промышленности, мы желаем изучения свойств и средств для употребления растворимого стекла, потому что, прибавим еще раз, ожидаем в этом отношении весьма многого.

Если войдет в большое употребление растворимое стекло и именно в те роды промышленности, на которые мы указали, то прибавится новое сильное орудие человеку, получится возможность домашними средствами обходиться во множестве случаев, уменьшится потребность в веществах органических, а вещество, везде распространенное, ничего не стоящее, получит новое огромное применение. Много, много выгод, да что-то скажет опыт, что выйдет из наблюдений? *

---

* В книге Д. И. Менделеева «Стеклянное производство», изданной в 1864 г., имеется специальная глава, посвященная описанию свойств растворимого стекла, его производству и применению. В ней, кроме изложенного в настоящей статье, сообщаются некоторые дополнительные сведения о жидком стекле. (См. стр. 380 настоящего тома). [*Прим. ред.*].

Журнал «Вестник промышленности», т. I, № 3, март, 1859, отд. II, Современная промышленность, стр. 63—76.

О ПРОИСХОЖДЕНИИ И УНИЧТОЖЕНИИ ДЫМА

I

С давних пор и много раз высказывали мнение о вреде и неприятности густого и постоянного дыма фабрик, особенно в центрах их развития, в наиболее промышленных городах Западной Европы. Часто повторявшиеся жалобы еще в 1819 г. вызвали английский парламент к принятию мер для уменьшения дыма, по крайней мере, в главных городах. Была составлена особая комиссия по этому предмету; в нее призвали людей специальных и вместе с ними рассмотрели все до сих пор известные способы уничтожения дыма. Вероятно, заключение комиссии не было благоприятно этим способам, или, по крайней мере, комиссия увидела трудность применения этих способов ко всеобщему употреблению. Мы делаем подобное предположение потому, что только при новом возбуждении этого вопроса, 20 августа 1843 г., в парламенте прошел билль, которым поставлено было в обязанность всем фабрикантам Лондона и его предместий заботиться об уничтожении дыма, происходящего от сожигания каменного угля, особенно под паровыми котлами. Мера парламента в это время была уже удобоисполнима, потому что в ответ на общественное требование было предложено и испытано множество способов уничтожения дыма. В недавнее время, 11 ноября 1854 г., префект парижской полиции (Пьетри) распорядился, чтобы «в течение 6 месяцев владельцы заводов, употребляющих паровые машины, приняли средства к полному сожиганию дыма, производимого печами этих приборов, или бы топили эти печи таким родом топлива, который дает дыму не более, чем кокс или дрова». Это постановление (ordonance) возбуждено было, как говорит сам префект, многими причинами: 1) часто повторяющимися замечаниями; 2) тем, что дым этот затемняет день, проникает в жилища, грязнит фасады зданий и общественные памятники и причиняет много неудобств и нездоровья соседям; 3) тем, что есть много средств к истреблению дыма, и средства эти очень просты.

Вслед за этим предписанием явилось наставление 27 апреля 1855 г. о средствах уничтожения дыма, изданное комиссией от Совета общественного здравия, составленной из Guérard H. Fournel, F. Bruzard и Ch. Combes (докладчик). Примеру парижского префекта последовали многие другие. Вопрос более и более стал интересовать общество. Парижская академия наук и общество поощрения промышленности не раз возвращались к этому же вопросу. Многие инженеры занялись разработкою его, тем более что вопрос этот тесно связан с весьма важным современным вопросом об экономии горючего материала. Избравши этот же предмет для настоящей статьи, мы имели в виду познакомить с ним наших промышленников, указать ложность многих из предложенных приемов и показать тот путь, которым должно искать полного разрешения этого вопроса, могущего сразу удовлетворить и требованиям общественной гигиены и выгодам фабрикантов.

II

Для разрешения вопроса об уничтожении дыма необходимо определить его причину и условия образования, потому мы и начинаем с этого.

Горение топлива может быть полное и неполное. Вещества, выходящие из трубы при полном горении, все суть пары или газы бесцветные, имеющие только весьма слабый запах.[1] При неполном горении в веществах, выходящих чрез трубу, будут находиться части, сами могущие гореть и развивать теплоту. Эти части могут быть газообразны (как углеродистые водороды и окись углерода) или тверды (как уголь), или жидки (как смолы, креозот и др.). Очевидно, что неполное горение невыгодно, потому что даром теряется материал, могущий развивать теплоту. Экономия топлива требует полного горения; так как дым происходит только от неполного горения, то, значит, уничтожение дыма, при хороших условиях, должно согласоваться с экономиею топлива. Продукты неполного горения называются *дымом* только тогда, когда между ними находятся твердые легкие части угля (обыкновенно пропитанного смолами), или сажа. Из этого видно, что можно уничтожать дым, не удовлетворяя условиям экономии в топливе: стоит только удалить эти твердые частички угля, потеря в топливе тогда может состоять из газообразных веществ. То же несогласие в уничтожении дыма с экономиею в топливе получается тогда, когда для этой

[1] Продукты полного горения, идущие в трубу, суть: углекислота, азот, сернистая кислота, вода и избыток вошедшего воздуха вместе с азотом, оставшимся от воздуха, послужившего для горения.

цели употребляют средства, способствующие бесполезной потере тепла.

Откуда же происходят эти частички угля, наполняющие дым? При температуре наших печей уголь не превращается в пары, не улетает; следовательно, дымные частички угля не суть охлажденные пары угля. Это также не суть частички угля, механически унесенные или оторванные газами от угля топлива, подобные искрам, потому что в самодувных печах, топимых коксом или древесным углем, при благоприятных обстоятельствах, хотя и при самой сильной тяге, вовсе не замечается дыму. Чтобы понять, откуда произошел уголь дыма, должно заметить, что он и по происхождению и по виду вполне сходен с частичками угля, находящимися в смоле, получаемой при сухой перегонке каменного угля или дерева; он сходен с сажею, замечаемою при горении смолы, масла и др., он же находится в самом пламени свечи. Стóит в пламя погрузить нож, на нем осядет сажа, т. е. мелкие частички угля. Такой же точно уголь, или сажа, происходит при накаливании паров органических веществ без доступа воздуха. Так, например, пропуская светильный газ чрез сильно раскаленную трубку, мы получим в ней сажу. То же самое дадут пары спирта, эфира, скипидара, каменноугольного масла и др. Значит, сажа происходит при накаливании парообразных, газообразных органических веществ без доступа воздуха. Но, очевидно, не эта причина служит для образования сажи в дыме печей. Там воздуху много приходит в печь, и всегда часть кислорода остается в дыме. Но большинство органических тел образует сажу и при горении с доступом воздуха, когда есть одно из следующих условий:

а) Когда температура горения низка. Так, при горении смолы образуется много сажи, ибо температура пламени достаточна для разложения смолы и для горения водорода и некоторых газообразных продуктов и недостаточна для такого накаливания образующейся сажи, чтобы она могла гореть. Не только твердые тела для горения требуют известной температуры (графит и алмаз горят только при самой возвышенной температуре), но даже газы могут загораться при различных температурах. Это доказывают тем, что в струю горящего газа и кислорода помещают разные накаленные предметы, например металлы. При одной степени их накаливания струя газа загорается, а при другой — нет. Так, для горения болотного газа нужен белокалильный жар, для воспламенения окиси углерода и светильного газа достаточен краснокалильный жар, а водород загорается даже при вишневокраснокалильном жаре. Для доказательства необходимости известной температуры для поддержания горения служит и следующий простой опыт: в пламя свечи или спирта погружают (горизонтально) частую металлическую сетку. Тогда пламя не

переходит за сетку, потому что металл поглощает много теплоты, понижает температуру пламени, и оттого оно гаснет. Чрез сетку проходят несгоревшие газы, и их можно зажечь поверх сетки.

Неполное горение сажи и газов в печах [об]условливается главным образом недостаточно высокою температурою продуктов горения. Охлаждения их зависят от множества причин: от прикосновения с более холодными частями печи (например с поверхностью парового котла), от прикосновения с новым холодным топливом, от охлаждающего влияния сильной струи холодного воздуха (оттого пламя свечи можно задуть), от примеси негорючих газов: азота, углекислоты, паров воды, поглощающих много теплоты, и т. п. Устранить эти причины — значит способствовать к уменьшению дыма. И действительно, многие способы уничтожения дыма основаны единственно на возвышении температуры дыма и газов, происходящих при горении, прежде чем они пройдут в трубу. По причине сильного жара, развиваемого отражательными (например пудлинговыми) печами, они почти вовсе не дымят.

б) Вторая главная причина, могущая способствовать образованию сажи или твердых несгоревших частичек угля в дыме, есть, без сомнения, недостаточность воздуха или, правильнее, его кислорода. Так, масло, сгорая в ночнике с одним простым фитилем и без стекла, сильно коптит, т. е. дает сажу. Но то же масло в лампе с двойным притоком воздуха, с круглым фитилем и со стеклом сгорает без всякой копоти. Различие в обоих случаях зависит от количества воздуха, приходящего к пламени. Если лампа хорошо устроена, т. е. если количество входящего воздуха именно соразмерно с количеством сгорающего масла, то легко доказать, что недостаток воздуха способствует образованию копоти. Стоит заткнуть одно или два отверстия, проводящих воздух к пламени, приток воздуха станет меньше, и пламя начнет коптить. В большинстве фабричных и комнатных печей нельзя объяснить образование дыма недостатком воздуха, потому что воздуха всегда приходит более, чем должно, и в дыме есть еще достаточно кислорода. Впрочем, этот кислород смешан с большим избытком газов, не могущих поддерживать горение, а оттого его свойства способствовать горению значительно уменьшаются. Деви показал, что, впуская струю водорода в разреженный воздух или смесь его с большим количеством углекислоты, нельзя получить постоянного пламени. Для воспламенения камфары в разреженном воздухе нужна гораздо высшая температура, чем для воспламенения ее в обыкновенном воздухе. Смесь равных объемов воздуха и углекислоты не способна уже поддерживать горение свечи, и животные в таком воздухе умирают. Эти-то причины заставляют впускать в печь гораздо большее количество воздуха противу того, какое необходимо для

полного горения. Действительно, после горения остается азот и образуются углекислота [и] газы, горения не поддерживающие. Их примесь разрежает кислород и делает его уже неспособным поддерживать горение. Многие опыты показали, что количество воздуха, входящее в печи, дающие весьма хорошие результаты, в 2 раза более того, сколько было бы необходимо для полного сгорания. Для горения 1 фунта каменного угля необходимо (средним числом) около $2^1/_2$ фунт. кислорода или 11 фунт. воздуха, т. е. около 31 куб. фута воздуха при температуре в 16° Р, а обыкновенно вгоняют по 200 куб. футов воздуха на каждый фунт топлива (или около 14 куб. м на 1 кг угля). Того же самого вывода достигнем, если посмотрим на правила для устройства печей при паровиках. Там на каждые 3 кг угля, сожигаемого в час, делают в решетке зольника отверстие в 5 кв. дм. А так как средняя скорость притока воздуха в зольниках равна 16 м в минуту, то, значит, в час пройдет $60 \times 16 \times {}^5/_{100} = 48$ куб. м воздуха на 3 кг угля, или 16 куб. м на 1 кг, т. е. около 219 куб. футов на 1 фунт топлива.

Разложения дыма показали, что всегда почти, когда достигают полного сожигания дыма, на 1 часть (по весу) углекислоты приходится около $^4/_5$ кислорода, или на 1 объем углекислоты — 1 объем кислорода. Этот излишек воздуха, необходимого для полного сгорания, весьма вреден для экономии топлива, потому что большое количество теплоты идет на его нагревание. Между попытками уничтожения дыма многие состоят в увеличении притока воздуха или, точнее, устройстве добавочной струи воздуха, служащей для сожигания дыма. Многочисленные опыты и простые соображения показывают, что при этом нельзя согласить экономию в топливе с дымосожиганием. Жар, развиваемый горением дыма, идет на нагревание холодного воздуха, приводимого для сожигания дыма. А это нагревание воздуха необходимо как для успеха горения, так и для поддержания тяги. Истинный единовременный успех в отношении к дымосожиганию и к экономии топлива должен быть, без сомнения, основан на уменьшении притока воздуха, против употребляемого ныне. Этого достигают только при особом устройстве печей и при особом способе топки, о которых мы скажем в своем месте. При господствующем устройстве печей нет возможности уменьшить приток воздуха и в то же время достичь полного горения.

Итак, дым происходит от того, что топливо способно давать пары или газы, разлагающиеся при горении и выделяющие сажу, которая или по недостатку воздуха, или от охлаждения не успевает сгореть и уносится вместе с газами и воздухом, придавая им черный цвет и все неприятные свойства дыма.

Количество и свойства дыма зависят не только от устройства печей (которым обусловливается или недостаток воздуха, или низкая температура, недостаточная для полного сгорания дыма), но и от качества топлива, потому что различные сорты его выделяют различное количество горючих паров или газов. Так как кокс, древесный уголь и антрацит не могут почти давать горючих паров или газов,[1] то они и горят без дыма. Если из них и образуются подобные газы и пары, то в самом незначительном количестве, и потому они успевают сгорать вполне, что зависит в особенности и от того, что температура горения этих сортов топлива очень велика. Сырой торф, лигнит и сырые дрова дают большое количество дыма. Это зависит от двух причин. Эти сорты топлива содержат много водорода, выделяющегося первоначально в соединении с углеродом в виде горючих паров и газов, могущих легко давать дым. Вторая причина большого дыма от торфа, сырых дров и лигнита состоит в том, что они дают мало теплоты, и оттого сажа не может гореть. Различные сорты каменного угля и дров, при равных условиях, способны давать весьма различное количество дыма. Для каменных углей это различие зависит главным образом от их состава. Каменный уголь выделяет тем больше дыму, чем больше способен давать горючих паров и газов при своем накаливании. А так как эти пары и газы состоят из соединений углерода и водорода, то каменный уголь тем больше дает дыму, чем больше в нем водорода, ибо углерода во всех родах топлива содержится более, чем нужно для образования горючих паров и газов в соединении с водородом. О количестве водорода, заключающегося в каменном угле, можно судить по количеству кокса, получающегося из угля, потому что получение кокса и состоит в удалении из каменного угля всех веществ, легко дающих пары и газы. Итак, чем меньше каменный уголь оставляет коксу (т. е. чем больше содержит водорода), тем больше способен давать дыму. Этот вывод можно поверить, сравнивая таблицу среднего состава великобританских углей, приведенную в известном техническом лексиконе Муспрата (в статье «Fuel»), сравнивая ее с показаниями опыта, относительно количества дыма, происходящего при сожигании этих сортов каменного угля. Средние цифры, выведенные из состава валлийских (I), нюкестельских (II), ланкаширских (III) и шотландских (IV) каменных углей, таковы:

---

[1] Эти сорты топлива содержат почти один углерод с малою примесью водородных веществ. Они, при горении, развивают или окись углерода (когда воздуху мало), или углекислоту. Первая есть газ горючий, но этот горючий газ легко воспламеняется и при накаливании не дает сажи, а потому и не способствует образованию из нее дыму.

	Удельный вес углей	Углерода	Водорода	Азота	Серы	Кислорода	Пеплу	Количество кокса
I	1.315	83.78	4.79	0.98	1.43	4.15	4.91	72.6
II	1.256	82.12	5.31	1.35	1.24	5.69	3.77	60.7
III	1.273	77.90	5.32	1.30	1.44	9.53	4.88	60.2
IV	1.259	78.53	5.61	1.00	1.11	9.69	4.03	54.2

Судя по составу (количеству водорода и кокса), валлийский уголь должен давать наименьшее количество дыму, а шотландский — наибольшее. И действительно, валлийские фабрики почти не дают дыму. Сперва приписывали это только особому устройству валлийских паровых котлов, но опыты показали, что в других странах, при топке другим углем, и эти паровики дают так же много дыму, как и другие, следовательно отсутствие дыма происходит от состава валлийских углей. С другой стороны, показания всех путешественников согласны в том, что шотландские фабрики дают весьма густой черный дым, какой редко видно в других частях Великобритании. Но, при сравнении состава валлийских и шотландских углей, мы видим в количестве водорода разность меньшую, чем в 1% (4.79 и 5.61); неужели такая ничтожная разность имеет столь существенное влияние на свойства угля? — легко спросит каждый. Действительно, весьма малое количество водорода может способствовать к образованию большого количества горючих паров и газов, потому что эти вещества содержат всегда много углерода и мало водорода. Так, в болотном газе на 1 часть водорода 3 части углерода, в светильном газе 6 частей, в бензине 12 частей, в нафталине 15 частей. Положим, что весь избыток водорода, находящийся в шотландском угле, взошел в состав бензина. Тогда количество углерода (кокса), остающегося после накаливания шотландского угля, должно уменьшиться почти на 10%, которые с 0.82 [части] водорода образуют около 11% бензина. А это количество бензина после неполного горения может придать дыму весьма большую густоту. Удаление углерода в виде бензина (или другого летучего углеродистого водорода) объясняет уменьшение количества кокса. Валлийский уголь, содержа около 84% углерода, дает около 73% коксу, а шотландский с 79% углерода дает только 54% коксу. Дым каменного угля иногда бывает необыкновенно густ. Это зависит от того, что некоторые угли содержат очень много водорода и дают очень мало коксу. Так, известный бодгитский (из Bodhead в Шотландии) уголь, добытый в 1849 г., давал только 28% коксу и 71½% паров и газов. Такой уголь составляет, конечно,

драгоценный материал для получения светильного газа в тех случаях, где нужно весьма большое пламя (пламя тем больше, чем больше топливо дает горючих паров и газов), но он дает весьма большой дым (и мало развивает теплоты). Каков бы ни был состав каменного угля, он всегда почти содержит более 1% серы и около 1% азота. Эти составные вещества делают дым каменного угля весьма неприятным и вредным. Действительно, при сожигании вся сера выделяется в виде сернистой кислоты и большая часть азота в виде аммиачных соединений и синерода. Все эти вещества и вредны для дыхания и имеют, как известно каждому, весьма неприятный запах. Особенно неприятна сернистая кислота. Так как в дереве содержится гораздо меньшее количество серы, то в этом отношении дерево имеет преимущество пред каменным углем. Впрочем, сухое дерево во всяком случае дает меньше дыму, чем каменный уголь, обыкновенно употребляемый для топки (жирный каменный уголь, или уголь, дающий длинное пламя). Это зависит от состава дерева и от его плотности. Хотя дерево содержит постоянно больше водорода, чем каменный уголь, но зато в дереве много кислорода, что видно из прилагаемой таблицы состава нескольких сортов дерев, высушенных при обыкновенной температуре. Должно заметить при этом, что количество пеплу (около 1/2%) и азота (около 1%) здесь не принято во внимание.

	Углерода	Водорода	Кислорода
Дуб	49.43	6.07	44.50
Ясень	49.36	6.08	44.57
Клен	49.80	6.31	43.89
Бук	48.53	6.30	45.17
Береза	48.60	6.38	45.02
Черный тополь	49.70	6.31	43.99
Липа	49.41	6.26	43.73
Ломкая ива	48.44	6.36	44.80
Ель	49.95	6.41	43.65
Пихта	49.59	6.38	44.02
Сосна	49.94	6.25	43.31
Лиственница	50.11	6.31	43.58

Следовательно, в самой массе дерева уже заключается значительное количество кислорода, необходимого для горения. Оттого оно совершается полнее, дыму образуется менее, чем при горении каменного угля. Притом дерево гораздо менее плотно, чем каменный уголь. Один кубический фут каменного угля весит по

меньшей мере 85 фунт., тогда как вес кубического фута сухой березы не более 49 фунт., дуба 60 фунт., липы 42 фунта, сосны 47 фунт., и т. д. Эта рыхлость дерева делает разложение его более легким и поверхность горения более обширною.[1] Так как эти причины облегчают полное горение и способствуют уменьшению дыма, значит, что чем легче дерево, тем оно меньше дает дыму. Но этот вывод не всегда оправдывается практикою, потому что чем рыхлее дерево, тем ниже температура, развиваемая им, а следовательно, и тем меньше вероятности для полного горения. Так как степень температуры горения дров много зависит от влажности, то и понятно, что чем сырее дрова, тем они больше дают дыму. Итак, количество дыму, образующегося при горении дров, зависит от следующих причин: плотности дерева, его состава и влажности.

Для разъяснения причин образования дыма остановимся на одном факте, сразу кажущемся довольно странным. Ежедневные наблюдения могут убедить каждого, что дым является только после закладки нового топлива, потом уменьшается, наконец, когда еще горение продолжается, дым совершенно исчезает, и из трубы выходят только прозрачные газы. В тот самый момент, когда кладут новое топливо, является вновь густой дым. Опыты и наблюдения показали, что при топке жирным каменным углем в течение часа дым, выходящий из трубы, имеет очень темный цвет около 20 минут, бледный цвет 15 минут, остальные 25 минут выделяется совершенно прозрачный дым без сажи. Эти наблюдения относятся, конечно, к печам обыкновенного устройства, а именно к печам, устраиваемым при паровых котлах. Нетрудно объяснить эти явления на основании того, что сказано выше. Образование дыма при новой закладке зависит опять-таки от многих причин:

а) Новое топливо дает больше горючих паров и газов, чем прогорелое. Чем дольше топливо лежит в печи, тем больше выделяет горючих газов и паров, под конец из каменного угля остается кокс, из дерева — уголь; оба горят без пламени, оба не дают дыма.

б) При закладке нового топлива с ним происходит первоначально не горение, а просто сухая перегонка, потому что новое топливо обыкновенно кладется сверху оставшихся углей (коксу). Жар этих углей заставляет брошенное топливо разлагаться. Выделяются пары и газы, но они не находятся в условиях, необходимых

---

[1] Заметим, что все эти качества делают дерево более плохим топливом, чем каменный уголь, в том отношении, что понижают температуру горения и уменьшают количество теплоты.

для их полного горения, потому что они не могут накалиться (жарко горящие уголья лежат снизу) и встречают воздух уже бедный кислородом и богатый газами, не поддерживающими горения. Эта бедность кислородом и богатство углекислотою и азотом происходят от того, что воздух, приходящий к продуктам перегонки, уже успел послужить для горения сильно накаленного угля, лежащего снизу. Сказанное объясняет, почему многие дымосожигательные печи основаны на том, что новое топливо кладется ниже старого, или, правильнее, на том, что воздух проходит сперва чрез новое топливо, а потом чрез сильно раскаленные остатки старого топлива.

в) При закладке нового топлива образуется много дыму и потому, что температура печи понижается. Это зависит как от того, что новое топливо холодно, так и от того, что для закладки его отпирают дверцы, чрез которые врывается в печь струя холодного воздуха. Они охлаждают внутренность печи и тем увеличивают вероятность неполного горения и образования сажи. Понижение температуры при закладке нового топлива зависит отчасти и от того, что новое топливо подвергается сухой перегонке, а для нее необходимо много теплоты, которая делается скрытою (скрытая теплота поглощается при переходе тел в пары и при всяком разложении).

г) Наконец, усиление дыма при каждой новой закладке топлива зависит и от того, что (после того как запрут дверцы) оно заваливает отверстия в решетке и чрез это доступ воздуха чрез решетку затрудняется, так что его становится недостаточно для горения. По мере того как топливо прогорает, промежутки между отдельными кусками его становятся больше, и воздуху проходит больше. Комб наблюдал однажды, что после закладки в печь нового топлива чрез решетку очага проходило в 1 минуту $5^{33}/_{100}$ куб. м, а перед новою закладкою топлива, т. е. когда старое прогорело, $17^{66}/_{100}$ куб. м в минуту, т. е. увеличилось более, чем в 3 раза. Уменьшение количества притекающего воздуха, конечно, связано и с уменьшением температуры печи, — дым становится менее жарким, и тяга уменьшается. Совокупность перечисленных причин показывает всю сущность задач, которые предстоит разрешить для разрешения вопроса о соглашении экономии в топливе с дымоистреблением.

В следующих статьях мы постараемся изложить начало и устройство употребительнейших приборов для уничтожения дыма печей. Описание их мы разделили на четыре отдела: 1) дыму дают образоваться, но не допускают саже улетать из трубы, удерживая ее механическими средствами; 2) дыму дают образоваться, но его сожигают, устраивая или в самой печи, или около

пролета добавочную струю воздуха; 3) дыму дают произойти, но его уничтожают, подвергая действию высокой температуры в новой печи или в особой ее части; 4) устройство печей, особенно решетки, изменяют так, чтобы дым не мог образоваться. К этому последнему классу относятся, конечно, и все приборы, в которых отопление производится смесью горючих газов и воздуха. Об них мы также упомянем, тем более, что этот род отопления представляет много существеннейших выгод.

1864 Задумал я писать технологию более самостоятельно, чем № 28—30, а потому переменилось и название всего издания. В стеклоделии изложены мною самостоятельно статьи о составе кремнеземистых соед[инений] и стекла.

31 Стеклянное производство. Выпуск 4-ый Технической энциклопедии, издаваемой под редакц[ией] Д. Менделеева. 1864.
1005/1

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДІЯ

издаваемая подъ редакціею Д. МЕНДЕЛѢЕВА.

ЧЕТВЕРТЫЙ ВЫПУСКЪ.

СТЕКЛЯННОЕ ПРОИЗВОДСТВО.

ПЕРЕВЕДЕНО, ДОПОЛНЕНО И ИЗДАНО

ПОДЪ РЕДАКЦІЕЮ

Д. Менделѣева.

Съ 230 политипажами въ текстѣ.

Цѣна 1 руб. сер., въс. пр. за 3 ф.

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.
Изданіе Товарищества «Общественная Польза».
1864.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1861 г. товарищество «Общественная польза» начало издание под названием «Технология по Вагнеру». Предполагалось, что оно будет заключать в себе перевод и дополнение «Технологии» Вагнера, но уже при первых выпусках оказалось, что текст Вагнера во многих местах должно было значительно дополнять и изменять, чтобы придать ему характер, соответственный требованиям нашей публики, и в особенности для того, чтобы сообщить сочинению более практического значения, чем в оригинале. При составлении следующих выпусков то же самое проявилось еще яснее и в большей мере: некоторые отделы должно было составить или совершенно вновь, или целиком заимствовать из других источников. Желание сделать в этом отношении все возможное заставляет не отступить пред оказавшимися неудобствами, а потому мы решились переменить название самого сочинения, заимствовать отдельные трактаты из тех сочинений, какие оказываются, по нашим сведениям, наилучшими, прибавлять и дополнять, где возможно и нужно, словом — мы решились быть свободными в выборе оригинала.

Наша цель — издавать последовательно ряд оригинальных, переводных и дополненных технических руководств по отдельным производствам, а потому общий титул всего сочинения мы избрали — «Техническая энциклопедия».

Материалом для нее будут служить: 1) оригинальные труды некоторых наших специалистов, обещавших нам свое содействие; 2) переводы и дополнения специальных сочинений по отдельным производствам.

Не желая стеснять себя заранее заданной программой, мы постараемся, по мере возможности, дать сборник руководств возможно полных в теоретическом и практическом отношении по всем главнейшим производствам, а особенно по тем, которые имеют или должны иметь наибольшее значение для развития нашей промышленности.

Порядок появления отдельных выпусков будет зависеть отчасти от требования публики, отчасти от выработки, какой потребуют некоторые отделы. Каждый выпуск составляет самостоятельное целое, а потому продается отдельно.

Предлагаемый выпуск предупредил обещанные три выпуска потому, что товариществу «Общественная польза» было не раз заявлено о необходимости руководства по стеклоделию и потому еще, что явились в недавнее время сочинения Пелиго и Штейна, обнимающие этот предмет почти со всех сторон, а потому и послужившие оригиналом для перевода и составления всей второй части выпуска.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ СТЕКЛОДЕЛИЯ

Исторические замечания

Стеклоделие было известно уже в глубокой древности. Его открытие должно быть почти современно открытию способов для выплавки металлов и для обжигания глиняных изделий, потому что при этом часть земляного вещества вместе с древесной золой легко превращается в стеклообразную массу. Несомненно, впрочем, что после того как заметили образование стекла прошло еще много времени, пока научились приготовлять из стекла различные изделия, а особенно стали готовить дутые стеклянные изделия. Плиний в своей «Historia naturalis» (XXXVI, cap. 26) рассказывает следующее об открытии стеклоделия:

«Путешествующие торговцы селитрою[1] в Финикии на берегу реки Белус развели огонь для приготовления пищи и, не нашедши камня, которым бы могли заменить таган, употребили для этой цели кусок селитры. Действием огня это вещество сплавилось с береговым песком и образовало прозрачную жидкость, которая после застыла в твердую прозрачную массу. Это научило финикиян приготовлению стекла». Достоверность этого рассказа довольно сомнительна уже потому, что для образования стекла нужна температура весьма возвышенная, какой нельзя достичь в простом костре на открытом воздухе. Несомненно, впрочем, что финикияне были одни из первых производителей и торговцев стеклом. Некоторые места древних греческих писателей[2] и исследование египетских остатков дают повод думать, что лет за 1600 до Р. Х. были уже известны стеклянные изделия в Египте. Мемфисская фабрика в Египте, сидонская фабрика, устроенная финикиянами,

[1] В древности селитрою (nitrum) называли не только то вещество (азотнокислое кали), которое ныне называется селитрою, но также нечистый поташ и нечистую соду. В этом последнем случае слово nitrum было равно слову natron.

[2] Например Аристофана, комедия «Облака», 2 акт, 3-я сцена.

и греческая фабрика на Лесбосе долгое время пользовались большою известностью. Египтяне готовили стеклянные изделия не только бесцветные, но и окрашенные красным, зеленым, синим и другими цветами, приготовляли даже искусственные драгоценные камни, подражая рубинам, изумрудам, гиацинтам и сафирам. Последними родами стеклоделия славился город Тебес. Во времена Плиния стеклянная фабрикация распространилась уже в Галлии и Испании. Но во времена первых римских императоров хорошие стеклянные изделия ценились в Риме необыкновенно дорого, и стеклянные кубки стоили даже дороже золотых и серебряных. Потом стеклоделие так развилось в Риме, что мастерам этого дела назначен даже был особый квартал в этом городе. Приготовление стекла производилось тогда чрез сплавление белого песку с поташом и небольшим количеством раковин, которые заменяли известь, употребляемую ныне. Массу два раза расплавляли и потом выдували и обтачивали[1] из расплавленной массы разные предметы. Судя по этим сведениям и по найденным остаткам древних стеклянных изделий, видно, что ни в способе обработки, ни в качестве продукта стекло древних не отличалось существенно от нашего стекла, и едва ли найдется какая другая отрасль технического производства, которая с древних времен столь мало усовершенствовалась, как стеклоделие. Главнейший успех в этом деле составляет то, что найдены дешевые стекловаренные материалы и более верные способы выработки стекла, отчего стекло, бывшее в древности доступно только богачам, ныне имеет столь низкую цену, что его употребление распространилось во все классы народа. Потому-то стеклянные изделия древних служили только предметами роскоши (для украшений и т. п.), а ныне они стали предметом удобства и даже необходимости.

Повсеместное распространение стекол для окон и стеклянных сосудов для употребления* напитков оказало существенное влияние на развитие этой промышленности. Греческие и римские богачи пили из стеклянных сосудов, украшали стеклами стены и употребляли даже стеклянные зеркала, но только в III ст. стекла стали употреблять для окон, — до тех же пор оконные стекла заменялись роговыми пластинками, слюдою и другими прозрачными веществами. В Помпее найдены в развалинах одной залы в бане рамы со стеклами столь же чистыми, как и наши обыкновенные оконные стекла. Должно заметить, впрочем, что стекла древних большею частью были непрозрачны, что вероятно зависело от того, что неискусно обработанная стеклянная масса расстекловы-

[1] Aliud flatu figuratur, aliud torno teritur, aliud argenti modo coelatur. Plinius, XXXVI, 26.

* Хранения. [*Прим. ред.*].

валась, т. е. превращалась в рух или шлак, о чем мы скажем подробнее впоследствии. В VI ст. стекла стали употреблять для церковных окон, но еще в XVI и XVII ст. оконные стекла были столь дороги, что их употребляли только в княжеских дворцах. Полагают, что возобновление стеклоделия в Европе произошло только после крестовых походов, и до тех пор стекло привозили из Азии. Венецианские изделия долго почитались неподражаемыми. Особенно прославился стеклянный завод, построенный на острове Мурано (подле Венеции, в 1291 г.). Производства зеркал и бисера на этом заводе действительно достигли значительного совершенства. Способы выработки на венецианских заводах хранились в глубочайшем секрете. Монополию стеклоделия со временем разделили с Италиею Богемия и Франция, особенно первая, которая и поныне славится своими стеклянными произведениями, чему не мало содействует богатство этой страны отличными материалами, необходимыми для приготовления хорошего стекла. В конце прошлого столетия в Богемии были уже 66 стеклянных заводов, а в настоящее время в этой небольшой стране действуют до 112 стеклянных заводов. Из Италии, а также из Богемии в последние века приготовление лучших стеклянных изделий распространилось по всем частям Германии, Франции и по всей остальной Европе. Так, в Австрийской империи в настоящее время в ходу более 200 заводов с 300 печами и около с 1950 горшками; работою занимаются до 28 тыс. человек, производится около 180 тыс. пуд. стекла, ценою на 4 млн. руб. ежегодно.

Во Франции стеклоделие было известно издавна, но развилось оно только со времен Кольбе́ра, который обратил особенное внимание на эту отрасль промышленности. Стеклянные заводы во Франции особенно развились после того, как Французская академия обратила (в 1759 г.) внимание на эту промышленность и назначила премию за лучшее исследование о дешевых способах приготовления стекла. В Англии первый стеклянный завод построен был в 1557 г.; вскоре затем устроился и другой завод в Stourbridge, который известен своею прекрасною огнепостоянною глиною. Работники были большею частью немцы из Лотарингии. Эта промышленность была, впрочем, очень стеснена в Англии особыми постановлениями, отчего стеклоделие не процветало в Англии до последнего времени. Только тогда, как Роберт Пиль в 1845 г. изменил способ и величину сбора налога со стеклянных изделий, фабрикация стекла стала быстро распространяться в Англии, и тогда в короткое время англичане успели достичь больших успехов в этом деле и ввели в нем даже несколько значительных усовершенствований, начавши употреблять каменный уголь как топливо для плавки стекла.

Фабрикация стекла в России началась в половине XVII ст., но развилась только в XVIII и текущем столетиях. [. . .] Должно заметить, впрочем, что условия выработки стекла у нас в России сходны с богемскими во многих отношениях, особенно же потому, что у нас вырабатывается преимущественно поташное стекло и на древесном топливе. Дешевизна рабочей платы, сырых материалов и топлива, а особенно в лесной полосе России, делает возможным у нас развитие стеклоделия; но препятствием для этого развития служат затрудненные пути сообщения, не позволяющие далеко перевозить с мест, благоприятных для фабрикации, изделия малоценные и хрупкие. Впрочем, стеклоделие развито в России довольно значительно, сравнительно с многими другими отраслями фабричной и заводской промышленности. Оно, во всяком случае, почти удовлетворяет народной потребности, и если к нам привозятся из-за границы стеклянные изделия на значительные суммы,[1] то это относится почти исключительно к предметам роскоши, фабрикация которых у нас мало развита. Привозят к нам из-за границы, преимущественно с бельгийских и французских заводов, зеркала, хрустальную посуду, бисер и т. п. Заимствуем из статьи В. В. Шмидта «Очерк стеклянного производства в России» несколько данных для выражения состояния стеклоделия в России.

Главные предметы, вырабатываемые нашими заводами, составляют изделия простые, первой необходимости: оконные стекла, бутылки зеленого стекла, штофы, стаканы, аптекарская посуда и т. п. Всех заводов в 1859 г. было 181. Из них только на 19 заводах ежегодная производительность превышает 50 тыс. руб.

Два завода (Кирицский в Рязанской губ., Смолянинова и Войзекский Лифляндской губ. Амелунга) производят зеркала.

Семнадцать заводов изготовляют хрусталь, обыкновенно поташный (богемский) или бемский. Между ними самые замечательные: императорский стеклянный завод в Петербурге готовит предметы роскоши из свинцового и других родов хрусталя, эмали и т. п., большею частью для Двора. На нем две печи о 8 горшках. Основан при Петре I. Дятьковский хрустальный завод Мальцова в Орловской губ., Брянского у., 3 печи о 10 горшках,

---

* Материалы раскопок, произведенных В. В. Хвойко в 1907—1908 гг., с несомненностью свидетельствуют о том, что начало стеклоделия на Руси следует отнести к IX и X вв. (См. ст.: М. А. Безбородов. Начало стеклоделия на Руси. Стекло и керамика, № 1, 1949, стр. 14). [*Прим. ред.*].

[1] Привоз зеркал и зеркальных стекол в последние годы (до 1850 г. был воспрещен), а именно в 1858 и 1859 гг. простирался до 450 тыс. руб., да разной посуды на такую же сумму, или около миллиона в год. Привоз из-за границы с 1855 г. увеличился с 120 тыс. до 1 млн.

вырабатывает около на 135 тыс. руб. ежегодно. Готовит хрусталь и шлифует. Гусевский завод Мальцова Владимирской губ., Меленковского у., 3 печи (1 запасная, 2 в ходу), вырабатывает около на 175 тыс. руб. хрустальной посуды простой и граненой. Никольский завод Бахметева, Пензенской губ., Городищенского у., с 3 печами о 10 горшках для выработки хрустальной посуды, вырабатывает около на 60 тыс. руб. в год. Круговский завод Меньшикова, Московской губ., Клинского у. с 4 печами для хрусталя простого и шлифованного — на 90 тыс. в год. Морьинский завод Олсуфьева Смоленской губ. — на 100 тысяч.

Восемь заводов разной посуды для аптек и т. п.

Шестьдесят заводов листового стекла дутого. Замечательнейший из них есть Чернятинский завод Мальцова, Орловской губ., Брянского у., выделывает около 7 тыс. ящиков на 100 тыс. руб., с 2 печами о 9 горшках.

Шестьдесят девять заводов для питейной простой посуды: штофов, бутылей, стаканов и т. п.

Двадцать четыре завода выделывают и листовое и посудное стекло.

Один завод растворимого стекла.

Во Владимирской губ. более всех других развито стеклоделие. В ней около 30 заводов, на них около 2500 рабочих. В Волынской 19 заводов, но малых, с 400 рабочими; в Петербургской 14 заводов; в Рязанской 11 заводов, около 1000 рабочих; в Могилевской 10 заводов, 300 рабочих; в Тобольской 10 заводов, 130 рабочих; в Лифляндской 9 заводов, 650 рабочих; в Орловской 6 заводов, 1200 рабочих.

Нынешнее производство стекла в России можно считать в 4 млн руб. серебром.

Стеклоделие только в недавнее время сделалось предметом нескольких научных исследований, но и до сих пор этот предмет еще мало обработан с научной стороны. Главнейшими эпохами в изучении стеклоделия * должно считать: 1) введение поташа для производства хорошего белого стекла, сделанное в Богемии; 2) употребление для стеклоделия искусственной соды во Франции; 3) усовершенствование в приготовлении свинцового стекла или хрусталя [...]; 4) употребление для стеклоделия глауберовой соли вместо соды, ** что вновь еще более содействовало понижению ценности стекла,

---

* Д. И. Менделееву, очевидно, в то время не были известны работы Ломоносова, Лаксмана и других русских исследователей, работавших в этой области. [*Прим. ред.*].

** Сделанное впервые в России. (См. «От редакции», стр. 14). [*Прим. ред.*].

и 5) усовершенствование в устройстве печей, что позволило в последнее время употреблять дурные горючие материалы для выработки стекла и значительно сократило расход на топливо и позволило увеличить быстроту выработки.

В наше время все еще Богемия производит лучший поташный хрусталь, или так называемое бемское стекло, и славится своими дутыми зеркалами. [...]

Литература стеклоделия довольно обширна. Первое руководство составлено было венецианцом Нери (Neri) в XVII столетии и называлось «Ars vitraria». Оно было дополнено Мерретом в Англии и Кункелем в Пруссии. Этот последний перевел его на немецкий язык и издавал несколько раз с дополнениями (Vollkommene Glasmacherkunst). Сочинение Нери было переведено также на французский язык. Важнейшее французское сочинение, увенчанное премиею Парижской академии, принадлежит De Bosc d'Antic, потому что оно рассматривает преимущественно способы приготовления обыкновеннейших сортов стекла. Оно относится к последней половине прошлого столетия. Другой труд, принадлежащий французу Loysel (Essay sur l'art de la verrerie, 1800), дал еще более полное руководство для стеклянных заводчиков. Он был потому переведен почти на все языки. Так, немецкий перевод издан во Франкфурте на Майне в 3 частях (1802 и 1818), русский перевод сделан Головинским в 1803 г. Важную эпоху в теоретической части стеклоделия сделало сочинение Дюма «Chimie appliquée aux arts» (V. VIII, 1835). Ныне известны сочинения особенно на немецком языке: Шрейбера, Гартмана, Ленга и Штейна. Хотя они не отличаются особою оригинальностью, но отличаются добросовестностью в собрании разнородных сведений, разбросанных часто в разнообразнейших журналах и сочинениях. На русском языке нам известны: *Чугунов.* Исследование стекловаренного производства и современного состояния его в России. Казань, 1856. — *Писарев.* Руководство к производству листового зеленого стекла. С.-Петербург, 1855; Руководство к производству белого богемского и других стекол. С.-Петербург, 1857. Эти три руководства обнимают только некоторые части стеклянного производства.

При составлении предлагаемой книги главнейшими руководствами служили «Технология» Вагнера и сочинения Штейна и Пелиго.

Образование, состав и свойства стекла

Одно из наиболее распространенных каменистых или землистых веществ есть, без сомнения, *кремнезем*, потому что это вещество или само по себе в более или менее чистом виде, например в виде горного хрусталя, кварца, песку и т. п., или в химическом соединении с разными другими землистыми веществами (окислами металлов) составляет главную массу бóльшей части камней, глины, песку и т. п. Кремнезем, подобно другим истинно землистым веществам, есть твердое огнепостоянное вещество, т. е. не изменяется от действия жара наших печей, не плавится в нем, не превращается в пар, не растворяется в воде. Подобно другим землистым веществам, кремнезем есть тело сложное, содержащее кислород и кремний, т. е. принадлежит к классу *окислов*, как и *окислы калия* (*потассия*), *натрия* (*содия*), *свинца*, как и известь (окись кальция), глинозем (окись глиния и др.). Кремнезем имеет весьма важное для нас свойство сплавляться с многими окислами и образовать с ними однородную массу, плавящуюся уже в сильном жару печей. Так, очень многие камни, лава, шлаки (образующиеся при выплавке металлов), стекло и подобные вещества суть кремнеземистые вещества, состоящие из кремнезема и других окислов, вещества, способные сплавляться в сильном жару. Окислы, придающие кремнезему способность сплавляться (например известь, окись калия, окись свинца и др.), на основании вышесказанного, и называются плавнями кремнезема. Образование такого сплава окислов должно быть уподоблено образованию металлических сплавов. Как красная медь сплавляется с цинком и дает чрез это желтую медь или латунь, сплавленная же с оловом образует бронзу, так точно кремнезем способен сплавляться с окисью калия, с известью, с окисью свинца и т. п. Подобно тому как металлический сплав при охлаждении часто кристаллизуется, точно так и из кремнеземистого сплава при охлаждении часто выделяются кристаллические вещества. Бóльшая часть камней, например гранит, содержит такие кристаллические, кремнеземистые соединения. Так,

полевой шпат есть кристаллический сплав кремнезема с глиноземом и окисью калия; гранат обыкновенно есть кристаллический сплав кремнезема с окисью кальция и глиноземом, и т. д.

Образование таких кристаллических сплавов происходит не при каждом сплавлении кремнезема с другими окислами, но только при известных благоприятных условиях. Если кремнеземный сплав не окристаллизовался при охлаждении, то его называют *стеклом*. Следовательно, *стекло* есть некристаллический (аморфный или коллоидальный) кремнеземистый сплав окислов. Химические основания, заставляющие принять подобное мнение, изложены вслед за этим. Мы считали необходимым привести это исследование, потому что высказанное здесь мнение значительно отличается от общепринятого. Вообще, по принятому мнению, кремнеземистые соединения суть соли кремнекислоты, обыкновенное же стекло есть двойная соль кремнекислой извести и кремнекислой щелочи (кали или натра). Изложивши новый взгляд на химическое строение кремнеземистых соединений,[1] мы приложим потом высказанные теоретические понятия к практической стороне стеклоделия.

---

[1] Этот взгляд на состав и строение кремнеземистых соединений изложен был мною подробно в диссертации (pro venia legendi) в 1856 г.; начала его излагал я также на публичных лекциях в 1861 г., но до сих пор он еще не был мною опубликован печатно.

О химическом составе и строении кремнеземистых соединений *

Наибольшая масса коры земной состоит из каменистых и землистых веществ, содержащих в себе кремнезем и подобных во многих отношениях стеклу. Образование таких кремнеземистых соединений, по всей вероятности, также подобно образованию стекла, потому что как стекло образуется чрез охлаждение сплавленной массы, так произошла и бо́льшая часть кремнеземистых веществ, составляющих кору земную. Лава служит тому одним из примеров. Она, подобно стеклу, есть кремнеземистое вещество, бывшее в расплавленном состоянии и потом остывшее.

Судя по этому, суждение о химическом составе и строении стекла не может быть отделено от суждения о химическом составе и строении кремнеземистых соединений, встречающихся в природе.

Известно всем, что между различными сложными телами, исследуемыми химиею, есть ряд веществ, называемых солями, состав которых долгое время представляли себе как соединение двух окислов: одного металлического окисла (например окиси калия, закиси железа и т. п.), а другого неметаллического (например окислов серы SO^3, углерода CO^2 и т. п.). Один род окислов называли основаниями, другой кислотами. Первый общий взгляд на состав кремнеземистых соединений, если не ошибаемся, дан был в 1811 г. Смидсоном, который принял, что кремнеземистые соединения суть соли, кремнезем (это есть действительно окисел неметаллического простого тела кремния) есть кислота, соединяющаяся с одними или несколькими основаниями. Этот взгляд на первый раз кажется действительно весьма вероятным, потому что в кремнеземистых соединениях, кроме кремнезема, всегда содержатся окислы, играющие в солях роль оснований. Так, в полевом шпате заключается кремнезем, окись калия и окись алюминия (глинозем), и т. д. Исследуя состав нескольких хорошо окристаллизованных кремнеземистых минералов, Берцелиус в 1816 и в 1824 гг. нашел, что состав их действительно сходен с составом солей;

---

* В этом разделе книги обнаружены некоторые опечатки. Правка раздела представляла значительные трудности ввиду отсутствия в архивах рукописных подлинников. [*Прим. ред.*].

что существует в них простое отношение между количеством кислорода в кремнеземе и количеством кислорода в основаниях, с ним соединенных, как это замечается и в солях. Этот вывод не может быть отнесен до всех кремнеземистых соединений, как мы это вскоре покажем, но он удерживается и до сих пор и заставляет считать кремнезем кислотою, а кремнеземистые соединения солями, подобными другим солям, гораздо лучше исследованным в химии.

Как для изъяснения состава и строения минералов, так и для практики стеклоделия важно решить вопрос: действительно ли кремнезем есть кислота, а кремнеземистые соединения — соли этой кислоты; потому что тогда возможно было бы отыскать то количество оснований, которое насыщает кислоту и образует с нею среднюю соль. А как при насыщении кислоты основанием получается обыкновенно соль наиболее постоянная, то можно было бы, зная степень насыщения кремнезема, по желанию получить или избежать получения таких насыщенных соединений. Много раз делали химики попытку подобного рода, но до сих пор этот вопрос остался нерешенным. Здесь не место входить в рассмотрение и критику тех взглядов, которые существуют в этом отношении. Достаточно сказать, что одни принимают кремнеземистое соединение за среднюю соль, когда в нем количество кислорода в кремнеземе в 3 раза больше количества кислорода в основаниях. Это взгляд Берцелиуса и его последователей. По этому взгляду формула кремнезема есть SiO^3, пай кремния (если пай кислорода = 100) = = 272 или около 21 (принимая пай водорода = 1). Тогда полевой шпат есть средняя соль. По мнению Гмелина, Годена, Кюна и других, средние кремнекислые соли суть те, которых отношение кислорода = 1 : 2, формула кремнезема SiO^2, пай кремния = 181 или около 14, и авгит, берилл, лейцит и т. п. суть средние соли. По мнению третьих, формула кремнезема есть SiO, пай кремния = 7; по мнению четвертых, пай кремния должно принять = 28; по мнению пятых, кремнезем имеет несколько формул. Каждый взгляд имеет за себя несколько фактов, но не выясняет состава и свойств кремнеземистых соединений. Это зависит от того, что предположение о том, что кремнеземистые соединения суть соли,— лишено строгих оснований, а вывод многих из предложенных формул кремнезема основан преимущественно на сравнении состава природных кремнеземистых соединений.

Кремнеземистые соединения не суть соли в истинном смысле этого слова, что мы постараемся доказать, исчисливши те главные особенности, какими отличаются кремнеземистые соединения от истинных солей. Самую первую и главнейшую особенность кремнеземистых соединений составляет то, что в них нет, как это бывает

во всех истинных солях, постоянного отношения между количеством кислорода основания и кислоты; другими словами — между ними нет средних солей, а существуют, повидимому, все возможные отношения между количествами основания и кислоты. Для подтверждения этого приводим таблицу, показывающую отношение кислорода в обыкновеннейших минералах и других кремнеземистых соединениях [см. таблицу на стр. 62].

Альбит, периклин, один из гидратов кремнезема и другие представляют то же отношение кислорода.

Стекла обыкновенно содержат гораздо больше кремнезема, а именно: в них на 1 часть кислорода в основаниях приходится обыкновенно более 5 частей кислорода в кремнеземе.

Вышеуказанные отношения часто только приближенные, что зависит отчасти от неточности химических анализов кремнеземистых соединений, так же как и от неточного знания пая кремния, а главное от того, что в кремнеземистых соединениях нет строгого различия между основаниями и кислотою; нет того явления насыщения основания кислотою, которое составляет характеристику истинных солей.

К этой главнейшей особенности кремнеземистых соединений должно присовокупить несколько других, не менее важных.

Вторую особенность кремнеземистых соединений составляет то, что при рассматривании состава многих кристаллических (определенных) минералов замечают очень часто, что отношение количества кислорода в основаниях $\dot{R}$* (например $\dot{K}$, $\dot{N}a$, $\dot{C}a$) и $\ddot{\dot{R}}$ (например $\ddot{A}l$, $\ddot{F}e$,) не постоянно, чего нельзя согласить с нашим понятием о солях. Так, исследования Раммельсберга[1] над разными видами турмалинов показали, что состав их представляет следующие пять отношений кислорода:

	Количество кислорода в основаниях вида $\dot{R}$	основаниях вида $\ddot{\dot{R}}$	кремне и борной кислоте
1)	1	3	5
2)	1	4	6
3)	1	6	8
4)	1	9	12
5)	1	12	15

* В первой половине XIX в. было принято написание окислов в виде символов элемента с точками наверху, например $\dot{N}a$ или $\ddot{A}l$, в которых число точек равнялось числу атомов кислорода, связанного в окисле. Перечеркнутый символ, например $\ddot{\dot{A}}l$, означал, что данный атом берется в соединении дважды. В соответствии с указанным формула $\ddot{A}l^3Si^2$, представляется при современном написании в виде: $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$. [*Прим. ред.*].

[1] *Rammelsberg*, Pogg. Ann., LXXXI, 32.

	Принявши количество кислорода в основаниях = 1, получим, что в кремнеземе заключается кислорода	Состав по формулам Берцелиуса, принимая кремнезем за SiO^3	Состав по формулам Жерара, принимая кремнезем за SiO
Ставролит из С.-Готарда . .	$^1/_2$	$\dddot{\mathbb{R}}^2\dddot{Si}$	r^4SiO^3
Ставролит из Айроло	$^2/_3$	$\dddot{\mathbb{A}}l^3\dddot{Si}^2$	$al^6Si^2O^5$
Ставролит с Урала	$^4/_5$	$\dddot{\mathbb{A}}l^5\dddot{Si}^4$	$al^{10}Si^4O^9$
Гранат	1	$\dot{R}^3\dddot{\mathbb{R}}\dddot{Si}^2$	$RrSiO^2$
Одноосная слюда, такой же состав			
Эпидот	1	$\dot{R}^3\dddot{\mathbb{R}}^2\dddot{Si}^3$	$R^2r^4Si^3O^6$
Анортит, алланит, многие ортиты, оливин, циркон, ксенолит, мейонит и мн. др. имеют то же отношение кислорода = 1 : 1. Такое же отношение имеет один из кремнеземистых эфиров Эбельмена			
Кордьерит	$^5/_4$	$\dot{R}^3\dddot{\mathbb{R}}^3\dddot{Si}^5$	$R^2r^6Si^5O^9$
Скаполит	$^4/_3$	$\dot{R}^3\dddot{\mathbb{A}}l^2\dddot{Si}^4$	$R^2al^4Si^4O^7$
Лабрадор	$^3/_2$	$\dot{R}\dddot{\mathbb{A}}l\dddot{Si}^2$	$R^3alSi^3O^5$ *
Авгит, волластонит, роданит, таффельшпат и некоторые другие	2	$\dot{R}^3\dddot{Si}^2$	$R^2Si^2O^3$
Берилл	2	$\dot{Be}^3\dddot{\mathbb{A}}l\dddot{Si}^4$	$albeSi^2O^3$
Лейцит	2	$\dot{K}^3\dddot{\mathbb{A}}l^3\dddot{Si}^8$	$Kal^3Si^4O^6$
Один из кремнеземистых эфиров	2	$\dot{Et}^3\dddot{Si}^2$	$Et^2Si^2O^3$
Амфибол и нефрит	$^9/_4$	$\dot{R}^4\dddot{Si}^3$	$R^8Si^9O^{13}$
Олигоклаз	$^9/_4$	$\dot{R}\dddot{\mathbb{A}}l\dddot{Si}^3$	$R^2al^6Si^9O^{13}$
Тальк	$^5/_2$	$\dot{Mg}^6\dddot{Si}^5$	$Mg^4Si^5O^7$
Полевой шпат	3	$\dot{K}\dddot{\mathbb{A}}l\dddot{Si}^4$	$Kal^3Si^6O^8$

* Повидимому $Ral^2Si^3O^5$.

Ортит, алланит, церин и эпидот, составляя один минералогический род, потому что сходствуют не только своим общим видом, но и кристаллическою системою,[1] однако представляют весьма различное отношение в кислороде:

	Кислорода		
	в $\dot{R}$	в $\ddot{\dot{R}}$	в $\ddot{S}i$
Ортит, алланит и церин . . .	3	2	5
Ортит из Миасска и Гиттере по Раммельсбергу и Герману	3	3	6
Уралортит по Герману . .	3	6	9
Эпидот, то же » » . .	3	6	9
Анортит	3	9	12

Не считаем нужным увеличивать число подобных примеров. Для изъяснения этих случаев делали так много предположений, что их все перечислить было бы даже трудно. Одно, наиболее заслуживающее внимания мы приводим: это мнение Лорана, принятое потом Дана и некоторыми другими.

По этому мнению, окислы вида $\dot{R}$ замещают окислы вида $\ddot{\dot{R}}$, а именно $3\dot{R}$ замещает $\ddot{\dot{R}}$. Этим объясняется, например, сходство всех минералов, подобных с ортитом, потому что во всех их сумма кислорода в $\dot{R}$ и $\ddot{\dot{R}}$ равна количеству кислорода в кремнеземе.[2] Но этого мнения недостаточно для изъяснения всех фактов.

Третью особенность кремнеземистых соединений составляет то, что в них иногда борная кислота (т. е. борный ангидрид) замещает основания, т. е. при увеличении количества борной кислоты уменьшается количество оснований, а не количество кремнезема, как бы следовало ждать, считая кремнезем за кислоту. Это доказывает пример турмалинов, состав *всех* видоизменений которого

---

[1] *Kokscharoff*, Verhandlungen d. Russ. Kais. Mineral. Gesellschaft, 1847. Ueber Krystallsystem d. Uralorthyt.— *Hermann*, Journ. f. prakt. Chemie, LIV, 414.

[2] Один из замечательных примеров этого рода составляют сподумен, или трифан, и авгит, особенно же его видоизменение — *салит*, которые, по справедливому замечанию Дана, представляют сходство и по общему виду и по углам кристаллов, хотя состав обоих по обыкновенному способу воззрения и не представляет никакого сходства, ибо первый имеет состав $\dot{L}i^3\ddot{A}l^4\ddot{S}i^{10}$, а второй $\dot{C}a^3\dot{M}g^3\ddot{S}i^2$, но в обоих количество кислорода в основаниях вдвое менее количества кислорода в кремнеземе, т. е. принимая замещение между $\ddot{\dot{R}}$ и $\dot{R}^3$, будем иметь для них обоих формулу $(\ddot{\dot{R}}\dot{R}^3)\ddot{S}i^2$. *

* Повидимому $\dot{L}i^3\ddot{A}l^4\ddot{S}i^{10}$ и $\dot{C}a^3\dot{M}g^3\ddot{S}i^4$ и $(\ddot{\dot{R}}\dot{R}^3)\,Si^4$. [*Прим. ред.*].

может быть выражен, как показал Дана, пропорциею кислорода 4 : 3, где 4 есть сумма кислорода в основаниях и борной кислоте, а 3 есть количество кислорода в кремнеземе. То же замещение существует в аксините и нескольких других минералах, как видно из исследований Дана.

А как борная кислота весьма сходна с кремнеземом, что мы докажем вскоре, то должно было спросить: не может ли и кремнезем замещать основания? Если получится утвердительный ответ на этот вопрос, то понятие о кремнеземистых соединениях как о солях пошатнется окончательно, потому что нельзя же представить себе соль, в которой кислота замещает основания и обратно.

Мы утверждаем, что действительно кремнезем можно заместить основаниями и, обратно, кремнезем способен замещать иногда основания, как и борная кислота, т. е. входит иногда на место оснований, не изменяя главных свойств кремнеземистого соединения, точно так, как $\dot{Ca}$ замещается $\dot{Mg}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$ и т. п., как $\dot{R}$ способны отчасти замещаться $\ddot{R}$ и борною кислотою. Это есть четвертая особенность кремнеземистых соединений, отличающая их от истинных солей. Вот факты, подтверждающие это: во многих минералах, содержащих только основания вида $\dot{R}$ и кремнезем, заметили более или менее значительные количества глинозема. Например, Бонздорф открыл глинозем в амфиболах, Норденшильд, Дюфренуа и др. находили иногда более 10% глинозема в авгитах.[1] Не говорим уже о других, менее общеизвестных фактах этого рода. Почти во всех этих случаях появление и увеличение количества глинозема сопровождается уменьшением количества кремнезема (а не окислов $\dot{R}$, как можно было бы думать), а общий вид минерала чрез это не меняется. Следовательно, глинозем замещает кремнезем. Для изъяснения появления глинозема придумали замещение 1 пая ($\ddot{Si}$) кремнезема $^2/_3$ пая ($\ddot{Al}$) глинозема, на чем и основали свои теории полимерного изоморфизма Бонздорф, Шерер и Герман. Раммельсберг также принимает уже возможность замещения между глиноземом и кремнеземом, но признает замещение пая $\ddot{Si}$ паем $\ddot{Al}$. Кенгготт[2] ясно показывает, что тот и другой из вышеназванных способов объяснения недостаточен для полного изъяснения состава и содержания глинозема во всех известных случаях.

Отвергать возможность замещения между глиноземом и кремнеземом никто не решится, а новые факты, выше уже упомянутые, показывают возможность замещения между глиноземом и окислами

---

[1] Подобно этому, в зеленом бутылочном стекле находится глинозем, хотя в других сортах его почти и не содержится.

[2] *Kenngott*, Wien. Acad. Bericht., XII, 702.

вида $\dot{R}$; следовательно, глинозем способен отчасти замещать кремнезем, отчасти окислы $\dot{R}$ или, обратно, — кремнезем способен замещать глинозем и окислы $\dot{R}$ или кремнезем способен замещать основания. Этот вывод утверждается анализами многих минералов, для которых отношение кислорода оснований к кислороду кремнезема не есть величина постоянная. Так, для разных ставролитов отношение кислорода бывает:

$$1 : {}^{1}/_{2} — 1 : {}^{2}/_{3} — 1 : {}^{4}/_{5}.$$

Разные виды вернеритов (скаполит, мейонит, сколецит и др.) представляют отношения:

$$1 : 1 — 1 : {}^{4}/_{3} — 1 : {}^{8}/_{7} — 1 : {}^{8}/_{5}.$$

Видоизменения роговой обманки, кианиты, андалузиты, слюды и т. п. показывают, что вышеприведенные случаи не суть исключительные. Признавая и доказывая возможность замещения между $\ddot{S}i$, $\ddot{A}l$ и $\dot{R}$, мы утверждаем в то же время, что для этого рода замещений существуют свои пределы, как и для всякого другого им подобного замещения.

Так, например, окислы $\dot{R}$ в одноосновной слюде (биотит) могут заменяться $\dot{K}$, $\dot{M}g$, $\dot{F}e$; но из этого не следует, что может явиться одноосновная слюда без $\dot{K}$ и $\dot{M}g$, а только с $\dot{F}e$ и $\dot{C}a$; напротив того, этот состав будет уже соответствовать не слюде, а гранату, который именно и отличается отсутствием в своем составе щелочей [и] бо́льшим содержанием извести и закиси железа, весьма редких в слюде. Так и в других случаях не содержание кислорода, а качество и количество окислов, находящихся в данном минерале или в данном стекле, определяет его свойства.

Из вычисленных особенностей кремнеземистых соединений видно, что они многим ясно отличаются от истинных солей и что кремнезем входит в них не в качестве кислоты, а сходен с другими окислами, образующими кремнеземистые соединения. Нам нет здесь дела до того, способен ли кремнезем, точно так же, как и глинозем, образовать истинные соли, — мы рассматриваем только природные кремнеземистые соединения, стекло и тому подобные соединения, и утверждаем, что эти соединения нельзя считать солями.

Многие особенности, свойственные кремнеземистым соединениям, принадлежат борным и фосфорным солям. Для доказательства достаточно упомянуть, что борная и фосфорная кислоты соединяются с основаниями во множестве пропорций, как и кремнезем. Особенно известна в этом отношении способность фосфорной

кислоты. Чтобы показать это, укажем на отношение кислорода в главнейших фосфорнокислых соединениях:

	Принимая количество кислорода в основаниях равным 1, получим кислорода в фосфорной кислоте
В обыкновеннейших фосфорнокислых солях или в трехосновных	$^5/_3 = 1^2/_3$
В пирофосфорных солях	$^5/_2 = 2^1/_2$
В солях Флейтмана и Геннеберга[1] . . .	$^{10}/_3 = 3^1/_3$
В другом виде солей, описанных ими же	$^{25}/_6 = 4^1/_6$
В метафосфорных солях	5

Не распространяясь об этом довольно известном сходстве, присовокупим к доказательству его одно весьма важное, но мало известное доказательство.

В одном из своих последних исследований о количестве тепла, отделяющегося при химических процессах, Томсен утвердил то мнение (противоречащее мнению Эндрюса), что пай кислоты, например серной, соединяясь с паем оснований ($\dot{K}$, $\dot{N}a$ и т. п.), отделяет одно постоянное количество тепла. При смешении нескольких паев кислоты с 1 паем основания серная, азотная и тому подобные кислоты отделяют то же количество тепла, как и при смешении 1 пая кислоты с 1 паем основания. Так, взявши слабый водяной раствор пая щелочи и приливая к нему различное количество слабой серной кислоты, заметим, конечно при точных исследованиях, следующее количество отделяющегося тепла:

Пай серной кислоты	Для кали	Для натра	Отношение кислорода основания к кислороду кислоты
$^1/_3$	678	621	1 : 1
$^2/_3$	1322	1235	1 : 2
1	1921	1921	1 : 3
$^3/_2$	1915	—	$1 : 4^1/_2$
2	1928	1906	1 : 6
4	1912	—	1 : 12

Т. е. (допуская некоторую неизбежную ошибку наблюдения) при соединении серной кислоты со щелочами образуется только один род соли с отношением 1 : 3, образование же других родов солей не происходит в растворах и не сопровождается отделением тепла. Если взято меньше кислоты или щелочи, чем должно для образования соли с отношением кислорода 1 : 3, то взятый избыток

[1] *Fleitmann* und *Henneberg*, Liebig's Annalen, LXV, 329.

не изменяет количества тепла. Так, взявши 2 пая кислоты, заметим, что отделяется то же количество тепла, как и при 1 пае ее; взявши $^1/_3$ пая кислоты, заметим отделение того же количества, как и при соединении $^1/_3$ пая щелочи с $^1/_3$ пая кислоты. Фосфорная, борная и кремневая кислоты относятся совершенно иначе: щелочь со всяким количеством этих кислот, соединяясь, отделяет теплоту,[1] что видно, например, из следующей таблицы:

							Соответствующее отношение кислорода
Пай натра с $^1/_3$ пая борной кисл.	отдел.	единиц	тепла	455			1 : 1
» » $^2/_3$ » »	»	»	»	910			1 : 2
» » 1 » »	»	»	»	1249			1 : 3
» » $^4/_3$ » »	»	»	»	1309			1 : 4
» » 2 » »	»	»	»	1415			1 : 6
» » 4 » »	»	»	»	1468			1 : 12

Подобные же числа получаются для кремнезема:

Число единиц тепла	Отношение кислорода
201	1 : 1
391	1 : 2
546	1 : 3
669	1 : 4
1039	1 : 8

Следовательно, окись калия и натрия во всевозможных отношениях соединяется с кремнеземом и борной кислотою, — прибавление всякого нового количества кислоты и щелочи сопровождается отделением тепла и образованием нового соединения.

Исследования, произведенные многими химиками в последнее время, показали, что, нагревая кремнезем с углекислою щелочью, выделяют весьма различные количества углекислого газа, смотря по тому, какова была степень жара, что еще раз подтверждает способность кремнезема образовать разнообразнейшие соединения с основаниями.

Исследование изменения объемов при образовании кремнеземистых соединений также показывает, что кремнеземистые соединения образованы иначе, чем истинные соли. Чтобы не распространяться об этом новом предмете, я замечу только, что серная кислота и тому подобные кислоты, соединяясь с основаниями, дают соль, объем которой значительно меньше суммы объемов взятой кислоты

[1] Для определения количества тепла, отделяемого кремнеземом, Томсен производил разложение кремнекислого кали азотною кислотою и чрез то вычислил количество тепла, выделяющегося при соединении кремнезема с окисью калия.

и взятого основания, следовательно, происходит сжатие. Для кремнеземистых же соединений или происходит самое незначительное сжатие или, что гораздо чаще, происходит незначительное увеличение объема.

В этом, как и во множестве других отношений, кремнеземистые соединения подобны металлическим сплавам.[1] Постараемся указать главнейшие пункты сходства.

Сплавы образуются веществами, сходными друг с другом, а именно: например металлами, жирами и др. При образовании их происходит расширение или сокращение объемов, но очень незначительное.

Сплавы иногда являются кристаллическими, но при известных условиях, особенно после сплавления и быстрого охлаждения, остаются аморфными.

Кристаллические сплавы представляют часто, но не всегда, пайное отношение составных веществ.

Вещества, образующие сплавы, способны соединяться, повидимому, во всевозможных отношениях или, как часто говорят, способны образовать большое число разнообразных соединений.

Одну из составных частей в сплавах можно заменить отчасти другим веществом без изменения общих свойств сплава, однородности и кристаллической формы.[2]

При образовании сплавов происходит обыкновенно весьма незначительная перемена в химических свойствах сплавляемых веществ.

Температура плавления сплава часто гораздо ниже, чем средняя температура плавления сплавленных металлов.

Что сказано о сплавах металлов, то же относится и до сплавов жиров между собою, а подразумевая под сплавом однородную (химическую смесь, раствор) смесь кремнезема и металлических окислов, получим в вышеисчисленных свойствах сплавов краткую характеристику кремнеземистых соединений.

Сплавы, образованные не из металлов, а из окислов, между которыми заключается и кремнезем, и суть кремнеземистые соединения, как то видно из сличения вышеуказанных главных признаков сплавов и главных свойств кремнеземистых соединений. Как металлы сплавляются между собою, так и окислы их. Конечно, против этого могут возразить, что кремнезем не есть металлический окисел; но на это можно ответить: 1) что кремний, хотя считается и не металлом, сплавляется с металлами; 2) что кремнезем более сходен с многими металлическими окислами, чем некоторые металлические окислы между собою. Так, кремнезем более

---

[1] То же относится к растворам и изоморфным смесям.
[2] См. особенно исследования Кука.

сходен с глиноземом, чем глинозем с известью, или чем окись железа с окисью калия. [1]

Как при металлическом сплаве главные его свойства определяются качеством и количеством сплавленных металлов, так и при кремнеземистых соединениях качество их зависит от окислов, соединенных с кремнеземом, и от количества каждого из составных окислов. Малая подмесь сходного вещества редко значительно изменяет главные свойства сплава, так же как и малое изменение в относительном количестве сплавленных металлических веществ.

Из всего вышесказанного следует, что при определении состава данного кремнеземистого соединения нужно отыскать количественное отношение тех составных веществ, изменить которые невозможно без изменения главных свойств соединения. Следовательно, в составе каждого такого соединения можно отличить части неизменные и могущие изменяться. Неизменным членом характеризуется данное вещество, а изменчивый член содержит составные вещества, могущие подвергаться разнородным замещениям без большого изменения свойств. Перемены в этом члене, конечно, влекут за собою изменение в качестве продукта, но изменения незначительные или, говоря языком естествоиспытателей, они определяют породу (varietas), разновидность, а не вид (species). Чтобы указать на пример такого малого изменения, производимого замещениями в изменчивом члене, достаточно указать на то, что Кокшаров показал, что малейшее замещение фтора хлором может быть узнано по кристаллической форме апатита, [2] хотя изменение заметно только в некоторых углах и не превышает нескольких минут. Раммельсберг [3] по цвету и блеску кристаллов отделял сходственно составленные помеси купоросов. Он же указал соотношения между цветом и всем общим видом разных пород турмалинов, их составом. Как в апатите можно отличить неизменный член и изменчивую часть, так и во всяком кремнеземистом соединении. Приведем несколько примеров.

Во всех известных видоизменениях ставролитов отношение кислорода в глиноземе и окиси железа к кремнезему более $^1/_2$ и менее 1, а потому в неизменном члене должно быть среднее обыкно-

---

[1] Сходство кремнезема с глиноземом видно не только из совокупности физических и химических признаков, но также и из особенного сходства кристаллических форм. Кремнезем, как и глинозем, относятся к шестигранной системе. Тупой угол ромбоэдра кремнезема = 94°15′, а глинозема 93°56′, т. е. почти 94°. Оба окисла являются в состоянии, растворимом в щелочах и кислотах, и в состоянии кристаллическом, когда на них не действуют и сильнейшие кислоты. Обе земли трудноплавки и т. д.

[2] *Кокшаров.* Материалы для минералогии России, I, 331.

[3] *Rammelsberg,* Pogg. Ann., XCI, 321.

веннейшее отношение $1 : {}^2/_3$, а изменчивый член может быть замещен или окисью железа, или магнезиею, или глиноземом, или кремнеземом. Означивши чрез $\dot{A}l$, $\dot{S}i$, $\dot{K}$, $\dot{C}a$ и т. д. такие количества окислов (глинозема, кремнезема, калия, извести и т. д.), которые содержат в себе равные количества кислорода, получим следующую формулу ставролитов:

$$\underset{\text{Неизменный член}}{\dot{F}e'\dot{A}l^6\dot{S}i^4} \quad \underset{\text{Изменчивый член}}{(\dot{A}l,\ \dot{S}i,\ \dot{F}e',\ \dot{M}g)^2},$$

означая через $\dot{F}e'$ ${}^1/_3$ пая окиси железа. Эта формула показывает, что во всяком ставролите содержится и окись железа $\dot{F}e'$, и глинозем $\dot{A}l$, и кремнезем $\dot{S}i$ и в таком отношении, какое выражается неизменным членом.[1] Но кроме этой части, определяющей главные свойства ставролитов, они заключают в своем составе изменчивый член $(\dot{A}l,\ \dot{F}e',\ \dot{M}n,\ \dot{M}g,\ \dot{S}i)^2$, состав которого виден из формул, написанных в скобке, а количество кислорода в этом члене равно 2, считая, что в неизменном члене оно $= 10$ (1 в $\dot{F}e'$, 5 в $\dot{A}l$ и 4 в $\dot{S}i$). Этот изменчивый член может содержать $\dot{S}i^2$, $\dot{A}l^2$, $\dot{M}g^2$ и т. д., а обыкновенно содержит, по крайней мере, сумму двух из перечисленных в нем окислов. Так, если он содержит $\dot{A}l + \dot{M}g^1/_2 + \dot{F}e'\,{}^1/_2$, то формула всего ставролита будет

$$\dot{M}g^1/_2\dot{F}e'\,{}^1{}^1/_2\dot{A}l^6\dot{S}i^4,$$

что весьма близко к составу ставролита из С.-Готарда по анализу Якобсона. Сделавши изменчивый член $= \dot{A}l^2$, получим предельное отношение кислорода оснований к кремнезему $= 1 : {}^1/_2$, а сделавши его $= \dot{S}i^2$, получим другое предельное отношение кислорода $1 : 1$.

Подобным образом из точных анализов многих видоизменений данного минерала всегда можно получить понятие о составе изменчивого и неизменчивого членов. Это справедливо не только для отдельного минерала, но и для целой группы минералов. В последнем случае неизменный член покажет род, а изменчивый член вид и породу кремнеземистого соединения. Подобно тому, как род ромбоэдрических шпатов может быть выражен общею форму-

---

[1] Если бы ставролит явился, так сказать, в чистейшем виде, без изменчивого члена, то он содержал бы:

Кремнезема . . . . . $\dot{S}i^4$ или 15×4

Глинозема . . . . . $\dot{A}l^5$ » 17.1×5

Окиси железа . . . . . $\dot{F}e'$ » 26.7×1

лою ($\dot{R}\ddot{C}$ или R^2CO^3),* так точно род полевошпатовых может быть выражен общею формулою

$$\dot{R}\dot{R}'^3\dot{S}i^8(\dot{R}\dot{R}'\dot{S}i)^4,$$

где чрез $\dot{R}$ означены окислы калия и ему подобные, через $\dot{R}'$ глинозем и сходные с ним. Для полевого шпата изменчивый член$=\dot{S}i^4$, так что получится отношение кислорода 1 : 3 : 12, для анортита он равен $\dot{R}\dot{R}'^3$, так что получится отношение 2 : 6 : 8 или 1 : 3 : 4, и т. д.

Сравнивая сходные по внешнему виду и свойствам, но различные по составу кремнеземистые соединения, можно вывести весьма общий закон, который управляет изменчивостью состава. Постараемся дать понятие о нем.

Без изменения главных свойств способны замещать друг друга или: 1) окислы, очень сходные друг с другом, как $\dot{N}a$ и $\dot{K}$, $\dot{C}a$ и $\dot{M}g$ и т. п., — факт давно известный и называемый изоморфным замещением. При этом замещении отношение кислорода остается неизменным. 2) Сумма крайних окислов способна быть заменена одним или суммою средних окислов. Объясним это. Обыкновеннейшие окислы, входящие в кремнеземистые соединения, могут быть расположены в ряд весьма естественный:

Кали
Натр
Магнезия
Известь
Закись железа
Окись железа
Глинозем
Кремнезем

Кали и кремнезем суть самые крайние члены: их сумма может быть замещена натром и глиноземом, натром и окисью железа, известью и закисью железа и т. д., но на место кремнезема (одного кремнезема) не может без изменения встать известь или закись железа, на место кали не может встать известь или глинозем, и т. д.

Подтвердим этот род замещения примерами.

Полевой шпат, как известно, сходен с несколькими минералами, например лабрадором и анортитом. Состав этих трех минералов может быть достаточно хорошо выражен формулами:

Полевой шпат . . . . . $\dot{K}\dot{A}l^3\dot{S}i^{12}$ (или $\dot{K}\ddot{\dot{A}}\ddot{S}i^4$)
Лабрадор . . . . . $\dot{N}a\dot{C}a^3\dot{A}l^{12}\dot{S}i^{24}$ (или $\dot{R}\ddot{\dot{A}}1\ddot{S}i^2$)
Анортит . . . . . $\dot{C}a\dot{A}l^3\dot{S}i^4$ (или $\dot{C}a^3\ddot{\dot{A}}l^3\ddot{S}i^4$)

* Повидимому ($\dot{R}\ddot{C}$ или RCO^3). [*Прим. ред.*]

Для удобства сравнения приведем эти три формулы к такому виду, чтобы во всех их было одинаковое количество кислорода. Получим:

Полевой шпат . . . . . $\dot{K}^{5}\dot{A}l^{15}\dot{S}i^{60}$
Лабрадор . . . . . $\dot{N}a^{2}\dot{C}a^{6}\dot{A}l^{24}\dot{S}i^{48}$
Анортит . . . . . $\dot{C}a^{10}\dot{A}l^{30}\dot{S}i^{40}$

Следовательно различие названных минералов определяется различием следующих членов:

$$\dot{K}^{6}\dot{S}i^{20},$$

$$\dot{N}a^{2}\dot{C}a^{6}\dot{A}l^{9}\dot{S}i^{8},$$

$$\dot{C}a^{10}\dot{A}l^{15},$$

потому что во всех трех есть $\dot{A}l^{15}\dot{S}i^{40}$. Кали и кремнезем заместились в анортите известью и глиноземом, а в лабрадоре суммою натра, извести и глинозема, что и составляет тот второй вид замещения, о котором говорено выше.

Пироксен и литинистый [литиевый] сподумен очень сходны между собою по всем главным свойствам (Дана), что объясняется легко из сличения их состава:

Пироксен . . . . . $\dot{C}a^{5}\dot{M}g^{5}\dot{S}i^{20}$ (или $\dot{C}a^{3}\dot{M}g^{3}\ddot{S}i^{4}$)
Лит[иевый] сподумен . . . . $\dot{L}i^{3}\dot{A}l^{18}\dot{S}i^{20}$ (или $Li^{6}\ddot{A}l^{18}\ddot{S}i^{20}$).

Из чего видно, что замещение произошло между суммою двух внешних членов ($\dot{L}i$ и $\ddot{A}l$) и суммою двух внутренних ($\dot{C}a$ и $\dot{M}g$).

Подобное сличение возможно произвести и прямо по результатам анализов. Например:

	Салит из Зала, Г. Розе	Авгит из Везувия, Кудернач
Кремнезема	54.86	50.90
Глинозема	0.21	5.37
Закиси железа	4.44	6.25
Закиси марганца	0.42	—
Магнезии	16.49	14.43
Извести	23.57	22.96

Из чего видно, что в первом больше кремнезема (3.96%), извести (0.61) и магнезии (2.06), которые суть все крайние члены. Они замещены во втором глиноземом (5.16) и закисью железа (1.81), которые суть внутренние члены относительно кремнезема, извести и магнезии.

Рассматривая стекло с той точки зрения, которую мы старались выразить на предыдущих страницах, должно сказать, что это

есть не кристаллический кремнеземистый сплав, главный характер которого определяется содержанием щелочных окислов (окиси калия и окиси натрия). Стекло может быть получено со всеми своими главными физическими свойствами только из кремнезема и щелочных окислов. Сумма этих веществ может быть отчасти заменена известью, окисью свинца, глиноземом, без изменения главных свойств, а с выигрышем относительно практического применения.

Средний состав хороших сортов богемского хрусталя (по Пелиго́) есть:

Кремнезема	76
Глинозема	1
Извести	8
Кали	15
	100

Приготовить подобное же хорошее стекло можно, замещая кали натром, но при этом должно уменьшить содержание кремнезема, т. е. натром заместить кали и часть кремнезема. Еще чаще поступают так: уменьшают количество кремнезема, извести и кали и заменяют их натром. Бутылочные стекла содержат гораздо меньше щелочей и кремнезема, чем обыкновенные хорошие стекла, но зато в них увеличено количество извести и глинозема. Т. е. сумма крайних членов заменяется суммою внутренних членов.

Состав стекла

Состав разных родов стекол весьма разнообразен. Одно только остается во всех их общего — это содержание значительного количества *кремнезема* и незначительного количества щелочей. В разных родах стекол количество кремнезема изменяется обыкновенно от 50 до 70%; но есть стекла и с бóльшим содержанием кремнезема (преимущественно английские), и с меньшим (как некоторые сорты страз). Кремнезем есть вещество весьма тугоплавкое — в чистом виде он плавится только при самом сильном жаре, недостигаемом обыкновенными самодувными печами и горнами. Поэтому, чем больше (при прочих равных условиях) стекло содержит кремнезема, тем оно становится тугоплавче. Впрочем, главное влияние на плавкость стекла оказывает качество окислов, с которыми сплавлен кремнезем.

Во всех стеклах кроме кремнезема всегда содержатся щелочные окиси, а именно, поташная окись, называемая *кали*, или содовая окись, называемая *натром*. Так как обе эти окиси весьма сходны друг с другом, то они употребляются для образования стекла одна взамен другой. Впрочем, замена одной щелочной окиси другою имеет влияние на свойства стекла, как мы увидим это впоследствии. Щелочные окислы придают стеклу легкоплавкость, мягкость, способность разлагаться от воды, которая извлекает из стекла растворимые щелочи и кремнеземистые щелочи. Важнейшее же свойство, придаваемое ими стеклу, состоит в том, что они препятствуют стеклу кристаллизоваться и чрез то делают стекло прозрачным. Кали делает стекло более тугоплавким, чем натр; смесь же обоих из них дает стекло наиболее легкоплавкое. Калиевое стекло имеет более блеска, чем натровое, и бесцветнее последнего. Натровому (содовому стеклу) свойствен голубовато-зеленый цвет, который заметен на оконном стекле, если на него смотреть сквозь толстый слой. Количество кали и натра в разных стеклах изменяется от 5% (в бутылочных стеклах) до 20%. Наи-

большим содержанием щелочей отличаются стекла, которые должны быть легкоплавкими, например стекла для дутых физических приборов и обыкновенные (известковые) стекла для оптических приборов. Прибавление большого количества щелочных окислов делает стекло весьма жидким в жару, оттого неудобным к обработке, притом сообщает стеклу способность легко изменяться от действия воды, кислот и воздуха.* В практике для большей части поделок было бы мало удобно употребление стекол с одним или двумя щелочными окислами, потому что щелочные стекла обходятся дорого, более мягки, чем обыкновенное стекло и, что всего важнее, легко изменяются с поверхности как от действия воды и воздуха, так в особенности от действия кислот. В воде щелочные стекла более растворимы, чем обыкновенные стекла, а потому и называются растворимым стеклом, о котором мы будем говорить впоследствии.

Известно, что в практике кали и натр часто заменимы известью — окислом гораздо более дешевым, чем щелочи, но имеющим многие их свойства. *Известь* способна вступить в состав стекла, не нарушая его однородности, но ею нельзя заменить всего количества щелочей, потому что сплав кремнезема с одною известью образует шлак, или вещество, способное кристаллизоваться, хрупкое и остающееся непрозрачным после охлаждения. Такой сплав лишен той тягучести в полужидком состоянии, которая дозволяет приготовлять из отвердевающего стекла разнообразные предметы, вытягивая его, сдавливая, выдувая. Известковокремнеземный сплав притом так тугоплавок, что и в этом отношении не пригоден к делу. Но он имеет то важное преимущество перед щелочным стеклом, что весьма тверд и гораздо труднее изменяется от действия воды и кислот. Заметим здесь, что наибольшею легкоплавкостью отличаются те сплавы кремнезема с известью, которые содержат от 40 до 45% извести.** Прибавляя извести или кремнезема, мы увеличим тугоплавкость, потому что ни известь, ни кремнезем в отдельном состоянии не плавятся, следовательно одинаково увеличивают тугоплавкость. Их же взаимная смесь, точно так как сплав многих металлов, имеет температуру плавления гораздо ниже, чем каждое из сплавляемых веществ в отдельности. Из всего сказанного выше ясно следует, что сплав извести и щелочей с кремнеземом должен иметь лучшие качества в практическом отношении, чем сплав кремнезема с одним из названных веществ. Так действительно и есть. Обыкновенное стекло содержит

---

* Влаги и углекислоты воздуха. [*Прим. ред.*]

** Правильнее, от 35 до 55 мол. % CaO. [*Прим. ред.*]

в себе и известь, и щелочи, отчего и получает свои свойства, в некотором смысле средние между свойствами отдельных сплавов кремнезема со щелочными окисями и известью. Итак, присутствие извести придает щелочному стеклу тугоплавкость, твердость, больший блеск, делает его труднее изменяющимся от воды и других химических деятелей. Стекло древних содержало только случайную подмесь извести, долго даже считали ненужным содержание извести в стекле. Количество извести в обыкновенных стеклах изменяется от 30 (в низших сортах стекла) до 6%.* Наименьшее содержание извести обусловливается большим содержанием щелочей. Разнообразные обыкновенные сорты стекол могут быть получены со всеми своими основными свойствами, сплавляя кремнезем с кали, натром и известью, а потому это суть существенные составные части стекла. Изменяя пропорцию каждой составной части, можно изменять свойства стекла. Но на практике обыкновенные стекла содержат еще и другие составные части, что зависит или от дороговизны очищения первоначальных материалов, или от желания удешевить производство общераспространенных предметов, или от желания придать стеклу какие-либо особые свойства, например особый цвет, мутность и т. п. Что же может взойти в состав стекла? Кремнезема и щелочей избежать нельзя, известь можно заменить сходными с нею окислами, например окисью свинца, цинка, магния, можно прибавить глинозема, борной кислоты и т. п. Чрез это не нарушится однородность сплава и его важнейшие свойства, если подмесь входит в определенном количестве, не превышающем известной границы. Рассмотрим же влияние некоторых обыкновеннейших подмесей в стеклообразных сплавах. *Глинозем* находится в большей части стекол, и в некоторых сортах стекол количество его достигает до 12%. Эта подмесь попадает в стекло обыкновенно с кремнеземом, потому что чистый кремнезем большая редкость; обыкновенно же для стеклоделия употребляется песок, содержащий в себе глину и полевой шпат, а последний содержит глинозем. Другой источник содержания глинозема суть горшки или тигли, в которых плавится стекло, потому что они делаются из глины, состоящей из кремнезема и глинозема. Глина, хотя мало, но разъедается расплавленною стеклянною массою, и составные ее части входят в состав сплавляемого вещества, ибо могут взойти в него. Весьма часто глинозем вводят в состав низших сортов стекла, употребляя для стеклоделия не кремнезем, а различные камни, содержащие составные части стекла: глинозем,

---

* В настоящее время в состав стекол вносят до 18% окиси кальция, чаще всего около 6—12%. [*Прим. ред.*]

известь и щелочи. Таких камней очень много: полевой шпат, базальт, гранит и т. п. Тогда неизбежно введется в состав стекла и глинозем, потому что все такие камни содержат глинозем. Эта замена кремнезема другими каменистыми веществами, производя часто значительную экономию в расходе на сырые продукты, не вредит достоинству стекла, хотя и вводит в него глинозем. Глинозем бесцветен, еще тугоплавче, чем кремнезем, сплавляется с ним и дает однородную массу. Для лучших сортов стекла нужно стараться по возможности уменьшать количество этой подмеси, потому что она может придавать стеклу тугоплавкость и мутность, и, что всего важнее, содержание глинозема должно увеличивать в стекле способность кристаллизоваться, потому что кремнеземистые вещества, содержащие известь, щелочи и глинозем, вообще легко кристаллизуются. Должно полагать, что способность стекла превращаться в мутную шлакообразную кристаллическую массу, способность, столь часто нарушающая правильный ход стеклоделия, зависит от содержания глинозема.* Стекла с большим содержанием глинозема отличаются своим химическим постоянством, т. е. труднее других разъедаются щелочами, кислотами, водою и т. п. Потому такие стекла, кажется, были бы наиболее пригодны для употребления на химических заводах.

Магнезия, или *горькозем*, — т. е. окись магния, часто входит в состав стекла, потому что известь, употребляемая для стекла, обыкновенно содержит эту подмесь. Присутствие ее делает стекло тугоплавче и способнее кристаллизоваться, потому этой подмеси должно стараться избегать.

Окись бария и *окись цинка* придают стеклу, заменяя в нем известь, большой блеск, не изменяя значительно прочих свойств стекла.** Окись бария (или барит) делает стекло весьма твердым, а окись цинка имеет свойство уничтожать в нем тот голубовато-зеленый цвет, который происходит от содержания натра.

Окись свинца, известная в свободном состоянии под названием глета, легко сплавляется с кремнеземом и щелочами, заменяя при этом известь и образуя таким образом стекло легкоплавкое, тяжелое, блестящее, но весьма мягкое, легко шлифующееся и полирующееся. Окись свинца придает стеклу свойство трудно кристаллизоваться, что весьма важно для получения хороших сортов стекла. Мягкость и ценность свинцового стекла делают употребление его ограниченным. Такое стекло употребляется для изделий

---

* Кристаллизационная способность стекол, о которой здесь говорится, определяется не только содержанием глинозема. [*Прим. ред.*]

** Окись цинка и окись бария снижают вязкость стекла. [*Прим. ред.*]

роскоши и называется свинцовым стеклом или хрусталем, также для оптических приборов, потому что сильно преломляет свет. Свинцовые стекла имеют слабожелтоватый цвет.

Окись висмута действует на свойства стекла сходственно с окисью свинца.

Окислы марганца и *железа* придают стеклу легкоплавкость, но зато окрашивают его даже тогда, когда содержатся в малом количестве, особенно же сильно окрашивает стекло закись железа. Содержание ее придает бутылочному стеклу его зеленый цвет. Этих подмесей почти невозможно избежать для дешевого стекла, потому что все сырые материалы, идущие для стеклоделия, содержат большее или меньшее количество окислов железа. Чтобы избавить стекло от неприятного зеленого цвета закиси железа, прибавляют к стеклу разных обесцвечивающих веществ, о чем мы будем говорить подробнее впоследствии. Обыкновенно содержание названных окислов в стекле столь незначительно (редко более 3%), что они не оказывают другого существенного влияния на стекло, кроме изменения его цвета. Большая подмесь их существенно изменила бы свойства стекла, сделавши стекло очень легкоплавким, хрупким и кристаллическим.

Окислы меди, кобальта, урана и многих других металлов входят в состав стекол обыкновенно только в малом количестве, а именно в цветных стеклах, о чем скажем в особой статье этого выпуска.

В состав некоторых стекол, а особенно хрусталей, вводят окисел бора или так называемую *борную кислоту*, которую подмешивают к стеклу в виде буры, т. е. борнокислого натра, или прямо в виде борной кислоты. Эта подмесь делает стекло легкоплавким, потому что борная кислота сама легко плавится, а с металлическими окислами дает стеклообразные сплавы, отличающиеся гораздо большею легкоплавкостью, чем соответственные кремнеземистые сплавы.

Окись олова, фосфорнокислая известь и многие другие вещества часто прибавляются к стеклу, чтобы сделать его непрозрачным, но не лишить большей части важнейших его свойств. Такова эмаль и тому подобные стекла.

В состав стекла нельзя ввести множество других тел; при плавке они не образуют со стеклом однородной массы, не растворяются в нем и дают или подонок, или всплывают наверх. Так, например, многие соли, например сернокислые соли, не сплавляются со стеклом. Но множество веществ, неспособных растворяться в стекле, способно, однако, равномерно распределяться в расплавленной стеклянной массе, как мы увидим тому пример при приготовлении авантюрина.

Для практики весьма важно избирать для данного рода поделок стекла известного состава. Так, для зеркал нужно стекло легкоплавкое, легко полирующееся, по возможности бесцветное и твердое, чтобы оно не скоро сделалось мутным; для столовой посуды — стекло легко шлифующееся, но и достаточно твердое, вполне равномерное и т. д. Желаемых разнообразных свойств стекла достигают, видоизменяя состав стеклянной массы. Относительно состава и рода поделок должно различать, по крайней мере, следующие главные роды стекол:

1) *Бутылочное*, или *зеленое стекло* содержит кремнезем, глинозем, окислы железа и марганца, известь, магнезию и мало щелочей (преимущественно натр), как показывают нижеприведенные анализы. В нем извести более, чем во всех других стеклах. Оно твердо, тугоплавко и трудно изменяется химическими деятелями. Это есть самое дешевое из стекол, потому что сырые материалы для него не требуются чистые. Оно легко подвергается расстеклованию и потому может быть употреблено только на самые простые поделки.

2) *Натровое*, или *содовое стекло*, или французское стекло, потому что издавна уже готовится во Франции, содержит кремнезем, известь и значительное количество натра, потому что для его приготовления берется сода или глауберовая соль, т. е. углекислая или сернокислая соли натра. Кроме этого, такое стекло обыкновенно содержит только малое количество посторонних примесей. Древние стекла были содовые, как показывают все исследования старых стекол. Они приготовлялись с содою, добытою из пепла морских растений. Со временем этот род стекол заменился поташным стеклом; но по недостатку поташа Франция вновь стала производить содовое стекло, что и распространилось с тех пор, как открыт способ искусственного приготовления соды из поваренной соли. Это стекло преимущественно приготовляется в тех странах, где сода очень дешева, как в Англии и Франции. В последнее десятилетие стало особенно развиваться приготовление содового стекла при посредстве глауберовой соли,* потому что эта последняя сходнее соды. Содовое стекло ценится при равной обработке массы дешевле поташного стекла, потому что глауберовая соль и сода дешевле поташа, потому что содовое стекло легкоплавче и не столь бесцветно, как поташное стекло. Так как содовое стекло легкоплавко, то его особенно употребляют для оконных стекол, для зеркал, для дутых физических и химических приборов, для литых стеклянных вещей, также для оптических стекол (кронглас).

---

* См. «От редакции», стр. 14. [*Прим. ред.*]

3) *Поташное* или *калийное стекло*, лучшие сорты которого называются бемским или белым стеклом или богемским хрусталем, получается при посредстве поташа и содержит почти исключительно кремнезем, известь и кали. Приготовление этого стекла ведет свое начало преимущественно из Богемии. Оно преобладает у нас в России, по дешевизне у нас поташа, но его приготовляют и везде, где желают получить лучшие сорты белого стекла. Оно тугоплавче, тверже, бесцветнее и обыкновенно труднее растворимо, чем содовое стекло. Лучшее поташное стекло идет преимущественно для столовых шлифованных стеклянных приборов. Оно очень пригодно для многих химических приборов.

4) *Свинцовое стекло*, или *хрусталь*, или английский хрусталь, содержит кремнезем, окись свинца, кали и некоторое количество извести. Введение фабрикации его произошло в Англии в XVII столетии по недостатку дерева. Обыкновенные стекла нельзя плавить прямо на огне каменного угля, потому что от дыма стекло становится бурым. Надо было ввести закрытые горшки, а в закрытых горшках жар недостаточен для образования обыкновенного стекла; надо было увеличить легкоплавкость массы, что и достигается заменою извести окисью свинца. Свинцовое стекло блестяще, легкоплавко, мягко, легко получается бесцветным, но и легко изменяется химическими деятелями. Это стекло трудно обрабатывается на лампе, потому что окись свинца легко восстановляется и получающийся свинец делает стекло черным. Кроме обыкновенных поделок, свинцовое стекло идет на приготовление искусственных драгоценных камней, или страз, и на приготовление оптических стекол (флинтглас).

5) *Растворимое стекло* состоит из кремнезема и одной или двух щелочных окисей — кали и натра. Оно приготовляется совершенно для других целей, чем обыкновенные стекла, а именно употребляется в виде водяного раствора.

6) *Окрашенные стекла* разного состава, окрашенные окислами различных тяжелых металлов и

7) *Мутные стекла*,* как эмаль, алебастровое стекло и т. п., о которых мы скажем подробнее в другом месте (в статье о составлении стеклянной массы), составляют предмет незначительного потребления и потому не имеют столь большого технического интереса, как первые четыре рода стекол.

Приводим вслед за сим известные нам анализы разных сортов стекол, показывающие процентное содержание окислов в стеклянных изделиях:

---

* Мутные, т. е. глушеные стекла. [*Прим. ред.*]

	Кремнезем	Глинозем	Известь	Кали	Натр	Окислы железа и марганца	Окись свинца
Бутылочное стекло для шипучих вин, средний состав	63	3	23.5	2.5	4	4	—
Французское (севрское) бутылочное стекло, трудно расстекловывается; Дюма	53.5	6.0	29.2	5.5		5.7	—
То же, из Монплезира; Дюма	66.0	2.7	22.9	2.8	2.8	2.8	—
Французское бутылочное стекло, легко кристаллизуется, при нагревании теряет прозрачность .	45.6	14.0	28.1	6.1		6.2	—
Богемский хрусталь для зеркал; по Пелиго . . .	67.7	9.4	9.9	21.0	—	—	—
Средний состав обыкновенного богемского стекла; по Пелиго . . .	76	1	8	15	—	—	—
Богемское белое стекло; по Дюма	79.4	9.6	9.2	11.8	—	—	—
Весьма тугоплавкое богемское стекло, употребляется для сожигательных химических трубок; по анализу Rowney	73.1	0.3	10.4	11.5	3.1	0.6	—
Мягкое оконное стекло; по анализу Дюма . . .	69.6	1.8	13.3	—	15.2	—	—
Твердый сорт того же стекла	69.2	2.2	17.2	—	11.3	—	—
Английское оконное стекло; по анализу Дюма	69.0	7.4	12.2	—	11.1	—	—
Английское зеркальное стекло с выставки 1851 г.; по анализу Сальвета	75.2	0.6	6.9	—	17.0	0.3	—
Другой сорт	74.5	1.5	4.7	—	19.1	0.2	—

Продолжение

	Кремнезем	Глинозем	Известь	Кали	Натр	Окислы железа и марганца	Окись свинца
Английское зеркальное стекло (уд. вес 2.242) с завода London Thames plate—glass comp., по анализу Майера и Бразье	78.7	2.7	6.1	1.3	11.6	—	—
Французское зеркальное стекло; по анализу Дюма	75.9	2.8	3.8	—	17.5	—	—
Другой сорт, менее окрашенный, чем предыдущий	73.8	3.5	5.6	5.5	12.0	—	—
Хрусталь *из Bonêche*; по анализу Бертье	61.0	—	—	6.0	—	—	33.0
Английский хрусталь; по анализу Фрадэ	51.9	—	—	13.7	—	—	33.3
Зеленое тугоплавкое стекло, употребляемое для сожигательных трубок, уд. вес 2.481, коэффициент кубического расширения по опытам Реньо 0.00002324 . . .	68.6	1.2	14.1	2.0	12.0	2.3	—
Весьма тугоплавкое шведское стекло, уд. вес 2.41, коэффициент расширения 0.00002492 . .	71.4	0.3	9.4	17.2	1.8	—	—
Хрусталь из Choisi-le-Roi близ Парижа; уд. вес 3.304, коэффициент расширения 0.00002144 . .	54.2	0.5	0.4	9.2	0.9	—	34.6
Обыкновенное содовое французское стекло, уд. вес 2.455, коэффициент расширения 0.00002713	70.5	0.5	8.7	2.1	17.2	0.5	—
Белое стекло, уд. вес 2.606, коэффициент расширения 0.00002431 . . .	70.9	1.0	5.7	5.7	10.4	3.0	3.2

Продолжение

	Кремнезем	Глинозем	Известь	Кали	Натр	Окислы железа и марганца	Окись свинца
Стекло старое, римское, употребленное для пепельной урны, найденной в гробу близ Пуццоли, около Неаполя; анализ Шюлера .	70.6	1.8	8.0	—	18.9	1.0	—
Искусственные алмазы (imitation de diamant, pierres d'Autriche); по анализу Герена[1] . . .	41.2	—	—	8.4		—	50.4
По анализу Кёттига[2] . .	38.8	—	—	8.2		—	53.0
Бесцветные стразы; по анализу Docaultolt—Wieland	38.1	1.0	—	7.9	—	—	53.0
Флинтглас Guinand'a . . .	42.5	1.8	0.5	11.7	—	—	43.5
Плотный кронглас, полученный Clemandot и Maës в Клиши, близ Парижа, содержал, по анализу Лудвига, 13.5 окиси цинка и, кроме того, ...	56.6	0.4	0.7	24.7[3]		—	4.1
Красное стекло, найденное на вилле Тиверия, на острове Капри, близ Неаполя, содержит, по анализу Клапрота, 7.5 закиси меди	69.5	3.5	6.5	—	—	3.5	7.5
Поддельный авантурин с завода Bigaglia на Мурано, подле Венеции, содержит, по Шнедерману, 3.0 окислов меди, 1.5 фосфорной кислоты, 4.5 магнезии	65.2	—	8.0	2.1	8.2	6.5	—
Алебастровое стекло, содержащее фосфорной кислоты 1.063%	79.5	—	2.8	16.9	—	—	—

[1] *Geeren*, Dingl. Journ., 1845, XCVIII, 332.
[2] *Köttig*, Dingl. Journ., 1845, XCVI, 252.
[3] Вместе с борною кислотою и потерею.

Свойства стекла

Стекло есть одно из наиболее прозрачных твердых тел, т. е. пропускает свет, поглощая только незначительную часть его. Это есть одно из самых важных свойств стекла, делающих употребление его столь многочисленным.

Очевидно поэтому, что непрозрачное стекло или мутные сорты стекла имеют низшее достоинство, если только не назначаются для каких-либо особых употреблений. Сплавленная или полированная стеклянная поверхность обладает особым характеристическим блеском, который составляет одно из условий красоты стеклянных изделий, и потому более блестящие стекла ценятся выше. Свинцовые и поташно-известковые стекла с большим содержанием кремнезема обладают наибольшим блеском.

Одно из важных свойств стекла составляет его твердость, которая близка к твердости стали. Стекло тем тверже, чем больше в нем кремнезема; содержание окиси свинца уменьшает твердость стекла, присутствие извести увеличивает ее.

Для выработки стекла самое важное свойство его состоит в том, что в краснокалильном жару стекло размягчается и, не сделавшись еще жидким, а имея тестообразные свойства, приобретает при этом свойство растягиваться, раздуваться, может быть разрезано, изогнуто, склеено или приплавлено к другому такому же размягченному куску стекла, и т. д. В краснокалильном жару стекло в высшей степени растяжимо, не упруго, вязко и потому обрабатывается легко многими механическими способами. В этом состоянии стеклу придают желаемые формы. При дальнейшем нагревании стекло становится менее вязким, более и более жидким, наконец в белокалильном жару стекло превращается в подвижную жидкость. В этом состоянии стекло легко отливается и очищается от подмесей, которые или тонут, или всплывают наверх.

Одно из свойств стекла, которое должно постоянно иметь в виду, есть его малая способность проводить теплоту (малая

теплопроводность), по которой оно сходно с большею частью кремнеземистых соединений, например с глиною. Теплопроводность стекла почти во 100 раз менее теплопроводности серебра и золота и немногим только больше теплопроводности глины, но значительно больше, чем теплопроводность дерева. От этого свойства стекло при быстром и неравномерном нагревании трескается. * Это последнее происходит от того, что нагретые части стекла расширяются, а соседние с ними ненагреваемые части стекла не расширяются от тепла, потому и происходит разрыв частей. Способность стекла трескаться зависит не от недостатка в нем упругости. Напротив того, стекло обладает значительною упругостью, что особенно ясно из того, что стеклу свойственна значительная звонкость, а также из того, что тонко вытянутая стеклянная нить должна быть изогнута весьма сильно для излома, а когда действие силы, производившей изгиб, прекратится, стеклянная нить приходит в свое первоначальное состояние. Упругость стеклянных нитей и их гибкость служит основанием для производства стеклянных материй, которые были некогда в моде и производились особенно в Венеции, где и поныне плетут из стеклянных нитей, блестящих, как лучший шелк, и окрашенных в разные цвета, многие предметы. Итак стекло упруго, только (при обыкновенной температуре) стекло вовсе лишено способности изгибаться, лишено мягкости, ** которая, например, свойственна меди, железу, серебру; это значит, что стекло, достигнув предела упругости, не сохраняет связи своих частиц, ломается, тогда как железо и т. п., достигнув предела упругости, изменяет свою форму, но не разрывается; другими словами — стекло хрупко, как хрупки все почти камни. От этой хрупкости зависит, между прочим, способность стекла трескаться. Хрупкость стекла происходит, по всей вероятности, от того, что стекло худой проводник тепла. Всякий стеклянный предмет приготовляется при краснокалильном жаре. Лишь только стекло приняло свою форму, оно начинает остывать и отвердевать с поверхности. От этого поверхность стекла сжимается, а внутри оно еще остается значительно нагретым и более жидким. Внутренние части стекла со временем охлаждаются, сжимаются, но уже не могут расположиться надлежащим образом, потому что сдавлены наружными частями, охладившимися значительно скорее, чем внутренние, что и зависит от худой теплопроводности стекла. Итак, частицы охлажденного стекла будут находиться в напряженном состоянии, и лишь только чрез удар,

---

* Термостойкость стекол является сложной функцией многих свойств стекла, в том числе и теплопроводности его. [*Прим. ред.*].

** Ковкости. [*Прим. ред.*].

неравномерное нагревание и т. п. они будут выведены из своего состояния, тотчас произойдет разъединение частей, а от него и трещина. Если охлаждение было очень быстро, то вся масса стекла часто рассыпается вдребезги или от удара, или от разрушения наружной оболочки, или от неравномерного нагревания. Таковы так называемые батавские слезки, получаемые чрез быстрое охлаждение стеклянных капель в воде. Если надломить кончик затвердевшей капельки, вся она рассыпается в мелкий порошок. Очевидно, что стекло тем менее будет хрупко, чем медленнее оно будет охлаждаться, потому-то все сделанные стеклянные вещи на заводах помещают, немедленно после придания им надлежащей формы, в особые печи (каленицы), где температура держится столь высокою, как возможно для того только, чтобы стекло не потеряло приданной ему формы. В этих печах стеклу дают медленно охладиться. Это называется закалкою стекла.* Нагретое и быстро охлажденное стекло легко трескается, на чем основан способ разрезывания стекол.

Удельный вес и многие другие физические свойства стекол различаются, смотря по их составу. Обыкновенные белые сорты стекла имеют удельный вес около 2.3—2.4, обыкновенные оптические стекла, содовое стекло — особенно содовые оконные стекла и бутылочное стекло, часто имеют удельный вес гораздо больший, до 2.7; свинцовый хрусталь (флинтглас) имеет удельный вес около 2.9—3.6.

Показатель преломления разных стекол тоже различен. Наибольший показатель преломления имеют свинцовые и висмутовые стекла, он около = 1.6, отчего его и употребляют для некоторых оптических стекол и оттого такие стекла имеют сильный блеск. Показатель преломления обыкновенных стекол около = 1.5. Коэффициент расширения стекол различен, как видно из вышеприведенной таблицы.

К основным свойствам обыкновенного стекла должно отнести отсутствие в нем кристаллизации, что можно видеть из того, что излом стекла не представляет ни зернистого вида, ни больших, ни малых прямых поверхностей (плоскостей листопрохождения),** какие свойственны всем телам кристаллическим. Такое отсутствие кристаллизации называется аморфизмом (бесформенностью) или коллоидальным состоянием, т. е. таким состоянием, в котором вещества имеют строение, подобное клею. Не будь этого свой-

---

* В настоящее время этот процесс называют отжигом стекла. Закалкою называют процесс быстрого охлаждения стекла от температур, близких к температуре его размягчения. [*Прим. ред.*].

** Плоскостей спайности. [*Прим. ред.*].

ства, стекло было бы еще хрупче. Аморфизм стекла есть непременное условие его прозрачности. Прозрачные тела, правда, бывают и кристаллические (например алмаз, горный хрусталь и т. п.), но тогда только, когда масса вещества образует вполне правильные и однородные кристаллы.* Если же тело состоит из мелких кристаллов, а особенно из кристаллов неоднородных, хотя и прозрачных, то в массе оно не прозрачно. Множество примеров подтверждают это. Так, мрамор есть тело, состоящее из мелких кристаллов, гипс тоже, сахар и т. п. Они только просвечивают, а не прозрачны. Белый мышьяк (мышьяковистый ангидрид) вполне прозрачный, когда он аморфен, т. е. не имеет следов кристаллизации; приобретая же их, становится непрозрачным. То же самое делается со стеклом, когда оно теряет свою аморфность и однородность, когда в нем появляются кристаллические кремнеземистые соединения. Тогда из массы стекла выделяются некоторые составные части, образуют мелкие кристаллики, и стекло теряет прозрачность, становится белым, просвечивающим веществом.** Подобное превращение стекла в непрозрачное вещество (рух) называется *расстеклованием.*

Так как это явление часто встречается при выплавке стекла и особенно при выработке предметов и имеет важное значение в практике, то мы и остановимся на исследовании причин расстеклования, насколько это возможно при настоящем состоянии наших сведений об этом предмете.

В начале прошлого столетия Реомюр показал, что почти всякое стекло способно превратиться в белую непрозрачную массу, подобную фарфору. Для этого необходимо только продолжительно нагревать его при температуре его размягчения, или при температуре плавления, или же часто нагревать до этих температур. Но, впрочем, не все стекла одинаково легко расстекловываются, как это легко заметит каждый, кому приходилось работать со стеклом. Есть такие сорты стекла, которые расстекловываются тотчас, как только будут введены в пламя, другие же сорты обыкновенного стекла не изменяются даже от дву- и трехкратного расплавления и охлаждения. В этом отношении опыт показал, что труднее других расстекловываются хорошие свинцовые стекла, что, без сомнения, зависит от того, что окись свинца не дает с кремнеземом

---

* Когда масса вещества образует монокристалл. [*Прим. ред.*].

** Этим Д. И. Менделеев показывает, что состав кристаллической фазы может быть отличен от состава стекла. Правильное научное обоснование о соотношениях состава стеклообразной и кристаллической фаз сделалось возможным позже, в результате исследования диаграмм состояния различных силикатных систем. [*Прим. ред.*].

кристаллических соединений.* Потому фабрикация свинцового хрусталя не нарушается расстеклованием массы, что нередко бывает на заводах обыкновенных стекол. Поташный хрусталь, или богемское стекло, также трудно расстекловывается, особенно тогда, когда оно содержит мало извести, потому что окись калия не дает со стеклом кристаллического соединения,** а чтобы получилось оно от извести — ее должно взять очень много, более чем обыкновенно берется для богемского стекла. Стекла содовые, особенно же богатые известью, а тем более содержащие еще и глинозем (например бутылочное стекло), легче других расстекловываются, что зависит: 1) от того, что сам натр дает с кремнеземом кристаллическое вещество, особенно тогда, когда (по наблюдению Пелуза) приходится на 1 часть окиси натрия около 4.3 частей кремнезема; 2) известь содержится в содовом стекле обыкновенно больше, чем в поташном, а как известь способна давать многие кристаллические соединения с кремнеземом, то увеличение ее усиливает возможность кристаллизования части стеклянной массы; 3) содержание глинозема несомненно должно увеличивать расстеклование, ибо глинозем с известью и щелочами дает многие кристаллические соединения, из которых и состоит бо́льшая часть кристаллических соединений, встречающихся в природе.

Чем сложнее состав стекла, тем вероятнее получить рух или расстекловать массу.*** Анализ неизмененной и расстеклованной массы показывает в некоторых случаях различие, но их в других случаях не замечается.**** Причину расстеклования объясняют на основании этих анализов или изменением состава (Дюма и др.), или только одним существованием возможности кристаллизации, которая обусловливается составом стекла и долгим или повторенным его нагреванием.***** Главное изменение в составе стекла,

---

* Как было показано в более поздних исследованиях, окись свинца образует с кремнеземом целый ряд кристаллических соединений $PbO \cdot SiO_2$, $2PbO \cdot SiO_2$ и др. Но, как совершенно правильно указывается в книге, свинцовые стекла относятся к группе наиболее устойчивых в отношении кристаллизации стекол, что объясняется легкой диссоциацией этих соединений при высокой температуре и малой скоростью кристаллизации их. [*Прим. ред.*].

** В более поздних исследованиях было показано, что окись калия с кремнеземом дает несколько соединений — $K_2O \cdot SiO_2$, $K_2O \cdot 2SiO_2$ и $K_2O \cdot 4SiO_2$. [*Прим. ред.*].

*** Более поздние данные свидетельствуют, наоборот, о большой устойчивости в отношении кристаллизации стекол сложного состава. [*Прим. ред.*].

**** См. прим. ред. на стр. 87. [*Прим. ред.*].

***** Различная склонность стекол к кристаллизации определяется не только возможностью образования между компонентами стекла определенных соединений и температурой кристаллизации их, но и скоростью роста кристаллов. [*Прим. ред.*].

зависящее от долгого нагревания, состоит в уменьшении содержания щелочей. Удаление или превращение в пар щелочей при нагревании стекла ясно видно из того, что стекло окрашивает бесцветное (например водородное или газовое) пламя желтым цветом, что и показывает улетучивание натра. Впрочем, улетучивается при этом ничтожное количество щелочи, не могущее объяснить всего изменения стекла. Расстеклованная масса имеет другие свойства, чем стеклянная масса, из которой она произошла: первая менее вязка (в расплавленном состоянии), труднее может быть обработана, труднее плавится и легче разъедается химическими веществами (потому что представляет неоднородную поверхность), чем неизмененное стекло, но зато расстеклованная масса по охлаждении труднее лопается, чем обыкновенное стекло. Весьма вероятно, что со временем расстеклованная масса найдет свое практическое применение; но поныне всеми средствами стараются избежать расстеклования, потому что при этом стекло лишается первого своего свойства — прозрачности. Расстеклованную массу можно обратно превратить в стекло, для того стоит только ее вновь вполне расплавить, чем пользуются на заводах, когда получают много испортившейся массы. При выработке стеклянных предметов должно по возможности избегать многократного нагревания стеклянной массы. Начало расстеклования замечается по неровности получающейся стеклянной поверхности.

Появление мутности на поверхности многих стеклянных изделий, долго остающихся на воздухе, зависит от химического изменения стекла. Особенно часто случается оно со стеклами, богатыми щелочами и содержащими мало извести. Такие стекла притягивают из воздуха влажность и углекислоту и оттого тускнут. Шилитгербер, а также Фогель и Рейшауэр заметили это особенно у стекол, богатых окисью калия, которые поглощают до 12 (?)% влажности. Чтобы дать возможность фабрикантам избежать условий образования таких стекол, приводим их состав по исследованию Фогеля и Рейшауэра.

	Стекло		
	зеркальное	оконное	оконное
Кремнезема	65.16	64.04	68.47
Окиси калия	22.31	20.64	18.79
» натрия	2.47	4.94	5.61
Извести	4.69	7.80	5.60
Глинозема Окиси железа	3.39	1.69	3.10

Нет сомнения, что ни один фабрикант не приготовит невыгодного для него стекла, богатого щелочами и бедного известью.

Образование такого стекла зависит, конечно, или от недоброкачественности извести, употребленной в дело, или от какой-либо небрежности при составлении массы.

Химические деятели трудно изменяют стекло, что и составляет одно из важнейших качеств стекла. Впрочем, эта неизменность стекла обусловливается только известным его составом и некоторыми другими условиями. Вещества, благоприятствующие неизменности стекла, суть: известь, кремнезем и глинозем, особенно же два последние; щелочи, напротив того, делают стекло изменчивым. Потому для химических веществ, также для химических заводов и аптек желательно иметь стекла, по возможности богатые кремнеземом и глиноземом. Эти последние труднее, чем все другие, разъедаются кислотами и водою.

Стекло, повидимому, не растворимо в воде, но, будучи превращено в мелкий порошок и долго прокипячено с водою, всякое стекло больше или меньше растворяется в воде. Особенно же легкою растворимостью (но вовсе не столь легкою, как можно думать, судя по названию) отличается растворимое стекло, т. е. стекло, не содержащее ничего, кроме кремнезема и щелочей. Чем больше в стекле щелочей, тем легче оно растворяется в воде. Все роды стекол более или менее быстро разъедаются щелочами, становятся от них мутными, а иногда и хрупкими. При нагревании щелочи очень быстро разъедают стекло, особенно в виде порошка, что происходит от того, что они тогда извлекают из стекла кремнезем. Кислоты также действуют на многие сорты стекла, а именно легче всего на стекла, содержащие много кали, натра, извести и окиси свинца. Даже столь слабая кислота, как углекислота, способна разлагать стекло, что, между прочим, и подтверждает тот взгляд, что стекло есть сплав, а не соль. Стекла, содержащие много извести, хотя тверды, но легко становятся мутными на воздухе, потому именно, что углекислота воздуха соединяется с известью стекла. Слабые кислоты (уксусная, винная, янтарная), заключающиеся в виноградных винах, способны разъедать стекла, имеющие много извести. Варрингтон анализировал один сорт бутылочного стекла, которое разъедалось вином, и нашел:

	Стекло, разъедаемое вином	Хорошее бутылочное стекло
Кремнезема	49.0	59.0
Извести	24.75	19.0
Натра	7.25	10.0
Кали	2.0	1.7
Окиси железа	10.0	7.0
Глинозема	4.0	1.2
Магнезии	2.0	0.5

Стекло тем легче разъедается кислотами, чем меньше содержит кремнезема; потому что только один последний (из всех окислов, составляющих стекло) сопротивляется действию кислот и не дает с ними химических соединений.

Из всех кислот только одна плавиковая (фтористоводородная) вполне разрушает стекло, потому что соединяется не только с основаниями, но и с кремнеземом.

Некоторые правила, выводимые из рассмотрения состава и свойств стекла

Штейн в своей книге о стеклоделии делает следующие практические выводы из рассмотрения состава и свойств стекла:

1) высшая степень бесцветности свойственна только поташному и поташно-свинцовому стеклам;

2) твердость стекла может быть увеличена, без уменьшения вязкости и химической неизменяемости, чрез увеличение количества кремнезема на одно и то же количество других окислов;

3) глинозем, хотя также увеличивает твердость, но делает стекло хрупким;

4) увеличение количества извести при неизменном содержании других окислов делает стекло более твердым и блестящим, но должно быть доводимо не далее известной границы. Когда это количество не более надлежащего, то с увеличением количества извести стекло приобретает большую способность переносить перемену от жара к холоду и легче режется алмазом;

5) излишек извести придает стеклу способность легко расстекловываться, легко разъедаться кислотами и делаться на воздухе мутным;

6) малое содержание извести и большое содержание кали делает стекло мягким (тоже и натр) и способным сильно притягивать влагу;

7) увеличение количества извести и глинозема, при прочих равных [количествах] составных веществ, делает стекло более тугоплавким;

8) так же действует и кремнезем;

9) прибавок окиси свинца или борной кислоты делает противоположное;

10) при очень тугоплавкой массе или при долговременности выработки полезно прибавлять, во избежание расстеклования, буры или окиси свинца, что и производят на некоторых заводах;

11) для практики важно не общее содержание основных окислов ([кали], натра, извести, окиси свинца, глинозема), а относительное количество каждой составной части.

Этот последний вывод прямо может быть выведен из тех теоретических соображений, какие мы привели в начале этой главы.

Судя по известным анализам, на 100 частей (по весу) кремнезема приходятся следующие количества окислов:

	Натра	Кали	Извести
В богемском хрустале	—	21	10.5
» » зеркальном стекле . .	—	36	14
» » листовом стекле . . .	—	20	20
» » белом стекле	—	25	14
Во французском зеркальном	24	—	5
» » листовом	20	—	20
В английском зеркальном	16	—	7
» » кронгласе	—	36	20
» венецианском зеркальном	12	15	16
» бутылочном	6	3	36 *

---

* В настоящее время стекла с таким большим количеством щелочных окислов и окиси кальция применяются только в специальных случаях. [*Прим. ред.*].

Главные химические процессы, сопровождающие образование стекла

Стекло образуется чрез сплавление или самих окислов, входящих в состав стекла, или таких веществ, которые способны при действии жара выделить из себя улетучивающиеся вещества и оставить окислы, необходимые для образования стекла. Мы здесь рассмотрим только способ образования обыкновеннейших сортов стекла, приготовляемых из обыкновеннейших веществ; другие же случаи, реже встречающиеся, будут изложены в следующей главе.

Поташное стекло образуется при сплавлении кремнезема с поташом и известью (или углекислою известью). При этом происходит следующий процесс: сперва плавится поташ, потом в нем растворяется кремнезем и выделяет из поташа углекислый газ, а в образовавшейся массе растворяется известь; если же она была в виде углекислой извести, например в виде мела, то она также выделяет углекислый газ, так что в состав входит только известь или окись кальция. Следовательно, процесс образования стекла сопровождается выделением углекислого газа. В практике выделяется, кроме того, еще предварительно много влажности, бывшей в смешиваемых веществах. Это выделение влажности способствует предварительному разложению углекислой извести; потому что это вещество, как известно, легко при накаливании выделяет углекислый газ, если приведено в прикосновение с парами воды.

Итак, до образования были в массе:

a) кремнезем, который ничего не теряет при накаливании;

b) поташ или углекислая соль калия, которая при накаливании теряет воду (всегда почти в поташе заключающуюся) и углекислый газ, так что остается окись калия, и

c) известь или углекислая известь, теряющая (свою воду и) углекислоту, так что остается только окись кальция.

Таким образом, после сплавления остаются только окислы, образующие стекло.

Влияние подмесей на образование стекла будет рассмотрено далее.

Точно такой же процесс происходит при образовании *содового стекла*, когда для смешения берется кремнезем, известь и сода, т. е. водная углекислая соль натрия.

Очевидно, что поташ и соду можно заменить другими солями тех же металлов, если они способны, подобно углекислым солям, выделить из себя все составные части, кроме окислов, входящих в состав стекла. Примером таких солей могут служить сернистокислые соли калия и натрия. Они действуют точно так же, как и углекислые соли, выделяя сернистый газ на место углекислого. В практике эти соли не употребляются, потому что их должно было бы нарочно приготовлять для этого.

Но в природе находится много сернокислых солей, особенно сернокислой соли натрия, или так называемой *глауберовой соли*, которая может быть с выгодою употреблена для стеклоделия. Притом эта соль легко и часто приготовляется на химических заводах — остается на них как побочный продукт, — очень дешева и потому пригодна для производства. Можно и прямо остекловать глауберовую соль, т. е. вытеснить из нее серную кислоту, сплавляя с кремнеземом; но это требует по крайней мере вдвое дольшей плавки и не дает стекла лучшего, чем при подмеси малого количества угля. Употребляя глауберову соль, необходимо для облегчения образования стекла превратить ее в сернистокислую соль. Это превращение состоит в отнятии четвертой доли всего кислорода, заключающегося в глауберовой соли. Отнятие этого кислорода легко может быть произведено в самой стеклянной смеси прибавлением к ней угля. Уголь при накаливании отнимает от глауберовой соли кислород, превращаясь в газообразную окись углерода, которая улетает из массы вместе с другими газами. Так как 142 части безводной глауберовой соли содержат 64 части (по весу) кислорода, то для превращения ее в сернистокислую соль натрия нужно отнять от нее 16 частей кислорода. А как 16 частей кислорода требуют 12 частей угля для превращения в окись углерода, то, значит, на 142 части безводной глауберовой соли необходимо прибавить 12 частей угля (или около $^1/_{12}$ по весу), отчего при накаливании произойдет (из 12 частей угля и 16 частей кислорода) 28 частей окиси углерода, которая улетит как газ, и останется (142 — 16) всего 126 частей сернистокислой соли натрия. Эта же последняя, подобно соде, выделит при накаливании с кремнеземом сернистый газ, оставив окись натрия, которая и войдет в стекло. Этим теоретическим указанием необходимо пользоваться при употреблении глауберовой соли.

Из других солей щелочных металлов часто берут для стеклоделия поваренную соль,* как вещество весьма дешевое. Сама по себе поваренная соль не может, выделив часть своих составных веществ, оставить окись натрия, необходимую для стекла, потому что поваренная соль не содержит кислорода и не разлагается в присутствии кремнезема. Но накаливая кремнезем с поваренною солью в парах воды, можно достичь желаемого разложения. Поваренная соль состоит из хлора и натрия. Вода состоит из кислорода и водорода. В присутствии кремнезема в сильном жару вода разлагает поваренную соль так, что хлор поваренной соли соединяется с водородом воды и улетучивается в виде хлористоводородного газа, а кислород воды с натрием поваренной соли дает окись натрия, которая и входит в состав стекла. Так как вещества, употребляемые для стеклоделия, часто содержат много воды, которая постепенно выделяется из массы (а именно, из нижних частей горшка идут еще водяные пары, когда в верхних частях настает уже очень высокая температура), то для стеклоделия пригодна и поваренная соль; но ее должно брать немного, потому что большая часть ее, не найдя воды, необходимой для разложения, не войдет в стекло. В практике поваренная соль служит при выплавке для других целей, как полагают многие, описывавшие употребление ее для стеклоделия. Очень вероятно, что поваренная соль служит для удаления части окиси железа, находящейся в смеси с веществами, употребляемыми для стекла. Окись железа может при выплавке стекла для хлористого натрия играть ту же роль, как и вода (окись водорода): хлор поваренной соли соединяется с железом и дает с ним летучее соединение, которое превращается в пар, а кислород, оставшийся от окиси железа, соединяется с натрием поваренной соли и дает окись натрия, входящую в состав стекла. Кроме того, поваренная соль должна играть при выплавке стекла важную роль и по своим физическим свойствам. Поваренная соль легко плавится, оттого она, будучи примешана к массе, делает ее жидкою при слабом жаре и тем должна содействовать скорейшей передаче тепла от стенок плавильного горшка к рыхлой несплавившейся массе. После образования стекла поваренная соль, как вещество более легкое, чем стекло, всплывает наверх его и может быть удалена.

Для *свинцовых* стекол употребляют или прямо окись свинца (глет), сплавляя его с поташом и кремнеземом, и тогда процесс образования стекла тот же, как и для поташного стекла, или же вместо окиси свинца берут сурик. Сурик есть вещество, содер-

* О применении хлористого натрия в стекловарении см. „От редакции", на стр. 14. [*Прим. ред.*].

жащее больше кислорода, чем окись свинца (потому что состоит из окиси и перекиси свинца); в стекло же входит окись свинца, а потому сурик должен выделить часть своего кислорода, чтобы войти в состав стекла. Сурик дороже окиси свинца, а потому, значит, есть причина, по которой им заменяют окись свинца. Эта причина состоит в том, что свинцовое стекло при плавке легко чернеет от присутствия многих веществ, неизбежных при стеклоделии. Эти вещества, заставляющие чернеть свинцовое стекло, суть вещества, легко отнимающие от окиси свинца кислород, например частицы органических веществ, частицы угля, попадающие из пламени стеклоплавильной печи, и т. п. Эти вещества, отнимая кислород от окиси свинца, делают свободным металлический свинец, который и окрашивает стекло. Чтобы избежать этого окрашивания, и употребляют сурик. Сурик отдает часть своего кислорода веществам, могущим соединиться с ним, и превращается чрез это в окись свинца, так что металлического свинца не получается и стекло не чернеет. Другая вероятная причина прибавки сурика состоит в том, что он при плавке выделяет кислород, который во всяком случае полезен для получения хорошего стекла, как мы это объясняем, говоря об веществах, примешиваемых к стеклу для обесцвечения.

О других химических процессах, происходящих при плавке стекла, скажем впоследствии там, где это будет нужно, потому что все остальные процессы суть побочные и не столь существенные, как вышеупомянутые.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ СТЕКЛОДЕЛИЯ

В практическом отношении важнейшие части стеклоделия составляют:

1) выбор сырых материалов, подготовление их и образование из них желаемого состава, или массы, или смеси;

2) плавление этой массы, устройство печей, плавильных горшков, ход плавки и расход топлива;

3) переделка образовавшегося стекла в разные предметы выдуванием и отливкою или выработка стеклянных изделий;

4) окончательная обработка, как то: шлифовка, подводка и т. п.

На эти четыре отдела и будет разделено описание практической части стеклоделия. В каждом отделе мы коснемся тех особенностей, какие необходимо соблюдать для приготовления разных сортов стекла, например: хрусталя, зеленого, оконного, оптического и других стекол, как это делает Штейн в своем описании стеклоделия (Die Glasfabrikation, 3-й выпуск, Технология Боллея, 1862), которого мы и придерживались главным образом при составлении практической части стеклоделия.

Отдел первый

Материалы для стеклоделия

При исследовании этого отдела стеклоделия должно рассмотреть качество и количество сырых материалов, употребляемых для смешения, и предварительную обработку составленной смеси.

[А.] Качество сырых материалов

Для приготовления разных сортов стекла употребляются сырые материалы различной чистоты и в разных видах.

Кремнезем, как главная составная часть стекла, должен обращать на себя главнейшее внимание заводчика. Кремнезем встречается в природе в разнообразных видах, и в этих видах он бывает более или менее чист. То состояние,[1] в котором находится кремнезем, сколько то известно до сих пор, не имеет влияния на стеклоделие, но степень чистоты и механической обработки оказывает ясное влияние на достоинство стекла и на быстроту его выработки.

Горный хрусталь в разных своих видоизменениях (аметист, дымчатый топаз и др.) представляет весьма чистый, прозрачный, кристаллический кремнезем, но по своей редкости и дороговизне он может быть употреблен только в редких случаях. Так, его употребляют иногда для приготовления страз — искусственных драгоценных камней.

Кремень есть некристаллическое видоизменение кремнезема, встречающееся гораздо чаще горного хрусталя и отличающееся большою чистотою. Есть много видов кремнезема столь же чистых, как кремень, но или они редки, или их трудно отделить от тех камней, вместе с которыми они встречаются. Кремень же

---

[1] Кремнезем является в природе или в виде некристаллических масс, или в виде кристаллов, или в водном состоянии, или в соединении с разными окислами.

находится в природе желваками или округленными твердыми кусками, которые сидят в более рыхлой массе других пород, например весьма часто в мелу. Оттого кремень легко отделить от окружающей массы и получить чистый. Серое окрашивание, обыкновенно свойственное кремню, зависит от малой подмеси органических веществ, разрушающихся во время плавки, а потому и не оказывает влияния на чистоту стекла. Там, где пласты земли, содержащие много кремня, находятся в достаточном количестве и кремневые гальки легко доставать, там может быть весьма выгодным устройство заводов для выделки хороших сортов стекла. Впрочем, кремень во всяком случае не выгоден для низших сортов стекла, потому что требует трудной работы размельчения. Гораздо чаще, чем кремень, встречается *кварц*. Особенно много его обыкновенно в странах гористых, ибо многие горы и горные породы содержат весьма значительное количество кварца. Кварц сам по себе обыкновенно очень чистый кремнезем, но он бывает почти всегда сплочен или крепко соединен с кусками других камней. Самый чистый кварц обыкновенно представляет белые малопрозрачные куски, весьма твердые, дающие искры при ударе огнивом. Весьма часто кварц бывает смешан с веществами бурого цвета, содержащими много соединений железа, а потому для приготовления хороших сортов стекла при употреблении кварца должно обращать внимание на хорошую сортировку кусков. Эта сортировка и необходимость измельчения кварца делают употребление его ограниченным.

Самый обыкновенный кремнеземистый стекловаренный материал есть *песок*, оттого, что он уже измельчен и может быть потому прямо употреблен в дело. Это есть ни что иное, как измельченный кварц, т. е. кремнезем. Но песок бывает часто столь богат подмесями с железными окислами (придающими ему бурый цвет), что не может давать хорошего стекла. Песок тем более пригоден для стекла, чем он чище, т. е. чем меньше в нем подмесей, особенно же железистых продуктов. Чистый песок можно узнать по его однородности, т. е. по однообразию цвета отдельных песчинок и по их бесцветности. Так как достоинство стекла определяется, между прочим, его цветом, а присутствие железных окислов сообщает стеклу неприятный зеленый цвет, освобождение от которого и затруднительно и неполно, то для лучших сортов стекла потребны материалы, не содержащие окислов железа. Потому для лучших сортов стекла отыскивают чистейший белый песок. Так как такой песок довольно редок, то из тех мест, где его много, часто везут его далеко. Как пример далекого отправления чистого песку, приводят обыкновенно то, что многие английские стеклянные заводы употребляют песок, привезенный

из Новой Голландии,* и находят это весьма выгодным, потому что этот песок весьма чист. Для низших сортов стекла употребляют по возможности чистый песок; но только полученное стекло обесцвечивают, как мы скажем о том далее. Для грубого стекла полезно даже употреблять не чистый песок, а обыкновенный, бурый, потому что он кроме кремнезема содержит кусочки полевого шпата и других минералов, содержащих стекловаренные окислы, а именно: щелочи, известь, глинозем. Подмесь окислов железа при этом оказывает ту пользу, что стекло становится от них легкоплавче, следовательно и легче образуется и легче очищается.

Практики не согласны на счет того, какой именно песок — ровный и округленный или же неровный и угловатый — лучше для варки; одно только несомненно, что чем мельче зерно песку, тем он пригоднее для дела, потому что тогда можно получить более однородную смесь, а потому легче превратить ее в однородное стекло.** Относительно совершенного измельчения самый лучший сорт кремнезема составляют те кремнеземистые слои, которые состоят из раковинок (панцырей) особых инфузорий. Такие слои, впрочем, встречаются в земле довольно редко. Кремнезем в этом виде тем более пригоден для стеклоделия, что он легко соединяется со щелочами. Действительно, крепкие растворы щелочей при нагревании довольно легко растворяют такой кремнезем. Там, где находятся в изобилии топливо и хороший сорт кремнезема, есть уже главнейшие условия для существования стеклянного завода.

Говоря о кремнеземе как главнейшем материале для стеклоделия, нельзя упустить из вида, что кремнезем можно часто употреблять в дело не в чистом виде, а в виде различных кремнеземистых минералов, если они заключают в себе окислы, входящие в состав стекла. В этом отношении должно, впрочем, заметить следующее: 1) нет почти таких много распространенных кремнеземистых веществ (каменных пород), которые не содержали бы в себе много окислов железа; 2) все почти кремнеземистые соединения, содержащие щелочи, содержат также и глинозем, а потому ни те, ни другие не годны для лучших сортов стекла; 3) кремнезема в тех камнях, которые содержат щелочи, приходится обыкновенно менее, чем следует (сравнительно с количеством других окислов) для образования стекла, а потому при употреблении минералов необходимо всегда прибавлять кремнезема в виде

* Т. е. из Австралии. [*Прим. ред.*]

** Наиболее удобными в стекловарении являются пески с размерами зерен, лежащими в пределах 0.15 — 0.80 мм. Наибольшее предпочтение отдают пескам, имеющим не окатанные, а угловатые зерна. [*Прим. ред.*]

песку; следовательно, такие каменистые вещества могут служить только подмесью к обыкновенной стекловаренной смеси. Все это показывает, что такие подмеси можно употреблять только для простейших сортов стекла (содержащих мало щелочей, много извести, глинозема и окислов железа). Приводим состав некоторых каменистых кремнеземистых пород, которые пригодны для стеклоделия.

	Лава Везувия, 1834 г.	Базальт из Столпена	Слюда		Трахит из Драхенфельса
			от	до	
Кремнезема	49.2	45.5	36	71	67.1
Глинозема	15.8	17.7	5	38	15.6
Окислов железа . . .	11.8	14.9	0	36	4.6
Извести	7.0	11.2			2.2
Магнезии	6.0	6.0	0	29	1.0
Кали	4.4	1.6	2	14	5.1
Натра	6.1	3.1			3.6

Граниты, порфиры, полевые шпаты и множество подобных пород имеют сходный с этим состав. Так как знание состава и некоторых обыкновеннейших каменистых пород может быть полезно для составления массы для простого стекла, то мы и приводим таблицу, выражающую этот состав. Впоследствии мы покажем способ применения этой и тому подобных таблиц.

	Кремнезема	Глинозема	Окиси железа и марганца	Извести	Магнезии	Кали	Натра
Мелкозернистый гейдельбергский жильный гранит; анализ Штренга . .	72.11	15.60	1.79	1.26	0.34	5.00	2.27
Норвежский гранит из окрестностей Христиании; анализ Форшгашмера	69.71	13.59	7.77	0.23	2.65	3.79	0.46
Трахитовый порфир с Липарских островов; анализ Абиха	68.35	13.92	2.28	0.84	2.20	3.24	4.29
Трахитовый порфир вершины Арарата; анализ Абиха	69.47	14.98	3.35	4.68	0.98	1.46	4.46
Вогезский диорит из Фондорме; анализ Делесса .	48.50	17.10	16.26	7.99	6.10	1.05	2.20
Долерит из Эйфельских гор; анализ Циккеля . .	51.86	19.03	14.62	7.09	4.02	0	3.14
Тюрингенский базальт; анализ Петерсена . . .	51.27	11.96	7.25	6.28	7.53	2.40	2.27

	Кремнезема	Глинозема	Окиси железа и марганца	Извести	Магнезии	Кали	Натра
Трахит окрестностей Карльсбада; анализ Раммельсберга	33.74	14.41	11.77	5.28	9.55	2.77	3.12
Слюдяной сланец из Цермата, подле Монте-Розы; анализ Бунзена	79.50	13.36	2.87	0.71	0.95	4.69	0.36
Змеевик подножий Веттаколен в Норвегии; анализ Кьерульфа	61.29	14.64	9.00	2.22	3.68	5.10	1.59
Финляндский гранит, рапакиви (сыпучий); анализ Струве:							
I	75.06	11.70	2.78	1.01	0.19	6.25	2.56
II	77.71	10.13	3.80	1.13	0.21	4.50	1.85

Из приведенной таблицы видно, что в большей части случаев такие каменные породы отличаются от состава бутылочного стекла меньшим содержанием извести и кремнезема. Некоторые доменные шлаки, содержащие кремнеземистую известь, могут быть употребляемы для стеклоделия. Для некоторых сортов стекла такие шлаки очень пригодны. Так, в Богемии для черного стекла употребляют железные шлаки, в других местах для такого стекла употребляют железистые амфиболы (роговые обманки). Употребляя породы, содержащие много глинозема, можно получить из них доброкачественное стекло прибавлением окиси свинца или буры (борнокислого натра). Так, можно получить стекло из полевого шпата. Некоторые лавы и базальты прямо чрез переплавление дают низкие сорты стекла. Легкоплавкие глины, мергели и тому подобные землистые вещества могут итти для получения бутылочного стекла, потому что содержат кремнезем, глинозем, известь. Бодримон и Пелуз показали, что в окрестностях Валансьена существовал (1837) завод, готовивший бутылочное стекло из морского ила, привозимого из Дюнкирхена и дающего при плавке прямо стекло, хотя хрупкое, но годное для обработки. Анализ ила показал в нем содержание:

Кремнезема	43.75
Глинозема	13.82
Углекислой извести	36.28
Солей натра	2.75
Окиси железа	0.63
Органических веществ и прочего . . .	2.77
	100.00

Опытный и сведущий фабрикант всегда найдет в окрестностях своего завода подобные вещества.

После кремнезема важнейшие стекловаренные материалы суть те, которые доставляют *щелочи*,—кали или натр. С самых давних времен для этой цели употребляется пепел или *зола* различных растений, потому что в ней содержатся соли щелочей, а именно: в золе большей части деревянистых и травянистых сухопутных растений преобладают соли калия, а в золе морских растений — соли натрия. Употребление золы во многих отношениях представляет важные неудобства: 1) в золе, кроме щелочных солей, всегда много кремнезема, солей извести, также есть соли магнезии и окислы железа и марганца; 2) в золе обыкновенно, кроме того, много механических подмесей, а именно: всегда есть уголь, есть землистые вещества и т. п.; 3) зола одного и того же растения имеет неодинаковый состав. Сверх того, свойства почвы, лежание на воздухе, способ заготовки и т. п. изменяют состав ее. Все это заставляет для лучших сортов стекла употреблять очищенные соли, как мы о том вскоре скажем подробнее, а теперь приведем анализы разных сортов золы, чтобы показать, что зола, прямо употребленная в дело, доставляет стеклу не только необходимые для него щелочи, но также известь в столь значительном количестве, что возможно вырабатывать стекло прямо из песку и золы, что и делается весьма часто у нас.

	Зола березы с хорошей почвы		Зола березы с истощенной почвы		Зола букового дерева	Зола сосновая
	дерево	кора	дерево	кора		
Кали	9.6	0.6	6.5	5.1	13.2	12.2
Натра	3.2	4.8	4.7	3.3	3.1	0.4
Извести	41.6	39.4	49.5	29.2	39.8	50.3
Магнезии	5.9	5.5	6.4	6.6	10.1	8.4
Окислов железа и марганца	3.7	6.8	6.0	7.0	1.4	1.0
Фосфорной кислоты . .	7.0	5.8	4.6	5.2	6.0	5.0
Кремнезема	3.0	13.7	2.9	17.0	6.3	2.4
Углекислоты	25.1	21.2	27.6	22.4	19.6	19.0

Мы не приводим здесь других анализов золы растений, потому что это будет содержаться в том выпуске, в котором говорится о поташе. Но и приведенных анализов достаточно, чтобы показать, что на каждые 10 частей щелочных окислов зола содержит около 30—40 частей извести, что весьма близко подходит к г

отношению, какое существует в бутылочном стекле между щелочами.

Для стеклоделия у нас в России приготовляют обыкновенно золу в лесах из различных деревьев и употребляют также значительное количество печной золы и золы от сожигания трав и соломы. О способах ее добывания будет изложено в статье о поташе. Заметим только здесь, что зола травянистых растений содержит сравнительно с древесною золою весьма мало извести, а потому при употреблении ее к составу необходимо нужно примешивать известь. Зато, наоборот, травяная, а особенно соломенная зола содержит в себе много кремнезема, а потому при употреблении ее берется меньше песку, чем при употреблении древесной или печной золы. Для приготовления лучших сортов стекла необходимо очистить золу. Зола, очищенная растворением в воде и выпариванием полученного раствора, называется *поташом*. Поташ содержит уже гораздо больше щелочей, чем зола, и меньше сравнительно с нею извести и кремнезема; впрочем, он далеко не есть смесь одних щелочных солей. Главные его составные части суть углекислая и сернокислая соли кали; кроме того, он содержит соли натра, кремнезем, воду и некоторые другие вещества. Главную роль играет в нем содержание окиси калия или кали, которое обыкновенно изменяется в разных его сортах от 40 до 55%, а потому при покупке его и при употреблении для стекловарения должно посредством опытов или химического анализа определить истинное содержание в нем щелочи. Способы, могущие быть примененными в этом случае, будут описаны в статье о поташе. Когда из золы извлекают водою поташ, то остается нерастворимый остаток, называемый позолом. Этот остаток содержит в себе еще много щелочей и в особенности извести. Он годен для низших сортов стекла; так что на стеклянном заводе, вырабатывающем разные сорты стекла, могут быть употреблены в дело все те вещества, которые содержит зола.

Для самых высших сортов стекла, в особенности для лучших сортов богемского и английского хрусталя, поташ предварительно очищается литрованием, т. е. настаиванием с небольшим количеством воды. Вода растворяет преимущественно углекислые и сернокислые соли, оставляя кремнезем, соли извести и т. п., так что при выпаривании раствора получается более чистый поташ. Для приготовления страз поташ превращают в едкое кали и даже очищают его посредством спирта, который растворяет едкое кали, а подмеси оставляет нерастворенными.

Для приготовления содовых или натровых стекол употребляют или золу морских растений, или неочищенную соду, или более чистую соду, или глауберову соль. Употребление золы морских

растений (варек) в настоящее время уже весьма незначительно и для России не применимо, а потому мы прямо переходим к употреблению искусственной соды, которая, как известно, приготовляется из поваренной и глауберовой солей. Серая или сырая сода, называемая также французской содой, содержит в себе много извести, весьма нечиста и потому может быть применена только для самых низших сортов стекла. Выщелачиванием водою извлекают из нее очищенную или белую соду, которая состоит почти исключительно из углекислого натра и в таком виде весьма пригодна для приготовления обыкновенных оконных стекол. Для зеркальных стекол такую соду еще раз очищают кристаллизациею из раствора. Кристаллическая сода есть почти чистый водный углекислый натр, но она всегда содержит некоторое количество окислов железа.

У нас в России до сих пор сода не вошла еще в употребление для варки стекла, хотя и могла бы быть получаема с большою выгодою, сравнительно с поташом. Впрочем, в последнее время и в Западной Европе употребление соды заменяется глауберовою солью, т. е. сернокислою солью натра, потому что эта последняя дешевле соды. Действительно, для приготовления соды натр должно взять в виде глауберовой соли и прокалить ее с известью и углем; следовательно, сода есть уже последующий продукт, получаемый из глауберовой же соли, а потому и более дорогой. Глауберова соль находится во многих соляных озерах и получается при выпаривании воды таких озер; она составляет главный остаток очень многих производств, например многих солеваренных заводов; она может быть получена, наконец, искусственно чрез действие серной (купоросной) кислоты на поваренную соль. Само собою разумеется, что для лучших сортов стекла должно употреблять очищенную глауберову соль. Средняя цена глауберовой соли в Западной Европе вдвое менее цены соды; но так как данное количество соды содержит почти в полтора раза больше натра, чем глауберова соль, то для стекла должно употреблять в полтора почти раза большее количество глауберовой соли, а потому она дает выгоду около 25% ценности соды. Мы уже говорили, что при употреблении глауберовой соли нужно к составу подмешивать уголь.

Значение подмеси поваренной соли мы также уже ранее объяснили. Кирн получил хорошие результаты, употребляя 2 части поваренной соли, 4 части поташа, 3 части извести и 6 частей песку. Шварц на одном заводе ввел приготовление бутылочного стекла из большого количества боя, кремнезема и поваренной соли. Опыты показали, что 1 пуд поваренной соли заменяет около полупуда прокаленной соды. Нет почти сомнения, что пользу от прибавления поваренной соли можно было бы значительно увели-

чить, если бы перед сплавлением прокаливать смесь песку, извести и поваренной соли в струе водяных паров; потому что водяной пар содействует разложению поваренной соли, смешанной с кремнеземом, и служит к образованию натра, соединяющегося с кремнеземом. Такое прокаливание можно бы производить в пламенных печах, подобных тем, какие в настоящее время употребляются для предварительного накаливания состава. Такое прокаливание, вероятно, служило бы также для удаления окислов железа. Вопрос об употреблении поваренной соли для стекловарения должно считать одним из важных, потому что поваренная соль, без сомнения, есть дешевейшее вещество из всех содержащих в себе значительное количество щелочных металлов. В настоящее время обыкновенно прибавляют к составу незначительное количество поваренной соли, полезное действие которой состоит, вероятно, отчасти в превращении ее в окись натрия, и отчасти же в ее легкоплавкости и летучести. Избыток прибавленной соли не входит в состав стекла, а всплывает наверх и улетучивается, чем отчасти и препятствует улетучиванию щелочей. Впрочем, польза от употребления поваренной соли при обыкновенном способе стекловарения еще весьма сомнительна, хотя ее очень часто и употребляют в дело.

В каком бы виде щелочи ни были введены в состав стекла, во всяком случае необходимо знать количество их в употребляемой смеси, чтобы верно судить о достоинстве приготовляемого стекла, а потому необходимо предварительно определять состав щелочного вещества и сообразно с количеством заключающейся в нем щелочи подмешивать к нему различные другие вещества. В статье об алкалиметрии мы подробно рассмотрим средства для определения количества щелочей; они будут также подробно описаны во второй части аналитической химии Шанселя и Жерара, издаваемой ныне на русском языке.

Если кремнеземистые и щелочные материалы не содержат извести или же содержат ее малое количество (например, когда они взяты в чистом состоянии), то для стекловарения необходимо прибавить *известь*. Известь употребляется или в виде природных углекислых солей, например в виде мела, или в виде прокаленной извести, распавшейся на воздухе. Для лучших сортов стекла выбирают чистейшие сорты извести. Так как известь в стекловаренном жару не летуча и избыток ее делает стекло очень тугоплавким и хрупким, то должно избегать большого количества извести. На 100 частей песку не должно брать более 30 частей обыкновенной извести. В местах, соседних с мыловаренными заводами, на место извести употребляют тот остаток от приготовления едкого щелока, который называется у нас мыльным подзолом и который содержит в себе много углекислой извести и некоторую часть

щелочей. В тех гористых местах, которые богаты кремнеземистою известью, весьма выгодно употреблять известь в этом виде. Так, в некоторых местностях Богемии для стекловарения употребляют волластонит — минерал, состоящий из равных почти по весу частей кремнезема и извести. Этот минерал находится у нас в Финляндии. Он обыкновенно весьма чист.

На место извести для стекла можно употреблять стронциан и барит, заменяя мел стронцианитом (углекислою солью стронция) и витеритом (углекислая соль бария). Стронциановое (целестиновое) стекло, по Доберейнеру, можно получить, сплавляя:

	Частей
Стронцианита	70
Поташа	54
Соды	74
Кремнезема	224

Баритовое стекло:

Витерита	99
Поташа	70
Соды	54
Кремнезема	224

Оба рода стекол отличаются большим удельным весом, сильным блеском и твердостью. По показаниям Бертье,[1] Бодримона и Пелуза,[2] для стеклоделия пригоден также тяжелый шпат (сернокислая соль барита) в смеси с углем. Сплавляя кремнезем с измельченным тяжелым шпатом, глауберовою солью и углем, получают плотное, однородное, легкоплавкое и легко обрабатываемое стекло.

Для свинцового хрусталя в состав стекла употребляют вместо извести или свинцовый глет, или чаще всего для лучших сортов хрусталя — сурик. Этот последний обыкновенно приготовляют на самих заводах из чистого свинца. Способ приготовления сурика мы опишем в одном из следующих выпусков. Здесь должно заметить только, что свинец, употребляемый для сурика, не должен содержать нисколько меди и олова, потому что в противном случае получается зеленоватое или мутное стекло. Реже для свинцового стекла употребляют свинцовые белила. Для введения в стекло окиси свинца весьма пригоден сернокислый свинец, остающийся при многих производствах (например при изготовлении протрав) как побочный продукт. Этот недорогой материал особенно тем выгоден, что не содержит меди. Можно также употреблять смесь глауберовой соли со свинцовым блеском (встречающимся в природе). Те из

[1] *Berthier*, Journ. f. techn. u. ökonom. Chemie, 1830, X, 308.
[2] *Baudrimond* et *Pelouse*, ibid., XVII, 263.

веществ, которые употребляются для состава окрашенных стекол, обыкновенно уже готовыми встречаются в продаже или приготовляются на заводах по способам, которые будут описаны в своем месте.

Кроме вышеупомянутых основных веществ, в составы для стекла (или уже в сплавленное стекло) подмешиваются еще обесцвечивающие и закрашивающие вещества. Посредством первых отнимают от стекла неприятный зеленый цвет, сообщаемый ему закисью железа, или бурый цвет, сообщаемый попавшими в стеклянную массу частицами угля. Чтобы лишить стекло этого окрашивания, употребляют два главных способа.

1. Превращают закись железа в окись или уголь в газы. То количество закиси, которое сообщает стеклу ясно заметный зеленый цвет, при переходе в окись придает стеклу едва заметное желтоватое окрашивание, а потому прибавление к стеклу (уже образовавшемуся) окисляющих (т. е. выделяющих кислород) веществ будет способствовать превращению закиси в окись, а следовательно, и к обесцвечению стекла. Если цвет зависит от подмеси угля, то тогда окисляющее вещество сожигает уголь и превращает его в газы (в окись углерода и углекислоту), которые и выделяются из сплавленной массы. Такие окисляющие вещества должны иметь свойство не окрашивать стекла ни в том случае, когда они взяты в избытке, ни тогда, когда они употреблены в надлежащем количестве. Для этой цели в практике обыкновенно служит или белый мышьяк (мышьяковистая кислота), или селитра. Действие мышьяка весьма понятно. Если окрашивание зависит от угля, то мышьяковистая кислота выделяет свой кислород углю, превращает его в газы, а сама переходит в металлический мышьяк, который и улетучивается.* При окрашивании закисью железа мышьяковистая кислота отдает ей свой кислород и переводит ее в окись. Действие мышьяковистой кислоты совершается вполне при температуре плавленного стекла. Если взять избыток мышьяка, то и это не вредит стеклу,** потому что мышьяковистая кислота летуча и из расплавленного стекла избыток ее выделяется в виде пара. Белый мышьяк прибавляют к стеклу тогда, когда оно уже вполне сплавилось. Для этого кусок мышьяка погружают до дна плавильного горшка с помощью железной палки. Тотчас отделяются пары мышьяковистой кислоты,

---

* Действие окислов мышьяка основано на способности мышьяковистого ангидрида переходить при высоких температурах в мышьяковый, а с понижением температуры — обратно в мышьяковистый с выделением кислорода. Мышьяковистый ангидрид вносят в состав стекла вместе с окислителями — обычно с селитрой. [*Прим. ред.*]

** Некоторый избыток окислов мышьяка может вызвать опалесценцию стекла. [*Прим. ред.*]

которые, проникая чрез жидкое стекло, окисляют уголь и закись железа и выделяются уже в виде паров металлического мышьяка. Прежде употребляли мышьяк вместе с селитрой, но этот способ может только вредить стеклу, не принося особенных выгод. Другим окисляющим веществом служит в практике селитра, а именно: или обыкновенная поташная селитра, или более дешевая, чилийская, т. е. натровая селитра. Та и другая есть азотнокислая соль, богатая кислородом, который она и выделяет для окисления угля и закиси железа. Выделяя кислород, селитра оставляет стеклу окись калия или натрия, а потому и не вредит стеклу. Азот, заключающийся в селитре, вероятно, выделяется в свободном виде или в виде различных летучих соединений. При фабрикации свинцового хрусталя можно также употреблять азотнокислый свинец. Предлагали также прибавлять к стеклу азотнокислого барита. Белый мышьяк и селитра употребляются преимущественно при фабрикации хрусталя богемского и свинцового, для которых отыскивают материалы, содержащие мало окислов железа. Селитра служит не только для обесцвечения стеклянной массы, но часто и в случаях, когда при составлении массы сделана ошибка, особенно когда недостает щелочей. Сурик также употребляется иногда для обесцвечения, потому что в смеси со стеклом выделяет кислород.

2. Другой способ, употребляемый для обесцвечения зеленого стекла, состоит в действии на него перекисью марганца, которая известна у нас под именем марганца. Это вещество уже весьма давно употребляется для обесцвечения стекла и у старых стеклоделов известно было под именем стекольного мыла. При употреблении его должно наблюдать, чтобы прибавляемое количество было каждый раз незначительно и чтобы [добавление марганца] продолжалось только до тех пор, пока получится почти бесцветное стекло. Если прибавить избыток марганца, то стекло получает сперва фиолетовый, потом аметистовый оттенок, который может быть столь густ, что стекло становится непрозрачным. Обесцвечивающее действие марганца зависит отчасти от окислительных свойств марганца, потому что перекись марганца при накаливании выделяет кислород, превращающий закись железа в окись. Выделивши кислород, перекись марганца превращается в закись или окись марганца, которые сообщают стеклу слабый фиолетовый или аметистовый оттенки. Должно полагать, что фиолетовый оттенок сообщает смесь закиси и окиси марганца, а окись марганца придает стеклу аметистовый оттенок, а потому только тогда от перекиси марганца не получается окрашивания и происходит только обесцвечение, когда вся перекись превращается в закись. Если взято много марганца, то от него остается смесь закиси с окисью, которая и окрашивает стекло. Нет, впрочем, никакого сомнения, что обесцвечивающее свойство мар-

ганца зависит не от одной его способности окислять, а также и от свойства давать окрашенные стекла. Еще в прошлом столетии Монтами[1] дал следующее объяснение действию перекиси марганца. Принимая, что перекись марганца выделяет закиси железа часть своего кислорода, необходимо допускать, что при действии ее одновременно получаются зеленое (от закиси железа) и желтое (от окиси железа), фиолетовое и аметистовое (от окислов марганца) окрашивания. Смесь же этих цветов, как известно, может дать белый цвет, что подтверждается тем опытом, который сделан был в 1836 г. Кернером в Иене, показавшим, что при сплавлении аметисто-красного марганцового стекла с зеленым железистым стеклом можно получить бесцветную массу. Точно так же желтое стекло с фиолетовым должно дать бесцветную массу. Суков получал бесцветное стекло, сплавляя красное марганцовое стекло с зеленым, окрашенным окисью меди. Известно также, что многие бесцветные минералы часто содержат смесь цветных окислов. Итак, перекись марганца действует для обесцвечения не только своею окислительною способностью, но и свойством давать цветное стекло. Опыты, сделанные в большом виде Коном (*E. Kohn*) на стеклянном заводе в Нейкруге, в западной Пруссии, подтвердили справедливость последнего мнения. Это объяснение дает возможность изъяснить обесцвечивание зеленого стекла, производимое в некоторых местах марганцовыми солями (преимущественно сернокислою закисью марганца), остающимися от добывания хлора, потому что они содержат в себе соли закиси марганца.* Для той же цели во многих местах прибавляют у нас[2] к сплавленному зеленому стеклу еловой золы, называемой глютняком, потому что она содержит в себе окислы марганца. На некоторых баварских стеклянных заводах бесцветное стекло получают, употребляя розовый кварц из Рабенштейна, и говорят, что никакой другой кварц, даже чистейший горный хрусталь, не дает столь бесцветного стекла. Фукс нашел в этом кварце до $1^1/_2\%$ титановой окиси, действие которой может быть сравнено с действием перекиси марганца. Очень, впрочем, вероятно, что красное окрашивание кварца (вероятно зависящее от солей марганца) уничтожает зеленое окрашивание, производимое закисью железа. Кон предлагает для обесцвечения, или, как он говорит, для маскирования цвета стекла, смесь закиси никеля и окиси сурьмы, которые придают при избытке стеклу слабый

---

[1] De *Montamy*. Traité des couleurs pour la peinture en émail. 1765.

* Закись марганца окрашивает стекло лишь в слабожелтый цвет. Специфическую сиренево-фиолетовую окраску сообщает стеклу окись марганца Mn_2O_2. Однако известно, что даже закисная соль марганца, внесенная в состав стекла, сообщает стеклу фиолетовую окраску, так как закись марганца частично окисляется до Mn_2O_3. [*Прим. ред.*]

[2] *Чугунов*. Стекловаренное производство. Казань, 1856, стр. 168.

равномерный красноватый отлив. Весьма многие другие средства предложены и употребляются для маскирования слабого зеленоватого или желтоватого отливов стекла. Чаще всего для этого употребляют шмальту (кремнеземистое соединение окислов кобальта) как вещество, придающее приятное голубоватое окрашивание. Действие шмальты в этом случае тождественно с действием синьки на беление стеарина, сахара, бумаги и т. п. Обесцвечивание, или маскирование марганцом и другими средствами употребляется при производстве белого оконного и посудного стекла.

В недавнее время Шанблан[1] предложил для обесцвечения стекла пропускать чрез него струю воздуха. Накаленный воздух, проникая в стекло, переводит закись в окись и, кроме того, перемешивает массу и содействует ее однородности. Пропуская вместо воздуха другие газы, например водород или окись углерода, можно в некоторых случаях содействовать обесцвечению восстановлением (т. е. отнятием кислорода) окрашивающих окислов. Трубка, которою вводится воздух, должна быть железная, с платиновым концом. Воздух должно пропускать около минуты, после чего на поверхности появляется толстый слой пены. Это повторяют несколько раз, пока не достигнут желаемого результата.

Вышеописанные материалы никогда не употребляются в отдельности, но всегда к ним примешивается большее или меньшее количество уже готового стекла. Готовое стекло прибавляется или в виде стеклянного *боя* (битое стекло), или в виде *шквара*, т. е. стеклянной массы, вытекшей из трещин горшков. Так как шквара обыкновенно не чиста, то она пригодна только для низших сортов стекла. Количество прибавляемого стекла обыкновенно не менее одной трети взятой массы. Значение добавляемого боя весьма важно. Это есть в настоящем смысле плавень. Для образования стекла из новых материалов потребна температура гораздо высшая, чем для плавки уже готового стекла. При температуре, необходимой для образования стекла, щелочи улетучиваются весьма сильно, а потому без подмеси боя образование стекла требовало бы больше горючего материала, большего времени и большего количества щелочей. Если же к массе прибавлен бой, то он плавится, растворяет в себе щелочь, а в образовавшемся жидком стекле мало-по-малу растворяется кремнезем и известь. Подмесь боя значительно уменьшает потерю от улетучивания щелочей, что заметил уже автор статьи о стекле в « Encyclopédie méthodique» в 1792 г. Употребление боя особенно необходимо в том случае, когда перед плавкой материалы не подвергаются

[1] *Schamblant*, Polytechn. Centralbl., 1857, p. 1008.

предварительному сильному накаливанию или фриттованию. Стеклянный бой, как известно, собирают в городах, подобно тряпкам для бумажных фабрик. Кроме того, самые стеклянные заводы собирают большое количество бою, обрезков и т. п. Перед плавкой бой сортируют и для данного сорта стекла употребляют только тождественный сорт бою. Так как при плавке стекла часть щелочей всегда улетучивается, то прибавление щелочных материалов должно быть столь велико, чтобы вознаградить эту потерю. Бой и шквару перед прибавлением промывают, измельчают и предварительно прокаливают. Если бы битое стекло плавить одно, то оно дало бы всегда низший сорт стекла; так, например, зеркальное стекло дает посудное, а это последнее зеленое, что зависит от потери щелочей и от подмесей, неизбежно попадающих вместе с боем. Свинцовый хрусталь, повидимому, делает исключение. От переплавки он улучшается, что зависит, без сомнения, от его низкой температуры плавления. При употреблении боя и шквары особенно тщательно должно избегать кусочков железа и чугуна, чтобы они не попали в плавильный горшок. Чугун, сплавившись в стекле, падает на дно горшка, окисляется и проедает дно.

[Б.] Подготовка сырых материалов

Сырые материалы, употребляемые для стеклоделия, обыкновенно подвергаются предварительной подготовке, состоящей в очищении их от подмесей, в сортировке, также в измельчении и высушивании. Об этих последних мы сделаем несколько замечаний. Для измельчения употребляют обыкновенно толчеи. Конец песта для обыкновенных стекол делается железный, а для хрусталя на конец песта насаживают обыкновенно кварцевой кусок, чтобы избежать подмеси железа. Ступа делается деревянная, окруженная ящиком во избежание распыла. Гораздо лучше употреблять толчение в ступах только для первоначального разбивания на куски, а окончательное измельчение производить на особой мельнице, сходной с тою, какая употребляется для растирания пороха, для перемола маслянистых семян и т. п. В мельницах такого рода размельчение производится тяжелыми вертикальными жерновами. Конечно, можно употреблять и горизонтальные жернова вроде обыкновенных мельничных, но тогда вес их должен быть очень велик. С толчеею или мельницею должно соединить сеющие снаряды. Для отсеивания массы лучше всего устроить сита (разные виды сит описаны в первом выпуске «Технологии по Вагнеру»), приводимые в движение тем же двигателем, который перемалывает массу. Во время перемола должно несколько раз производить отсеивание, чтобы достаточно измельченные части не препятствовали перемолу крупных кусочков. Нет сомнения, что

устройство мельницы и сеющего снаряда принесет свои выгоды фабрике. Главная причина, заставляющая подвергать материалы полному измельчению, состоит в необходимости образовать из смеси однородную массу, что и достигается только смешиванием мелко раздробленных веществ. Плавка мелко раздробленных веществ идет несравненно скорее и однообразнее, чем плавка больших кусков, а потому расход на перемоле окупится сбережением топлива и времени.

Кварц, употребляемый в Богемии и некоторых других местах, также кремень и другие виды кремнистых веществ, прямо весьма затруднительно измельчать, потому что они вязки. Чтобы сделать их хрупкими, их накаливают и накаленные бросают в холодную воду.* Тогда они получают множество трещин, распадаются на куски и легко измельчаются. Когда куски распались в воде, тогда отбирают от них бурые куски, содержащие много железных окислов. Измельченные и просеянные кремнеземистые материалы часто (для лучших сортов стекла) отмучивают, т. е. взбалтывают с водою, и мутную воду, содержащую в себе мельчайшие частицы, сливают с остатка и дают отстаиваться. То, что осядет из такой воды, будет представлять весьма тонкий порошок. Песок, если он достаточно мелок, просеивают, чтобы удалить гальки, крупные кусочки, а потом промывают, чтобы удалить посторонние мельчайшие подмеси. Известь, если ее употребляют в виде углекислой соли, например в виде мела, тоже необходимо хорошо измельчить и просеять; если же в дело берется жженая известь, то ее или оставляют на воздухе распадаться, или смачивают малым количеством воды, которая заставляет известь распадаться в рыхлый порошок, если только она была довольно чиста. При употреблении золы должно также измельчать ее и отсеять, чтобы с нею не попали камешки. Для низших сортов стекла не должно пренебрегать этою предварительною обработкою сырых материалов, особенно просеиванием. От невыполнения этого стекло трудно переплавляется, в нем образуются неровности, крупинки, жилы, в горшках скопляется большой осадок нерастворившихся веществ, удерживающий в себе много годного в дело стекла, и т. д. Для лучших сортов стекла эта предварительная обработка должна быть ведена весьма тщательно. Измельчение боя может быть только грубое, но должно особенно тщательно отбирать куски боя и промывать их, что объяснено было уже ранее.

---

* Нагревание и быстрое охлаждение кварца применяют для облегчения последующего дробления его. При быстром охлаждении при температуре $\alpha - \beta$ превращения кварца (575°), ввиду резкого изменения удельного объема, происходит растрескивание кристаллов кварца. Образовавшиеся трещины облегчают дробление кварца. [*Прим. ред.*]

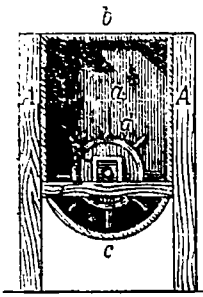
Измельченные и просеянные материалы сушат в особой печи. Сушить особенно необходимо в том случае, когда смесь материалов перед варкою не накаливается в особых печах (не фриттуется). Если невысушенные материалы бросить в горшок, то температура его сильно понизится от выпаривания воды, и горшок скоро лопнет.

Высушивание материалов необходимо также для того, чтобы отвешивать их в данной пропорции; потому что иначе при различном содержании влажности вес не покажет количества веществ, служащих для образования стекла.

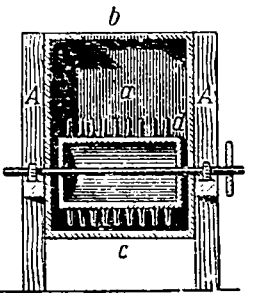
Высушенные вещества смешиваются между собою в надлежащей пропорции. Для этого обыкновенно исходным пунктом служит количество кремнезема. Потому-то во всем последующем изложении мы приняли за количество кремнезема = 100 фунт. и определили, сколько на 100 фунт. его берется других составных веществ. О количестве составных веществ мы скажем вслед за сим, а теперь заметим, что количество каждой составной части должно определять по весу, а не по объему, как это часто делается на стеклянных заводах. Часто состав составляют, отмеривая столько-то шаек золы, столько-то шаек песку и извести. Такое определение количества составных веществ производится, конечно, несравненно скорее, чем взвешивание, и оно могло бы быть достаточно точным, если бы стеклодельные материалы были тела жидкие, а не твердые, или даже если бы они были столь однородны, как, например, зерна хлеба. Но так как этого нет, то одна объемная мера может заключать в себе значительно разные количества одного и того же материала. Так, шайка извести может заключать в себе весьма различные количества извести, смотря по тому, сколь рыхла известь или сколь мелко она раздроблена. Таким образом, употребляя мерилом объемы, а не веса, нельзя достичь верности в составе стекла, а потому и необходимо делать потом поправку состава прибавлением одного или двух недостающих составных веществ. Такая поправка производится уже неизбежно наглаз, оттого часто ведет к ошибкам, а во всяком случае, к трате времени и топлива. Нет возможности избежать случайностей стеклоделия, когда самое важное условие успеха — точность состава — делается небрежно. Здесь еще необходимо заметить, что отвешивание и смешение должно поручить особому мастеру, а не тому, который смотрит за ходом печи и плавки. Этот последний должен только следить за результатами плавки данной смеси и указать на ту поправку в составе, которую должно сделать при смешении.

Итак, высушенные вещества отвешивают в надлежащем количестве и тщательно смешивают. Для этого смешения недостаточно

сделать несколько перемешиваний лопатами и граблями, как это делается на многих заводах, но необходимо производить это в особом, очень простом снаряде, позволяющем производство хорошего смешения в непродолжительное время, с меньшею тратою рабочих рук, чем при замешивании руками. Такой снаряд может быть устроен на каждом заводе домашними средствами и подобен простейшим снарядам для замешивания теста. Один из снарядов для смешения стеклянного состава изображен здесь на фиг. 1 и 2 в вертикальном продольном и поперечном разрезах. Это есть деревянный ящик *a*, укрепленный на ножках *AA*, с отверстием *b* в верхней крышке для всыпания смеси и с отверстием внизу для высыпания перемешанной массы. Внутри ящика укреплен вал *d* с многими кулаками. При вращении вала масса перемешивается. Употребляют также для смешения материалов вращающиеся бочки с железными или каменными шарами. Об старом способе смешения, производимом при посредстве воды, — способе, который несколько раз предлагали в последнее время, — надо заметить, что за ним должно следовать высушивание (расхода оно, конечно, особенно большого произвести не может, потому что теплоты на стеклянных заводах теряется довольно много), а при нем неизбежно произойдет неравномерность смеси, если смесь содержала воду.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Нет сомнения, что предварительная обработка материалов оказывает существеннейшее влияние и на ход плавки, на расход горючего и на достоинство получающегося стекла. Для успешного хода этой предварительной обработки стеклянные заводы должны были бы учреждать подле себя мельницы, движимые ветром или водою, которые производили бы все те предварительные механические работы, которые оттого часто и не производятся тщательно, что стоят очень дорого, требуя ручной работы. Измельчение, сеяние, перемешивание и т. п. легко производить мельничным двигателем. Так как изготовленный состав может долго лежать без употребления, то его нужно заготовлять заранее в потребном количестве, а потому можно довольствоваться дешевыми и простыми ветряными мельницами, свойство которых состоит именно в том, что они работают не всегда, а только периодически.

[B.] Количество сырых материалов

Та смесь сырых материалов, или масса, которая употребляется для выплавки стекла, различается по относительному количеству каждой составной части. Состав этот различается: a) по роду стекла, назначаемого для известного рода изделий; b) по качеству сырых материалов; c) по устройству печи и давности ее хода, и d) по качеству топлива. Общих правил в этом отношении достигнуто еще очень немного и по справедливости должно согласиться, что нет двух стеклоделов, которые были бы вполне согласны относительно рода смеси, необходимой в каждом данном случае, как говорит Clay.

Требования же, которым должна удовлетворять масса, весьма ясны: она должна по возможности скоро плавиться и превращаться в чистое жидкое стекло, а это последнее должно при понижении температуры дать тягучую массу, застывающую в стекло данного сорта. От состава массы, при данном устройстве печи и при равенстве всех других условий, зависит главным образом достоинство стекла, скорость выработки и расход горючего материала, а следовательно, и вся выгодность производства, потому-то на этот предмет должно обращать столь много внимания, как только позволяют знания заводчика и условия, в каких находится завод. Зависимость смеси от устройства печи и от горючего материала определяется тем, что в разных печах и при разном топливе достигается весьма различная температура, а следовательно при некоторых условиях необходимо брать легкоплавкий состав, хотя этого и не требует ни род изделия, ни выгода производства. Мы уже рассмотрели те условия, которые делают стекло более легкоплавким, а потому более не остановимся на этом. Печь, бывшая первоначально пригодною для выплавки очень тугоплавкого стекла, со временем часто не дает уже надлежащей для того температуры, а потому впоследствии состав должно употребить более легкоплавкий. Это изменение свойств печи зависит иногда от некоторых повреждений, от трещин, от скопления капель щелочей на своде, потому что они проникают [пронизывают] свод в виде жидкости и делают его со временем лучшим проводником тепла, и т. д. Впрочем, важнейшее влияние на относительное количество смешиваемых веществ имеет род желаемого стекла, а потому мы и остановимся преимущественно на этом предмете. При решении вопроса о количестве каждой составной части можно итти тремя путями:

1) зная состав желаемого стекла и состав имеющихся материалов, определить относительное их количество, необходимое для образования желаемого стекла;

2) зная состав и свойство смешиваемых веществ, узнать также и те количества, в каких берутся эти вещества для получения данного сорта стекла. Очевидно, что здесь необходимо уже для произведения данного сорта стекла иметь те же самые или весьма сходные материалы, какие берутся на других известных нам заводах;

3) взять примерную смесь, выплавить ее и поправить состав ее, добавляя ту или другую составную часть, пока не получится стекло желаемого сорта.

Нет сомнения, что первый способ решения задачи о количестве составных веществ гораздо общее второго и третьего, и есть единственный научный способ; но на практике стекло всегда почти приготовляется по рецепту или на взгляд мастера, что происходит, конечно, от того, что заводчику часто недостает умения, желания или возможности вести настоящим образом свое дело. Нет сомнения в том, что, сделавши сразу настоящую засыпь, сократим и время выплавки, и труд, и горючий материал, не говоря уже о том, что чрез это устранятся те неизбежные случайности, которые столь часто нарушают ход выплавки стекла при употреблении 2-го и 3-го способов составления смеси.

Так как при составлении смеси имеет весьма важное значение летучесть щелочей и она необходимо должна быть принята в расчет, то мы и остановимся сперва на этом предмете, потом упомянем о других потерях, неизбежно сопровождающих стекловарение; далее дадим способы вычисления количества смешиваемых веществ, наконец приведем те количественные отношения составов, какие употребляются на разных заводах, и опишем способы поправки ошибок в составе массы.

[Г.] Летучесть щелочей

Известно, что все почти щелочные соли при сильном жаре улетучиваются, что можно заметить, помещая в бесцветное пламя (например в пламя спирта или водорода, или в пламя паяльной трубки и т. п.) шарики солей разных металлов. Улетучивание солей можно заметить не только по убыли их в весе, но и по цвету пламени, окрашивающемуся от подмеси разных металлических соединений в разные цвета.

Так, например, все соединения натрия окрашивают пламя желтым цветом. Соли щелочей — кали и натра — гораздо летучее, чем соли извести и т. п., потому что и сами щелочные металлы и их окислы летучее. Потому при выплавке стекла, когда температура массы весьма велика и тяга газов очень сильна, происходит значительная убыль щелочей. Это — вопрос, интересующий практика во многих

отношениях. Главное, конечно, то, что чрез эту потерю стекло лишается самой дорогой своей составной части, приобретает тугоплавкость и становится способнее к расстеклованию. Но не это одно составляет худую сторону летучести щелочей, — стеклодел страдает от нее еще потому, что улетучивающиеся щелочи садятся на стенки печи, проникают в глину, делают ее легкоплавкою, портят чрез это печь, чем останавливается ход всего завода; кроме того, со свода попадают в горшки со стеклом капли щелочей, смешанных с нечистотами. Вследствие всего этого необходимо стараться всеми средствами уменьшить улетучивание щелочей. Вот главные средства, могущие содействовать уменьшение потери щелочей:

1. Понижение температуры образования стекла, т. е. всей плавки. Так как свинцовое стекло и растворимое стекло имеют низшую температуру плавки, то для них, как мы и увидим ниже, потеря щелочей незначительнее. Чтобы понизить температуру выплавки, весьма полезно употреблять следующий способ — сперва получить легкоплавкое стекло, а потом прибавлять к нему тех веществ, которые, растворяясь, делают его тугоплавким. Для этого может служить бой. Его надо бы прибавлять сперва в большем количестве, чем потом; поступают же обыкновенно обратно. Для этой же цели должно прибавлять в горшок смесь не большими, а малыми порциями, что, впрочем, и соблюдается на многих заводах. Предлагали также получать сперва весьма легкоплавкое стекло, т. е. сильно щелочное, а потом уже прибавлять к нему извести и кремнезема в количестве, необходимом для получения желаемого сорта. Предложено даже было сперва приготовлять только растворимое стекло, потому что оно легко образуется, и в нем растворять известь.

2. Уменьшение времени плавки. Так как в кратчайшее время улетучится меньше щелочей, чем в более продолжительное, то все средства (которые, конечно, выгодны для фабриканта) для сокращения времени плавки послужат и для уменьшения потери щелочей. Сокращение времени выплавки зависит главным образом от правильного ведения плавки (что будет рассмотрено в следующей главе) и от хорошей подготовки материалов. Чем однороднее смесь, тем скорее даст она однородное стекло, что и достигается плавкою.

3. Уменьшение количества газов, выделяющихся из стеклянной массы. Газы, выделяясь из стеклянной массы, уносят с собою пары щелочей. Для уменьшения количества газов должно по возможности избегать всех тех веществ, которые выделяют из себя при плавке газы. В этом отношении полезно брать жженую известь, а не углекислую.

4. Покрытие сплавленного состава слоем сплавленной поваренной соли, не препятствуя проникновению лучистой теплоты к составу, не позволяет щелочи испаряться из стекла. При этом, без сомнения, испаряется очень много поваренной соли, но потеря в ней малоценна для завода.

Потеря щелочей не составляет, впрочем, очень большого денежного расчета; гораздо важнее для нас решение вопроса о величине этой потери, потому что, не зная ее, нельзя сделать ни одного даже приблизительно верного состава для стекла. До сих пор имеются только весьма немногие наблюдения относительно величины потери щелочей. Эти наблюдения показывают, что величина потери в разных случаях весьма неодинакова, что можно вывести уже из сказанного выше. Наблюдения подобного рода должны быть производимы при помощи анализов. Вот, например, средства, могущие служить для этого: зная состав и количество материалов, взятых для плавки, можно определить, сколько весовых частей щелочи приходится на 100 частей кремнезема; то же отношение должно отыскать и в готовом стекле, полученном из взятой смеси. На 100 частей кремнезема в стекле будет меньше щелочей, чем во взятой смеси. Так, например, Штейн определил однажды, что из 20.5 частей щелочи, бывшей в смеси, в стекле осталось только 16.9 частей щелочи, т. е. потеря равна $\frac{3.6}{20.5}$, или около $^1/_5$ доли всей взятой щелочи. При плавке произошла столь большая потеря потому, что плавка была ведена дольше обыкновенного.

Шплитгербер сделал для определения потери щелочей следующие опыты:

1) смесь 100 частей кремнезема и 50 частей соды, содержавших 29.3 [части] натра, дала при сплавлении стекло, содержащее на 100 частей кремнезема и только 25 частей натра. Следовательно, щелочи потерялось при плавке около 13%;

2) смесь 100 частей кремнезема и 50 частей поташа, содержавших 34.0 части кали, дала стекло, содержащее на 100 частей кремнезема 30.2 [части] кали; следовательно, потеря щелочи равна 11%. Другие опыты также показывают, что натра теряется весьма больше, чем кали;

3) смесь 100 частей кремнезема, 45.5 части соды, т. е. 26.6 натра и 12.7 углекислой извести, содержащей 7.06 безводной извести, после сплавления образовала стекло, содержащее на 100 частей кремнезема 20.2 части натра и 6.6 части извести. Потому потеря натра равна 24%, а потеря извести равна 6%. При настоящем состоянии наших сведений можно уже положительно сказать, что увеличение потери щелочи зависело в этом случае от повышения температуры плавления и продолжительности плавки.

Сравнивая анализы лучших богемских стекол с составом смесей, можно видеть, что средняя потеря щелочей при выплавке их равна $^1/_6$, или 16%.

При плавке растворимого поташного стекла (состоящего из 62 частей кремнезема и 26 частей кали) происходит потеря около 7% кали. Эти наблюдения показывают нам, что поташное стекло меньше теряет, чем содовое; что известковое стекло теряет больше, чем просто щелочное.

Среднюю потерю щелочи для обыкновенных поташных стекол должно класть в 15—20%, а для содовых обыкновенных стекол в 20—25%. При дальнейших вычислениях мы принимаем потерю щелочи для кали $= ^1/_6$, а для натра $^1/_4$; в случае же смеси щелочей $= ^1/_5$, для извести потеря $= ^1/_{16}$.* Принимая во внимание такого рода потерю, можно уже по составу смеси заключить о составе стекла, которое из нее получится, и наоборот, по данному составу стекла можно заключить, из какого смешения оно получено.

[Д.] Другие потери при стекловарении

Кремнезем, сколько то можно судить по известным до сих пор фактам, ничего не теряет при образовании стекла, но вес полученного стекла меньше веса взятых материалов, что зависит, главным образом:

1) от выделения углекислоты (углекислого газа) из углекислых солей (кали, натра и извести) и угля и серной кислоты (в виде сернистого газа) при засыпи глауберовою солью;

2) от потери воды из извести и других водных соединений, если они взяты в водном состоянии и недостаточно высушены до взвешивания. Сурик, селитра и другие материалы также теряют в своем весе при переходе в стекло;

3) от улетучивания щелочей;

4) от образования каменистого осадка, не превратившегося в стекло;**

5) от образования пены, т. е. всплывших наверх неостекловавшихся веществ, снимаемых пред выработкою (что называется хальмованием);

6) от потерь чрез течь горшков, чрез перекипание, разбрызгивание и т. п.

---

* В настоящее время потери щелочей в процессе варки стекол значительно ниже, в среднем не превосходят 7—10%. [*Прим. ред.*]

** В настоящее время в нормальном технологическом процессе стекловарения образование таких осадков недопустимо. Наличие непрореагировавших шихтных материалов в виде так называемых «шихтных камней» также не допускается. [*Прим. ред.*]

Так как последние три рода потерь невозможно вычислить и возможно уменьшить при хорошем ходе завода, то мы остановимся здесь на неизбежных потерях первых трех родов, а именно, определим их величину.

Углекислые щелочи, взятые для выплавки стекла, теряют при ней заключающуюся в них углекислоту. При употреблении чистого поташа, чистой соды и чистого мела, если они были взяты в сухом виде, происходит следующая потеря.

Поташ или углекислое кали теряет из 69 частей (вес пая) по весу 22 части, или около $^1/_3$, а именно 31.9% в виде углекислого газа, да, кроме того, $^1/_6$ из оставшейся щелочи от улетучивания ее, следовательно, из 69 [частей] поташа в состав стекла входит ($69-22-^{47}/_6$) только 39.0 частей, немного только более половины, а именно около 57%. Полагая 7% на все другие потери (на подмесь неостекловывавшихся веществ, бывших в поташе, и т. п.), должно вывести, что *из взятого количества обыкновенного поташа остается в стекле только половина в виде кали*, а потеря чистого поташа $= ^{43}/_{100}$, или почти $^2/_5$ по весу. Если поташ был очень нечист, например содержал в себе значительную подмесь других солей, или если он был не высушен, то потеря будет еще больше, потому что часть подмесей не взойдет в стекло. Но как нечистый поташ содержит всегда некоторое количество кремнезема и других нетеряющихся окислов и подмесь других солей в поташе обыкновенно не велика, то среднюю потерю можно класть равною половине веса взятого поташа. При этом расчет должно вести на сухой, а не на сырой поташ. Зола теряет меньше, чем поташ, потому что содержит меньше углекислоты и больше нелетучих веществ, входящих в состав стекла. Исчисляя потерю в золе разных деревьев и трав, можно допустить средним числом, что сухая (не содержащая вовсе влажности) зола теряет около 25% в виде углекислоты и других летучих кислот, около $2^1/_2$% в виде щелочей (кали и натра), около $2^1/_2$% в виде извести, всего около 30%, или около $^1/_3$ по весу.

Чистая прокаленная сода (рассыпающаяся, непрозрачная, не содержащая нисколько воды) теряет при образовании стекла из 53 частей по весу 22 части в виде углекислого газа, да еще $^1/_4$ из оставшейся щелочи в виде улетучивающейся щелочи, т. е. из 31 еще 8 частей, всего $22+8$, или 30 частей из 53, или около 55%, т. е. около $^3/_5$ своего веса. Итак, *сухая чистая сода теряет из своего веса около $^3/_5$, в стекле же остается около $^2/_5$ натра.*

Кристаллическая чистая сода (в таком виде сода покупается или приготовляется для чистых стекол) содержит, кроме того, воду, а именно, на 53 весовых части соды приходится еще 90 частей воды. Эту воду теряет кристаллическая сода при просушивании.

Когда отмеривание производится в виде кристаллической соды, то должно считать, что 143 части кристаллической соды равны 53 частям сухой соды; что из 143 частей кристаллической соды останется в стекле только 23 части натра, следовательно потеря равна 120 частям, или около $^6/_7$ по весу. Потеря нечистой сухой соды меньше, чем чистой, потому что в нечистой соде много извести, переходящей в стекло с малою потерею.

Глауберова соль (сернокислый натр), если она взята в сухом виде и смешана с $^1/_{10}$ по весу угля, то при образовании стекла теряет из 71 части по весу соли и из 7 частей угля, всего, следовательно, из 78 частей около 47 частей, или из 71 части соли теряется 40 частей да еще весь уголь, следовательно остается натра 31 часть, которые теряют от улетучивания щелочи еще $^1/_4$, т. е. около 8 частей; остается в стекле из 71 части соли только 23 части, а теряется 48 частей. Итак, потеря *сухой глауберовой соли равна почти* $^2/_3$, *а остается от нее в стекле около* $^1/_3$ *по весу натра, да притом теряется весь взятый уголь*, если его количество не более $^1/_{10}$ по весу взятой глауберовой соли. Если глауберова соль была смешана с большим количеством поваренной соли (например, если взяты остатки соловарен) или если угля было взято мало, или если соль не сухая, или соль содержала избыток серной кислоты (как это бывает часто, когда глауберова соль составляет остаток от химических производств), то потеря ее еще увеличивается и от улетучивания и от количества неостекловавшихся солей.

Мел и другие чистые и сухие виды углекислой извести при выплавке стекла теряют из 50 частей по весу 22 части в виде углекислого газа, да еще из оставшейся извести (из 28 частей) $^1/_{10}$, т. е. около 2 частей, всего около 24 частей, следовательно, из *взятого количества сухого мела улетучивается и теряется немного менее* $^1/_2$, *остается в стекле в виде извести немного более* $^1/_2$.

Известь, прокаленная, потом смоченная водою для рассыпания и высушенная при довольно сильном жаре, теряет очень мало в своем весе. *Но известь, лежалая на воздухе и потом только высушенная при умеренном жаре, теряет не менее* $^1/_3$ *своего веса, а часто и больше, смотря по степени высушивания.* Вопрос решить легко, сколько теряет взятая известь при образовании стекла. Стоит взять отвешенное количество имеющейся (высушенной или такой, которая весится для смешения) извести, положить ее в небольшой плавильный горшок (тигель) и поставить в стеклянную печь часа на два для прокаливания, быстро остудивши, взвесить, что и покажет потерю извести, происходящую при стеклообразовании. Потеря от летучести извести так мала, что ее можно не принимать в расчет.

Вопрос о потерях должно непременно решить, когда хотят точным образом составлять массу и желают получить стекло известного свойства. В тех случаях, когда стекловаренные материалы не чисты, то должно особыми анализами определить их состав в том именно виде, в каком они идут для смешения и взвешиваются. По анализу каждого материала легко уже узнать, имея все вышеприведенные данные, и величину потерь и, что всего важнее, количество веществ, остающихся из данного материала в стекле, а потому можно и определить состав стекла, получающегося при данном смешении. Приводим пример, и нарочно пример более сложный, впрочем в круглых цифрах, для наглядности. Положим, что бутылочное стекло на каком-либо заводе составляют

из 100 частей по весу песку
200 » » » древесной золы.

Спрашивается, сколько может получиться стекла и какого состава будет оно, если к массе, положим, подмешан бой того же состава, как и получающееся стекло, т. е. остатки от прошлой выработки.

Песок по анализу имеет	
	в 100 частях
Кремнезема	88
Глинозема	6
Кали	3
Окиси железа . . .	3

Зола по анализу имеет		
	в 100 частях	в 200 частях
Кали	10	20
Натра	2	4
Извести	35	70
Кремнезема . . .	21	42
Окислов железа и других . . .	4	8
Углекислоты . .	28	56

Следовательно, во всей смеси, в 300 частях, заключается:

	Взято	Останется	Потеря
Кремнезема	130	130	0
Глинозема	6	6	0
Окислов железа . . .	11	11	Очень мала
Извести	70	66	4
Кали	23	19	4
Натра	4	3	1
Углекислоты	56	0	56
Всего взято . .	300, останется всего	235, улетит всего	65[1]

[1] Т. е. средн. числом потеря золы равна $^1/_3$ взятого количества.

Следовательно, во 100 частях полученного стекла будет заключаться:

Кремнезема около	55%
Глинозема	3
Окислов железа и других около	5
Извести	28
Кали	8
Натра	1
	100%

Что действительно и выражает весьма близко состав наших бутылочных стекол, приготовляемых из песку и золы.

Чтобы вычислить выработку стекла из данного количества употребленных материалов, должно считать, кроме потерь от улетучивания, еще потери от отстоя, хальмования и боя. На эти последние потери нужно класть не менее $^1/_8$ всего стекла для каждой выработки; но как бой, оставшийся от прошлой выработки, идет на новую выработку, то примерно потерю при большом производстве на остатки надо считать около $^1/_6$. Итак, положим, например, что в дело употреблено 1000 пуд. песку и 2000 пуд. золы, они дадут стекла, считая по предыдущему расчету, 2350 пуд., да потери произойдет около 350 пуд., в выработке будет около 2000 пуд. из 3000 пуд. материала.

[Е.] Вычисление количества материалов, необходимых для данного сорта стекол

Желая рационально начать производить какого-либо сорта стекла, необходимо не только знать те материалы, какие для сего пригодны, но и: 1) состав желаемого стекла, 2) состав употребляемых материалов и 3) относительное количество их, необходимое для выплавки желаемого стекла.

О составе разных стекол мы уже говорили ранее, так же как и о составе сырых материалов (этот последний в случае нечистых материалов, употребляемых особенно для низших сортов стекла, должен быть хотя примерно определен химическим анализом); теперь же мы покажем, что, *зная состав желаемого стекла и состав употребляемых материалов, можно вычислить количество каждого материала,* необходимого для плавки. Это весьма важно как для возможности предварительного расчета, так и для ведения учета работ, а главное для того, чтобы с уверенностью твердо итти в деле производства и избежать случайностей, неизбежных с нерациональным ведением дела.

Для того, чтобы можно было делать вычисление количества материалов, должно знать то, что было говорено в предыдущих отделах. Сущность этого выражается следующею таблицею:

Материалы	Из них переходит в стекло	Потеря
Чистый сухой песок, кварц и тому подобные виды кремнезема	Все в виде кремнезема	Нет
Чистый сухой поташ . . .	$^1/_2$ в виде кали	$^1/_2$
Чистая сухая зола	$^2/_3$ в виде щелочей, извести и кремнезема	$^1/_3$
Чистая сухая сода	$^2/_5$ в виде натра	$^3/_5$
Чистая сухая глауберовая соль	$^1/_3$ в виде натра	$^2/_3$
Мел сухой и т. п.	$^1/_2$ в виде извести	$^1/_2$
Прокаленная известь . .	Все » » »	Нет

Ту же таблицу можно представить в другом виде, более удобном для последующих вычислений.

Чтобы ввести в состав стекла	Должно взять
1 часть по весу (например 1 фунт) кали (окиси калия)	2 части чистого сухого поташа или пропорциональное этому количество золы, вместе с которой взойдут в стекло известь и другие окислы, что узнается по анализу.
1 часть натра	$2^1/_2$ части чистой сухой соды или 3 части глауберовой соли и $^3/_{10}$ угля.
1 часть извести	2 части мела или другой углекислой извести, или 1 часть прокаленной жженой извести, или $1^1/_2$ части обыкновенной распавшейся на воздухе извести.
1 часть кремнезема	1 часть чистого сухого песку или другого кремнезема.

Положим, что желательно иметь стекло такого-то состава и приготовить его из чистого песку, мела и поташа.

Состав стекла перечислим таким образом, чтобы узнать, сколько на 100 частей кремнезема содержится в нем других окислов.

Количество, полученное таким образом, умножим на число, найденное по приведенной выше таблице или по анализу, чрез что и получим вес материалов, которые должны примешать к 100 частям чистого песку.

Объясним это примером. Средний состав богемского хрусталя есть:

Кремнезема	76
Кали	15
Извести	8
Глинозема	1

Глинозема так мало, что подмесь его, вероятно, зависит от нечистоты кремнезема или от перехода части глинозема из горшков в состав стекла, а потому количество его не примем в расчет. По пропорции найдем, что на

100 частей кремнезема в богемском хрустале
19.7 » кали и
10.5 » извести

Следовательно, в состав должно ввести 19.7 кали, для чего должно взять 19.7×2 сухого чистого поташа или 39.4, т. е. около 40 частей чистого сухого поташа, а для введения 10.5 извести должно взять или 21 часть мела, или 10 частей прокаленной извести. Следовательно, всего около

100 частей чистого песку
40 » чистого поташа
20 » мела, или 10 частей извести прокаленной

Числа, приведенные далее, показывают, что, действительно, в практике употребляемые составы сходны с вычисленным средним составом.

Приводим второй пример. Французское листовое стекло имеет состав:

Кремнезема	74
Натра	17
Извести	6
Глинозема и др.	3

Из чего можно вычислить, что оно должно приготовляться из:

100 частей чистого сухого песку
58 » чистой сухой соды и
16 » мела, или 8 частей прокаленной извести, или
12 » обыкновенной извести.

Таким образом, имея образец стекла, возможно найти по составу его количество материалов, из которых он приготовлен.

Вычисление количества материалов труднее точно произвести, когда материалы нечисты, потому что состав нечистых материалов

не однороден. О том, как должно поступать при этом, можно судить по нижеследующему примеру. Заметим предварительно, что при вычислении должно обращать внимание только на главные составные части, и только смотреть, чтобы количество несущественных составных частей не превышало обыкновенных величин, выражающих содержание этих веществ в стеклах данного сорта.

Имеют, например, в распоряжении для приготовления зеленого бутылочного стекла: 1) глауберову соль, но нечистую, содержащую во 100 частях сухой соли только 85 частей чистой соли, остальное — подмесь хлористых солей, не превращающихся в стекло; 2) песок почти чистый, содержащий небольшую подмесь глинозема и окислов железа; 3) кроме того, могут дешево достать сырые остатки с мыловаренного завода, содержащие около 5% кали, до 25% извести и часть неостекловывающихся солей и другие подмеси, не входящие в стекло. Спрашивается, в какой смеси взять эти вещества, чтобы получить твердое бутылочное стекло состава:

	Частей	
	от	до
Кремнезема	60	65
Извести	25	20
Натра	5	8
Кали	2	3
Глинозема и окислов железа	3	8

На 100 частей песку, считая, что в песке будут содержаться и глинозем и окислы железа (бо́льшая часть), придется:

	Частей (около)
Извести [1]	33
Натра	10
Кали	5

Чтобы ввести 33 части извести, нужно взять $\frac{33 \times 100}{25}$, или 132 части остатков мыловаренного завода, вместе с которыми в стекло попадет 6% кали. Для введения 10 частей натра должно взять 30 частей чистой глауберовой соли и 3 части угля, а как

[1] Вычислено по пропорции: если на 60 + 3 или на 65 + 8, т. е. средним числом на 68 [частей] кремнезема, глинозема и окисла железа приходится от 25 до 20 или 22 1/2 [части] извести, то на 100 частей придется x, т. е. $68 : 22\frac{1}{2} = 100 : x$, откуда $x = 33$.

глауберова соль не чиста, то должно ее взять $30 \times {}^{100}/_{85}$, или около 35 частей. А потому состав должен содержать:

	Частей (около)
Песку	100
Глауберовой соли . . .	35
Угля	3
Сырых остатков мыловаренных заводов . .	132

[Ж.] Смешения, употребляемые на разных заводах для разных сортов стекол

Эту статью мы почти вполне (до страз) заимствуем от Штейна. В нижеприведенных таблицах приведены численные величины не только для количества материалов, но и для определения величины плавильной потери и для определения относительной ценности важнейших сортов стекла. Потери вычислены подобно тому, как объяснено выше, кроме того примерно принята потеря от снятия пены при хальмовании. Для вычисления потерь поташ и сода приняты, как содержащие 90% чистой соли, а глауберова соль, как содержащая 95 [%] чистой соли.

При определении ценности стекла (насколько оно зависит только от ценности сырых материалов) принято, что:

100 фунт.[1]	[Стóят]
Измельченного кварца	— 50 коп.
Обыкновенного песку	— 17 »
Белого песку	— 25 »
Известняка	— 17 »
Мелу и извести	— 67 »
Глауберовой соли	2 руб. —
Соды	6 » 67 »
Поташа	14[2] » —
Очищенного поташа	16 » 67 »
Марганца	3 » 33 »
Белого мышьяка	6 » 67 »
Селитры	17 » —
Древесной золы	— » 67 »
Сурика	15 » —
Буры	25 » —

[1] За исходный пункт для сравнения всех составов принято во всех их 100 частях по пропорции фунтов кремнезема.

[2] У нас поташ можно достать гораздо дешевле, а за соду должно заплатить гораздо дороже, но приведенные числа относятся до средних цен, существующих в Западной Европе.

Заметим, что прибавка боя в смешениях не указана, но производится всегда.

Поташный хрусталь

	Потеря из взятого количества	Потеря из 100 фунт. смеси	Цена материалов	Цена 100 фунт. стекла
1.				
Кварца или чистейшего песку	100 фунт.	—		
Поташа	50 »	24		
Мышьяка	1/4 »	1/4		
Извести	15 »	—		
	165 1/4 фунт.	24 1/4	15	7 руб. 55 коп. 5 руб. 25 коп.
2.				
Кварца	100 фунт.	—		
Поташа	60 »	29		
Извести	20 »	—		
Мышьяка	1/2 »	1/2		
Поташной селитры	1 »	1/2		
	181 1/2 фунт.	30	17	9 руб. 14 коп. 6 руб. 21 коп.
3.				
Кварца	100 фунт.	—		
Очищенного поташа	50 »	22		
Мелу	20 »	9		
Селитры	1 1/2 »	3/4		
Мышьяка	1 1/2 »	1 1/2		
Марганца	1/20 »	—		
	173 1/20 фунт.	33 1/4	19	9 руб. 28 коп. 6 руб. 10 коп.
4.				
Кварца	100 фунт.	—		
Очищенного поташа	34 »	15		
Извести	15 »	—		
Марганца	1/3 »	—		
	149 1/3 фунт.	15	10	5 руб. 40 коп. 4 руб. 6 коп.
5.				
Кварца	100 фунт.	—		
Поташа	35 »	19		
Известняка	26 »	11 1/2		
Марганца	1/3 »	—		
	161 1/3 фунт.	30 1/2	19	5 руб. 58 коп. 4 руб. 26 коп.

Богемское зеркальное стекло

Это стекло составляется сходно с предыдущим, особенно с № *1* и *2*, но обыкновенно отличается большим содержанием щелочей, чтобы произвести более жидкое стекло, что необходимо для отливки зеркал.

	Потеря		Цена	
	из взятого количества	из 100 фунт. смеси	материалов	100 фунт. стекла
6.				
Кварца . . .	100 фунт.	—		
Очищенного поташа . . .	$66\frac{3}{4}$ »	29		
Мрамора . . .	33 »	15		
Селитры . . .	$6\frac{2}{3}$ »	$3\frac{1}{2}$		
Мышьяка . .	$1\frac{2}{3}$ »	$1\frac{2}{3}$	24	14 руб. 94 коп. 8 руб. 14 коп.
Марганца . .	$\frac{1}{5}$ »	—		
Шмальты . .	$\frac{1}{20}$ »	—		
	209 фунт.	49		
7.				
Кварца . . .	100 фунт.	—		
Очищенного поташа . . .	70 »	31		
Извести . . .	20 »	—		
Селитры . . .	$6\frac{2}{3}$ »	$3\frac{1}{2}$		
Мышьяка . .	$1\frac{2}{3}$ »	$1\frac{2}{3}$	18	13 руб. 47 коп. 8 руб. 7 коп.
Марганца . .	$\frac{1}{5}$ »	—		
Шмальты . .	$\frac{1}{20}$ »	—		
	199 фунт.	36		

Богемское белое посудное стекло

Его составляют с весьма малым содержанием извести, что должно, повидимому, дать очень гигроскопическое и мягкое стекло. Вероятно, находят выгоду в мягкости этого стекла, потому что такое стекло легче шлифуется. Может быть также, что песок и поташ, употребляемые в дело, содержат в себе недостающее количество извести.

Но, во всяком случае, было бы, кажется, полезно увеличить содержание извести, но для мягкости прибавить к массе или сурику, или буры, что должно незначительно увеличить цену, но придать стеклу лучшие качества.

	Потеря из взятого количества	Потеря из 100 фунт. смеси	Цена материалов	Цена 100 фунт. стекла
8.				
Белого песку	100 фунт.	—		
Поташа	60 »	29		
Извести	10 »	—	17	8 руб. 70 коп. 6 руб. 14 коп.
	170 фунт.	29		
9.				
Белого песку	100 фунт.	—		
Поташа	52 »	25		
Мелу	11 »	5		
Марганца	1/2 »	—	18	7 руб. 63 коп. 5 руб. 77 коп.
	163 1/2 фунт.	30		
10.				
Белого песку	100 фунт.	—		
Поташа	50 »	24		
Мелу	22 1/2 »	10		
Селитры	1 1/2 »	3/4		
Марганца	1 1/2 »	—	20	7 руб. 77 коп. 5 руб. 50 коп.
Мышьяка	1/4 »	1/4		
	176 фунт.	35		

Тугоплавкое богемское стекло, употребляемое для сожигательных трубок

11.				
Белого песку	100 фунт.	—		
Поташа	40 »	19 1/2		
Извести	18 »	—	12	5 руб. 96 коп. 4 руб. 33 коп.
	158 фунт.	19 1/2		

Это стекло тугоплавко только от малого содержания поташа при большом содержании извести.

Богемское листовое стекло

12.				
Белого песку	100 фунт.	—		
Поташа	42 »	20 1/2		
Известняка	17 1/2 »	7 1/2	18	6 руб. 17 коп. 4 руб. 70 коп.
	159 1/2 фунт.	28		

По Кирну, хорошее белое оконное стекло дает смесь 100 песку, 33 очищенного поташа, 17 поваренной соли и 25 извести (при подмеси бóльшего количества — богемское).

Французское зеркальное стекло

	Потеря из взятого количества		Потеря из 100 фунт. смеси	Цена материалов	Цена 100 фунт. стекла
13.					
Белого песку	100	фунт.	—		
Соды	33 1/3	»	19		
Извести	14 1/3	»	—		
Марганца	1/6	»	—		
	148	фунт.	19	13	2 руб. 60 коп.	2 руб.

Белое, содовое, листовое стекло

14 (получается мягкое стекло).

Белого песку	100	фунт.	—		
Соды	62 1/2	»	35		
Известняка	7 1/2	»	3 1/2		
Марганца	1/4	»	—		
Мышьяка	1/4	»	1/4		
	170 1/2	фунт.	38 3/4	23	4 руб. 50 коп.	3 руб. 33 коп.

15 (получается твердое стекло).

Белого песку	100	фунт.	—		
Соды	34	»	19		
Известняка	14 1/2	»	6		
Марганца	1/4	»	—		
	148 3/4	фунт.	25	17	2 руб. 62 коп.	2 руб. 10 коп.

16 (получается очень твердое стекло).

Белого песку	100	фунт.	—		
Соды	20	»	19 1/2		
Мелу	35	»	15 1/2		
Марганца	1/4	»	—		
Мышьяка	1/4	»	1/4		
	165 1/2	фунт.	35 1/4	21	2 руб. 51 коп.	1 руб. 93 коп.

Для посудного белого во Франции и Бельгии берут:

100 частей песку
33 части соды
25 частей извести

Полубелое, содовое листовое и посудное стекло

	Потеря из взятого количества	Потеря из 100 фунт. смеси	Цена материалов	Цена 100 фунт. стекла
17 (по Дюма).				
Песку	100 фунт.	—		
Глауберовой соли	44 »	28		
Угля	3 »	3		
Извести	6 »	—		
	153 фунт.	31	20	1 руб. 9 коп.	86 коп.
18.				
Песку	100 фунт.	—		
Глауберовой соли	50 »	32½		
Угля	3 »	9		
Известняка	21 »			
	173 фунт.	41½	24	1 руб. 25 коп.	97 коп.
19 (дает очень хороший сорт стекла).				
Песку	100 фунт.	—		
Глауберовой соли	30 »	19½		
Угля	3 »	13		
Известняка	30 »			
	163 фунт.	32½	20	90 коп.	60 коп.
20 (также дает хорошее стекло).				
Песку	100 фунт.	—		
Глауберовой соли	35 »	23½		
Соды	6 »			
Угля	3 »	15½		
Известняка	30 »			
	174 фунт.	39	22	1 руб. 38 коп.	1 руб.

По Кирну, хороший результат дает смесь 100 фунт. песку, 33 фунт. сухого поташа, 17 частей поваренной соли и 25 извести, а также смесь 100 песку, 33 глауберовой соли, 17 частей поваренной соли, 25 извести и 2½ угля.

Поташное полубелое (посудное и листовое) стекло

		Потеря		Цена	
		из взятого количества	из 100 фунт. смеси	материалов	100 фунт. стекла
21.					
Песку	100 фунт.	—			
Древесной золы промышленной	115 »	89	33	5 руб. 70 коп.	3 руб. 13 коп.
Поташа	33 »				
Известняка	22 »				
	270 фунт.				
22.					
Песку	100 фунт.				
Промышленной золы древесной	120 »				
Поташа	35 »	96½	35	5 руб. 95 коп.	3 руб. 33 коп.
Известняка	17 »				
Марганца	¼ »				
	272¼ фунт.				
23.					
Песку	100 фунт.				
Поташа	30 »				
Известняка	22 »	39	23	4 руб. 48 коп.	3 руб. 50 коп.
Соли	15 »				
	167 фунт.				

Бутылочное стекло

24.					
Песку	100 фунт.				
Глауберовой соли	20 »				
Угля	2 »				
Базальта	45 »	25	13	79 коп.	47 коп
Мыловаренного остатка	20 »				
	187 фунт.				
25.					
Песку	100 фунт.				
Древесной золы	160 »				
Базальта	50 »	78	25	1 руб. 40 коп.	67 коп.
	310 фунт.				

В Бельгии, в Шарлеруа, бутылочное стекло составляют из:

100 частей песку
20 » золы торфа
15 » глауберовой соли
5 » известняка
50 » бою

Свинцовый хрусталь

	Потеря		Цена	
	из взятого количества	из 100 фунт. смеси	материалов	100 фунт. стекла
26 (употребляют при выплавке каменным углем).				
Кварца	100 фунт.	—		
Сурика	$66^2/_3$ »	$1^1/_2$		
Очищенного поташа . . .	$33^1/_3$ »	$12^1/_2$	7	16 руб. 7 коп. 8 руб. 67 коп.
	200 фунт.	14		
27.				
Песку	100 фунт.	—		
Сурика	60 »	$1^1/_2$		
Поташа . . .	20 »	9	6	12 руб. 5 коп. 7 руб. 4 коп.
	180 фунт.	$10^1/_2$		
28.				
Песку	100 фунт.	—		
Сурика	55 »	1		
Очищенного поташа . . .	36 »	$13^1/_2$	8	14 руб. 29 коп. 8 руб.
Мышьяка . . .	1 »	1		
	192 фунт.	$15^1/_2$		
29.				
Песку	100 фунт.	—		
Сурика	70 »	$1^1/_2$		
Очищенного поташа . . .	26 »	10		
Селитры . . .	$3^1/_4$ »	$1^1/_2$	$6^1/_2$	16 руб. 65 коп. 8 руб. 77 коп.
Буры	4 »	—		
	$203^1/_4$ фунт.	13		

Оптические стекла

Оптические стекла должны отличаться жидкостью, чтобы не оставалось в них пузырьков и других нечистот, в то же время

они должны хорошо шлифоваться и быть по возможности бесцветны.* Так как для фабрикации их (и цветных стекол, страз и т. п.) должно обращать особенное внимание на чистоту продуктов, то ценность их и не приводим здесь. Оптические стекла, как известно, разделяются на *кронглас* и *флинтглас*. Первый сорт сходен по составу с обыкновенным стеклом, а последний — с хрусталем.

30. Кронглас, по Bontemps.

Белого песку	100	фунт.
Очищенной соды	$41^2/_3$	»
Углекислой извести	$22^1/_2$	»
Мышьяка	$1^2/_3$	»

31. Кронглас, по Bontemps.

Белого песку	100	фунт.
Поташа	30	»
Соды	$16^2/_3$	»
Мела	$12^1/_2$	»
Мышьяка	$^3/_4$	»

32. Кронглас, по Guinand.

Белого песку	100	фунт.
Американского поташа	40	»
Сурика	5	»
Буры	5	»
Марганца	$^1/_4$	»

33. Флинтглас, по Bontemps.

Кварца	100	фунт.
Сурика	100	»
Очищенной соды	30	»

34. Флинтглас, по Bontemps.

Песку	100	фунт.
Сурика	100	»
Поташа	23	»
Буры	7	»

Стразы

35. (по Douault—Wieland).

Горного хрусталя	100	фунт.	100	фунт
Сурика	157	»	154	»
Едкого кали, очищенного спиртом	$54^1/_3$	»	$54^1/_3$	»
Буры	$7^1/_3$	»	6	»
Мышьяка	$^1/_3$	»	$^1/_6$	»

* Расплавы оптических стекол должны обладать достаточной текучестью, чтобы из них легко удалялись газовые пузыри и свили. Готовое оптическое стекло должно хорошо шлифоваться и быть по возможности бесцветным. [*Прим. ред.*].

36.

Белейшего песку	100	фунт.
Чистейших свинцовых белил	171 1/8	»
Едкого кали, очищенного спиртом .	32	»
Буры	9	»
Мышьяка	1/3	»

37.

Горного хрусталя или белого песку	100
Сурика	100
Буры	66
Селитры	22
Мышьяка	5

Для разноцветных страз, или искусственных драгоценных камней, обыкновенно берут уже готовое стразовое бесцветное стекло и приплавляют к нему окрашивающих веществ.

Во всяком случае, материалы должны быть сколь возможно хорошо измельчены, просеяны, помещены в лучший тигель и проплавлены при постепенно возвышающемся жаре. Когда жар достиг желаемой степени, его поддерживают возможно долгое время и потом [стекло] быстро охлаждают.

38. Топаз получают из:

Белых страз	1000
Сурьмяного стекла	40
Золотого пурпура	5

Сурьмяное стекло получают, сплавляя трехсернистую сурьму с окисью сурьмы. Оно должно просвечивать и иметь светлый бронзовый цвет. О золотом пурпуре (кассиев пурпур) будет сказано в выпуске о металлических препаратах.

39. Топаз получают также из:

1000 частей бесцветных страз
1 части чистой окиси железа

40. Рубин получают из топазовой массы:

1 часть топазовой массы
8 частей страз

Сплавляют в гессенском тигле, и плавильный жар печи удерживают часов 30.

41. Рубин получают также из:

Страз	1000
Окиси марганца	25

Но этот хуже предыдущего.

42. Совершенно чистый рубин получается, по Шредеру (Schröder), сплавляя:

Горного хрусталя	1000
Прокаленной чистой соды	500
» буры	400
Сурика	400
Селитры	300
Золотого пурпура	30
Серой сурьмяной руды, т. е. трехсернистой сурьмы	16
Марганца	16

43. Смарагд получается легко. Следующая смесь дает стекло, очень сходное с природным смарагдом:

Страз	1000
Окиси меди	8
» хрома	0.2

Прибавляя больше окисей меди и хрома и, кроме того, еще немного окиси железа, можно изменять зеленые оттенки.

44. Сафир получают из:

Страз	1000
Чистой окиси кобальта	15

По Шредеру, сафир получается из следующих смесей:

	45	*46*	*47*
Горного хрусталя	750	500	750
Прокаленной соды	360	250	360
» буры	120	200	60
Сурика	120	100	60
Селитры	60	40	30
Углекислой закиси кобальта	1	1/4	—
» окиси меди	—	15	20

48. Аметист получают, сплавляя:

Страз	1000
Окиси марганца	8
» кобальта	5
Золотого пурпура	1/6

49. Аквамарин, или берилл:

Страз	1000
Сурьмяного стекла	7
Окиси кобальта	2/6

50. Сирийский гранат, карбункул подделывают, сплавляя:

Страз	1000
Сурьмяного стекла	500
Золотого пурпура	4
Окиси марганца	4

51. Гранат получают, по Шредеру:

Горного хрусталя	550
Прокаленной соды	180
» буры	135
Сурика	90
Селитры	40
Марганца	5
Окиси железа	3

52. Поддельный лазоревый камень (lapis-lazuri) окрашивают кобальтом, а непрозрачность придают подмесью жженых костей. Его приготовляют, сплавляя:

Горного хрусталя	360
Прокаленной соды	120
» буры	90
Сурика	60
Селитры	35
Жженых костей	60
Углекислой закиси кобальта	2

53. Искусственный опал получают при сплавлении смеси:

Горного хрусталя	540
Прокаленной соды	180
» буры	120
Сурика	90
Селитры	30
Золотого пурпура	15
Жженых костей	$^1/_{10}$
Хлористого серебра	2

Разнообразие цветов, могущих быть полученными, может быть достигнуто изменением окрашивающих окислов, что можно попробовать, употребляя паяльную трубку, посредством которой можно получить сплавленные шарики разнообразнейших цветов, употребляя буру, соду и другие вещества, дающие стеклообразную массу, и прибавляя к ним различных металлических окислов в разных количествах и действуя разными частями пламени, получающегося от паяльной трубки.

Мутные стекла

Мутными стеклами называются такие, которые лишились прозрачности от подмеси непрозрачных неостекловавшихся веществ. Разные вещества служат для этого: чаще всего окись олова и фосфорнокислые соли, иногда избыток извести и кремнезема и другие средства. Должно заметить, что мутные стекла выходят из плавки часто прозрачными, но становятся мутными при охлаждении[1] и новом нагревании.

[1] Охлаждение производят иногда, погружая даже в холодную воду. Распавшееся или растрескавшееся стекло вновь плавят.

54. Эмаль есть вполне непрозрачное стекло, даже почти не просвечивающее. Она получается или бесцветная, или цветная. Подмесь, придающая непрозрачность, чаще всего есть окись олова. Разные окислы, приплавленные к эмали, придают ей окрашивание.

Эмаль, как известно, употребляется или для стеклянной живописи, или для отделки металлических вещей, часто для покрышки металлических сосудов, а также для многих украшений. Старинный способ получения эмали состоит в приготовлении смеси окислов свинца и олова и в сплавлении этой смеси с поташом и кремнеземом. Берут обыкновенно металлический сплав, содержащий от 18 до 15 частей олова на 100 частей свинца, и нагревают его в струе воздуха. При этом оба металла окисляются, и получается смесь окислов олова и свинца. Такая смесь называется calcine [«кальцина»]. Ее сперва истирают в мелкий порошок, промывают и высушивают, потом смешивают с чистым мелким песком и поташом и нагревают почти до сплавления. Для сплава берут смесь:

Песку	100
Смеси окислов свинца и олова	200
Чистого поташа	80

Дюма, анализируя белую эмаль, нашел в ней:

Кремнезема	31.6
Кали	8.3
Окиси свинца	50.3
» олова	9.8
	100.0

По Пелиго, разные сорты эмали имеют состав:

Кремнезема	от 30 до 36
Окиси калия	» 20 » 6
» свинца	» 40 » 53
» олова	» 2 » 10
» мышьяка	» 1 » 3

Состав оловянной эмали изменяют разным образом, смотря по роду поделок, особенно же при накладке на металлы и другие стекла стараются получить такую эмаль, которая расширялась бы от теплоты на столько же, как и тот металл или то стекло, на который накладывается эмаль. Несоблюдение этого условия заставляет эмаль отскакивать от тех предметов, на которые она положена, или заставляет ее трескаться.

Оловянная эмаль употребляется в настоящее время в значительном количестве для покрытия чугунной посуды и чугунных труб. Такая эмаль должна содержать мало свинца, чтобы кислоты не действовали на нее. Она обыкновенно готовится с бурою, селит-

рою и содою (конечно, с кремнеземом и окисью олова); масса ее обыкновенно сплавляется, потом толченая насыпается на очищенную поверхность металла, покрытую раствором клея, или же массу смешивают с водою и накладывают на металлическую поверхность. После сушат и накаливают до сплавления. Об этом мы скажем подробнее в статье об отделке металлических изделий.

55. Эмаль не всегда приготовляют с окисью олова, но часто с другими окислами, не остекловывающимися, а способными образовать мутность. Для этой цели чаще всего служит белый мышьяк (просто называемый у нас мышьяком, т. е. мышьяковистая кислота или мышьяковистый ангидрид). Если к стеклу прибавить немного мышьяка, то он улетучивается, не изменяя самого стекла; но при значительной подмеси мышьяка, особенно же в присутствии селитры или сурика, мышьяковистая кислота, вероятно, превращается в мышьяковую и придает стеклу эмалевую мутность. Очевидно, что работы с мышьяковою эмалью должно производить с предосторожностями против отравы мышьяковистыми парами.

Вот смесь, употребляемая для этой цели:

Песку	100
Поташа	16
Извести	6
Сурика	130
Селитры	1/2
Мышьяка	10

56. Другая смесь, еще более легкоплавкая:

Песку	100
Сурика	200
Поташа	60
Мышьяка	30

57. Третья смесь, более тугоплавкая, содержащая часть окиси сурьмы:

Песку	100 фунт.
Сурика	66 2/3 »
Поташа	38 1/3 »
Селитры	от 4 2/3 до 9 фунт.
Марганца	» 2 2/3 » 8 лотов
Мышьяка	4 фунта
Окиси сурьмы	1 1/2 »

58. В эмали возможно также заменить окись олова и мышьяк вполне сурьмяною кислотою; но при этом не должно употреблять свинцового стекла, т. е. должно избегать подмеси сурика. Для этой цели приготовляют сурьмянокислое кали следующим простым способом: берут 1 фунт металлической сурьмы, измельчают ее в порошок (сурьму легко толочь), смешивают с 5 фунт. селитры

и смесь прокаливают, остаток измельчают, промывают водою и получают то, что называется Antimonium diaphoreticum ablutum. По опытам Clouet, сурьмяная эмаль получается из следующей смеси:

Белого стекла	30	частей
Буры	10	»
Селитры	$2^1/_2$	части
Antimonium diaphoreticum	1	часть

Эмалированное стекло получается также от подмеси многих других веществ, например: рогового серебра (т. е. хлористого серебра), жженых костей (фосфорнокислой извести), баритовых белил (т. е. искусственного сернистого барита*) и других. Эмали, полученные этим путем, имеют особый вид и идут для других целей, чем обыкновенная эмаль.

59. Подмесь жженых костей придает стеклу полупрозрачность, молочный вид, отчего такое стекло и называется *молочным стеклом.* Такое стекло изготовляется в большом количестве, особенно для ламповых колпаков и ширм. Оно имеет известный всем матово-белый молочный цвет и имеет часто то свойство, что чрез него пламя свечи или лампы кажется красным. Чтобы избежать этого свойства и сделать молочное стекло еще лучшим светорассеивающим средством, к молочному стеклу подмешивают или окиси олова, или мышьяковистой кислоты. Когда к молочному стеклу подмешаны эти вещества, то чрез него вовсе не видно пламени. Для приготовления молочного стекла можно брать всякое другое стекло, прибавляя к нему от 10 до 20%, по весу, мелко истертых сильно (при притоке воздуха) прокаленных костей. После сплавления получается прозрачное стекло, получающее молочность только после выдувания, если оно сопровождается нагреванием и охлаждением.

60. Вот рецепты для составления массы для хороших сортов молочного стекла:

Песку	100
Поташа	40
Окиси олова[1]	25—30
Извести	12
Сурика	10
Мышьяка	2

61.

Песку	100
Прокаленной соды	45
Извести	16
Костяной золы	6
Мышьяка	3

---

* Т. е. сернокислого бария. [*Прим. ред.*].

[1] Можно получить, прокаливая олово на воздухе в сильном жару.

62.

Песку	100
Поташа	23
Соды	15
Буры	12
Костяной золы	30
Мышьяка	1½

Опаловое стекло, описанное уже ранее, отличается от молочного только меньшим содержанием мутнящих веществ.

63. Особый род мутных стекол, называемый ***алебастровым,*** или ***рисовым, стеклом,*** есть видоизменение поташного хрусталя, отличающееся малым содержанием извести и большим содержанием кремнезема (см. анализы стекол). Ему свойственна приятная зернистая матовость или мутность, делающая его подобным алебастру. Причина этой мутности зависит, вероятно, отчасти от избытка кремнезема, отчасти от подмеси фосфорнокислой извести (жженых костей). Впрочем, и без последней подмеси можно получить алебастровое стекло. Его плавят при возможно низкой температуре и несколько раз вынимают часть сплавляемой массы, охлаждают и вновь бросают в плавильный горшок. При этих условиях, по всей вероятности, часть кремнезема не соединяется с остальною массою стекла, или часть стекла расстекловывается, т. е. образование стекла не доведено до конца, что и придает мутность. Алебастровое стекло не окрашивает проходящие через него лучи, а потому еще лучше, чем молочное стекло, пригодно для ламповых колпаков и т. п. Выработку алебастрового стекла производят при возможно низкой температуре. Так как алебастровое стекло нельзя сильно нагревать, нельзя делать его жидким, то его и невозможно уже очищать от подмесей, а потому материалы для алебастрового стекла должны быть тщательно очищены и измельчены, иначе стекло будет неоднородно. Большое содержание кремнезема делает алебастровое стекло весьма постоянным, сильно сопротивляющимся действию кислот и щелочей.

Для богемского алебастрового стекла употребляют следующую смесь:

Песку	100
Поташа	43
Селитры	4½
Жженых костей	6

Французское алебастровое стекло приготовляется с некоторыми количествами сурика и извести.

64. Особый вид мутных стекол составляет ***гематинон*** (Hämatinon) древних, особенно часто употреблявшийся у римлян и на-

ходимый в Помпее. Это есть непрозрачное стекло, имеющее особый красный цвет, средний между цветом киновари и сурика. Он тверже обыкновенного стекла, легко полируется и имеет удельный вес 3.5. При сплавлении красный цвет гематинона исчезает. Петтенкофер получил гематинон, весьма сходный с древним, сплавляя кремнезем, известь, жженую магнезию, свинцовый глет, соду, медную и железную окалины. Прибавляя к массе на место части кремнезема часть борной кислоты, получают после политуры массу с темнокрасным, почти черным фоном, по которому видны кристаллики, придающие стеклу весьма приятный вид. Такое стекло Петтенкофер назвал *астралитом.* В настоящее время подобная стеклянная масса фабрикуется для многих украшений. Пропорция, употребляемая для того, нам не известна, но ее можно отыскать, зная, что состав древнего гематинона (по анализу Петтенкофера) есть:

Кремнезема	49.90
Натра	11.54
Извести	7.20
Магнезии	0.87
Окиси свинца	15.51
Закиси меди	11.03
» железа	2.10
Глинозема	1.20

Нет почти никакого сомнения, что красный цвет придает гематинону закись меди.

65. С гематиноном весьма сходно *авантуриновое* стекло, или искусственный авантурин. Природный авантурин, как известно, есть кварц, в котором вкраплены блестящие золотистые пластиночки слюды. Искусственный авантурин есть буро-красное непрозрачное стекло, в котором заключаются блестящие кристаллики, придающие ему игру. Приготовлением авантурина славились заводы на Мурано, в Венеции. Авантурин идет на украшения. Вёлер полагает, что кристаллики авантурина состоят из меди. Петтенкофер же утверждает, что это есть закись меди. Авантурин легкоплавок. Медные шлаки, получающиеся при выработке меди, часто имеют большое сходство с авантурином. Несомненно, что искусственные авантурины, кроме меди, содержат еще и окислы железа, а именно от $3^1/_2$ до 7%. Фреми и Клемандо получили авантурин, сплавляя в течение 12 часов и медленно охлаждая смесь:

300 частей измельченного стекла
40 » закиси меди
80 » железной окалины

66. Судя по анализу Керстена, Штейн дает следующую пропорцию для авантурина:

Песку	100
Извести	13
Соды	18
Сурика	2
Окиси олова	3
Медной окалины	6
Железной окалины	6

Баварские и богемские заводы приготовляют ныне столь же хороший авантурин, каким прежде славились венецианские заводы.

67. Петтенкофер получил авантурин прямо из массы, употребляемой для гематинона, прибавляя к ней столько железных опилок, чтобы половина меди могла восстановиться. Восстановившаяся медь садится на дно в виде королька (капли сплавленного металла), и при быстром охлаждении получается стекло темнозеленого цвета. При медленном же охлаждении это стекло прямо даст авантурин. На основании своих опытов Петтенкофер утверждает, что авантурин есть зеленое стекло, окрашенное большим содержанием закиси железа и проникнутое красными блестящими кристалликами закиси меди. Соединение обоих цветов придает авантурину особый бурый цвет. На основании этого авантурин можно приготовлять, взяв легкоплавкое стекло и прибавляя к нему смеси закисей меди и железа. При медленном охлаждении закись меди выделяется в кристаллах, а закись железа остается в стекле и придает ему особый цвет.

Окрашенные стекла

Окрашенные стекла были более известны древним, чем белые стекла. Самые древние стекла, найденные в египетских остатках, были окрашены разными цветами. Плиний упоминает уже о многих окрашенных стеклах и о средствах, употребляемых для того. Более точные сведения об этом предмете дают в XVI ст. Агрикола в своей «Res metallica», Порта в своей «Magia naturalis» и Либавий в своей «Алхимии». В это время производство цветных стекол было уже весьма обширно. Окрашенные стекла получаются, как мы уже говорили, чрез примесь к обыкновенному стеклу различных металлических окислов или же чрез рассеяние в массе стекла веществ, способных поглощать часть падающего на них белого света, т. е. способ[ных] пропускать окрашенный свет, — например, частицы угля, сернистый натрий, роговое серебро, золото и т. п. В практическом отношении должно, конечно, отличать стекла, нарочно окрашенные разными приятными для вида цветными окислами, от низших сортов стекла, окрашенных окислами, придаю-

щими стеклу неприятный цвет, или окрашенных (фарбленых) другими окислами, только маскирующими неприятный естественный цвет стекла. Мы здесь скажем только о цветных стеклах первого рода, употребляемых для разных родов посуды и для листового стекла.

Относительно цветных стекол необходимо заметить, что они разделяются на массивные цветные стекла и на *двойные цветные стекла*. Первые прозрачны и пропускают чрез себя окрашенный цвет, а потому состоят из стеклянной массы, во всей толщине окрашенной. Двойные же стекла сами по себе отдельно не употребительны, а накладываются или на слой прозрачного стекла, или на слой эмали, или другого полупрозрачного стекла. К первому виду двойных окрашенных стекол относятся такие, которые обладают столь густым цветом, что при обыкновенной толщине стеклянных изделий они становятся непрозрачными, а потому их накладывают весьма тонким слоем на более толстый слой бесцветного стекла. В этом случае они пропускают свет и придают ему характеристические цвета. К тому же виду двойных окрашенных стекол, которые накладываются на эмаль и т. п., относятся стекла, пропускающие слабо окрашенный свет и способные давать красивые цвета только при отражении света от нижней их поверхности; потому что тогда свет, падая в стекло и выходя из него (по отражении от слоя эмали), проходит два раза один и тот же слой стекла и потому окрашивается более ярким цветом. К этому виду стекол относятся, например, стекла, окрашенные золотом в розовый цвет, медью в голубой, суриком в желтый цвет. К тому виду окрашенных стекол, которые накладываются на прозрачные стекла, относятся, например, медно-красные, кобальтово-синие и другие стекла. Здесь мы рассмотрим только составление смесей для получения разных цветных стекол, а в другом месте кратко рассмотрим и выработку цветных стекол.

Заметим вообще, что материалы для цветных стекол должно выбирать и очищать особенно тщательно. Основная масса во всяком случае составляется как обыкновенное стекло. Она состоит чаще всего из свинцового или поташного хрусталя (с подмесью небольшого количества окиси свинца), но, конечно, может быть и содовая; впрочем, последней избегают, потому что содовые стекла не так прозрачны, как свинцовые и поташные. Состав массы приготовляется сообразно составу * того стекла, на которое накладывается окрашенный слой. Это делается для того, чтобы окрашенный слой не отскакивал и не трескался при охлаждении.

* Составы стекол подбираются так, чтобы они имели близкие между собой коэффициенты термического расширения. [*Прим. ред.*].

Мы рассмотрим последовательно составление массы для цветных стекол разных оттенков, начиная с красного.

68. Красные стекла получаются чрез окрашивание золотым пурпуром, закисью меди и редко — окисью железа. Красное окрашивание стекла есть одно из самых трудных и несходных с другими. В то время, как Нери писал свое сочинение о стеклоделии, по описаниям известно было только нечистое красное окрашивание углем и марганцом; но уже финикиянам и римлянам было известно окрашивание посредством закиси меди. Кункель первый дал способ получения рубинового красного стекла с помощью золота, но этот способ был затерян, и только впоследствии, когда прусское промышленное общество назначило премию для отыскания этого способа, доктор Фусс разрешил эту задачу и дал описание способа, введенного Кункелем.* Окрашивание, сообщаемое золотом, имеет весьма яркий рубиновый цвет со слабым желтым оттенком. Такое стекло тотчас после сплавления имеет слабый топазовый цвет, но приобретает свой истинный цвет только после охлаждения и нового нагревания. Стекло, окрашенное золотом, имеет то неприятное свойство, что при сильном нагревании теряет прозрачность, а потому должно быть плавлено с большою осторожностью. Для объяснения явлений, сопровождающих образование такого красного стекла, принимают, что оно зависит от разложения кремнеземистого соединения закиси золота; но это объяснение, так же как и некоторые другие объяснения, мало удовлетворительно. Чрез прибавление серебряных или сурьмяных препаратов, красный цвет, получающийся от золота, приобретает разнообразные оттенки, начиная от слабого розового оттенка до яркопурпурового. Долго полагали, что окрашивание стекла золотом может быть произведено только посредством золотого пурпура или так называемого кассиева пурпура, содержащего в себе золото, олово и кислород, но Фусс показал, что и другие золотые препараты способны производить то же самое окрашивание. Фусс дал следующий способ приготовления красного стекла, окрашенного золотом. Сперва сплавляют:

Кремня	100
Сурика	80
Лучшего поташа	10
Селитры	12½

* Д. И. Менделеев не знал о работах М. В. Ломоносова, посвященных изысканию рецепта золотого рубина. В настоящее время, благодаря работам проф. Б. Н. Меншуткина и проф. М. А. Безбородова, доказано, что М. В. Ломоносов самостоятельно разбирал рецептуру золотого рубина и много занимался варкою этого интересного и сложного в технологическом отношении цветного стекла. [*Прим. ред.*].

Эту смесь сплавляют и на каждые 18 фунт. этой смеси прибавляют:

1 фунт 22 лота буры
$3^3/_8$ » окиси олова
$3^3/_8$ » » сурьмы

Кроме того, туда же прибавляют высушенного раствора $^3/_{10}$ червонца в царской водке. Все это вновь сплавляют в течение 7 часов. Прибавление малого количества окиси кобальта уменьшает желтизну стекла и придает ему более пурпуровый цвет. Избежать окиси олова невозможно, потому что без нее стекло не приобретает рубинового цвета.

69. По способу Кункеля приготовляют сперва смесь растворов 1 червонца и 1 лота олова в царской водке, прибавляют к ней воды:

$2^1/_2$ фунта белого песку
1 фунт селитры
$^1/_2$ фунта буры
2 лота мышьяка
2 » винного камня

Эту смесь высушивают и сплавляют.

70. По Шплитгерберу, приготовление производится следующим образом:

Песку	3 фунта	9 лот.
Селитры	1 фунт	28 »
Чистой соды	—	26 »
Мела	—	8 »
Мышьяка	—	$4^1/_2$ »
Сурика	—	9 »
Шмальты	—	8 »

К песку примешивают раствор одного голландского червонца в царской водке, все высушивают и сплавляют в течение 30 часов.

71. На заводе в Вармбруне, в Силезии, Поль получает рубиновое стекло из следующей смеси:

46 фунт. песку смачивают раствором 8 червонцев в царской водке и прибавляют
12 » селитры
12 » буры
1 фунт сурика
1 » мышьяка

Все высушивают и сплавляют. Обыкновенное золотое стекло заключает в себе от $^4/_{1000}$ до $^5/_{1000}$ золота, но и подмесь $^1/_{20000}$ золота сообщает еще стеклу розовый оттенок.

72. О составе массы, употребляемой для венецианского рубинового стекла, назначенного для живописи на эмали, можно судить по анализу, сделанному Робертом Боме:

Золота	0.0492
Окиси олова	0.6
» железа	2.2
» свинца	22.3
Магнезии	0.5
Извести	3.8
Натра	5.8
Кали	6.7
Кремнезема	58.9

73. Красное стекло получается с большим успехом с помощью закиси меди, приплавленной к обыкновенному или свинцовому стеклу. При составлении массы для такого стекла должно избегать селитры, сурика и тому подобных веществ, способных окислять, потому что они отдают часть своего кислорода закиси меди и переводят ее в окись;* подмесь к нему окиси железа придает сине-голубой цвет. Если часть закиси переходит в окись, то рубиново-красное стекло приобретает новые оттенки, подходя к пурпурово-красному. Чтобы избежать перехода красного цвета в синий, должно прибавлять к массе некоторое количество угля, винного камня и т. п., которые отнимают кислород и не дают ему перейти к закиси меди. Для окраски стекла закисью меди можно употреблять полуокисленную медь, например медную окалину, получающуюся при обработке меди. Закись меди или чистая окалина, подмешанная в количестве 5 на 100%, сообщает стеклянной массе очень яркий рубиновый цвет. Энгельгардт, описавший еще в 1844 г. способы получения рубинового стекла, дает следующую пропорцию:

5 фунтов обыкновенной смеси для свинцового хрусталя
4 лота закиси меди
4 » окиси олова

Для изменения оттенка можно прибавлять немного закиси железа. Кнокс[1] говорит, что красное стекло можно получить, употребляя непосредственно металлическую медь. При получении рубинового стекла с закисью меди необходимо производить закаливание, т. е.

---

* В описываемом здесь красном стекле окрашивающим веществом является металлическая медь в виде коллоидного раствора ее в стекле, а не закись меди. [*Прим. ред.*].

[1] Journ. für prakt. Chemie, XX, p. 503.

необходимо образовавшееся стекло выливать в холодную воду,* потому что прямо образующееся стекло бесцветно или желтовато, или же имеет неприятный отлив. Быстро охлажденное стекло тоже еще негодно, оно желтовато-зеленого цвета. Если такое быстро охлажденное стекло снова разогреть и медленно охладить, то тогда только получается желаемое окрашивание. Если это вторичное разогревание будет очень высоко и доведено до расплавления стекла, то вновь цвет исчезает; так что, смотря по степени нового разогревания, можно изменить оттенок красного цвета.

74. Рубиновое стекло от закиси меди можно получить, прибавляя к обыкновенной стеклянной смеси на 100 ее фунтов:

1 фунт черной окиси меди, полученной чрез обжигание меди на воздухе, и
$1^1/_2$ фунта железной окалины.

Железная окалина при сплавлении с окисью меди отнимает у нее часть кислорода и переводит ее в закись меди, сама же превращается в окись железа, которая в таком незначительном количестве не придает стеклу заметного окрашивания.

75. Лейкауф (Leykauf) предложил для пурпурового цвета сплавлять:

Песку	300
Едкого кали	96
Буры	27
Свинцовых белил	514
Яри-медянки	2 *или* 3 части

Ярь-медянка при прокаливании, конечно, разлагается, оставляя закись меди,** которая и придает окрашивание.

Темнопурпуровое стекло получается, употребляя ту же смесь, но заменяя ярь-медянку 2 частями фосфорнокислой закиси железа и 1 частью окиси меди.

76. Легкоплавкое свинцовое стекло густого красного цвета получают, сплавляя:

100	частей песку	с
150—200	частями	окиси свинца
6—7	»	медной окалины
6—7	»	окиси олова

---

* Для получения первоначально бесцветного стекла нет необходимости в его специальной закалке. Выдутое или отпрессованное изделие обычно сразу после изготовления оказывается бесцветным. Для получения рубиновой окраски изделие повторно нагревают до температуры, близкой к температуре размягчения. Этот процесс называют «наводкой». [*Прим. ред.*].

** Не закись меди, а металлическую медь. [*Прим. ред.*].

Красное стекло для покрытия бесцветных стекол (для двойных цветных стекол) сплавляют из смеси, подобной только что приведенной.

77. Стекла не совсем чистого красного цвета получают, прибавляя к бесцветному стеклу окиси железа или в виде нарочно приготовляемой чистой окиси,[1] или в виде охры, или кровавика.

78. Желтые стекла получают подмесью очень многих веществ и довольно легко. Подмесь угля в различных количествах сообщает стеклу разные желтоватые оттенки, начиная от золотисто-желтого и кончая до красно-желтого цвета. Быстрое охлаждение и новое разогревание и здесь вызывают лучший цвет. Уголь вводят в состав стекла, или прямо подмешивая его к составу, или примешивая дерева или винного камня; потому что они при действии жара выделяют уголь. Вот, например, какое смешение употребляют для желтого стекла:

Песку	65
Соды	25
Мелу	3
Угля	1

Влияние угля на окрашивание стекла объясняют различным образом. По мнению одних, уголь растворяется в стекле или размельчается в нем и тем сообщает стеклу желтый цвет. По мнению других, уголь только служит для восстановления (отнятия кислорода) от сернокислых солей (например от глауберовой соли), всегда подмешанных к щелочным веществам (например соде), употребляемым для стекла. Шплитгербер полагает, что чрез это восстановление выделяется сера, которая сообщает стеклу свой цвет. Другие полагают, что чрез восстановление получается сернистый натрий, который и придает стеклу цвет. Оба последние мнения нельзя согласить с тем, что при употреблении глауберовой соли получается бесцветное стекло, и они притом все-таки не объясняют образования цветного стекла. Растворение же серы или сернистого натрия в стеклянной массе не менее странно, чем и растворение угля, и потому факт этот еще нельзя считать достаточно объясненным.*

---

[1] Окись железа можно приготовить, растворяя железо в азотной кислоте (крепкой водке); давши отстояться раствору, его сливают, выпаривают и прокаливают, остается окись железа в виде темнобурого порошка.

* В настоящее время доказано, что желтая окраска углем вызывается образованием в стекле сернистого железа, обладающего очень большой красящей силой. Сернистое железо образуется в результате реакций:

79. Окись железа, употребленная в не очень значительном количестве, сообщает стеклу желтый цвет, переходящий в красно-бурый. Особенно же часто разные оттенки желтого, бурого и оранжевого цветов получают, употребляя смесь марганца и окиси железа в разных пропорциях.

Состав смеси:

Песку	55
Соды	15
Мелу	5
Селитры	2
Марганца	16
Окиси железа	13

Подмесь (к обыкновенной смеси) 2% окиси железа и $^2/_3$% марганца сообщает стеклу оранжевый цвет.

80. Довольно чистый желтый цвет придает стеклу сурьмяное стекло (стр. 138) и, особенно, сурьмянокислый свинец, получающийся (в виде осадка) при смешении растворов сурьмянокислого кали (стр. 142) и свинцового сахара. Стекло, окрашенное этим способом, часто употребляется для бутылок под рейнские вина. Состав массы есть следующий:

Песку	100
Поташа	50
Извести	8
Сурьмянокислого свинца	6 до 10

81. Окись урана (королевская желть, Annagelb, Königsgelb), встречающаяся в продаже, сообщает стеклу голубовато-зеленый цвет и придает некоторую мутность. Если такое *урановое стекло* рассматривать сбоку при дневном (или электрическом), но не при искусственном свете, то оно оказывается желтоватым, следовательно ему свойственны два цвета (оно флуоресцирует, как говорят физики). Чтобы ясно видеть этот цвет, лучше всего накладывать урановое стекло на другое мутное стекло. Предметы роскоши, делаемые из такого сплава, имеют особый, весьма приятный цвет и вид, зависящий именно от двуцветности стекла. Урановое стекло делают обыкновенно из простого свинцового хрусталя, подмешивая к нему $^1/_2$% окиси урана.

$$Na_2SO_4 + 2C = Na_2S + 2CO_2$$
$$Na_2S + FeO = Na_2O + FeS$$

Окись железа и сульфат натрия всегда присутствуют в стекольной шихте в виде загрязнений — окись железа в песке, сульфат в соде. [*Прим. ред.*].

82. Серебряные препараты, особенно же хлористое (роговое) серебро, сернистое серебро и борнокислое серебро, придают стеклу чистый желтый цвет и даже при малых количествах, но употребляются преимущественно только для живописи на стекле, потому что легко дают опаловое стекло. Этот желтый цвет при повторенном разогревании легко переходит в оранжевый и красный. Красящая способность серебра так велика, что (по показанию Bontemps) хрустальные сосуды, содержащие некоторые серебряные препараты, со временем при обыкновенной даже температуре приобретают желтый отлив. Потому-то для окраски стеклянных вещей с поверхности в желтый цвет употребляют иногда следующий способ: на стекло намазывают смесь глины с хлористым серебром и водою, смесь сушат и потом нагревают до начала размягчения стекла (но так, чтобы глина еще не приплавилась к стеклу), потом снимают глину и чрез то получают стекло, имеющее с поверхности желтый цвет.

83. Зеленое стекло получалось прежде только чрез прибавление смеси таких окислов, которые сообщают стеклу голубой и желтый цвета. Так, например, для этой цели употребляли, да еще и ныне употребляют, смесь окиси меди, сообщающей стеклу синеватый цвет, и окись железа, придающую красный цвет. Смесь для этого составляют так:

Песку	от	37	до	50
Соды	»	12	»	15
Мелу	»	6	»	5
Селитры	»	1	»	2
Окиси железа	»	2	»	10
Черной окиси меди, получающейся при полном обжигании меди	»	2	»	10

К смеси лучше еще более прибавлять селитры, чтобы всю медь и все железо перевести вполне в окиси.

84. Смесь окиси сурьмы и окиси кобальта производит то же самое. Смесь для хрусталя производят из:

Песку	100
Сурика	85
Поташа	38
Окиси сурьмы	4
» кобальта	2

85. Впоследствии стали для той же цели употреблять окись хрома, которая встречается в продаже под именем хромовой зелени, но которая может быть заменена двухромистым кали, гораздо более дешевым и при сплавлении со стеклом выделяющим часть своего кислорода. Окись хрома придает стеклу весьма приятный яркий

зеленый цвет и потому почти исключительно употребляется ныне на зеленые стеклянные вещи, назначаемые преимущественно для столовых приборов. Приводим два состава, употребляемые для хромового стекла:

Песку	60
Соды	20
Мелу	6
Селитры	1
Окиси хрома	$^6/_{10}$—1

А также:

Песку	100
Поташа	50
Извести	8
Окиси хрома	2

Все вышеописанные составы для зеленого стекла дают яркий и чистый цвет, закись же железа придает стеклу неприятный бутылочно-зеленый цвет.

86. Синий и *голубой* цвета придают стеклу обыкновенно подмесью окиси кобальта. Для этого берут или прямо окись кобальта, или весьма часто шмальту, т. е. синее стекло, полученное с помощью той же окиси кобальта. Так как шмальта приготовляется в большом виде на особых заводах, то ее употребление обходится дешевле. В выпуске об металлических препаратах мы будем подробно говорить о приготовлении шмальты, идущей как синяя краска во многих случаях.

Для стеклоделия пригодны низшие сорта шмальты, называемые обыкновенно цоффером (Zoffer). Шмальта заключает в себе много (но различное количество) окиси кобальта, а как последняя придает стеклу яркий синий цвет даже в малом количестве, то небольшое количество шмальты можно прибавлять к составу обыкновенных стекол, а сколько именно — это зависит от того, какой сорт шмальты взят в дело и какой густоты желают получить цвет. Присутствие 1%, т. е. $^1/_{100}$, окиси кобальта придает стеклу уже весьма густой синий цвет. Вот одно смешение с подмесью цоффера для синего стекла:

Песку	50
Соды	16
Мелу	10
Цоффера	5

Заметили, впрочем, что для чистого синего стекла более пригодно поташное стекло, чем содовое.

87. Для самых лучших кобальтовых синих стекол употребляют на заводах обыкновенно окись кобальта, получающуюся чрез

обжигание кобальта на воздухе. Вот состав свинцового хрусталя, употребляемый для двойных синих посудных и листовых стекол:

Песку	100
Сурика	150
Поташа	35
Буры	10
Окиси кобальта	4

Такой хрусталь выдерживает без изменения многократные разогревания и сохраняет свой густой синий цвет.

88. Другой состав, употребляемый для поташного синего хрусталя:

Песку	100
Поташа	50
Извести	6
Окиси кобальта	1

89. Окись меди, если только стекло не содержало железа и в смеси не было угля и других восстановляющих веществ, сообщает стеклу также синевато-голубой цвет, который, впрочем, далеко не столь чист и ярок, как цвет от окиси кобальта, а потому и не столь часто употребляется. Чаще окись меди употребляется для окраски мутных стекол, особенно алебастрового стекла (стр. 144), которому придает бирюзовый синий цвет. Мутные стекла, впрочем, также хорошо окрашиваются окисью кобальта. Подмесь к стеклу 1% окиси меди придает ему лазорево-синий цвет. Для бирюзово-медного алебастрового стекла употребляют следующую смесь:

Чистого песку	100
Лучшего поташа	40
Селитры	11
Окиси меди	$^1/_2$—$^3/_5$

90. Фиолетовые стекла получаются уже издавна с помощью марганца (т. е. перекиси марганца), который при остекловании переходит в окись. Количество марганца изменяют, когда желают получить разные оттенки. Пробуя цвет стекла из плавильного горшка, должно всегда иметь в виду, что марганцовое стекло по охлаждении бледнеет. Красящая способность марганца весьма велика, что доказывает опыт Bontemps, показавшего, что подмесь $^2/_{10000}$ марганца уже заметно окрашивает бесцветное хрустальное стекло в приятный фиолетовый оттенок. Замечательно также, что марганцовое стекло, оставаясь на воздухе, становится ярче, что, вероятно, зависит от того, что часть закиси марганца, окисляясь, переходит на воздухе в окись. Таким образом, бесцветное богемское стекло, обесцвеченное марганцом, со временем приобретает слабый

отлив. При окрашивании марганцом должно избегать восстановляющих веществ, а лучше употреблять окисляющие средства, чтобы иметь не закись, а окись марганца. Оттого к марганцовому стеклу прибавляют обыкновенно селитру. По той же, вероятно, причине марганцовое стекло, выработанное на каменном угле, бледнее, чем выработанное при древесном отоплении. Пламя каменного угля заключает в себе более восстановляющих частиц, чем древесного. Стекло, выработанное на каменном угле, оставаясь на воздухе сильнее окрашивается. Подмесь к марганцовому стеклу железа в виде окиси придает стеклу аметистовый (т. е. красновато-фиолетовый) отлив. Марганцовое стекло, оставаясь долго в сильном жару, становится более и более красным, как заметили практики. Смесь для фиолетового стекла:

Песку	58
Соды	16½
Селитры	2
Мелу	10
Марганца	2—10

91. Другое смешение для фиолетового же стекла:

Песку	55
Соды	15
Селитры	2
Мелу	5
Марганца	10
Окиси железа	2

92. *Черные* стекла суть только просто почти непрозрачные стекла, окрашенные большим количеством металлических сильно красящих окислов. Они при отраженном свете кажутся черными, а при проходящем имеют различные цвета, свойственные окислам, служившим для окраски.

Для лучших сортов черного стекла употребляют окись кобальта и окись хрома, но чаще берут избыток закиси железа или много марганца, или угля. Закись железа вводят или в виде железной окалины, или железных (доменных, особенно же кузнечных, кричных и пудлинговых) шлаков, содержащих в себе много окислов железа. Берут также базальты и лавы, богатые железом. К этим веществам подмешивают угля для того, чтобы железо было в виде закиси, и еще часто подмешивают окиси олова или жженых костей, чтобы сделать стекло несколько мутным. На 100 частей стеклянной массы берут обыкновенно

30—50 частей шлаков, базальта или лавы
2% угля и
5—6% окиси олова или жженых костей

93. Для черных стекол употребляют также (но это дороже, хотя оттенок и чище) смешение:

Песку	100
Поташа	66
Извести	8
Мышьяка	6
Окиси кобальта	5
Марганца	5
Окиси железа	5

94. Также употребляют для свинцового черного стекла:

Песку	100
Сурика	82
Поташа	38
Селитры	8
Окиси кобальта	4
Марганца	4
Железного шлака	6
Окиси меди	6

Для пополнения статьи о составе массы для разных сортов стекол мы должны были бы привести еще и составы, употребляемые для получения растворимого стекла, но так как в конце этой книги мы сделаем обзор производства и употребления этого сорта стекла, то и эту статью отлагаем до того времени, когда будем говорить о растворимом стекле.

[3.] Исправления в составе смеси

До сих пор мы рассмотрели два способа приготовления массы или смеси для выплавки данного сорта стекла (способ вычисления по составу и способы подражания смешениям, употребляемым на других заводах), теперь упомянем о третьем общем способе, который должен служить дополнением к двум предыдущим. Оба предыдущие способа составления массы могут всегда почти в практике оказаться не вполне удовлетворительными, потому что они основаны на более или менее точном знании состава каждого сырого материала, а он весьма изменчив, часто вследствие совершенно случайных причин, которые невозможно взять во внимание. Притом от времени варки, от образования трещин в горшках, от жара печи и множества других причин — даже при одних и тех же материалах и при одной и той же их пропорции — может получаться различное стекло, а потому необходимо во время самой выплавки или варки стекла брать пробы его и по ним наблюдать, дает ли взятый состав надлежащее стекло. Если же не получается стекло с желаемыми свойствами, то необходимо уметь во-время исправить недостатки в пропорции составных веществ. Должно по

взятой пробе и обстоятельствам (например продолжительности) варки уметь заключать, какой именно составной части много или недостаточно взято для сплавления, и должно сделать надлежащую поправку. Это возможно сделать во время самой варки стекла, потому что смесь сырых материалов кладется в плавильный горшок не сразу, а двумя, тремя или более порциями, чтобы дать сплавиться сперва одной, а потом следующим частям и чтобы наполнить сплавленным стеклом весь горшок (сырые материалы, не сплавившись, занимают весьма большой объем противу объема стекла). Если замечены недостатки в стекле, то новую прибавляемую порцию массы изменяют в составе, смотря по свойству замеченного недостатка. В этом деле нельзя положить общих точных правил, это дело навыка и сметливости стекловара, главного мастера, потому что тут нельзя мешкать, должно поступать на взгляд. Затруднение состоит главным образом в том, что при варке стекла оно еще не имеет тех свойств, какие должно иметь оно после провара и при выработке, и дальнейшая только выплавка доводит стекло до состояния, годного к выработке. Так, при первой варке или при первом сплавлении массы всегда остаются в ней многие пузырьки и многие не растворившиеся еще кусочки, стекло еще далеко не однородно. По пробе такого-то еще неполно образованного стекла должно судить об достоинстве или недостатках массы при выработке. Судят обыкновенно по цвету, по величине крупинок, рассеянных в вынутой пробе, по времени плавки и по хрупкости вынутой пробы. Очевидно, что при большей, против желаемой, легкоплавкости состав должно исправлять прибавлением веществ, уменьшающих легкоплавкость, а потому к новой засыпи прибавляют больше песку или извести, чем взято было для первой засыпи. Обыкновенно прибавляют в этом случае песку, потому что излишек извести гораздо скорее может вредить стеклу, чем излишек кремнезема. Если, напротив того, стекло очень туго плавится, остается много неостекловавшихся песчинок и т. п., то в новой засыпи увеличивают содержание щелочного вещества (золы, соды, поташа и т. п.). Если получающееся при варке стекло очень жидко, не липко, то увеличивают в новой засыпи содержание извести, и т. д. Долговременная работа с данным сортом стекла научает мастеров легко подмечать недостатки и приводить наглядно состав к желаемой пропорции.

Дело заводчика или главного надсмотрщика — замечать результаты каждой выплавки из данных материалов и при замене одного сорта материалов другим направить смешение так, чтобы получить желаемое стекло.

Отдел второй

Стекловарение, или плавка стекла

Плавка или варка взятой смеси [шихты] сырых стекловаренных материалов требует довольно высокой температуры и производится вообще в плавильных сосудах, горшках, или тиглях, которые ставятся в печь — стеклоплавильную печь. Потому в этом отделе мы рассмотрим: А) температуру стеклоплавильных печей и горючий материал, который служит для того, чтобы нагревать печь до желаемой температуры; [Б] материал для горшков и печей; [В] вид, величину и изготовление горшков; [Г] вид, величину плавильных печей; [Д) постройку плавильных печей] и, наконец, Е) самое плавление или варку стекла и другие побочные работы, при этом необходимые.

А. О температуре плавильных печей и о горючем материале

Совершенное расплавление стекла происходит при белокалильном жаре, достигаемом в печах, отапливаемых дровами, каменным углем, горючими газами и другими горючими материалами. Еще ныне многие писатели о стеклянном производстве указывают на баснословную температуру 6000°, 8000°, даже 12 000° Р, как на температуру, которая должна производиться в стеклоплавильной печи и быть в ней поддерживаема. Чтобы признать эти показания ошибочными или произвольными, следует только обратить внимание на абсолютное действие теплоты, узнанное старательными изысканиями, и на вычисляемое оттуда пирометрическое действие горючих веществ, содержащих углерод и водород, составляющих обыкновенные горючие элементы материалов, употребляемых при стеклянном производстве. От горения этих элементов происходит горение и отделение теплоты обыкновенными сложными горючими материалами, которые по причине содержания кислорода, золы и других горючих частей по необходимости должны иметь меньшую нагре-

вательную способность, чем отдельные чистые элементы. Вычисляя количество тепла, которое отделил бы данный горючий материал, если бы он состоял только из углерода и водорода, мы всегда получим по вычислению большую величину для количества тепла и для температуры, чем в практике, потому что многие причины уменьшают количество отделяющегося тепла и понижают температуру, а ни одна не увеличивает их. Из всего этого следует, что в практике каким бы то ни было составным горючим материалом невозможно произвести действие большее, чем действие элементов, заключающихся в этих составных горючих материалах.[1]

Чтобы это сделать более ясным для всех наших читателей, должно заметить, что всю теплоту, которую производит горючее тело при своем *совершенном*, или полном, сгорании, называют *теоретическим* (и приведенным к весовой единице) *абсолютным количеством тепла*. Мерою для него служит количество теплоты, необходимое для того, чтобы нагреть на 1° весовую единицу (например фунт) воды. Это количество теплоты называют *единицею теплоты* (calorie).

Нашли, что при горении 1 фунта угля (углерода) и при обращении его в углекислоту отделяется около 8000 единиц тепла, а при сгорании 1 фунта водорода и при образовании из него воды отделяется 34 000 единиц тепла. Если же сжигать 1 фунт углерода только до образования окиси углерода, то образуется только 2400 единиц тепла.

Зная количество тепла, отделяемое углеродом и водородом, и зная содержание этих веществ в горючих материалах, можно было бы вычислить, сколько единиц тепла отделит каждый горючий материал при полном сгорании. Чрез подобное вычисление найдено, что

1 фунт	Отделяет единиц тепла
Букового дерева, лишенного воды	4106
Елового дерева, лишенного воды	4266
Торфа, лишенного воды	3775—5405
Бурого угля, или лигнита	4616—7002
Каменного угля	5984—8601
Антрацита	7682—8645

При всех горючих материалах, заключающих воду или водород, образуется водяной пар [и поглощается скрытая теплота парообразования]. При этом теплота теряется для практического

[1] Подробное изложение начал рационального употребления горючих материалов читатели найдут в 6-м выпуске издаваемой технологии.

употребления, потому что продукты горения отделяются с высшей температурой. Потому, следуя Шинцу (Schinz), вышеприведенные числа уменьшены:

Для дерева без воды	в 3878	единиц	тепла
» » с 20% »	» 2991	»	»
» торфа без »	» 4498	»	»
» » с 20% »	» 3481	»	»
» бурого угля без »	» 5360	»	»
» » » с 20% »	» 4183	»	»
» каменного угля	» 7487	«	»
» антрацита	» 8002	»	»

Находимое таким образом теоретическое количество отделяющегося тепла вовсе не равнозначаще с температурой, которая происходит при сожигании данного вещества. Главное же значение в практике часто имеет именно величина температуры, производимой данными материалами, или, как говорят, *пирометрическое действие топлива*. Чтобы понять это различие, должно упомянуть, что каждая материальная частица, образующаяся при горении и участвующая в процессе его, поглощает в себя некоторое количество тепла, или связывает известное количество теплоты и тем препятствует отделяющемуся теплу прямо действовать на другие тела. Теплоту, принимаемую телом для нагревания [его] на 1 градус, [...] называют его теплоемкостью, для которой за единицу принимают теплоемкость воды. Теплоемкость разных тел весьма различна. Если бы вся теплота горения 1 фунта сухого дерева была передана жидкой воде, то тогда она нагрела бы 3.878 фунт. воды на 1 градус, или 38 фунт. воды на 100 градусов. Но теплота, образующаяся при горении, передается не жидкой воде, а водяному пару и углекислому газу, образующимся при горении, а также и азоту воздуха, употребляемого для горения, и потому число единиц тепла (вышеприведенное) и не может показать температуры, получаемой при горении. Если тело плавится или принимает газообразную форму, то при этих переменах состояний происходит еще новое связывание значительного количества теплоты, как случается [например] при переходе воды в пар. Эта связанная теплота называется *скрытою теплотою*. Теперь, так как мы сказали, что всякая отдельная частица тем или другим образом связывает известное количество теплоты, то сумма связанной теплоты должна находиться в прямом отношении к количеству частиц или, другими словами, к массе тел, поглощающих в себя тепло. При сжигании простого или составного горючего материала нагретую массу образуют продукты сжигания; так как на них прежде всего переходит теплота горения, то они будут принимать теплоту. Один фунт дерева, сгорая, производит гораздо

более 1 фунта продуктов горения. Кроме того, часть теплоты отдается не только прямым продуктам горения, но и азоту, входящему с кислородом, необходимым для горения, а также и воздуху, не послужившему для горения. Таким образом, теплота горения передается большой массе тел, оттого температура горения гораздо ниже [чем то должно было бы соответствовать] числ[у] единиц тепла, отделяемому при горении. Зная количество воздуха, нужного для горения 1 фунта горючего материала, и количества образующихся продуктов горения, а также и теплоемкость каждого из веществ, которым передается тепло, отделяющееся при горении, можно вычислить температуру, получающуюся при сжигании данного вещества. Таким образом можно было вычислить,[1] что углерод, сжигаемый в воздухе для образования углекислоты, производит температуру 2137° Ц; сжигаемый в окись углерода — только 835° Ц; водород, сжигаемый в воду, производит на воздухе температуру 2600° Ц. При этом предполагается, что с сжигаемым элементом соприкасается воздуха не больше того, сколько следует для совершенно полного сгорания. Высшие температуры, которые при этом предположении могут получиться из сложного горючего материала, по Шинцу, для:

Сухого дерева	2136° Ц
» торфа	2258
» бурого угля	2363
Каменного угля	2488
Кокса	2479
Антрацита	2514

Содержание воды в горючем материале на вышеприведенном основании должно уменьшать пирометрическое действие. Откуда произошло известное в практике правило, *чтобы горючие материалы, содержащие много воды, прежде их употребления были возможно совершенно высушены*, только тогда они произведут высшее свое пирометрическое действие.

Предыдущие числа, как было уже сказано, верны только при предположении, что к горючему материалу воздуха проходит точно столько, сколько требуется для совершенного сгорания. В обыкновенной практике это предположение никогда не осуществляется, в очаг всегда приходит избыток воздуха, который средним числом равен количеству воздуха, действительно необходимого. Если же нагревается двойное количество воздуха, то при обыкновенном сжигании пирометрическое действие должно быть гораздо менее, чем показывают вышеприведенные числа.

---

[1] Все это подробнее объяснено в выпуске «Об отоплении и горючих материалах».

Из этого понятно, что в практике было бы возможно увеличение пирометрического действия горючих материалов, если бы были в состоянии устранить вход в очаг излишка воздуха. Шинц дает для этого много средств, именно: *при прямом сжигании увеличивать слой горючих материалов в печи или горючие материалы сначала обращать в газ*[1] *и газ сжигать*. В первом случае, когда воздух имеет вход только чрез поддувало и проходит длинный слой накаленного горючего вещества, при благоприятных обстоятельствах весь почти кислород входящего воздуха соединяется с углеродом. Однако часть его, впрочем, изменяется только в окись углерода и, следовательно, соответственная ей часть углерода не совершенно сгорает, и в самом деле чрез то происходит потеря в горючем материале, равняющаяся, по Шинцу, 36%. Напротив, количество продуктов горения, или, правильнее сказать, масса их, на которую разделяется теплота горения, уменьшается в такой степени, что, несмотря на это, пирометрическое действие значительно увеличивается (*напряженное сжигание*, по Шинцу). Во втором случае, вход воздуха можно так соразмерить, что, по возможности, можно избежать избытка воздуха. Воздух приводят 2 раза в доступ к горючему материалу: сперва для превращения его в окись углерода, а потом для сжигания окиси углерода в углекислоту. Хотя здесь вся почти теплота, отделяющаяся при первом горении, теряется, но зато при втором горении можно ввести именно столько воздуха, сколько потребно для горения, следовательно, чрез то можно возвысить пирометрическое действие.

Наконец, известен способ возвышения температуры горения посредством введения нагретого воздуха вместо холодного. От этого пирометрическое действие возвышается не только потому, что меньше теплоты употребляется для нагревания воздуха, но также и от того, что нагретый воздух производит сильнейшее соединение кислорода с углеродом, вследствие которого меньшее количество их проходит чрез печь, не производя действия.

Приведенные выше числа достаточно указывают, что при самых выгодных условиях температура стеклоплавильной печи никогда не может достигнуть температуры, названной нами во вступлении баснословною. *Как же она должна быть высока* — это, очевидно, прежде всего зависит от температуры плавления стекла. Стекло, плавясь, поглощает в себя теплоту, делает ее скрытною, а потому чем ниже температура плавления стекла, тем ниже и жар в печи.

---

[1] Здесь он подразумевает не произведение углеродистых водородов, но окиси углерода, т. е. превращение в газ не при изменении воздуха, но при ограниченном доступе его.

Об температуре плавления стекла для всех случаев, конечно, нет достаточных показаний, потому что, как известно, стекло бывает очень различных составов, отчего изменяется также и его точка плавления.* Во всяком случае, поташное и свинцовое хрустальные стекла представляют наибольший и наименьший пределы для точки плавления, и если для стекла, не содержащего свинца, за среднее число точки плавления принять 1200° Ц, то за эту точку для свинцового стекла можно принять число между 1000 и 1100° Ц. Поэтому температура печи для стекла, когда дело идет о свинцовом стекле, должна быть не меньше 1100° Ц; но на самом деле во всяком случае она должна быть большею, и частью потому, что температура, при которой кремнезем и щелочи химически соединяются между собою, бывает без исключения выше, чем температура, при которой плавится образующийся продукт; частью от того, что передача теплоты происходит тем легче, чем больше различия температур. Последнее обстоятельство особенно важно на том основании, что от того происходит ускорение образования стекла, следовательно, сокращение времени плавки. Принимая во внимание это обстоятельство, мы полагаем, что самая пригодная температура печи для стекла должна быть 1500° Ц, т. е., по Пулье (Pouillet), блестящий белокалильный жар.

Коренной горючий материал в стеклянных плавильнях есть *дерево*, употребление которого оставили только, будучи принуждены совершенным недостатком или дорогою ценою его. При вышеупомянутом предположении, что в печь входит почти двойное количество воздуха против абсолютного, жар, доставляемый деревом (сухим), можно считать доходящим до 1500° Ц, или около 1200° Р. Точно то же должно сказать о торфе, буром угле и каменном угле, которые все ныне найдены годными для плавления стекла.

Дерево составляет, сказали мы, основной горючий материал для стекловарения, потому что оно мало дымит, оттого от пламени выделяется мало копоти, портящей стекло, притом оно прямо горит пламенем, что и требуется для нагревания стекловаренных горшков. У нас исключительным горючим материалом на стеклянных заводах служит дерево. В разных местностях употребляют для того разные деревья. Между ними должно отличать плотные деревья, например: дуб, вяз, клен, даже березу, и легкие деревья, например: сосну, ель, иву, тополь. Первые тяжелее вторых, а потому в малом пространстве заключают больше горючих частей, а оттого дают высший жар и пригодны для провара и других нагреваний, где нужен

---

* Под точкой плавления стекла здесь Д. И. Менделеев имеет в виду не температуру размягчения его, как это иногда принимается, а температуру, отвечающую вязкости стекла около 1000 пуаз. [*Прим. ред.*]

более сильный жар. Для поддерживания жара и для слабых нагреваний легкие деревья пригоднее по своей дешевизне. Должно также отличать деревья сухие (лежалые и искусственно высушенные) и сырые. Первые содержат меньше воды и потому дают сильнейший жар. Различают также дрова крупной и мелкой колки, что имеет значение для быстроты сгорания. Все это будет подробно объяснено в выпуске «О горючих материалах».

Чтобы с выгодою употребить для стекловарения *каменный уголь*, он не должен оставлять ни необычайно большого количества пепла, а также не должен давать спекающегося пепла. Он также не должен быть очень сух, ни распадаться в жару; потому что от всех этих обстоятельств задерживается ток воздуха и вследствие этого уменьшается пирометрическое действие. Из этого следует, что для плавления стекла наиболее пригоден неспекающийся, дающий длинное пламя каменный уголь и что, если такого не имеется, его можно заменить смесью спекающегося и тощего каменного угля или спекающегося каменного угля и кокса.

Содержание воды незначительно вредит в каменном угле, потому что оно обыкновенно составляет почти не более 10%. Бурый уголь содержит обыкновенно гораздо более воды и потому требует, если его хотят употребить с выгодою, предварительного высушивания.

То, что было сказано о буром угле, относится также и к *торфу*. Рыхлость даже сухого торфа делает его материалом, дающим несильный жар. Торф особенно пригоден для обжигания печей, для сушения дров и тому подобных нагреваний, не требующих сильного жара.

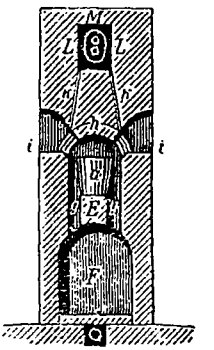
Во многих местах при употреблении угля жалуются на то, что стекло при выработке получается темное. Потому, если плавят углем, то вырабатывать можно древесным огнем. В Богемии в некоторых плавильнях плавят бурым углем, а в работе употребляют газ, получаемый из того же угля.[1] В чем лежит основание этого явления, мы не можем определить с точностью. Может быть, это происходит частью от летучего пепла, механически пристающего к стеклу, частью от сернистой или серной кислоты, действующей на стекло химически; всего же вероятнее от действия угольных частиц, всегда находящихся в пламени каменного угля.

Горючие материалы, обращенные в газ. Если можно обрабатывать газом из того же угля, который прямо употреблялся для плавления, то представляется вопрос, нельзя ли также и плавить

---

[1] Между тем нам известен один стеклянный завод, где *плавят* газом из каменного угля, а *обрабатывают* деревом, потому что газ производит тот же недостаток, как самый уголь.

газом. Это уже испытывали во многих местах, хотя без достаточного успеха, потому что время плавки бывает необыкновенно продолжительно, что, понятно, зависит от того, что при горении твердого топлива скопляется много лучистой теплоты, которая, отражаясь от сводов печи, служит для равномерного возвышения температуры стекла, а газы не производят значительного количества лучистого тепла, и потому нагревание газами всегда будет более местное, чем нагревание пламенем и лучистою теплотою, как при употреблении твердых горючих материалов. Так как для обращения в газ могут быть употреблены самые малоценные горючие материалы и так как Шинц в своем труде ясно показывает, что температура горения газа (принимаемого за смесь окиси углерода и водорода) более нежели достаточна, когда входит воздуха не более, чем потребно для сжигания, то a priori газовое отопление при производстве стекла кажется очень выгодным и, может быть, основание неудачи многих опытов лежит в непригодно соразмеряемом входе воздуха или в плохом устройстве печи. Потому мы заметим здесь, в чем уверяет Шинц, что помощью устройства газопроизводителя (генератора) при плавильной печи для стекла и при регуляторе для введения воздуха он сам получил удовлетворительные результаты. То же свидетельствует Церренер (Zerrenner) из Тшейтша в южной Моравии.[1] Это показание еще интересно тем, что в нем описан прибор, употребленный механиком Подушка (Poduschka), который допускает для обращения в газ совершенно сырой уголь.

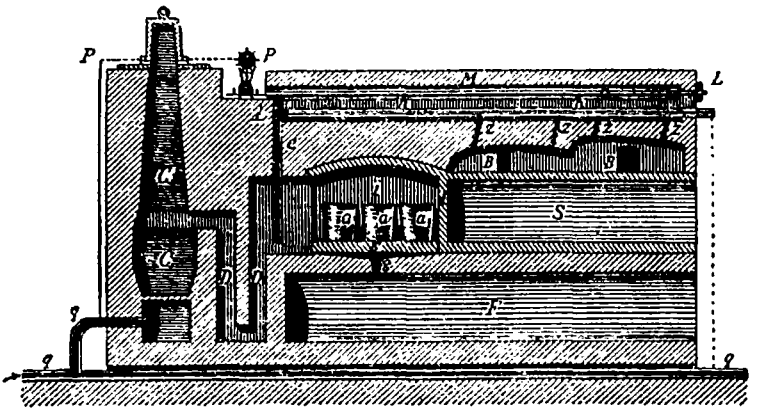


Фиг. 3. Печь с генератором и уравнителем.

Печь Шинца (печь для оконного стекла с пристроенной правильной печью) представлена по труду Шинца «Die Wärmemesskunst» на фиг. 3 в вертикальном поперечном разрезе и на фиг. 4 в вертикальном продольном разрезе чрез середину средних горшков. *CC* — производитель газа из дерева, торфа или хорошего бурого угля. *DD* есть очистительный канал для газа, в котором он оставляет увлеченную золу, *e* — труба для впускания горячего воздуха; *EE* — лавки для ставки горшков. Подле них углубления *g*, которые проводят выплавившееся стекло в канал *FF*. На скамье стоят 3 горшка *aaa*, для которых в своде сделано 6 рабочих отверстий *ii*, фиг. 3. Пламя, выходящее чрез них, поднимается по

[1] «Die Anwendung der Gasfeuerung beim Glashüttenbetriebe zu Tscheitsch» etc. Wien, 1856.

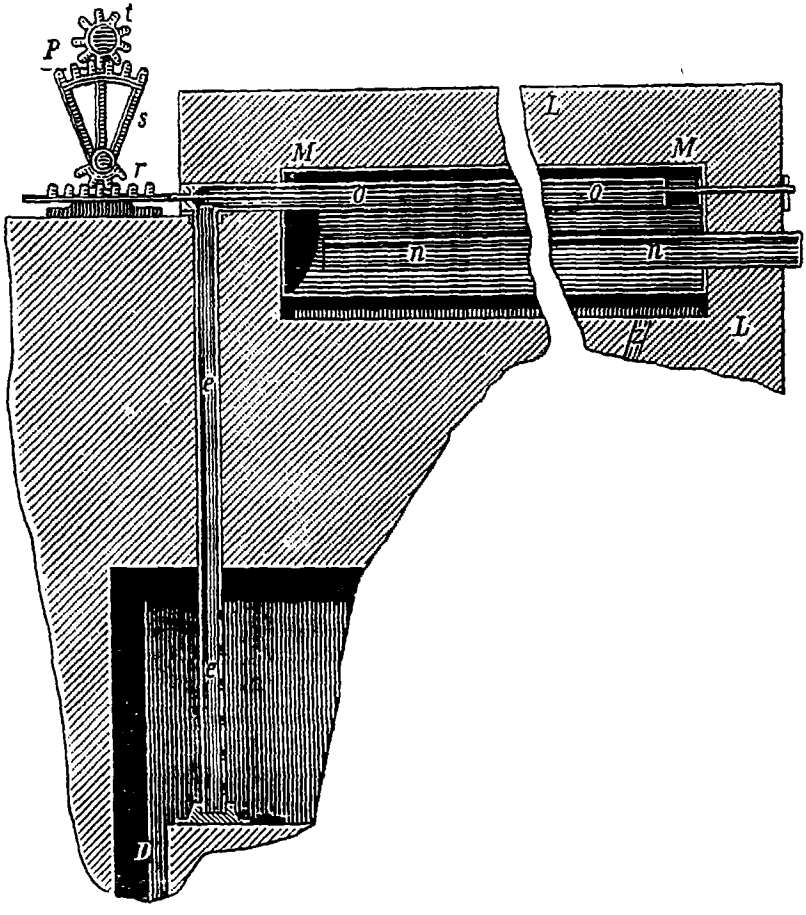
каналу *kk* в пространство *LL*, заключающее аппарат, согревающий воздух. Он состоит из большой чугунной овальной трубы *M*, в которую воздух входит чрез маленькую трубу *nn*, фиг. 4, так что из конца ее идет к проводителю, потом должен итти обратно в овальной трубе, чтобы дойти до трубы *oo*, находящейся на противоположном конце; оттуда он идет в *e*, которая на нижнем конце имеет отверстие, как показывает фиг. 5. Чрез *oo* идет прут, который посредством расширения и сжимания приводит в движение регулятор *PP*, который со своей стороны действует



Фиг. 4. Разрез печи с генератором и уравнителем газа.

на клапан и тем соразмеряет количество входящего воздуха. Труба *qq* есть главный канал для притока воздуха, идущий от отдушника и проходящий как к газовому производителю, так и к нагревателю воздуха. Под правильною печью (для расправки оконных стекол) *BB* находится пространство *S*, которое может служить для сушения горшков. Для ясности регулятор изображен особенно, фиг. 5. На нем мы видим, что прут *r*, идущий чрез *oo*, на заднем конце своем заделан и уперт в стойку, следовательно неподвижен. Далее он лежит в трубе *oo* и сделан из меди; в месте выхода при *r* он так точно пригнан, что около его не может проходить нисколько воздуха. Когда он растягивается или сжимается от высшей или низшей температуры, то движение передается частям *r*, *s*, *t* и от них валу, на котором укреплен *t*. На этом последнем вале укреплен рычаг, повороты которого передаются клапану, находящемуся в главной воздухопроводной трубе *qq*. Когда горение газов в печи доставляет высокую температуру, то

прут *oo* расширяется; если от большого притока воздуха жар уменьшается, то прут сокращается и призапирает клапан, воздуха входит меньше и жар повышается. Конечно, это устройство требует хорошего строителя, но зато при нем жар можно держать



Фиг. 5. Газовой уравнитель.

весьма ровным во все время горения газов. Дальше мы скажем подробнее об устройстве стекловаренных газовых печей.

К упомянутым и уже употребляемым горючим материалам должно прибавить еще кокс, который хотя вообще до сих пор не употреблялся, но пригодность его, повидимому, несомненна. Именно, когда он сжигается в печи, в которой воздух идет снизу, в слое

почти в 12 дюймов, то получается длинное бледное пламя окиси углерода, которое действительно уже с давних пор употребляется с полным успехом для нагревания газовых реторт. Пригодность кокса подвержена тем меньшему сомнению, что Пелла (Pellat) и Грэн (Green) в Лондоне уже с давних пор употребляли смесь 9 частей кокса и 1 части мелкого каменного угля, а [Чэнс] (Chance) с успехом устроил печь для стекла с антрацитовым отоплением.

После того как мы рассмотрели температуру плавильных печей и действие горючих материалов, нам остается показать, *как действительно велико в практике потребление горючего материала относительно к количеству растопленного стекла и как бы оно должно быть велико, судя по теоретическим сведениям.*

Показания, выводимые из практики, необычайно разнообразны, частью потому, что количество горючего вещества наблюдается совершенно поверхностно относительно количества выплавленного помощью его стекла; частью потому, что потребление горючего материала необходимо должно изменяться, смотря по составу стекла, по устройству печи, по составу самого горючего материала и по способу отопки (шуровки) им.

Практическое потребление горючего материала. По официальным известиям,[1] в Австрии в 1856 г. поступило в торговлю 1680 тыс. пуд. стекла и на то употреблено 365 тыс. саж. 30-дюймовых дров [в сажени дров 90 куб. фут.]. Кубический фут дерева в больших обрубках (принимая во внимание промежуточное пространство), по Шиппу, весит 20.4 фунта. Для простоты примем 20 и тогда получим вес сажени в 1800 фунт., и, следовательно, вес 365 тыс. саж. в 657 млн фунт. Итак, на часть готового или продажного стекла употреблено почти 9.7 частей дерева. Одна богемская стеклоплавильня произвела в год 19 800 пуд. оконного стекла при потреблении 3400 саж. дров; итак, пропорция будет иметь вид 1 : 7.7 Другая, также богемская, стеклоплавильня употребила 2200 саж. дров и произвела 16 200 пуд. оконного стекла, или 1 часть стекла и 6.1 части дерева. Среднее потребление горючего в Богемии имеет отношение к количеству выработанного стекла, как 8 : 1, или почти в 9 раз более идет горючего, чем вырабатывается стекла. То же правило употребительно и в Тюрингенском лесу.

То, что официальные показания дают столь большое отношение, объясняется частью тем, что вес сажени дров в различных

[1] Mittheilungen aus dem Gebiete der Statistik von der Direction der administrativen Statistik im K. K. Handelsministerium.

частях страны не одинаково велик и что в общее употребление включаются и дрова, которые употреблены для обжигания горшков, камней и т. п.[1] Еще более уклоняются показания Шинца, который говорит, что бывшее до сих пор потребление дерева, составляющее 1.8, даже до 4 частей, на 1 часть вырабатываемого стекла (смотря по большему или меньшему совершенству употребляемых до сих пор стекловарительных печей), он привел чрез употребление газового отопления до 0.67. По его показаниям, приблизительное достоинство дерева и каменного угля находится в отношении 4182 : 7710 (т. е. почти 1 : 2); напротив, дерева и бурого угля в отношении 4182 : 5598 (приблизительно 2 : 3). Следовательно, вместо 1.8 дерева должно употребить 0.9 каменного угля и 1.2 бурого угля; вместо 4 дерева 2 каменного угля и $2^2/_3$ бурого угля и вместо 0.67 дерева только 0.44 бурого угля. По общим показаниям, на 1 часть стекла, не содержащего свинца, потребно 3 части каменного угля и 10 частей высушенного на воздухе бурого угля. Одна известная Штейну фабрика производила во вновь устроенной печи для оконного стекла в 10 горшках, по 18 пуд. каждый, в 5 раз * 21 531 фунт готового стекла с издержкою 88 900 фунт. угля, что почти составляет 4 части угля на 1 часть стекла. Та же самая фабрика потребляла также в новой печи для зеленого стекла при производстве бутылок 12 400 фунт. угля на 4800 фунт. стекла, следовательно на 1 стекла 2.6 каменного угля. Это выгодное отношение зависело, по мнению Штейна, от введения фриттования (предварительной закалки) состава.

То, что для плавления свинцового стекла вообще требуется меньшее количество горючего материала, едва ли имеет надобность в особенном упоминании. По Пелла, в его печи отношение = 1 часть стекла : 2 до $2^1/_2$ каменного угля. В бельгийских плавильнях на 1 часть стекла полагается $1^1/_2$ до 2 частей угля.

Теоретически необходимое количество горючего материала не трудно было бы узнать, если бы только иметь дело с одним стеклом. Следовало бы только вычислить, сколько потребно единиц тепла для того, чтобы нагреть стекло в плавильной печи до температуры, которую мы приняли за 1500° Ц. Теплоемкость (т. е. количество тепла, необходимое для нагревания на 1° Ц) стекла приблизительно составляет 0.1787, следовательно, для нагревания 1 фунта стекла до 1500° Ц необходимо израсходовать или передать стеклу $1500 \times 0.1787 = 267$. Так как 1 фунт дерева при

---

[1] Также во многих предметах от откалывания боя и также от шлифовки происходит значительная убыль в весе продукта, что не принято во внимание в этих показаниях.

* Т. е. в 5 варках. [*Прим. ред.*]

«напряженном нагревании» производит 2492 единицы тепла, то следовало бы немного более $^1/_{10}$ фунта дерева, чтобы расплавить 1 фунт стекла, и это было бы возможно, если бы не терять теплоты и если бы не нагревать ничего другого, кроме стекла. Но чем выше температура, тем больше потеря теплоты чрез теплопроводность и лучеиспускание, а также чрез самые сгорающие газы, которые выходят из печи, имея температуру по крайней мере в 800° Ц. При несовершенном или «напряженном» сгорании из 1 фунта безводного дерева образуется 0.5755 окиси углерода, 0.9035 углекислоты, кроме того, 3.489 азота, теплоемкость которых в сумме составляет 1.4961, что, будучи помножено на 800, дает 1196.8. Так как при этом образе сжигания сложное произведение теплоты составляет 2492, то мы будем очень близки к истине, если примем в расчет потерю теплоты от выходящих газов, равную половине производимого количества тепла.

Но кроме стекла нагреваются также горшки и вещество печи, а также теряется много тепла в скрытом виде в газах и парах, которые выходят от стекла. Печь, в которой ставятся 10 горшков, содержащие от 18 до 21 пуда стекла, для постройки требует 2142 пуда высушенного камня, горшки весят почти столько же, сколько стекло, в них заключающееся. Поэтому можно принять, что на 1 часть стекла должны быть нагреты 10 частей горшечного и печного материалов.[1] Если мы положим, что теплоемкость их только равна теплоемкости самого стекла, то они возьмут $10 \times 266.5 = 2665$ единиц тепла. Потому нам необходимо $11 \times 266.5 = 2931.5$ единицы тепла. Так как из этого числа половина теряется в выходящих газах, то нам потребно двойное количество, именно 5863 единицы тепла, что соответствует 2.35 фунта дерева в безводном состоянии. Если при этом считать потерю от лучеиспускания и теплопроводности, то мы нисколько не преувеличим, если окончательно примем, что на 1 фунт стекла необходимо нужно 3 фунта дерева, не содержащего воды, хотя мы не принимали во внимание, что однажды нагретый печной материал при каждой новой плавке не требует столько тепла, сколько мы рассчитывали. Влияние потерь, которые средним числом равны 25% взятой массы, на поглощение тепла столь незначительно, сравнительно с другими расходами тепла, что его не стоит принимать в расчет. Напротив, обработка расплавленного стекла требует количество теплоты, хотя не одинаковое для всех сортов

[1] Мы не думаем, чтобы мы заходили далеко, когда принимаем в расчет всю массу печи, так как она необходимо должна быть нагрета, хотя внешние слои вследствие отделения теплоты не могут дойти до температуры каления.

стекла, но составляющее средним числом $^1/_4$ теплоты, потребной для плавления. Потому, чтобы уравнять наше теоретическое число с практическими показаниями, на которые обращается внимание при продаже готового стекла, мы должны к нему прибавить не $^1/_4$, но мы должны сделать бóльшую прибавку на том основании, что при работе не все стекло, находящееся в горшке, может быть обработано. Потому мы, наконец, принимаем за необходимое количество горючего материала на 1 фунт стекла:

Дерева (*безводного*)	4	фунта
Бурого угля:		
безводного	$2^2/_3$	»
влажного	4	»
Каменного угля	2	»

Принимая же во внимание, что воздух входит в печь больше надлежащего количества, мы должны будем еще значительно увеличить приведенные цифры и тогда будем очень близки к практике.

Так как при начале работы стекло уже растоплено, то употребленный в продолжение ее горючий материал представляет количество теплоты, которое необходимо, чтобы привести стекло в расплавленное состояние, т. е. количество теплоты, необходимое для вознаграждения происходящей потери ее. Если плавление продолжается вдвое дольше работы, то происходящая притом потеря теплоты будет вдвое больше. В действительности, однако, можно полагать, что потеря тепла при плавке должна быть еще больше, так как температура в продолжение плавления выше, нежели в продолжение работы; но взамен того, при работе остывание значительнее от окон, и т. п.; так что обе потери можно считать одинаковыми. Следовательно, потребление горючего материала при работе может равным образом служить для того, чтобы приблизительно определить потерю теплоты, которую мы старались определить другим путем, и в самом деле этим достигают очень близких результатов. Например, средним числом употребляют 2 саж. дров для того, чтобы обработать 2800 фунт. расплавленного стекла, следовательно 4 саж., чтобы покрыть потерю теплоты при плавлении их. Но для плавления этого количества стекла нужно средним числом 8 саж. дров, потому количество, потребное собственно для расплавления, будет = 4 саж., [что соответствует] 7200 фунт., или на 1 часть стекла [приходится] 2.6 дерева. При каменноугольном топливе издержки в горючем материале при работе, кажется, не так велики, как при древесном топливе, что видно из следующих примеров. В одном случае было употреблено 71 тыс. фунт. дерева при плавлении и 12 400 фунт. при обработке; в другом случае 10 800 фунт. при плавлении и 1600 фунт. при обработке; таким образом при обработке в обоих

случаях употреблено приблизительно $^1/_6$ количества, употребленного при плавлении. В первом случае, по нашим общим положениям о продолжительности времени плавки и обработки, потеря теплоты 24 800 фунт. угля, а остается 46 200 фунт., которые были необходимы для плавления 21 531 фунта. Поэтому отношение будет = 1 : 2. Во втором случае, при котором смесь была фриттована, плавление продолжалось 20, работа 11 часов. Из этого вычисляется потеря теплоты в 2909 фунт. угля, а остается 7891 фунт, чем выплавлено 4800 фунт. стекла, что дает отношение 1 : 1.6.

Если средним числом практическое потребление угля на 1 фунт стекла будет равно 3 фунт., то наименьшая потеря в горючем материале будет происходить при употреблении каменного угля, а при дереве или буром угле она будет наибольшая. Основание этого явления, по нашему мнению, находится в незначительном пирометрическом действии дерева и бурого угля. Этим малым пирометрическим действием затрудняется перемещение теплоты, следовательно время плавления делается продолжительнее, а вместе с тем увеличивается потеря тепла, а, следовательно, вместе с тем и потребление горючего материала.

Выведенное нами теоретически число для потребления горючего материала составлено из многих чисел, из которых потребное для самого плавления есть наименьшее. Наибольшие суть количества теплоты, унесенные газами, и количество теплоты, потребное для нагревания горшечного и печного материалов. Хотя мы привели оба эти количества как постоянные числа, однако на самом деле это не верно ни для газов, ни для горшечного и печного материалов. И точно, количество это при маленьких горшках и маленьких печах не настолько меньше, насколько меньше выплавляется в них стекла. Мы здесь в состоянии привести пример из практики. Именно: печь для 144 пуд. стекла потребовала на постройку 2025 пуд. печного материала, причем приходится почти 15 частей горшечного и печного материала на 1 часть стекла; тогда как в печи для 180—210 пуд. стекла, как выше было приведено, это отношение = 10 : 1. Из этого следует, что в малых печах потеря теплоты должна быть больше, чем в больших; из чего выходит правило для практики — *плавить по возможности больше стекла в возможно меньшем пространстве* — не только потому, что нагревание большей пустоты требует значительно большего потребления теплоты, но и потому, что чрез уменьшение ее масса печи и величина поверхности, испускающей теплоту, делается меньше относительно массы стекла. Это правило, без сомнения, можно было бы выполнить наисовершеннейшим образом, если бы можно было обойтись совсем без горшков и плавить

в обыкновенных пламенных или отражательных печах (т. е. прямо на полу или поде печи, которая отапливается сбоку), что до сих пор представляет еще большие практические трудности.*

Потеря теплоты от выходящих газов, очевидно, может быть уменьшена, когда к целям фабрикации применят эти газы, прежде чем они выйдут в воздух.

Мы хотим здесь говорить только о двух применениях, именно: о приложении к закалке стекла (т. е. к медленному охлаждению готового стекла) и к фриттованию, т. е. к предварительному нагреванию стеклянной смеси. По нашему мнению, оба эти применения могут быть соединены, если к плавильной печи пристроить две побочные печи, одну *каленицу* для закалки, а другую *ошев* (от Aschofen) для фриттования, и соединить их общею трубою. Мы полагаем, что во время плавления канал, ведущий в каленицу (печь для закаливания стекла), будет закрыт; таким образом газы пойдут чрез ошев для фриттования, между тем при обработке будет происходить обратное. Мы хорошо знаем, что в новое время побочные печи, а также и фриттование, мало употребимы; но мы думаем, что выгода подобного применения достаточно доказывается как с теоретической точки зрения, так и многими практическими примерами.

[Б.] Об горшечном и печном материале

Все ветви промышленности, где необходимо работать при очень высокой температуре, требуют и находятся в тесной зависимости от огнепостоянных материалов, т. е. таких, которые не изменялись бы при действии жара ни химически (не сгорали бы, не ржавели в жару), ни физически (т. е. не плавились бы), ни механически (не трескались бы, не распадались). Недостаток вполне огнепостоянных веществ оказывает огромное влияние на такие роды производств.

При стеклянном производстве это обстоятельство имеет особенно важное значение на основании того, что не только жар, которому подвергается горшечный печной материал, очень значителен, но также щелочи прямым своим влиянием действуют на его разрушение. Выбор практически пригодного огнепостоянного материала ограничивается кремнеземом, кварцем (песчаник, песок), известью и глиною (кремнеземистый глинозем). Эти огнепостоянные вещества действительно не изменяются в жару, но из извести нельзя сделать крепких сосудов, а оба остальные материала

---

* См. выноску на стр. 185. [*Прим. ред.*]

теряют в их огнепостоянстве от примеси щелочных веществ (например кали, натр, известь, окись и закись железа, окись свинца), употребляемых для стекла. Наиболее вредным образом эти вещества действуют на кремнезем, и на глину тем вреднее, чем больше последняя заключает кремнезема, — будет ли он в соединении с нею или только в смеси.

Притом только из глины возможно выработать неценные и твердые сосуды и печи. Металлы для такой работы не годны или потому, что горят и плавятся в жару (например железо, медь) или же разъедаются щелочами, например платина, которая и очень ценна. Так как при стеклянном производстве горшки всегда, а печь (посредством улетучивания), преимущественно свод (а чрез вытекание из трещин также и лавка), находятся в соприкосновении со щелочью, то из этого следует, что глина должна быть употребляема не только свободная от примеси вышеупомянутых щелочных веществ, но и должна содержать как можно менее кремнезема. Имеет ли глина названные свойства — это наилучшим образом показывает химический анализ. Напротив, в тех случаях, где материал не приходит в соприкосновение со щелочами и таким образом только противодействует влиянию жара, глина, содержащая небольшую примесь основных тел, улучшается тем, что к ней примешивают чистый кварц, потому что этим плавкость глины уменьшается.

Хорошие горшки при стеклянном производстве столь важны, что при изготовлении их употребляется всевозможное старание и так, что многие фабриканты глину для своих плавильных сосудов привозят издалека и с большими издержками; между тем не употребляют [глину, хотя и] получающуюся вблизи, гораздо дешевейшую, но менее хорошую, т. е. содержащую или подмесь кварца, или подмесь щелочных, или известковых, или железистых соединений.

Значение хорошей глины в стеклоделии обусловливается тем, что только из хорошей глины возможно устроить долго стоящие, не трескающиеся и мало изменяющиеся горшки и печи; а такие горшки и печи именно необходимы для выгодности производства. Если печь или горшок дает трещину, то не только теряется материал, но и тратится много времени для устройства и ввода в дело нового горшка или печи; потому что это служит или к остановке всего производства (для передела печи) и к трате горючего материала (для сушки печи), или к большой потере времени (на постройку и сушку); следовательно, недостатки глины влекут за собой неизбежно многие бесполезные расходы, и часто они одни увеличивают ценность производства в 2 и более раза. Потому-то внимание заводчика должно быть устремлено постоянно на совер-

шенство гончарного дела и на достоинство глины, без которых и невозможно достичь этого совершенства.

Очищение глины. Нередко сама по себе употребляемая глина смешана с веществами, например песком, серным колчеданом, известью и т. п., которые, не будучи старательно удалены из нее, наносят ущерб ее огнепостоянству. Для очищения от подмесей, всегда находящихся даже в лучшей глине, ее сушат, разбивают на возможно мелкие куски, которые отбираются, причем от нее отделяют все крупные посторонние тела, например гальки, корни, колчеданы и т. п. Отобранную глину толкут и сеют. Однако, если примеси глины так мелки, что отбирание и просеивание не может быть достаточно для отделения, то необходимо отмутить или промывать, или, если это требует больших издержек, скорее совсем не употреблять ее.

Отмутить глину не так трудно, как о том мы будем говорить подробнее в выпуске «Об производстве глиняных изделий». Отмучивание значительно увеличивает достоинство глины, но при этом ее и теряется очень много, так что и ценность значительно увеличивается. Нет никакого сомнения, что лучше пользоваться глиною, привезенною издалека, но более чистою, чем самому очищать худшую глину. У нас лучшие сорты глины идут с Урала; употребляют также с успехом глину боровицкую и московскую. Испытание достоинства глины и состав разных сортов глины будут описаны в том (9-м) выпуске «Технологии», где будет описано производство разных глиняных изделий.

Необходимая прибавка цемента. Горшечный и печной материал, соответствующий всем потребностям, должен быть не только огнепостоянен, он должен также не трескаться в жару стеклянной печи: оттого произошла бы прямая потеря чрез разлитие и не прямая — чрез разрушение стен печи и даже остановка работы. Потому наибольшее старание следует употребить на *составление горшечной и печной массы*, на *удаление всего воздуха из внутренности оной* при формовании ее и на *высушивание*, — три обстоятельства, имеющие существеннейшее влияние на растрескивание; потому что выделение паров и газов при действии жара и неравномерность [вернее, неоднородность] массы составляют главные причины образования трещин. В чем состоит при этом влияние состава массы — тотчас будет объяснено.

Растрескивание в жару предметов из огнепостоянной глины происходит, как известно, от сжимания, которое претерпевает глина, формованная на воде, от действия жара. Уже самая форма глиняного изделия имеет большое влияние на образование трещины. Толстые места представляют большое сопротивление разрыву; таким образом при сушке глиняного изделия, когда вся масса

сокращается, тонкие части притягиваются к толстым, отчего образуются в этих местах разрывы, величина которых должна находиться в прямом отношении ко всему уменьшению объема. Если масса глины распределена совершенно равномерно, то не происходит больших трещин, и хотя в различных местах появляются многие трещинки, тем не менее они бывают недостаточно велики, чтобы уничтожить связь массы на этих местах. Если представим себе всю массу глины разделенною на большое число маленьких масс посредством промежутков из тел, вовсе или почти не изменяемых в жару, то нетрудно понять, что тогда, хотя в сумме произойдет то же уменьшение объема или, другими словами, при тех же условиях та же ширина разрыва, но последний должен разделиться, как разделена и сама масса глины, на большее число отдельных маленьких, идущих в различных направлениях трещин. Оттого связь всей массы не может быть уничтожена ни в одном месте.

Обстоятельство, подобное происходящему при обжигании глины, представляется при высыхании обыкновенной известки; потому для цемента вообще употребляют известь, смешанную с песком, чтобы устранить растрескивание. При огнепостоянных изделиях можно также употреблять песок для тех частей печи, которые не приходят в соприкосновение со щелочами. Самое лучшее, однако, употреблять *сильно прожженную глину* или *старательно очищенные от стекла черепки разбитых горшков*, которые уже выдержали высшую степень огня. Эта примесь называется вообще *цементом*, а в том случае, когда цемент есть сильно обожженная глина, например битые стекловаренные горшки, то его называют *жженою* или *толченою*, а также *шармоткою*,* глиною или жженкою.

Прибавляемое количество цемента определяется пластичностью и мерою сжатия глины, а также степенью жара, которому должен быть подвергнут предмет; граница этой прибавки находится в том обстоятельстве, что при большой прибавке обжигаемый предмет начинает делаться пористым.

Так как ни обожженная глина, ни песок не пластичны, т. е. не могут связывать воды, как сырая глина, то натурально от них уменьшается пластичность (вязкость) глины или способность ее принимать желаемые формы, и, следовательно, ясно, что если глина с прибавкою цемента будет иметь еще достаточную способность к принятию формы, то тем большую, чем пластичнее она была прежде. С другой стороны, явствует, что при одинаковых обстоятельствах, к глине должно быть прибавлено тем больше

---

* В настоящее время называется шамотом. [*Прим. ред.*]

цемента, чем значительнее уменьшается она в жару или [чем] выше степень жара, который должен выдерживать изготовленный предмет. Из всего этого следует, что в стеклянном производстве должно иметь в виду доставить возможно пластичную огнепостоянную глину.

Испытание пластичности глины может быть произведено только чисто технически и наилучше таким образом, что силу, связывавшую воду, определяют количеством воды, которую в состоянии принимать совершенно высушенная глина. Если хотят произвести эту пробу с большею точностью, поступают следующим образом: сначала несколько дней сушат известное количество испытуемой глины над серною кислотою (в закрытом сосуде), вообще так долго, пока не перестанет происходить потеря в весе, — тогда от этой сухой глины отвешивают 25—30 г, кладут это в вывешенный сосуд и обливают дистиллированною водою. Воду оставляют стоять 12 часов, потом старательно сливают с глины не принятую ею часть воды, ставят сосуд на час над серною кислотою и взвешивают.

Для суждения о степени пластичности можно также употреблять связь частиц в массе глины с водою, приведенной в состояние теста. Из этого теста делают брусок произвольной (но при всех изысканиях одинаковой) величины; сначала его совершенно высушивают на воздухе и, наконец, в температуре от 20 до 25° Ц. Таким образом изготовленный брусок кладут горизонтально над двумя досками, укрепленными между собою в произвольном (но при всех изысканиях одинаковом) расстоянии, и на средину его накладывают тяжесть до тех пор, пока он сломается. Это можно произвести, укрепив на средине бруска легкую чашку весов и постепенно накладывая на нее тяжесть.

Эти изыскания могут привести к некоторым образом близкому заключению только чрез сравнение различных родов глины, и они обыкновенно должны быть производимы тогда только, когда известно огнепостоянство. Испытание огнепостоянства хотя может быть произведено технически, однако этому, как мы выше заметили, предпочитается химический анализ. Химический анализ покажет отношение между количеством кремнезема и глинозема в глине, а оно-то и определяет огнепостоянство глины. Лучшая для работы в жару та глина, которая содержит в 100 частях не более 50 частей кремнезема, около 35% глинозема и около 15% воды, мало окислов железа и не содержит щелочей. В сухом состоянии французская глина из Forges-les-Eaux содержит около 70% кремнезема и около 30 глинозема. В Бельгии часто употребляют глину из Andenne, близ Льежа, она очень хороша и содержит около 65 [%] кремнезема, около 30% глинозема и около 2% окиси железа.

В Англии известна глина из Stourbridge, содержащая до 7% окислов железа. Во Франции кладут обыкновенно на $1^1/_2$ глины, $^1/_3$ цемента, в Англии $^1/_5$, в Бельгии — поровну. Желательно, чтобы химический анализ предпринимался вместе с техническим испытанием и определял влияние, которое производит на огнеупорность примесь железа, извести и щелочей.

Цемент состоит, как уже было замечено, или из обожженной глины, или глиняных черепков, или смеси того и другого, или из чистого кварцевого песку. Однако, так как последний от сплавляемых веществ легче портится, чем глина, то его должно, как было выше упомянуто, употреблять не для горшков, но только для кирпичей, которые менее подвержены влиянию щелочей.

Глина, чтобы преобразовать ее в цемент, сильно прокаливается в мелких кусочках или в кирпичах и потом обращается в порошок. Так как при этом она нагревается не так сильно и не столь долго, как при стекловарении, то она не подвергается полному сжатию и менее пригодна к делу, чем осколки горшков. Потому жженая глина не может вполне вознаграждать глиняные черепки, и потому там, где только она употребляется как прибавка к свежей глине, она примешивается в большем количестве. Она представляет, однако, выгоду тем, что может быть лучше обрабатываема, чем глиняные черепки; притом она уменьшает пластичность глины не в такой степени, как последние.

Глиняные черепки, или жженка, доставляются в достаточном количестве негодными к употреблению горшками. Однако, после того как будут разбиты на куски, должны быть старательно очищены от приставшего к ним стекла. После очищения они, как и глина, обращаются в порошок столь мелкий, сколь возможно.

Приготовление массы заключает пропорцию смеси глины и цемента, смешение обоих и количества воды, потребно[го] [для того], чтобы образовать тесто требующейся густоты.

Отношение, в котором употребляются глина и жженка или другой цемент, изменяется по свойствам глины, как было выше сказано; так что нельзя сделать показаний, совершенно соответствующих всем случаям. Но опорным пунктом может служить отношение 1 части сырой глины на $1^1/_2$ жженой и $^1/_2$ глиняных черепков, или равные части каждого из этих веществ, что верно для глины с хорошими практическими свойствами — жирной глины. Однако в этом отношении в различных фабриках существует большое разнообразие; преимущественно употребляют глину различных сортов, чем, как думают, может улучшиться масса. Мы здесь представляем указания, которым следуют на одной известной нам фабрике.

1. *Масса для печного камня:*

16 [част.] кварцевого песку
6 » сырой глины
или
3 » песку
1 » жженой глины

2. *Масса для горшков:*

9 [част.] жженой глины
4 » горшечных черепков
4 » жирной глины
$7^1/_2$ » тощей глины
или
10 » жженой глины
4 » горшечных черепков
4 » жирной глины
7 » тощей глины

3. *Масса для кирпичей для свода:*

2 [част.] сырой глины
1 » черепков

4. *Масса для лав или скамей, на которые становятся горшки:*

12 [част.] горшечных черепков
11 » тощей глины

Смешение обращенного в мелкий порошок и просеянного вещества сначала производится в сухом виде в деревянных ящиках или в яме. Так как это имеет большую важность и по этому способу может быть произведено несовершенно, то кажется сообразнее [с целью] смешение в барабане, как было раньше показано для состава стекла. Чрез смешение достигается однородность, а однородность способствует лучшей выработке изделия и предохраняет от трещин.

Отношение количества воды должно быть такого рода, чтобы получилось глиняное тесто достаточной густоты, чтобы при делании горшков оно не расплывалось. Чтобы это определить, обыкновенно бросают на глиняное тесто с известной высоты свинцовый шар тяжестью в 8 лотов и замечают, как глубоко войдет он в тесто. Для горшечной массы, когда горшки делаются от руки, масса будет иметь необходимую густоту, если шар, будучи опущен с высоты 30—40 дюймов (75—95 см),* входит в нее на свой

* Здесь и в последующих частях книги дюйм принят равным от 2.30 см до 2.40 см (строго значение его не выдержано).

Известно, что старый штеттинский фут был равен 11.12 английским дюймам, отсюда значение старого дюйма ($^1/_{12}$ фута) = 2.35 см; в Силезии фут был равен 11.337 английским дюймам, и значение дюйма в Силезии было равно 2.40 см; в других частях Германии были приняты другие значе-

диаметр. Если же горшки делаются в формах, то тесто может быть немного жиже. Следовательно, пробою в малом размере можно узнать количество воды, потребное для обработки всей массы. Однако обыкновенно поступают так, что смесь в ящике обливают водою и оставляют ее в соприкосновении со смесью до тех пор, пока смесь не будет совершенно проникнута ею. После того дают излишней воде сбежать и тогда производят смешивание посредством топтания ногами.

Как общее правило, мы можем принять, что горшечный и печной камень будут тем прочнее, чем меньше было употреблено воды при приготовлении массы.

По опыту известно, что всякая глина выигрывает в пластичности, если она долгое время находилась в сыром виде, не будучи в состоянии высохнуть. Многие утверждают также, что она тогда менее трескается при обжигании. На этом основании выгодно сырую глину класть в подвал или в яму, которую можно хорошо покрыть, и, покрыв ее сырой соломой, оставить лежать несколько месяцев (чем дольше, тем лучше).

Равным образом найдено, что способность теста к принятию формы возвышается от механической обработки. В этом случае непосредственно перед употреблением тесто разрезывается проволокой на плиты, которые кладутся одна на другую в месильный ящик или на деревянную подстилку и еще раз протаптываются ногами. По нашему мнению, это можно произвести в кратчайшее время и с меньшим трудом там, где имеется глиномятная машина, тем, что тесто должно несколько раз пропустить чрез нее.

[В.] Вид, величина и изготовление горшков

Вид горшков. Горшки для стекла, что касается их формы, первоначально произошли из плавильных тиглей древних химиков и обрабатывателей металлов и имели формы фиг. от 6 до 8, как представляет их Кункель (Kunkel) в своем известном сочинении. Ныне к первоначальной форме присоединилась еще новая, так что теперь можно различать *открытые* и *закрытые* горшки.

Открытые горшки имеют обыкновенно вид (фиг. 9), согласующийся со старым их видом (фиг. 7), т. е. они немного конические, причем нижний диаметр на 4—5 дюймов меньше, чем верхний. Кроме этих, встречаются такие, какие представлены на фиг. 10—14.

[Форму] горшков, как существенное, можно принимать [такую], чтобы в возможно меньшем пространстве печи можно было поме-

---

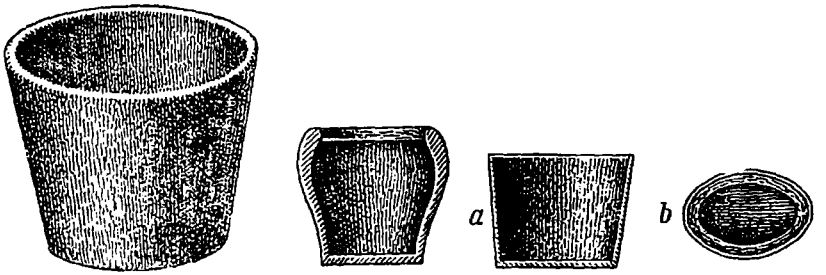
ния фута (см.: Ф. Петрушевский. Метрология. Санктпетербург, 1831). В «Стекольном производстве» принято распространенное в то время обозначение фута в виде ′, дюйма в виде ″, линии в виде ‴. [*Прим. ред.*]

стить возможно большее число их; также, чтобы пламя, по возможности, охватывало их со всех сторон; чтобы они заключали возможно больше стекла, как можно менее были подвержены разби-

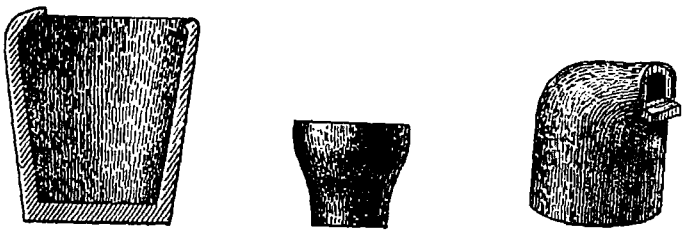
Фиг. 6. Фиг. 7. Фиг. 8.

Формы горшков.

ванию, и чтобы совершенная их обработка была возможна без трудностей. Вследствие соединения этих условий произошли эллиптическая форма (фиг. 11) и формы фиг. 10, 13 и 14. Другое,



Фиг. 9. Фиг. 10. Фиг. 11. Фиг. 12.



Фиг. 13. Фиг. 14. Фиг. 15.

Формы горшков.

менее существенное, но все-таки практически важное условие лежит в основании форм фиг. 10 и 13, что касается до краев. Именно у верхних краев горшок бывает сужен, или, лучше сказать, снабжен выпуклостью, чтобы чрез то отстранить излом краев и легче захватить раскаленный горшок крюком и двигать его в печи с одного места на другое, и, кроме того, потому, что края горшка истираются скорее всего.

Закрытые горшки (фиг. 15) снабжаются накрышкой, куполом, отверстие которого обращено к рабочему отверстию печи. Их стали делать в Англии для плавления свинцового стекла (или чаще, как раньше было упомянуто, для плавления белого стекла при каменноугольном топливе).

При [изготовлении] горшков необходимо соблюдать, чтобы соседние места были почти одинаковой толщины, т. е. чтобы, начиная со дна, толщина стенок постепенно уменьшалась; чтобы дно было такой же толщины, как и нижние части стенок или только немного толще их, иначе в неровных местах часто происходят трещины.

Величина горшков. Старинные стеклянные горшки могли быть немного больше больших плавильных тиглей. Потом вошли в употребление и еще до сих пор существуют в большей части Германии горшки 4—7 пуд. вместимости. По описанию Фенна (Fenn),[1] это было прежде и в Америке. В Англии, Бельгии и Франции уже давно введены большие горшки в 20—60 пуд. вместимостью (от 5 до $8^1/_2$ куб. футов);[2] этому примеру следуют и в Германии. У нас употребляются почти исключительно только большие горшки, диаметром вверху около $1^1/_2$ арш., вышиною около 1 арш.

Для варки листового стекла у нас употребляют бо́льшие горшки, чем для посудного и для хрусталя.

Для суждения о сообразной с целью величине стеклоплавильных горшков вообще должно иметь в виду возможность выплавлять в данное время возможно больше стекла и выплавленное стекло обрабатывать в непродолжительное время, потому что без этого качество ухудшается; чтобы работник без затруднения мог доставать трубкой до дна горшка, чтобы можно было обрабатывать стекло возможно совершенно и, наконец, чтобы при лопании горшка происходила небольшая потеря стекла. Нет нужды говорить, что потеря от утечки или шквара в больших горшках всегда должна быть больше, чем в маленьких. Но во внутренности печи можно устроить прибор для собирания разлившегося стекла, и при горшках хорошего достоинства, которые, сверх того, переменяются по прошествии известного времени, например 4 недель, даже когда они кажутся еще годными к употреблению, разлитие стекла случается очень редко. Из сравнения изысканий мы узнаем, что 8 горшков по 180 фунт. каждый могут выплавлять в 16—18 часов 1200 фунт. стекла; напротив, 6 горшков по 700 фунт. в 28 часов 4200 фунт. стекла. Таким образом, в больших горшках выплавляется в одинаковое время, т. е. в 18 часов 2700 фунт.

[1] Dingl. Journ., LXXXV, 297.

[2] Горшки в 2500 фунт. до сих пор употребляются только при производстве свинцового стекла.

стекла; следовательно, в одинаковое время больше, чем вдвое против маленьких, и это не есть единственная выгода, потому что в этом случае потребление горючего материала меньше почти на $^1/_8$, что составляет практическое подтверждение результатов, выведенных нами из теоретических рассуждений. К этому присоединяется еще то, что самые верхние и самые нижние слои стекла по опыту должны состоять из худшего стекла, нежели средние; таким образом, хорошее стекло в больших сосудах, очевидно, будет составлять относительно бо́льшую часть целого, нежели в маленьких.*

Время, необходимое для выработки горшка, зависит при одинаковом искусстве работника от величины и свойств изделий. Можно принять за правило, что работник в состоянии работать хорошо не долее от 7 до 12 часов. Так как очевидно, что в это время может быть обработано большее количества стекла в большие предметы, например в холявы (цилиндры) для оконного стекла, в большие бутыли и т. п., чем в маленькие, например в бутылки, стаканы и проч., требующие сверх того более отдельной работы, то горшки различных изделий издавна делают различных величин. Например, в Германии горшки делаются:

	Вместимость	
	в фунтах	в куб. футах
Для белого стекла	120—180	1—$1^1/_2$
« оконного »	225—400	2—$3^1/_3$
« дутых зеркал	400	$3^1/_3$

Иногда все стекло, вмещающееся в горшок, обрабатывается одним работником (с помощником); иногда же к одному горшку ставят двух работников, производящих одну и ту же работу. Эта последняя работа может быть применена только при работе малых предметов. Но есть другая система работы, как производится она особенно в Бельгии и Франции. Этот образ работы состоит в том, что при нем бывают: один — окончательно обрабатывающий предметы, и один или несколько — приготовляющих их. Эта система может быть применена при всех изделиях и есть самая рациональная, потому что незначительную работу производят только те

* Здесь очень обстоятельно показывается выгода варки стекла в горшках большой емкости и, как логичное заключение, указывается на целесообразность создания вообще безгоршковых, иными словами, ванных печей, варка стекла в которых осуществлялась бы просто на поду печи. Подобные печи были осуществлены на практике около 1870 г. [*Прим. ред.*]

работники, которые получают незначительную плату, а время работников, получающих бóльшую плату, употребляется только для самой трудной работы. При этой системе фабрикант и рабочие находят равномерно свои расчеты, потому что тем достигается большее производство, ценность производства делается меньшею и рабочие достают бóльшую плату.

После всего этого несомненно, что большие горшки экономически выгоднее маленьких. Также возражение, которое делали прежде в техническом отношении против больших горшков, именно, что в них нельзя получить столь хорошего стекла, как в маленьких, уже давно опровергнуто. Когда стекло совершенно расплавлено и хорошо очищено, то оно должно быть так же хорошо в больших горшках, как и в маленьких. Впрочем, нет сомнения, что малые горшки выдерживают долее, чем большие, и что для некоторых сортов стекол, особенно для цветных и тому подобных стекол, употреблять малые горшки выгоднее, чем большие. Кроме того, необходимо обратить внимание на связь между величиною горшков и величиною печей, на время выплавки и выработки и с ними сообразовать меру горшков для каждого завода.

Нам остается еще рассмотреть, каким образом величина горшков делится по различным измерениям и какая крепость стенок дается им. Исходным пунктом для разрешения этих вопросов служат следующие рассуждения. При общеупотребляемом устройстве плавильных печей плавление состава производится преимущественно отраженною теплотою от свода печи на поверхность массы, находящейся в горшке, и чрез стенки горшка, когда они будут подвергнуты жару, будет проходить тем менее тепла, чем они толще. Потому верхний диаметр горшков должно делать как можно больше, высоту их как можно меньше и стенки возможно тоньше. Это соответствует также второму условию — совершенному опоражниванию. Стенки должны, однако же, быть достаточно крепки, чтобы выдерживать давление стеклянной массы и толчки, происходящие снаружи, как, например, при сажании их в печь. Потому им, хотя бы это и было выгодно относительно вместимости, не дают четырехгранной формы, потому что она имеет наименьшую способность сопротивления. Горшки должны, по причине уже вышеупомянутых неравных свойств слоев стекла, быть делаемыми не слишком плоскими, и нижний диаметр их не должен быть велик, чтобы пламя охватывало горшок с большего числа сторон и при сажании и поворачивании клюкою можно было проходить между отдельными горшками.

Отсюда постепенно произошло практическое правило, чтобы верхний диаметр горшка делать равным высоте его или немного больше, нижний же в больших горшках меньше на 4—5″ (9—12 см).

Далее принимают, что при верхнем диаметре в 18—24″ (43—56 см) или около 13 вершков толщина стенок у края должна быть в $1^1/_2$″ (4 см) (при горшках с выпуклостью, под краем должно понимать место, лежащее непосредственно под выпуклостью); у дна толщина доходит до 2″ (4.7 см), а самое дно должно быть толщиною в 2—$2^1/_2$″ (4.7—5.9 см).[1] Напротив, при верхнем диаметре горшка в 36″ или около 5 четвертей (0.85 м) эти меры суть от 2 до $2^1/_2$″ (4.7—5.9 см) для толщины стенок вверху и от 3 до $3^1/_2$″ (7.0—8.2 см) для стенок внизу и для дна. То, что мы иногда встречаем в сочинениях об этом предмете числа от 5″ до 6″ (11.8 до 14.1 см) для толщины стенок, или основывается на ошибке, или их должно рассматривать за исключения, несообразные с целью, потому что столь значительною толщиною стенок не увеличивается прочность, но замедляется только время плавления. Правильно, как уже было упомянуто, рассматривать за maximum толщины стенок толщину, достаточную, чтобы выдержать давление расплавленной массы.

Смотря по всему вышеприведенному, измерения могут быть примерно:

[Вместимость] горшка в фунтах	Высота	Диаметр	
		верхний	нижний
	в дюймах		
120	14	14	12
180	16	16	11
225	18	18	15
400	20	20	16
600	24	24	20
2000	30	30	25

Кроме плавильных горшков, есть еще другой род горшков, которые служат при литье зеркал для того, чтобы принимать очищенное стекло[2] и выливать его на литейную доску; потому они называются Giesshäfen, cuvettes, cisterns. Иногда им дают квадратную или продолговато-четырехгранную форму, как будет подробно описано дальше при производстве литых зеркал, и тогда они называются *ваннами*.

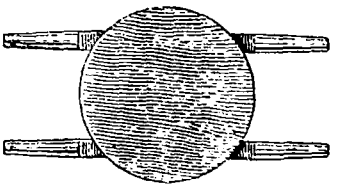
[1] Диаметр принимается наружный, а толщина относится к обожженному горшку.

[2] В старину было общеупотребительно иметь в печи особенные горшки для вливания в них растопленного и очищенного в плавильных горшках стекла — «рабочие горшки».

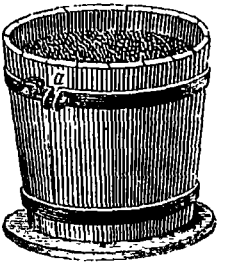
Формование горшков. Плавильные горшки формуются или просто руками, или в деревянных формах.[1]

В обоих случаях подкладкой служит круг дерева, *горшечная доска*, на которой горшок не только формуется, но и во все время, пока он еще мягок, переносится с места на место. На этом-то основании она и устраивается в виде носилок, как показывает фиг. 16. Горшечной доске обыкновенно дают диаметр на $^1/_2$ фута (12 см) больший, нежели диаметр горшечного дна, и она делается из несовершенно высохнувшего дерева, чтобы не коробилась при смачивании.

Что касается до форм (фиг. 17), то они делаются из бочарных досок, которые обыкновенно скрепляются железными обручами,



Фиг. 16. Горшечная доска.



Фиг. 17. Горшечная форма.

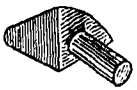
Фиг. 18. Стягивающий винт.

которые снабжены шарниром и накладкою или стягивающим винтом (фиг. 18); причем мерою стягивания служат два кружка, имеющих один — верхний, другой — нижний диаметры горшка. Чтобы форма в продолжение работы сохраняла свой вид неизменяем[ым], доски, прежде чем они будут скреплены, должны быть совершенно размочены в воде. Доски также могут быть соединены при посредстве двух вставных кружков, скрепленных вертикальным прутом, имеющим высоту горшка, и на них обыкновенно наколачивают железные обручи. Когда форма собрана, вынимают оба внутренние круга.

Два главные вида формования горшков, от руки и в формах, имеют своих последователей и противников. Против работы от руки приводят то, что она требует больше искусства и много времени, что во время формования не дается массе надлежащей плотности, что дно делается прямо уколачивая слой теста, а стенки вылепливаются из скалок, потому связь дна со стенками

[1] В старину, кажется, все формование производилось руками, к чему теперь опять начинают возвращаться. У нас преобладает этот способ формования.

недостаточно прочна; далее, противу работы от руки говорят, что и вообще горшки не могут быть так равномерны и хорошо сделаны, как при работе в форме; что масса во время формования бывает неравной степени сырости и потом оттого неравно сохнет и оттого трескается. Работа от руки имеет ту большую выгоду, что глиняные скалки, из которых лепят стенки, могут быть пальцами надавлены друг на друга изнутри и снаружи, тогда как при работе в форме надавливать можно только внутри. Опыт показывает, что по тому и по другому роду можно изготовлять хорошие горшки и что все, главным образом, зависит от опытности и искусства рабочего. Работа формою употребима, кажется, только в Германии, между тем во Франции, Бельгии и Англии, а также



Фиг. 19.

Фиг. 20.

Фиг. 21.

Колотушки для гончаров.

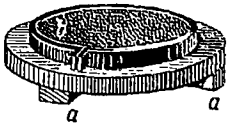
и в России предпочитается работа от руки, и если немецкий работник ежедневно может изготовить в форме от 1 до 2 горшков, то производство французских рабочих от руки не уступает ему, потому что они ежедневно оканчивают столько же горшков и притом большего калибра.[1]

При производстве горшков важнее всего соблюдать: 1) возможное уплотнение глиняного теста, т. е. удаление всех воздушных пузырьков и излишней воды, что производится при делании в формах посредством битья деревянными колотушками, изображенными на фиг. 19—21, или также просто руками (при производстве от руки нельзя столь хорошо уплотнять, как при формовании); 2) возможную однообразность толщины стенок при одинаковой плотности, и 3) также постепенность перехода от одной толщины к другой.

Формование от руки во Франции, по Loysel, производится следующим образом: «Горшечная доска кладется на деревянную подпорку, которая может состоять из двух накрест соединенных брусьев, как на фиг. 22, *аа*, так, что она поднята над землею на

[1] Нам известна богемская плавильня, на которой горшечник в 6 рабочих дней изготовляет в форме 8 горшков по 500 фунт. вместимости, причем он сам производит все встречающиеся побочные работы, за исключением размельчения материала; между тем нам известна другая плавильня, на которой французский рабочий ежедневно делает от руки 4 горшка по 600 фунт. вместимости, но при этом [с ним работают] 4 помощника.

12—15″ (28 — 35 см) и работник может удобно работать. Работник с силою бросает один на другой столько глиняных скалок или цилиндров, изготовленных на рабочем столе посредством скатывания горшечной массы, покуда не [образуется] маленькая кучка, и он по глазомеру судит, достаточно ли глины, чтобы образовать из нее дно. Эту маленькую кучку он разравнивает помощью штампа (фиг. 23) и вымеривает образцом (фиг. 24), имеет ли дно одинаковую толщину, причем излишнюю массу с краев он снимает. Когда это будет произведено, то горшечное дно получает свой надлежащий вид,[1] и край его немного придавливается рукою, так что кругом происходит желобок, в который могут вкладываться цилиндры, долженствующие образовать начало стенок. Для этой цели работник берет в правую руку цилиндр, кладет конец его в желобок и придавливает его третьим суставом указательного пальца. Чтобы масса от этого давления не сильно разошлась, он кладет левую руку на внутреннюю поверхность стенки, прямо против того места, где происходит давление правой руки, так что левая рука представляет и точку опоры, и точку сопротивления. Когда таким образом будет придавлен конец этого цилиндра, работник подвигает по нем правую руку назад почти на $^3/_4$″ (18 мм), снова надавливает, причем левую руку держит опять против правой, и таким образом продолжает до тех пор, пока весь цилиндр не будет придавлен. Тогда он берет вторую скалку глины, кладет конец ее к концу правой, постепенно придавливает, как было описано, и продолжает повторять эту операцию с новыми цилиндрами до тех пор, пока не обложит весь край дна. Тогда оставшиеся края цилиндров замыкаются посредством надавливаний одного к другому концом указательного пальца, и имеющиеся еще неровности сравниваются ладонями рук, которые немного смачивают. Теперь остается только сделать эту накладку круглою и надлежащей однообразной толщины. Для этого работник вырезывает 5 маленьких брусочков, имеющих длины наружных диаметров горшка на различных вышинах. И на каждом конце этих брусочков обозначает зарубкой надлежащую для каждого диаметра тол-

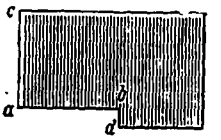


Фиг. 22. Подпорка для дна.

Фиг. 23. Штамп.

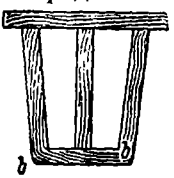
[1] Опытный рабочий нуждается в этом так же мало, как выдувальщик стекла в весах для того, чтобы взять на трубку необходимое количество стекла.

щину стенки. Если он постепенно будет накладывать каждый из брусочков поперек на горшок в различных направлениях, то он может легко судить, везде ли округлость и толщина сообразны друг с другом, и может без труда снять излишнюю массу. Вместо брусочков может служить также образец фиг. 25. Когда таким образом стенка начата и уравнена, работник делает вторую накладку, причем он надставляет кругом новый ряд цилиндров, как и первый, замыкает круг, выглаживает и все выравнивает по калибровальным брусочкам. Так он продолжает до тех пор, пока горшок достигнет половины своей высоты, тогда его оставляют стоять почти на 24 часа до тех пор, пока масса немного стянется, т. е. немного высохнет и получит такую твердость, что будет в состоянии вынести прибавляемую тяжесть, не отклоняясь в сторону, не обваливаясь или не выпучиваясь.[1] Работник продолжает вышеописанную работу до тех пор, пока горшок не будет иметь потребную высоту, и соображает так, чтобы каждая накладка цилиндра делала горшок выше только на 2—3″ (4.7—7 см).



Фиг. 24. Образец для дна.

Но при этом обыкновенном способе часто случается большой недостаток. Именно массу, которая должна образовать дно, кидают непосредственно на горшечную доску; последняя от сырости первой разбухает, но при высушивании снова стягивается, тогда как первая держится плотно на доске. Эти противоположные движения должны необходимо причинить разрыв на дне, чего легко можно избежать, если горшечную доску покрыть толстым холстом или также песком; на это кладется масса, и таким образом избегают непосредственного соприкосновения ее с доскою, или, другими словами, подкладку делают подвижною. На фиг. 22 *b* представляет железное кольцо, имеющее диаметр горшечного дна и вышину почти в $1^1/_2$″ (3.5 см). Оно с одной стороны открыто и может запираться посредством скобы. Это кольцо кладется на горшечную доску, и заключенное в нем пространство наполняется сухою обожженною и истолченною глиною; на него уже накладывают тесто для делания дна. Когда горшок сделан, кольцо отнимают, тогда горшечная масса не только может быть беспрепятственно снята, но и бывает снизу совершенно высушена глиною. У нас приготовляют горшки почти точно так, как и во Франции. [...]



Фиг. 25. Образец для боков горшка.

[1] Когда масса обрабатывается возможно сухая, то это не абсолютно необходимо.

При формовании в форме дно изготовляется таким же образом, как при формовании от руки, только оно делается немного меньше, чем должно быть дно горшка снаружи, для того, чтобы можно было на него наложить форму. После того как работник даст массе дна равную толщину, он накладывает на него форму, удавливает края кругом сжатым кулаком, так что масса совершенно наполняет угол, образуемый формою и доской дна. От этого на внутренней окружности формы происходит желоб, в который цилиндры вкладываются и придавливаются так же, как было описано выше, чем делается начало стенок. Тогда в форму по различным направлениям опускают образец (фиг. 25). Углы *bb* оставляют отпечаток в массе, который показывает (так как образец представляет точный разрез внутреннего пространства горшка), где нужно прибавить, где снять, для того, чтобы стенки пришли к одинаковой толщине. При изготовлении этого рода горшков должно преимущественно обращать внимание, чтобы верхний край каждой накладки никогда не был горизонтален или, что то же самое, никогда не был под прямым углом со стенкой формы, но всегда мог образовать косую поверхность, чтобы можно было к этой косой поверхности надавливать цилиндр и тем производить совершенное соединение, что нехорошо совершается в первом случае, так как тогда около формы легче остается пустое пространство, что делает горшок некрепким в этом месте. Как скоро надставка готова, ее уколачивают легкой колотушкой (потому что для тяжелой не найдется достаточного сопротивления в довольно мягкой массе), что еще больше укрепляет соединение. Работник продолжает делать наставки до тех пор, пока он не дойдет до верхнего края формы. Тогда при надобности он делает на внутренней стороне выпуклость и тем оканчивает работу. Так как масса довольно крепко держится за дерево формы, то при высыхании легко могут произойти разрывы; этого избегают тем, что внутреннюю поверхность формы обкладывают не тонким и не толстым холстом, длина которого на поларшина больше высоты формы. Перед употреблением его смачивают, чтобы он лучше прилегал и более не сжимался, потом загибают его на верхний и нижний края формы, прикрепляют несколькими гвоздочками и, наконец, внимательно осматривают, чтобы оно лежало совершенно гладко и нигде не образовало складок. Не годится открывать формы тотчас по окончании горшка, потому что при обработке масса бывает довольно мягка, что хорошо для произведения хорошего соединения, потому предстоит опасность, что масса осядет или по крайней мере выпучится; также нельзя довольно сильно уколачивать стенки колотушкой. Потому лучше горшки оставить стоять в форме при сухой погоде 4—6 дней, при сырой 8—12 дней и

по разу в день сильно уколачивать стенки и дно. Когда заметят, что глина получила достаточную крепость, тогда выдергивают гвозди, которыми был закреплен холст, отвертывают винт или вынимают болт, который стягивал железный обруч. Тогда горшок отстает; спустя несколько часов смотрят, мягка ли и начинает ли выпучиваться масса или нет. В первом случае форму оставляют спокойно стоять еще день, причем ее ставят в стороне открытою. Потом снимают полотно и моют его для того, чтобы оно не портилось. Если на наружной стороне горшка приметны еще пустоты, места, не залепленные глиною, то их, как выше сказано, закрывают концом указательного пальца, всю наружную поверхность обтирают сырой рукой, причем она делается гладкою и красивою; часто также на дне горшка вырезывается углубление, глубиною в дюйм (2.3 см) для того, чтобы лучше можно было захватить горшок в печи при поворотах и других передвижениях.

Так изготовленные горшки должны быть ежедневно строго осматриваемы, не показался ли на них где-нибудь разрыв. До тех пор, пока глина достаточно мягка, такие разрывы можно разделывать замазыванием и отвратить вред их, причем, однако, не должно такие места делать сырыми или заглаживать слишком сырою глиною; потому что тогда от неравной сырости и неравного высушивания непременно произойдут еще значительнейшие разрывы. Но если горшки уже довольно высохли, так что только с трудом можно делать вдавливание пальцем, то такие разрывы редко выгоняются, тогда ничего более не остается, как оставить испорченный горшок совершенно высохнуть, потом разбить его, куски снова размочить и замесить для новых горшков отдельно или примешивать к сырой смеси для новых горшков. До тех пор, пока глина поддается еще вдавлению, должно ее несколько раз уштамповывать и уколачивать, особенно дно. В дне это производится штампом (фиг. 23), напротив в стенках — двумя колотушками (фиг. 21) равного веса, полотнища которых бывают шириною самое большее в 2″ (4.7 см).

Одной рукой колотушку накладывают на наружную сторону горшка и другой колотушкой в другой руке бьют по внутренней стороне горшка прямо против того места, где находится первая колотушка. На следующий день переменяют и бьют с наружной стороны, а другую колотушку держат против первой с внутренней, и продолжают это до тех пор, пока глина не будет вдавливаться от колотушки.

Покрышку крытых горшков делают всегда от руки, причем образец употребляют только для того, чтобы сделать отверстие.

Сушение горшков есть самая опасная для них операция, потому что малейшая неосторожность при управлении температурой в не-

сколько часов может сделать много хороших горшков негодными. Все зависит от того, чтобы вначале сушение производилось очень медленно и при температуре при начале в 10—12½°Ц и под конец в 37—44°Ц, прежде чем горшки пойдут в обжигательную печь[1] и подготовятся к сажанию в стекловаренную печь. Они должны быть проводимы чрез эти температуры постепенно, и должно обращать большое внимание, чтобы она не перескакивала на несколько градусов и чтобы следующая температура не была бы значительно выше предыдущей. Всякое течение воздуха, которое, особенно вначале, непосредственно попадает на горшки, крайне вредно; однако частая перемена воздуха в горшечном отделении, чем удаляется воздух, напитанный водяными парами, не только полезна, но и необходима. Это может быть легко произведено посредством отдушин в покрышке и боках здания близ крыши, не подвергая горшки непосредственно току воздуха. Выполнение всех этих условий при обыкновенном устройстве совсем не легкая вещь на большей части плавилен. Обыкновенно горшки стоят в хранилищах, в которые воздух имеет доступ отовсюду; перед употреблением их ставят на полати или подмостки, находящиеся в гончарне или в плавильне, подле плавильной печи, на одном конце которых температура выше, а на противоположном ниже. От этой неровности происходит новая опасность, которая еще увеличивается от частых переносок туда и сюда и неизбежных толчков; потому что нет ничего такого ломкого, как необожженный горшок. (Подробности о сушении горшков смотри в конце, в отделе: «Об устройстве стеклянного завода»).

Температура гончарни, где делаются горшки, должна быть по возможности низкая и ровная. Сушение горшков продолжается обыкновенно 5—8 месяцев. Первая сушка горшков, изготовленных от руки, должна происходить на месте, где сделан горшок, что представляет неудобство. Первая сушка всех частей (около месяца)

---

[1] *Обжигательная печь* есть пламенная печь, которая или соединяется с плавильной печью и нагревается пламенем, проходящим из последней, или, лучше, бывает отдельна и снабжена особенной топкой. Внутренность печи построена из огнепостоянного камня, который сверх того окружен обкладкой из обыкновенных кирпичей. Особые печи устраиваются с топкою внизу. Горшки ставятся на под ее не непосредственно, но на несколько кирпичей, поставленных на ребро. В обжигательных печах обжигают также кирпичи и другие припасы. Горшки, высохшие при температуре сушильни, вносят в холодную печь и начинают особо протапливать ее. Жар мало-помалу усиливают до тех пор, пока не выделится большая часть воды из глины, что узнается по тому, что тогда глина становится звучною. Тогда жар обжигательной печи значительно усиливают, так, чтобы он (но только мало-помалу) дошел почти до того жара, который придется переносить горшку в плавильной печи.

горшка должна быть по возможности равномерна. Чтобы дно сохло одинаково скоро с нижними частями горшка, необходимо под дно класть сухую глину или нижние части стенок окружать сырым холстом. Когда горшки окрепнут до того (1—2 месяца), что с них можно снять форму и их безопасно снять с доски, тогда их переносят в особую сушильную комнату и кладут обыкновенно на бок.

Весьма нерационально поступают иногда, помещая подсохшие горшки на печь. Через 1—2 месяца сушки в теплой комнате (с постоянною и равною переменою воздуха) горшки должно просушить в комнате или на полатях, еще более теплых, и тогда уже переносить в печи.

Кроме двух описанных родов изготовления горшков, пробовали делать их на гончарном станке и посредством пресса, но, кажется, этими пробами не были довольны.

Большое облегчение для *стеклянного фабриканта* произошло бы, если бы он мог получать горшки с фабрики глиняных изделий, что нам кажется не невозможным. Именно, если фабрикант глиняных изделий однажды найдет правильный состав для массы (что первоначально и на плавильне должно быть отыскано по опыту), то он должен (и охотно исполнит это) обязаться доставлять горшки, которые бы противостояли огню, и за все те, которые лопнут, заплатить вознаграждение.

Если приготовлять горшки на плавильне, то для того потребны особые рабочие помещения — гончарная комната с необходимыми устройствами и сушильные комнаты. Вся выработка горшков должна быть ведена в размерах пропорционально производству, чтобы горшки имели надлежащее время для сушения и чтобы гончарная работа шла почти беспрерывно. Вся эта соразмерность определяется числом употребляемых горшков и временем служения каждого горшка. Это же зависит от качества глины, от достоинства выработки и сушки и от свойства варимого стекла. Плавильня доставляет гончару глину и цемент растолченными, все другие работы делает он сам.

За работу должно бы платить ему тем лучше, чем дольше горшки стоят в печи, таким образом косвенно наказывать его за худую работу.

Чтобы всегда иметь хорошо высушенные горшки, необходимо при плавильне иметь запас их по крайней мере на 3 месяца.

Ценность издержки на горшок в данном месте, разумеется, прежде всего зависит от различных цен глины и рабочей платы, а также от различных величин горшков. Если, например, будет горшок в 3′ (85 см) вышины и ширины вверху, толщиною вверху 2″ (4.7 см), внизу $2^1/_2$″ (5.9 см) и в дне 3″ (7 см), то на это

употребится около 18 пуд. (300 кг) массы, которая, состоя из 2 частей (сырой и жженой) глины и 1 части цемента,* должна быть составлена из 12 пудов глины и 6 цемента. Если пуд глины стоит 20 коп., за что обыкновенно везде можно иметь ее, и если считать цену цемента на половину больше, то это составит 4 руб. 30 коп.; если при этом считать рабочую плату для изготовления глины и формования, а также издержки на обжигание в 65 коп., то такой горшок будет стоить 5 руб. 30 коп. Меньшие горшки, употребляемые обыкновенно на богемских и немецких плавильнях, стоят средним числом от 3 до 4 руб.[1]

Дело гончара состоит обыкновенно не только в работе горшков, но также в приготовлении огнепостоянных кирпичей для печей, в производстве лав и тому подобных глиняных частей.

Заметим здесь, что при хорошей глине и обыкновенных сортах стекла горшки должны стоять средним числом не менее месяца. Конечно, при легкоплавком стекле (например свинцовом) и при меньших горшках среднее время должно считать еще бо́льшим.

Средним временем стояния горшков в стеклянной печи мы называем время, полученное чрез сложение времен стояния каждого горшка и чрез разделение полученной суммы на число горшков. Например, если

3	горшка	стояли	2 дня
5	горшков	»	6 дней
8	»	»	15 »
20	»	»	27 »
7	»	»	35 »

то среднее время есть $(2 \cdot 3 + 5 \cdot 6 + 8 \cdot 15 + 20 \cdot 27 + 7 \cdot 35)$, деленное на 43, или около 22 дней. Это мало. Значит, есть какие-либо недостатки в гончарном деле. Когда горшки получают незначительные трещины, то их после выработки стекла залечивают, т. е. залепляют глиною. Чтобы это сделать, горшок поворачивают к рабочему отверстию щелью и щель закладывают куском глины или посыпают изнутри песком (если щель на дне), или покрывают снаружи кирпичами, если щель около утора, т. е. в нижних частях стенок. Обоими последними средствами делают стекло около щели густым и неспособным к вытеканию.

---

* Т. е. шамота. [*Прим. ред.*].

[1] Нам известна одна стеклоплавильня, в которой горшечник, не имеющий помощников и долженствующий помогать при всаживании горшка, получает 65 коп. Напротив, мы знаем другую, на которой горшечник получает в год около 800 руб. Последний делает средним числом в день по 4 горшка и имеет 4 помощников, которым платят по 30 коп. Таким образом, каждый горшок стоит 1 руб. рабочей платы.

[Г.] О стеклоплавильных печах

Чем выше температура в печи, тем скорее и лучше, т. е. совершеннее (чище), плавится состав. Но пирометрическое действие печи зависит, с одной стороны, от рода горючего материала, как было подробно изложено раньше, с другой стороны, — от *величины*, *вида* и *внутреннего строения печи*, о чем и скажем вслед за сим.

Прежде чем войти в некоторые подробности описания устройства печей, заметим, что это устройство имеет существенное влияние на выгодность производства, потому что составляет одну из важнейших причин получения в печи возвышенной температуры. А чем выше температура печи, тем скорее стекло нагреется до той степени жидкости,* которая необходима при выплавке; чем же скорее совершится выплавка, тем меньше израсходуется топлива и тем скорее оборотится капитал, — топливо же и скорость возврата капитала составляют одни из важнейших условий выгоды стеклянного производства. Рассмотрим эти положения вкратце; подробности же и способ вывода помещены в том выпуске «Технологии по Вагнеру», в котором описаны горючие материалы и употребление их в практике.

Чем выше температура печи, тем скорее идет выплавка, — вот основной вывод науки. В общих чертах он понятен сам собою. Нельзя довести стекло до температуры плавления (около 1600° Ц), если жар печи ниже этой температуры, потому что в плавильном горшке не совершается никаких процессов, отделяющих тепло. Потому необходимо, чтобы жар печи был выше температуры плавления стекла. А как передача тепла производится, при прочих равных условиях, тем скорее, чем больше разность температур нагреваемого тела и источника теплоты, то и очевидно, что чем выше температура печи, тем скорее совершится передача тепла, т. е. тем короче будет время плавки. Но при этом требуется решить существенный для практики вопрос: насколько сократится время выплавки, когда температура печи увеличится на известное число градусов? Другими словами: стоит ли хлопотать об особенном возвышении температуры, если это достигается только многими усилиями? Может быть, эти усилия для возвышения температуры окажут столь ничтожное влияние на время плавки, что выгоды от сокращения времени плавки не покроют расходов, неизбежных с усилением средств для возвышения температуры? Вот этот-то вопрос и решен Шинцем (особенно в статье его [в] Dinglers Polytech. Journal, 1862, Juni); он доказал, что самые незначительные повышения температуры печи оказывают огромное влияние на время выплавки.

---

* Т. е. до такой степени текучести. [*Прим. ред.*].

Передача тепла от источника теплоты, имеющего температуру T и находящегося от данного предмета на расстоянии e футов, в течение z часов, определяется формулою:

$$t = T\left[1 - \frac{e}{\sqrt{k \cdot z \cdot 58.178}}\left(1 - \frac{m^2}{1 \cdot 3} + \frac{m^4}{1 \cdot 2 \cdot 5} - \ldots\right)\right].$$

В этой формуле t означает температуру нагреваемого тела (у нас стекла) на расстоянии e по истечении z часов; T — температуру источника тепла (печи), $k = \frac{C}{s \cdot d}$; C есть теплопроводность нагреваемого тела (для сплошного кварца $C = 0.5$, для песку 0.162, для сплошного тела $C = 1.7$, для измельченного 0.06); s есть удельная теплота нагреваемого тела (около 0.2 для материалов стекла, 0.17 для стекла); d есть удельный вес нагреваемого тела (средний удельный вес массы, из которой плавится обыкновенное стекло 1.3, самого стекла около 2.5), наконец $m = \frac{e}{\sqrt{k \cdot z \cdot 74.075}}$. Итак, в этой формуле при данных T, e, z изменчивый член есть k. Он зависит от материала и состояния стекла. От него зависит время плавки. Чем больше k, тем больше t; т. е. тем скорее выплавка. Например, если температура печи 1850° Ц, то в течение 10 часов температура внутри горшка, имеющего диаметр 2′ (т. е. полагая $e = 1'$), мы будем иметь температуры: 1726°, если $k = 0.38$; 1749°, если $k = 0.58$ и 1758°, если $k = 0.70$. Изменение хотя незначительное, но весьма большой важности. Оно показывает причину различного времени выплавки разных сортов стекла. Для массы на зеленое стекло $k = 0.39$; для массы с поваренною солью 0.67 (следовательно, поваренную соль прибавлять выгодно для быстрейшей выплавки); для белого стекла около 0.58; для готового стекла, которого теплопроводность больше, чем смеси (потому что масса сплошная), $k = 1.03$. При плавке, очевидно, k изменяется, а именно — постепенно увеличивается по мере удаления воздуха из массы и по мере образования стекла, а потому мало-помалу увеличивается и скорость передачи тепла. Но обратимся к существеннейшему, а именно: к зависимости между t — температурою массы и T — температурою печи. Для определения этой зависимости примем $e = 1'$, $k = 0.38$ (наименьшее значение при смеси, содержащей глауберову соль) и найдем по формуле время (z), в которое при данном T (температура печи) нагреем стеклянную массу до температуры от 1600 до 1700° Ц:

если $T =$	1650°	1700°	1750°	1800°	1850°
время $z =$	48 ч.	13 ч.	6 ч.	$5^1/_2$ и 15 ч.	7 ч.

получится

температура $t =$	1600°	1600°	1600°	1600° и 1760°	1700°.

Следовательно, возвышая температуру печи только на 50° (от 1650° до 1700°), мы сократим время выплавки стекла, температура плавления которого около 1600°, почти в 4 раза, а именно: вместо 48 часов потребуется только около 13 часов; для стекла, плавящегося при 1700° (например для оконного), изменяя температуру печи от 1800 до 1850°, сократим время плавки от 15 часов на 7 часов. Чтобы нагреть массу до 1700°, нужно 48 часов при температуре печи в 1750°, 24 часа, если $T = 1770°$, 12 часов, если $T = 1810°$, 10 часов, если $T = 1820°$, 7 часов, если $T = 1850°$.

Если $T = 1850°$, то чрез час масса будет иметь температуру 1461°, чрез 2 часа 1574°, чрез 3 часа 1624°, чрез 4 часа 1654°, чрез 5 часов 1674°, чрез 6 часов 1690°, чрез 7 часов 1702°, чрез 10 часов 1726°, чрез 20 часов 1762°.

Чтобы выплавка длилась не более 10 часов, нужно, чтобы температура печи была на 100°—130° выше температуры плавления стекла; чтобы время плавки было не более 24 часов, нужно, чтобы разность температур $(T - t)$ была не менее 70°—80°.

При изменении k и e (т. е. диаметра горшков) изменяется и время плавки. Чтобы показать влияние измерений горшков, заметим, например, что при горшке в диаметре 2′ нужно 12-часовую плавку при $T = 1811°$; при горшке в 1′ диаметром нужно для 12-часовой плавки, чтобы T было равно 1754°.

Итак, сократить время плавки можно следующими способами, и все различие во времени выплавки на разных заводах зависит от следующих причин:

1. *Понижение температуры полного плавления стекла.* От того свинцовое стекло, стекло богатое щелочью и т. п., выплавляются скорее.

2. Увеличение величины $k = \frac{C}{s \cdot d}$, т. е. увеличение теплопроводности и уменьшение теплоемкости массы, уменьшает время плавки. Потому-то прибавление легкоплавких веществ (например поваренной соли), однообразность засыпи, чтобы оставалось меньше воздуха, полное измельчение массы, род материала и т. п. оказывают влияние на время плавки.

3. Изменение величины горшков оказывает важное влияние. Полезно для сокращения времени плавки уменьшать горшки, но как в малых горшках мало массы и она хуже, то тут должно соблюдать середину. Увеличив диаметр в 2 раза (например от 1′ до 2′), мы хотя увеличим довольно значительно время плавки, но зато и увеличим массу получающегося стекла. Подробнейший анализ формулы и данных опыта может со временем указать наивыгоднейшую емкость горшков для быстрейшего хода плавки. Так,

например, если $T = 1600°$, $t = 1700°$, $k = 0.66$ и время плавки $z = 15$ часам, то $e = 1.1$, следовательно, диаметр $= 2.2'$.

4. Возвышение температуры печи есть одно из самых существеннейших и одно из возможных средств для сокращения времени плавки данного сорта стекла. Предыдущие влияния часто не зависят от воли фабриканта, а от потребности в стекле данного сорта и в удобствах выработки. А потому *для сокращения времени выплавки и расхода горючего должно обращать главное внимание на возвышение температуры печи.* Это достигается не только: 1) родом топлива, но и 2) устройством печи, 3) постановкою или расположением горшков, 4) материалом печи и 5) способом отопления. На это и должен фабрикант обращать главное свое внимание, когда хочет сократить расход топлива и сократить время плавки, т. е. уменьшить время, в которое все почти мастера не заняты своею специальною выработкою готового стекла.

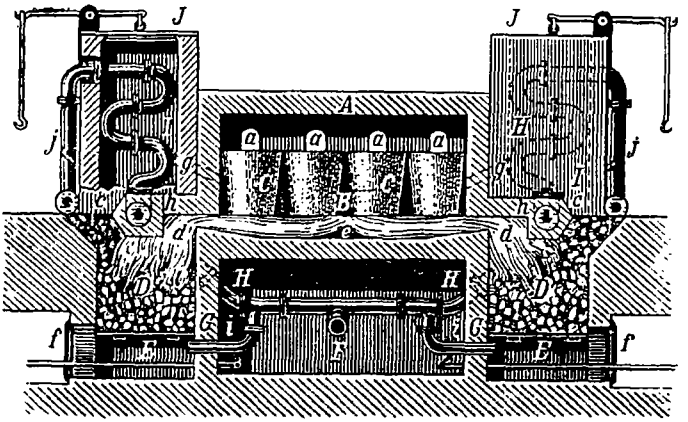
Для некоторых читателей необходимо заметить, что вышеприведенная формула и все ее следствия выражают ход процесса только в общих чертах; она основана на немногих наблюдениях и точных научных выводах, но несомненно, что она содержит все важнейшие обстоятельства.

Вопрос сводится к вопросу о температуре стеклоплавильной печи, а это вопрос сложный, как уже указано ранее.

Теперь обратимся к частностям, причем будем следовать Штейну. Рассмотрим сперва влияние и значение вида и формы печей.

Плавление стеклянного состава должно производить так, чтобы в него не попадали частицы золы и угля. Таким образом, горючий материал не должен находиться в самом плавильном пространстве, но его должно снабжать горящими или горючими газами, чрез сжигание которых должен производиться плавильный жар. Из этого следует, что стеклянная печь должна быть пламенная, т. е. отапливаема пламенем. Ее топка лежит всегда под нагреваемым пространством и притом или в середине, или несколько с края, следовательно, стеклоплавильная печь есть стоящая пламенная печь, в большей части случаев с центральною отопкою, которая обыкновенно имеет два главных устья. Только исключительно и в виде испытания приводили воздух в топку стеклянной печи посредством мехов, например Chance в своей печи с антрацитовым топливом. Мы держимся, однако, мнения, что это сообразно с целью во всех случаях, и потому приводим (фиг. 26) печь с мехами Бельфорда, устроенную для каменноугольного топлива. *DD* — две низких шахты, наполняемые чрез отверстия *cc*. Зольники *EE* закрыты дверцами *ff* непроницаемо для воздуха. Чрез трубу *F* посредством мехов вго-

няется воздух и проводится в обе стороны под решетку посредством ветвей *GG*, снабженных при *il* клапанами для того, чтобы соразмерять ток воздуха. Другая часть воздуха идет по трубам *HH*, и так как они проходят чрез нагревающее отделение *JJ*, то она нагревается и идет чрез отверстия *hh* в пролет *dd* для полного сжигания газов, происходящих при разложении каменного угля. Трубы *HH* с той же целью, как и трубы *GG*, также снабжены клапанами *jj*; *A* есть свод, *B* — прилавки для горшков, *aaaa* — рабочие отверстия, *e* — углубление для принятия выбежавшего стекла. Насколько нам известно, эта печь введена также в Бельгии. Итак,



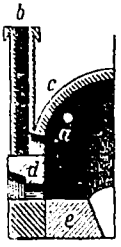
Фиг. 26. Печь с мехом и нагретым воздухом.

в огненной печи горение производится с помощью вдуваемого машиною воздуха, что дает возможность по произволу весьма легко увеличивать и уменьшать жар и позволяет более экономическое употребление топлива без введения трубы, производящей тягу.

Обыкновенная стеклоплавильная печь отличается от других стоячих пламенных печей, шахта которых сверху открыта и действует для производства тяги как дымовая труба, тем, что в ней нагревающееся пространство закрыто сводом; от лежачих же пламенных печей (часто употребляемых для передела металлов и для многих химических производств) тем, что в ней нет обыкновенной трубы, которая соединяется с нагревающимся пространством узким каналом, называемым «пролетом».

Вход воздуха, происходящий в лежачей пламенной печи чрез тягу, производимую высокою трубою, в стоячей — чрез тягу, производимую верхнею частью печи, а также часто посредством мехов,

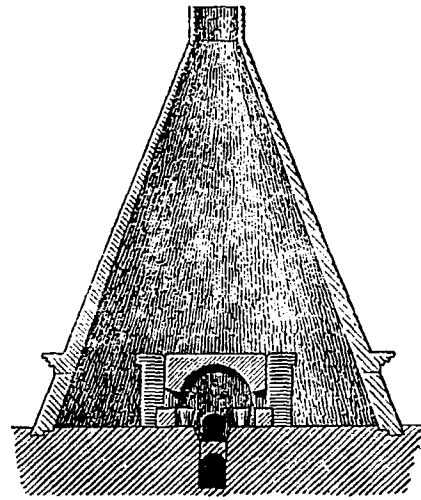
может быть произведен здесь или посредством большой потери теплоты, или посредством пристроенной к плавильной печи побочной печи, служащей как лежачая труба. Потеря теплоты происходит от того, что нагревающееся пространство имеет относительно очень малую высоту, чтобы могла произойти необходимая тяга воздуха единственно посредством разности температур нагревающегося пространства и окружающего воздуха. Устройство настоящих дымоотводных труб, которые на первый взгляд кажутся очень полезны и необходимы для производства правильной тяги, это устройство находит много препятствий в практическом отношении, хотя и приносит в действительности мало пользы.[1] При плавлении стекла дело касается именно того, чтобы равномерно нагревать массу, находящуюся в нескольких горшках, а потому необходимо иметь большое пространство, нагретое равномерно сильно. Потому горячие газы должны не просто проходить пространство по одному направлению, но должны направляться на каждый отдельный горшок, и это издавна производится лежащими над каждым горшком рабочими отверстиями. Пламя, выйдя из того места, где лежит топливо, охватывает горшки и выходит на верх каждого из них чрез рабочие отверстия. Когда хотят усилить тягу, то это до сих пор обыкновенно производят следующим образом. Или четыре, или многие маленькие трубы от 5′5″ до 6′ высотою и 6″ (14 см) в отверстии распределяют сообразно с целью по окружности печи между каждыми двумя рабочими отверстиями (фиг. 27), или помещают их в четырех углах печи, или, в виде исключения, делают в средине свода отверстие, наставляют на него колпак, из средины которого идет отводная труба к обыкновенной дымовой трубе, как в английских печах для свинцового стекла, о чем будет следовать описание. Там, где не сделано сообразного с целью устройства для искусственного усиления тяги, там необходимо принимать за правило — делать топку против дверей плавильни или над печью делать конический, открытый сверху колпак, или придавать, как в Англии, самой плавильне (гуте) вид горна или острой крыши из железных листов (фиг. 28). Воздух, входя в поддувало или в особые отверстия (дуплешки), образует тогда с топливом пламя, выходящее из рабочих отверстий и направляющееся вверх, потому что в гуте будет постоянная тяга снизу вверх от того, что воздух в гуте более нагрет, чем снаружи.



Фиг. 27. Труба у рабочего отверстия.

[1] Только в виде исключения кое-где снабжают стеклоплавильные печи трубами.

В настоящее время практически достижимое устройство тяги должно быть соединено с обыкновенною формою устройства печи. Прямо над печью или над рабочими отверстиями почти невозможно или очень дорого было бы устраивать трубы. Труба для тяги должна быть в стороне; она должна оставаться нетронутою, когда печь переделывается. Каналы для входа в эту трубу должны идти внизу печи, потому что вверху и мало места для них и при перекладке печи надобно было бы перекладывать и все каналы; а потому приводим описание устройства, сообразного с этими условиями. Для этого в окружающей стене можно делать над каждым горшком большие отверстия (или по желанию несколько маленьких), находящиеся в связи с идущим вниз каналом. Все вниз идущие каналы на высоте лавок соединяются в общий горизонтальный канал, идущий кругом печи и соединенный с отдельно стоящею (сбоку) дымовою трубою. Само собой разумеется, что рабочие отверстия во время плавки должны быть плотно закрыты и на потребном месте должен быть сделан клапан, чтобы можно было по надобности уменьшать или увеличивать тягу. Кроме этой цели, таким устройством достигается еще та выгода, что горшки нагреваются со стороны, обращенной к стене печи, и уменьшается излишняя потеря тепла; потому что стенки, окружающие горшки (или так называемые окружки), будут нагреты газами, идущими по трубе.



Фиг. 28. Разрез конической стеклоплавильни.

Здесь должно упомянуть, что прежде плавильные печи чаще, чем теперь, соединялись с побочной печью, или так называемым ошевом, одним или двумя. Эти боковые печи действовали как трубы, в которых часть проходящего тепла должна употребляться на дело. Они служили для согревания горшков, для закаливания стекла, или для сушения и для прокаливания (фриттования) сырых веществ. [О том,] как сильно добиваются, чтобы удержать как-нибудь значительное количество теплоты, теряющееся при плавлении стекла, было говорено раньше. Но сомнительно, чтобы употребление побочной печи без трубы было самое выгоднейшее. Когда же при-

делана труба, тогда можно сделать такое устройство, что газы или проходят прямо в нее или прежде проходят чрез побочную печь.

Впрочем, в практике должно помнить, что как бы сообразно с целью ни было произведено устройство новой плавильной печи и какой бы род топлива ни был употреблен, пирометрическое действие печи неизбежно будет изменяться с течением времени. В этом отношении можно различать три периода. В первом периоде, предполагая устройство печи сообразным с целью, можно вырабатывать самое трудноплавкое стекло; потом это становится невозможным, и тогда приходится брать более плавкий состав. Наконец, в третьем периоде температура печи еще более опускается и наступает расплавление массы на своде, и оттого стекло становится нечистым, когда растопленная масса со сводов каплет в горшки.

Очевидно, что от общего и частного расплавления и отскакивания массы при [работе] печи происходит расширение плавильного пространства. Если теперь, как и вначале, в единицу времени очаг производит одинаково большой объем газов, то они, чтобы наполнить расширившееся плавильное пространство, должны расширяться больше, чем прежде, и, следовательно, температура их должна понижаться. Но единственно в этом нельзя полагать основание такого явления, — это происходит еще больше от того, что глиняная (кирпичная) масса, из которой сделана печь, сплавившись или пропитавшись сплавленным веществом и сделавшись оттого плотнее, бывает лучшим проводником тепла; таким образом больше теплоты, чем вначале, выходит наружу, и свод, сделавшись на поверхности глазурованным, теряет свою лучеиспускательную способность.

Из означенных изменений, претерпеваемых печью в ее размерах, а также в способности проводимости и лучеиспускания ее массы, следует, что невозможно производить стекла одинакового достоинства беспрерывно в одной и той же печи.*

Мы не сомневались, что устройство дымоотводной трубы для тяги может помочь злу или значительно уменьшить его влияние, производя первоначально слабейшую, а при конце стояния печи более сильную тягу воздуха.

Вид плавильных печей. Древнейшие известные нам плавильные печи имели вид почти конуса о трех ярусах (внизу топливо,

---

* Гораздо более совершенные современные стеклоплавильные печи в период нормальной их эксплоатации позволяют осуществлять в них строго заданный режим работы. Печь, проработавшая положенный срок (обычно около года) и вследствие износа не обеспечивающая требуемого режима, капитально ремонтируется. [*Прим. ред.*]

в средине горшки), как говорит Кункель в своем достойном веры сочинении. Печи позднейшего периода с пристроенной побочной печью или ошевом представляют первый успех в строении печей; при них являются скамьи с корытом для воды и с железками, как они употребляются еще и ныне. Из этих древних печей с круглым поперечным разрезом произошли потом круглые немецкие (и французские) печи; подобная им еще до сих пор употребляется в Англии для плавления хрусталя, а у нас для всех стекол. Потом на место их явились печи с эллиптическим и прямоугольным поперечными разрезами, из которых продолговато-прямоугольная до сих пор считается в Западной Европе за практически выгоднейшую.

Которая форма есть лучшая—до сих пор в практике не решено, по крайней мере мнения разделяются. В Англии для свинцового стекла наивыгоднейшею считается круглая печь, и ее строят для 10 горшков 46″ в верхнем диаметре. В Германии печи бывают частью круглые, частью эллиптические или прямоугольные; во Франции и Бельгии всем другим предпочитается продолговато-четырехугольная печь. У нас издавна строят круглые печи обыкновенно для 4 больших горшков. Хотя в прямоугольной печи угловые горшки нагреваются меньше, чем остальные, однако и в круглой и эллиптической печах горшки, стоящие подле устьев, нагреваются также меньше, хотя последние представляют ту же невыгоду, как и первые; но эти имеют то преимущество, что для расплавления такого же количества стекла, как и в круглой печи, они нуждаются в меньшей вместимости.

Выгоднейшая величина. Хотя опыт научает, что маленькие печи требуют больше горючего топлива, нежели большие, но это существует только до известного maximum'а, увеличивание больше его не приносит более никакой выгоды. Принимают, что для круглых и квадратных (а также для эллиптических, с большим диаметром) печей диаметр 8′ (2 м 26 см) представляет этот maximum,[1] в продолговато-четыреугольной печи он, кажется, будет для продольного диаметра 12′ (3 м и 4 см) и для поперечного диаметра 8′.

При горшках мы уже привели пример, чтобы доказать, что большие горшки выгоднее маленьких. И опять здесь величина горшков должна быть не более известной меры, что условливается: 1) тем, что в печи выгоднее иметь много горшков, чтобы было

[1] Круглые английские печи для свинцового стекла немного уклоняются от этого, потому что они имеют внутренний диаметр в 12′7″ (3 м 46¼ см); причем они, без сомнения, заключают 10 горшков диаметром в 46″ (1 м 8½ см), в которых может быть расплавлено 54 пуда стекла. Такая печь еженедельно потребляет около 56 пуд. (18 до 24 т по 2032 немецких фунт. = 1016 кг) каменного угля, и время плавления продолжается 50—60 часов. Напротив, печь с 12 столь же большими горшками потребляет вдвое большее количество каменного угля и доставляет стекла только на ⅕ больше.

больше рабочих отверстий и чтобы скорее шла выработка; 2) что малые горшки держатся дольше и труднее дают трещины, и 3) что при продолговатой форме печи выгоднее иметь два ряда меньших горшков, чем при круглой форме 4 больших горшка, потому что при первом расположении менее теряется пространства, чем при втором, и 4) малые горшки обусловливают более скорую выплавку. Ранее приведенный пример, говорящий в пользу больших горшков и больших печей, относится к печам с древесным топливом. Потому мы здесь приведем другой пример, касающийся печей с каменноугольным топливом. Маленькая печь с 6 горшками по 5 пуд. в 23 раза употребляла 103 800 фунт. каменного угля и производила 27 600 фунт. стекла. Большая печь с 10 горшками по 15 пуд. употребляла в 5 раз 76 500 фунт. каменного угля и производила 30 тыс. фунт. стекла. Каждые 23 плавки продолжались месяц, а 5 плавок производились в неделю. Таким образом, в $^1/_4$ времени и [при расходе] $^3/_4$ горючего материала большая печь произвела такое же количество стекла, как и маленькая.

Когда мы обратим внимание на значительный ущерб от горшков и на трудность постройки хорошей печи, то мы должны будем повторить, что большая выгода или, по крайней мере, значительная экономия в топливе должна происходить тогда, когда мы будем плавить стекло в обыкновенных лежачих пламенных печах. В самом деле, это уже испытано в Англии Гросфильдом (печь которого описана и представлена в Dingl. Journ., LXXXVI, 424). На этот предмет необходимо обратить должное внимание, что лежит в интересах наших стеклянных фабрикантов. Так как отдельному фабриканту нужно преодолеть большие трудности и, может быть, потерпеть большой убыток от производства испытаний, то хотелось бы, чтобы многие фабриканты соединились и произвели бы изыскания на общие издержки.

Классификация печей. Из того, что было выше приведено о стеклоплавильных печах, выходит, что их можно существенно разделять: 1) *относительно поперечного разреза* — на круглые, продолговато-круглые (первоначальная немецкая печь, английская печь для свинцового стекла), квадратные и продолговато-четырехугольные (французская печь); 2) *относительно топлива* — на печи с древесным топливом и на печи с каменноугольным топливом. Из последних бывают такие, которые нагреваются бурым углем, торфом, антрацитом и чаще всего каменным углем, и последние снова имеют прямое или непрямое (газовое) отопление.

Всякое другое разделение несущественно; потому что очевидно, что плавление всегда происходит при одинаковых условиях, какой бы род предметов ни обрабатывался после плавления. Потому ничего не может изменяться как в основных правилах для строе-

ния печей, так и [в] главнейшем внутреннем устройстве их, должно ли будет производиться дутое стекло, или оконное стекло, или какой-либо другой род стекла. Только добавочные части, т. е. части, которые относятся к приданию формы, а также потребные особенные побочные печи разнятся при том или другом случае.

Заметим здесь, что мы приводим описание разных стеклоплавильных печей, устраиваемых за границею. Весьма многие наши русские стеклоплавильные печи имеют следующие особенности:

1) они строятся круглые (или квадратные с округленными углами) для 4 больших горшков, диаметр печи обыкновенно около 7′, чаще немного больше;

2) в подземном фундаменте печи длинная топка, без решетки. Топливо — дрова, которые кладутся на выпуклый (для ската углей и шквары) под. С одной стороны топки отверстие для шуровки (кидки топлива) и под ним отверстие для входа воздуха. С другой стороны (назовем ее заднею) отверстие для очистки пода и т. п. С боков внизу несколько малых отверстий для притока воздуха и для вытекания шквары. Длинная топка сводится вверх сводом, открытым по всей своей длине для входа пламени вверх. Отсутствие решетки весьма характерно для наших печей. Оно основывается, конечно, отчасти на довольно большой дороговизне железа, но главным образом на отсутствии стремления к сбережению топлива. Решетка очень помогает сбережению топлива и увеличению пирометрического действия, как это будет подробно объяснено в выпуске о топливе. Заметим теперь хотя одно: когда есть решетка, то холодный воздух входит чрез нее и проходит в определенном количестве, распределяется равномерно по всему пространству, занимаемому топливом, и не может (если не взять его большой излишек) ускользать (отнимая теплоту, охлаждая), не производя нагревания, что весьма легко происходит, когда воздух входит боковыми отверстиями, соприкасается только с частью топлива одною стороною своей струи;

3) третья особенность наших печей та, что лавки, на которых стоят горшки, стоят довольно высоко над тем местом, где горит топливо, что возможно только при топливе, дающем длинное пламя. Расстояние между лавками и подом в заграничных печах обыкновенно меньше, так что пламя идет только наклонно, в русских же печах оно идет сперва прямо вверх, а потом только изгибается в бока. Это условие содействует бóльшей потере полезного действия теплоты, развиваемой топливом;

4) своды в русских стеклоплавильных печах часто выводятся так, что не имеют надлежащих прочных точек опоры, оттого они изгибаются и портятся. В дальнейшем изложении мы будем иметь случай говорить о печах, сходных с нашими.

[Д.] О постройке плавильных печей

Есть несколько родов строения плавильных печей, именно: из глиняной массы или из сделанных кирпичей, которые употребляются или высушенные на воздухе, или обожженные. Такие кирпичи изготовляются гончаром и всегда должны быть запасены для постройки печи. Масса их состоит обыкновенно, исключая сводовые камни, из равных частей глины и песку, или в пропорциях, приведенных ранее. Мы того мнения, что не должно вовсе брать песку, когда только прибавку можно произвести достаточным количеством жженки. Кирпичи и все другие части печи выделываются в формах и сохнут в них. Форма кирпичей должна быть точно определена заранее, потому что иначе пригонка обтесыванием портит много кирпичей. Кирпичи, особенно для свода, должны иметь форму совершенно надлежащую и должны плотно приходиться друг к другу. Кирпичи связываются цементом из воды, глины и жженки. Должно брать по возможности мало этого цемента, чтобы при варке не образовалось щелей на месте этой замазки.

Строение из массы есть работа, совершенно подобная формованию горшков. Прежде она главным образом употреблялась при строении круглых печей. Однако высыхание такой печи требует очень много времени, которое естественно совершенно теряется для производства, когда имеется только одна печь. Кроме того, в такой печи, когда ее нагревают не постепенно, происходят разрывы, которые должны быть починены, и эта печь держится не дольше, чем построенная из кирпичей. Притом этот род следует рассматривать как совершенно оставленный.

Постройка из изготовленных камней представляет прежде всего ту выгоду, что камни могут быть сделаны и совершенно изготовлены к постройке, между тем как старая печь еще употребляется. Большая выгода состоит в том, что строение из таких камней может быть быстро окончено и печь, спустя немного времени, может быть употребляема для производства. Единственное, что можно привести как невыгоду этого рода печей, есть необходимость изготовлять камни различной формы и величины и, следовательно, соответственно деревянным формам, причем нужно строго принимать в расчет дальнейшую усушку. В этом также находится основание, почему на многих плавильнях, даже выстроенных из формованных камней, свод делается из массы, потому что для свода необходимо большое число различных форм. Между тем как печь из массы требует от 4 до 6 месяцев, прежде чем будет готова к производству, печь из формованных камней может быть готова во столько же недель.

Когда предполагается выстроить такую печь, прежде всего следует определить *вид* и ее *размеры*. Первое производится по ранее высказанным рассуждениям. Второе выводится: 1) *из величины* и *числа горшков*; 2) *из высоты лавки* или *дна горшков над решеткой*, там, где печи устраиваются с решетками. У нас часто стеклоплавильные печи строятся без решеток — по древнему образцу.

Длинный диаметр плавильного пространства в печах квадратного поперечного разреза равняется сумме верхних диаметров горшков, стоящих один подле другого на лавке. Поперечный диаметр обыкновенно равен тройному верхнему диаметру горшка (иногда даже больше, хотя ровно без всякой выгоды). Поперек в ряд можно ставить, очевидно, только 2 горшка (два ряда), потому что из двух только и можно вырабатывать. Между обоими рядами должно быть пространство, равное ширине горшка, так как обыкновенно горшки должны быть при сажании протащены чрез это пространство. Следует еще заметить, что, когда промежуточное пространство бывает несколько менее диаметра горшка и когда всаживание производится чрез особое отверстие в окружке (стене, окружающей горшки), тогда промежуточное пространство может быть еще сужено. Мы принимаем всаживание горшков чрез особенное отверстие как единственное сообразное с целью и большой промежуток между двумя, один против другого стоящими горшками — за нерациональное. По нашему мнению, он должен быть уменьшен до minimum'а, и во всяком случае он будет достаточно велик, если будет составлять $^2/_3$ верхнего диаметра горшка. Таким образом, горизонтальные диаметры печи могут быть самым простым образом определены посредством диаметров и числа горшков.

Высота полки над решеткой, т. е. колосниками,[1] высчитывается по горючему материалу и принимается средним числом при древесном топливе за 33″. Но в практике в этом происходят колебания между 24″ и 40″.

Для каменного угля, пламенность (т. е. способность давать длинное пламя) которого очень различна, нельзя заимствовать приличных размеров для всех случаев из предстоящих практических показаний. В английских печах для свинцового стекла случается как minimum 24″ (65 см), как maximum нам известно 42″ (1 м). Вернее было бы, повидимому (сравнительно с древесными печами), уменьшить это расстояние или, может быть, было бы лучше несколько увеличить его для древесного топлива. Бурый уголь и торф стоят между деревом и каменным углем. Если дана высота

[1] Колосники стекловаренных печей делают из глиняных плит, которые кладут поперек топки. Спереди перед каждым колосником кладется толстая железная полоса, чтобы не обивались края.

лавок, то прибавляется высота горшков, непосредственно над которыми или на 1″ до 2″ (23$^1/_3$ мм до 47 мм) выше начинается свод. Обыкновенно высота свода равняется $^1/_3$ до $^2/_5$ поперечного диаметра печи. Рабочие отверстия делаются уже в своде и потому над ними будет достаточно места для разогревания предметов. Смотря по величине выделываемых предметов, изменяют высоту свободного пространства над горшками и величину окон.

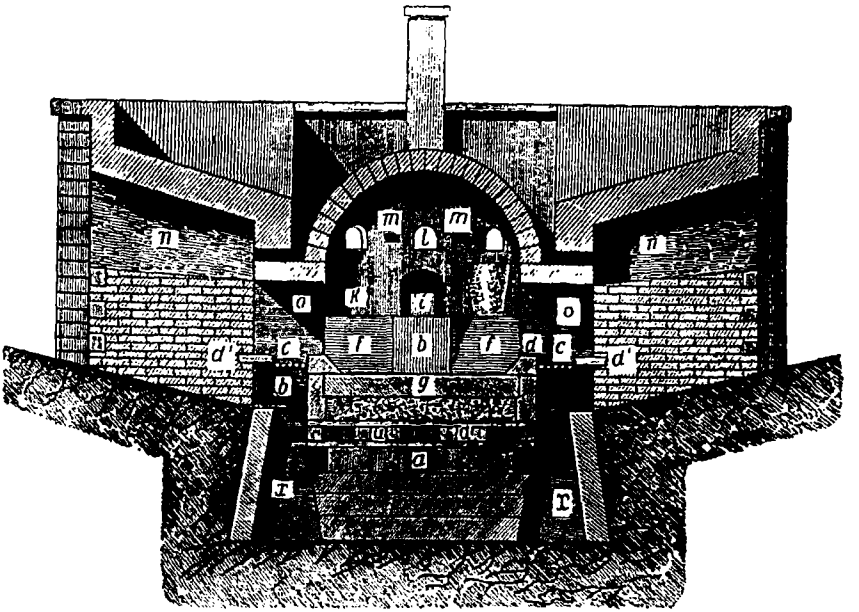
Соображая, что от правильного положения (и вида) свода чрезвычайно сильно зависит пирометрическое действие печи, потому что плавление происходит по большей части от теплоты, отражаемой сводом, и что действие лучистой теплоты уменьшается с удалением в геометрической прогрессии (т. е. при увеличении расстояния в 2 раза, теплоты достигнет количество в 4 раза меньшее), то мы увидим, что свод должен быть как можно ниже и его высота сделана независимо даже от диаметра печи. Высота свода над горшками в строгом смысле нисколько не имеет отношения к диаметру печи и должна при всех размерах быть по возможности одинаково велика.

Печи, отапливаемые деревом, бывают двух главных видов: с очагом сбоку (или с двух боков) и с очагом внизу в средине под горшками. Мы и приводим рисунки печей обоих родов. Последний род проще и, повидимому, экономичнее не только относительно постройки, но и относительно потребления горючего материала. Но зато при печах последнего рода стекло неизбежно получает худшие качества. Мы, конечно, не станем здесь обращать внимания на прибавочные печи, пристраиваемые к стеклоплавильным. Одна из главных их невыгод состоит в том, что они занимают место около печи, необходимое для выработки стекла.

Нижняя часть печей для *древесного топлива*[1] начинается выведением фундамента, как можно видеть в старинной французской печи для зеркального стекла (для литых зеркал), фиг. 29, при *xx*. (Местность для печи должна быть по возможности суха или искусственно осушена). Под показанными на этой фигуре камнями фундамента вы[ложены] выступы из песчаника, как показывает фиг. 30. *AA* есть стена (толщиною около 1′) из обыкновенного кирпича, употребляемого для плавильных печей, *cc* суть каналы для воздуха; *BB* — фундамент для четырех побочных печей. Четырехугольные пространства *dd*, обложенные обыкновенным кирпичом, во всяком случае должны быть наполнены горшечными черепками или другим сухим щебнем, потому что они соответствуют сре-

[1] Мы не хотим пропустить здесь того, что в некоторых местах, а особенно в Плосберге, на Фихтеле, есть так называемые *строители печей* (печники), которые ездят всюду, чтобы производить постройку печей. [...].

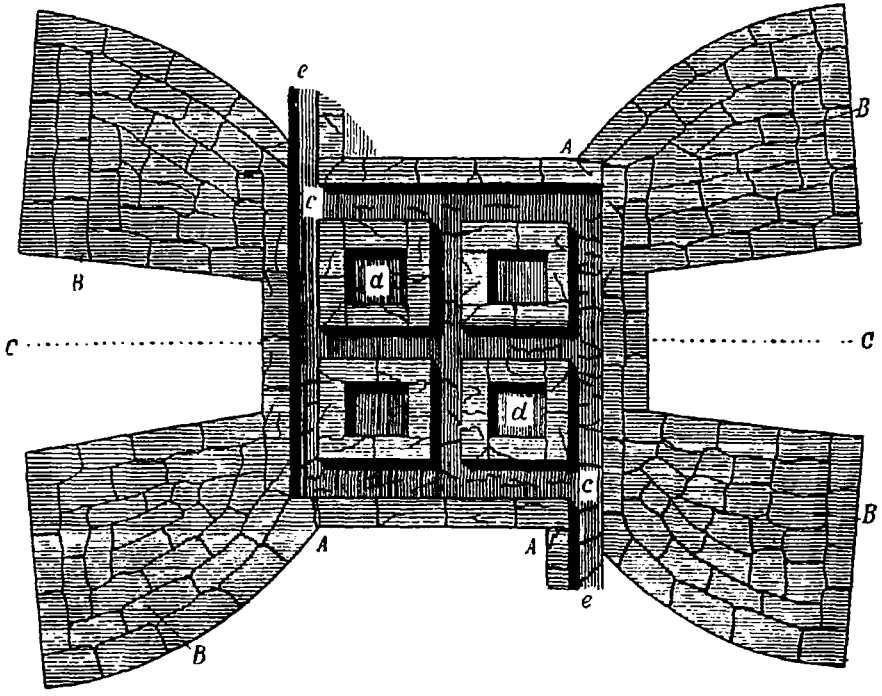
дине печи и должны выдерживать большую тяжесть. Каналы (они на фиг. 29 изображены буквою *a*) в нижнем слое делаются в 1′ ширины и высоты и покрываются крепкими плитами. Над ними идет другой ряд, с каналами для воздуха в 5—6″ шириною и вышиною (фиг. 31). На фиг. 31 и 34, представляющей разрез по линии *CC* фиг. 30, эти каналы видны при *aa*. Ныне подобная кладка фундамента, который очень дорог, больше не производится, и выступы выкладываются тогда только, когда почва, на



Фиг. 29. Старая французская печь для литых зеркал. Вертикальный разрез.

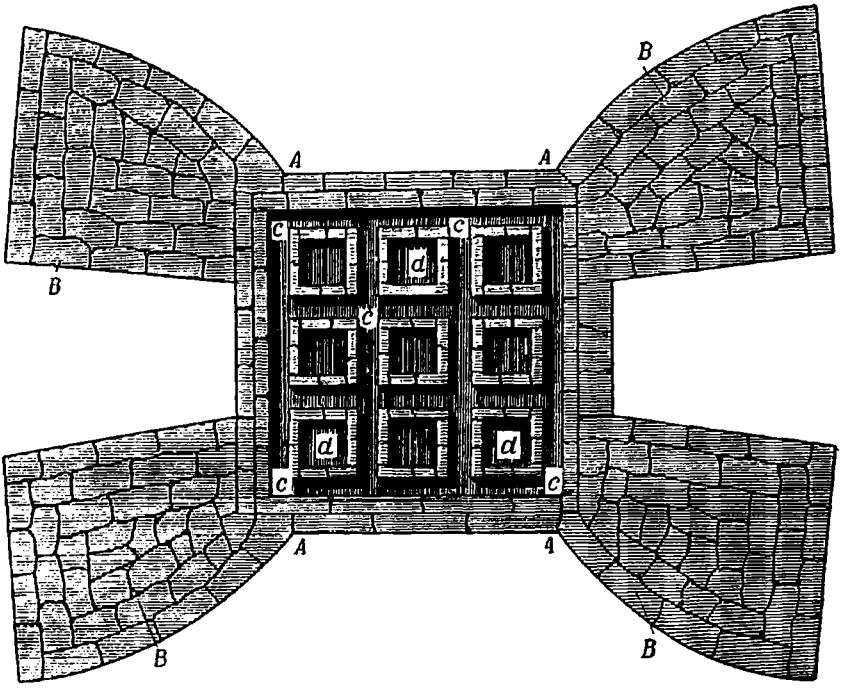
которой стоит плавильня, очень сыра. Наконец, фундамент самой печи и лавок делается из песчаниковых плит *g*, положение его ясно видно на фиг. 29. Печь делалась или без колосников, или с колосниками, которые означены *c*, с зольником *b*. Над решеткой *c* или вообще на двух противолежащих сторонах печи, где помещается пространство для вкладывания топлива, вы[ложен] свод для того, чтобы выиграть пространство и служить подпорой своду печи. Этот свод, *малый свод устья oo* (фиг. 29), так назван потому, что перед ним, чего вообще ныне вовсе не делается, устраивался еще большой тоннель *ag* (фиг. 32) [(*nn* на фиг. 29)]. Последний делался так высок, чтобы шураль (истопник) мог

свободно стоять в нем и производить свою работу; первый же так высок, чтобы было возможно сажание горшков без затруднения. Чтобы при производстве его можно было скоро открывать и опять закрывать, он заперт особенной, для этой цели сформованной глиняною заслонкой. Над зольником *b*, т. е. отверстием для входа воздуха, вкладывалась плита из глины в 5—6″ толщиною и 16″ шириною (*d′* фиг. 29 и *b* фиг. 33), так что она высовывается

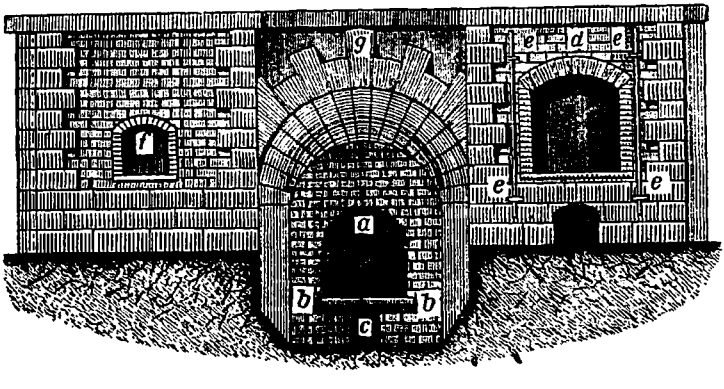


Фиг. 30. Нижний горизонтальный разрез предыдущей печи.

наружу на 5″. На ней ставится приставная глиняная заслонка, представленная в увеличенном масштабе на фиг. 33. В верхней части ее находится при *1* отверстие почти 12″ в квадрате, чрез которое вбрасывается топливо, — *устье*. По сторонам находятся при *2* два отверстия, чтобы можно было чистить топку; при каменноугольных печах с воздушным каналом они не употребляются. Часть *3* называется крестом и подпирается [кирпичами] *4,4*. Каждый отдельный кирпич, как можно видеть, снабжен маленькими отверстиями с той целью, чтобы в них втыкать железные прутья, посредством которых они могут быть насажены и сняты.

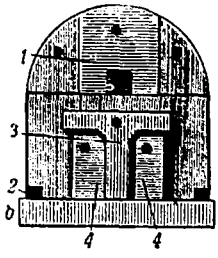


Фиг. 31. Верхний горизонтальный разрез с основания предыдущей печи.



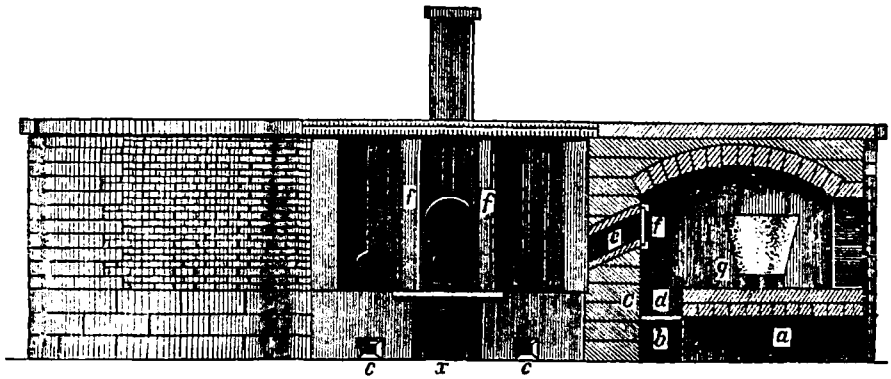
Фиг. 32. Вид печи спереди.

Этот особенный род запирания удерживается и теперь, когда необходимо садить горшки чрез устье. Мы хотим еще заметить здесь, что когда пристраивают побочные печи, служащие для фриттования или закалки, или обжигания горшков, то отверстия или пролеты делаются или в уровень, или поверх горшков, как это видно на фиг. 34 при *e*.



Фиг. 33. Глиняная заслонка.

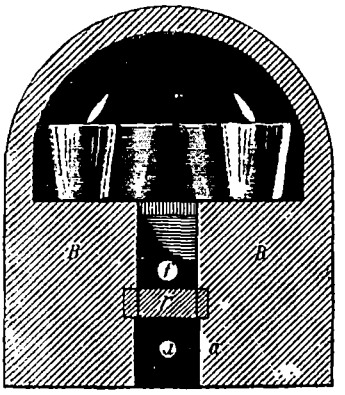
Как пример простейшего рода постройки печей, мы приведем общеупотребительную в Богемии круглую печь (фиг. 35, 36 и 37) с 8 горшками, которая имеет короткий диаметр в 6′ и немного длиннейший в 7′. Многие из таких печей заключают от 4 до 10 горшков. При *a* под печью проходит зольник в $1^1/_2$′ высоты и столько же ширины. Он покрыт глиняными колосниками *rr*, которые имеют 10″ в квадрате, отстоят друг от друга на 6″ и так длинны, что проходят на несколько дюймов под лавки. Эти камни образуют очаг и называются Roststeine. При *ff* выведены ширяльные отверстия сводами, *BB* суть полки. Все остальное понятно



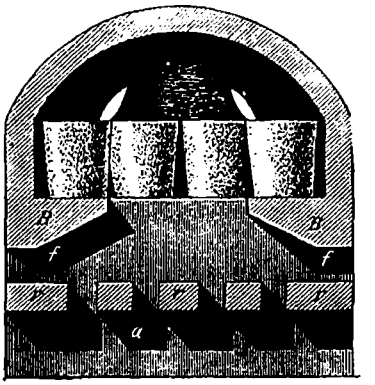
Фиг. 34. Разрез печи.

из двух приложенных вертикальных разрезов, сделанных под прямым углом один к другому посредине печи, и находящегося тут же (фиг. 37) поперечного разреза по высоте полок. Должно припомнить еще, что к плавильной печи часто, особенно на старых заводах, пристраиваются одна или две (реже четыре) побочные печи, служащие или для фриттования (что чаще употребляется для низших сортов стекла), или для закалки стекла (что встречается гораздо чаще), или для обжигания глины и горшков (что употребляется довольно редко).

Эта богемская печь, которую по ее распространенности в Германии можно назвать также немецкою, может быть употребляема для производства как посудного, так и оконного стекла. Она строится только из обожженных камней, и иногда колпак ее лепится



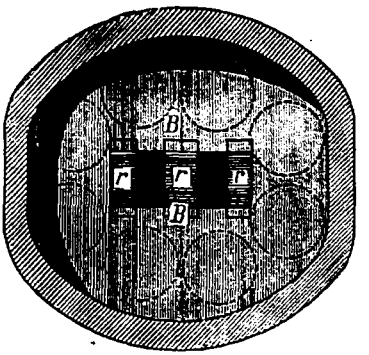
Фиг. 35.



Фиг. 36.

Богемская стеклоплавильная печь.

из глиняной массы, подобно горшкам. Постройка ее очень мало стоит, она при старательной починке держится 11 месяцев, но ее оставляют не более как на 9 месяцев, потому что долее она потребляет много дров. Нормальным потреблением считают 10 сажен (= 18 тыс. фунт.), а именно, около 8 саж. на плавление и 2 саж. на выработку. Горшки вышиною 22″, шириною вверху 21″ и внизу 19″ вмещают, таким образом, 3 куб. фута стекла, вес которого можно принять за 350 фунт. Следовательно, потребление для плавления составляет 1 саж. на горшок или $\frac{1800}{350}$ = почти 5.3 фунта на фунт стекла. На фунт совершенно готового стекла, за вычетом потери, придется около 8.8 фунта топлива. Время плавки продолжается 20—24 часа.



Фиг. 37. Горизонтальное ее сечение.

Во всех плавильнях, потребляющих дерево, над плавильной печью или вблизи ее находятся подмостки для сушения дерева, а также особенные печи для сушения дров.

Для лучших сортов стекла нельзя употреблять печи, в которых очаг находится прямо внизу между лавками, потому что в таких печах пламя идет почти прямо вверх и содержит потому очень много угольных частичек и золы, которые портят стекло.

Притом стекло, вытекающее из горшков (шквара), в таких печах должно смешиваться с остатками топлива, и потому топливо сильно засоряется, что приносит часто большие убытки заводу. Вследствие двух указанных причин для лучших сортов стекла (для белых и богемских стекол) устраивают печи с боковыми топками. Обыкновенно устраивают два очага по двум сторонам того канала, который находится между двумя лавками, служащими для установки горшков. Каждый очаг строится с зольником и колосниками.

Размеры очагов (при обыкновенных размерах печей только около 7′) обыкновенно следующие:

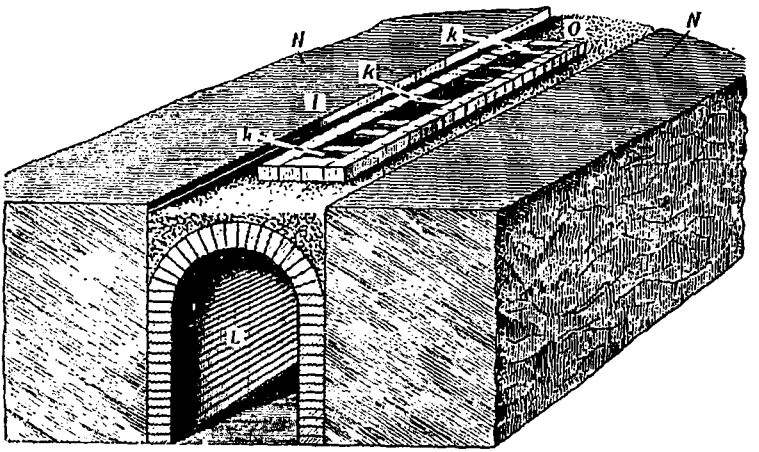
Длина около . . . . . $4^1/_2'$
Ширина . . . . . $2^1/_4'$
Высота от колосников до вершины свода около . . . . . $2'$

Самая печь в таком случае делается продолговатою, удлиненною по направлению расположения очагов. Размеры ее определяются числом и величиною горшков. Обыкновенно, что соответствует хорошему употреблению топлива и равномерному распределению жара, устраивают такие печи на 6 горшков, т. е. по 3 на каждую лавку. Лавки возвышаются над уровнем колосников около $2^1/_2'$. Лавки делаются шириною и длиною соразмерно горшкам. Отверстие между лавками делается овальное, чтобы пламя из обоих очагов проникало преимущественно в средину печи. В средине печи расстояние между лавками около $1^1/_2'$, по краям же гораздо уже. Под отверстием, существующим между лавками, т. е. внизу пламенного канала, в средине печи и ниже колосников, устраивается углубление для сбора шквары, стекающей с лав из горшков. В уровень с лавами делаются одно или, чаще, два или более отверстия для садки горшков, закрываемые особою глиняною плитою. Над каждым горшком необходимы рабочие отверстия, закрываемые (отчасти) во время выплавки. Для тяги служат или самые рабочие отверстия, или четыре особых отверстия (снабженных короткими дымоотводными трубами), проходящими между горшками, или же главная масса пламени направляется в одно, два (редко четыре) отверстия, идущие в боковые печи. Во всяком случае пламя, входящее в средине печи, вырывается из нее при ее окружности так, что охватывает горшки. Выходы для пламени всегда устраи-

ваются выше или в уровень с краями горшков, а рабочие отверстия делаются над горшками наклонно к ним, чтобы выходящие из них горящие газы направлялись вверх и не препятствовали работе.

Усовершенствования, которые должны быть введены в печах с древесным топливом, будут отчасти видны из описания устройства каменноугольных и газовых печей.

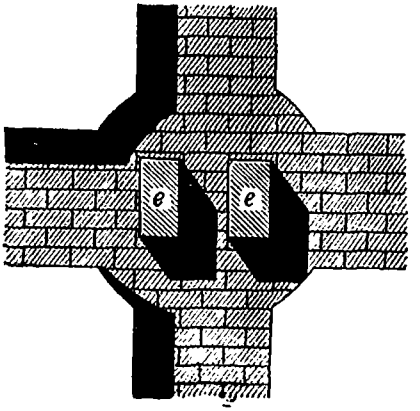
Для каменноугольных печей, вследствие трудной горючести каменного угля, необходимо особое устройство для сильнейшей



Фиг. 38. Подземный канал каменноугольной печи.

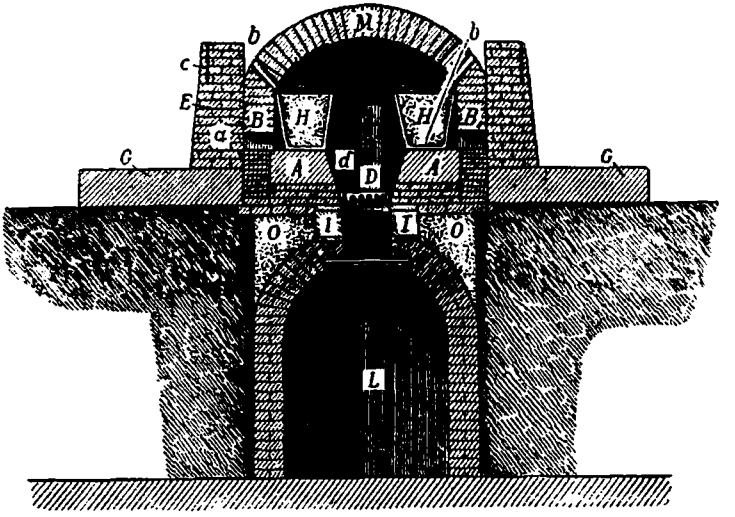
тяги, к чему прежде всего служит то, что под зданием плавильни с одного конца до другого прокладывают сводчатый воздухопроводный канал, который служит также зольником (фиг. 38). Если почва суха, то лучше всего этот канал вырывать; если же нет, то здание гуты возвышают для того, чтобы иметь внизу пространный канал, высоту которого соображают с местными условиями. Канал строится обыкновенно до 6′ ширины и до 8′ вышины; *во всяком случае он должен быть так широк и высок, чтобы в нем кочегар мог удобно производить чистку очага.* Нередко прокладывают два канала под прямым углом один к другому, как показывает фиг. 39 в плане. На концах этого канала делаются двери, и при производстве открывают каждый раз во время плавления только ту, которая обращена к направлению ветра; при работе же — наоборот. Причина этого весьма понятна: при выработке нужен не столь сильный жар и возможно низкое пламя, чтобы не было копоти и золы, а при выплавке нужен очень

сильный жар. В том месте, где на этом канале надстраивается печь (при двух каналах обыкновенно место скрещения), свод канала



Фиг. 39. Крестообразный подземный канал печи в плане.

в ширину очага открыт и снабжен узкими сводами или железными поперечными балками *kk* (фиг. 38) с надлежащими промежутками,

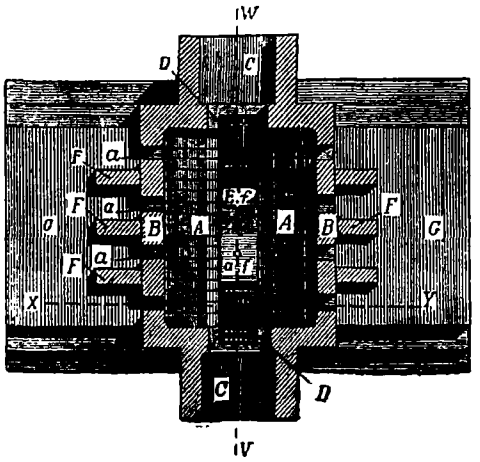


Фиг. 40. Общий вид печи для каменного угля в вертикальном разрезе.

которые назначаются для того, чтобы держать колосники или железную решетку, на которой горит каменный уголь.

Так как от такого устройства несколько наносится ущерб крепости свода, то ставят несколько столбов *ее* (фиг. 39) или, так как они стесняют пространство и потому неудобны, кладут в различных местах крепкие железные связи поперек чрез свод и стены.

На поверхности вышеупомянутых узких сводов делают углубления, в которые вкладываются очажные прутья *D* (фиг. 40), которые обыкновенно бывают в разрезе квадратные (длина стороны в 2″) и из ковкого железа. Промежутки между колосниками, служащие для входа воздуха, которые при обыкновенном топливе



Фиг. 41. Разрез большой печи по высоте колосников.

бывают в $^1/_4$ до $^1/_8$ поверхности очажных прутьев, здесь делаются одинаковыми и даже бóльшими, чем для простых колосников. Нам, например, известен такой очаг в 24″ ширины, в котором лежат только 5—6 очажных прутьев, имеющих длину стороны каждый в 2″. Это необходимо при каменноугольном топливе, частью по необыкновенно большой высоте слоя, частью по большому и часто шлаковистому количеству золы. При буром угле, который ложится менее плотно и дает легкую золу, очажные промежутки следует делать меньше. Обыкновенно прутья кладутся горизонтально, но для процесса сгорания очевидно лучше давать им наклонное положение, как на фиг. 41 и как сделано у нижеописанной печи Делейя (Deeley) (фиг. 45). Ширина очага обыкновенно равна расстоянию между верхними краями двух, один против другого стоя-

щих, горшков; таким образом, по величинѣ горшков и, следовательно, по диаметру печи бывают обыкновенно от 16 до 24″. Длина очага, когда в нем нет перерыва и когда печь квадратная, определяется продольным диаметром печи. Ясно, что сквозной очаг при печи большого размера не может быть по всей поверхности снабжен равномерно топливом. Потому, как выше было замечено, очаг больших печей посредине прерывается. На этом месте находится тогда одна (или две) глиняная плита *a* (фиг. 41) с отверстиями *ff*, чрез которые должно вытекать жидкое стекло при изломе горшка в печи. Они обыкновенно бывают заткнуты глиняными втулками, и, когда необходимо, их следует только протолкнуть. Но это устройство не вполне соответствует главной цели, не совершенно устраняет утекание стекла между очажными прутьями. Потому часто делают на месте перерыва две наклоненных одна к другой косых плоскости. Чрез это между топками образуется возвышение, называемое седлом. Седло делается из обожженного огнепостоянного камня, а сторона, обращенная к огню, — из толстых плит глины. Обе косые плоскости или непосредственно сходятся, или оканчиваются большею или меньшею плоскостью. При описании печей для оконного стекла мы приведем далее рисунок печи Гуттера, [на] котором видно седло. Высоту седла, равно как и величину его, вообще в практике можно изменять, смотря по свойству угля. Именно пространство, образуемое с одной стороны ширяльным отверстием, с другой стороны седлом и имеющее основанием очаг, совершенно наполняется углем, так что топливо получается в слое в несколько футов. То, что мы при дереве вывели путем теоретических рассуждений, этим родом топлива подтверждается практически. Именно при этом производят сжигание окиси углерода (несовершенное или *напряженное сгорание*, по Шинцу).

Нам кажется, однако, что при этом зашли уже слишком далеко, потому что во многих французских и бельгийских печах, также употребляемых около Сарбрюка [Саарбрюкена], делают седло почти в 3.5′ (1 м), следовательно слой топлива ровно так высок, сколько мы решительно приняли за невыгодное.

Чтобы при устройстве очага не давать цены случайностям и случайным мнениям, мы пойдем от вопроса, — сколько сгорает горючего материала в час или вообще в единицу времени. Для этого примем примерно, что поставили в печь 8 горшков по 18 пуд. и употребили, чтобы расплавить 144 пуда стекла, $4 \times 144 = 576$ пуд. дерева или бурого угля, или $2 \times 144 = 288$ пуд. каменного угля. Теперь, если плавление продолжается 24 часа, то в час сгорит 24 пуда, или 960 фунт., дерева или бурого угля, или 480 фунт. каменного угля.

По Шинцу, напряженное сожигание в час:

	Требуют поверхности очага (кв. футы)	При высоте слоя (футы)
10 фунт. дерева	0.14	3.5
10 » каменного угля	0.2	0.66
10 » бурого »	0.2	1.5

Из этого очаг нашей печи должен иметь в основании

Для дерева	$= 99 \times 0.14 = 13.4$ кв. фут.
» бурого угля	$= 96 \times 0.2 = 19.2$ » »
» каменного »	$= 48 \times 0.2 = 9.6$ » »

По очень точным изысканиям Гартвига (Hartvig), 173.5 фунта каменного угля занимают средним числом пространство в 7900 куб. дюймов, или 100 фунт. каменного угля 4553 куб. дюйма = почти 2.6 куб. футам = 0.0586 куб. м.

Равный вес бурого угля (считая по наблюдениям Гартвига, именно 142.8 фунта на 7900 куб. дюймов) 3.16 куб. фута и равный вес дерева (принимая относительный вес средним числом и при измерении $^1/_8$ пустого пространства) почти 6.6 куб. фута пространства. Следовательно, если очаг должен быть наполняем ежечасно, нужно пространства:

Для 400 фунт. каменного угля	10 куб. футов
» 800 » бурого »	25.3 » »
» 800 » дерева	52.8 » »

Горшки в 18 пуд. стекла по прежним показаниям имеют 24″ верхнего диаметра, четыре из них стоят на лавке, следовательно внутренние диаметры печи будут в 9′ и 6′. Из этого мы получаем для ширины очага 16″, т. е. около 1.5′, и так как нам надобно около 10 кв. футов поверхности очага при высоте слоя в 0.66′, то наш очаг должен быть около 7′ длиною, что на вышеприведенном основании несообразно с целью. Но если мы возвысим слой вдвое, что только и остается сделать, то длина очага выйдет 3—4′. Если дадим седлу небольшую толщину и устроим два очага, то они выйдут немного больше внутреннего диаметра печи, что будет совершенно хорошо.

Если же мы увеличим высоту слоя только на половину, то нам будет нужен очаг в 5—6′ длины, и при равных размерах седла мы будем должны выставить его с каждого конца, что также не представляет никакого затруднения.

Нам остается еще третий род выполнения, причем поперечный диаметр печи увеличим и промежуток между каждыми стоящими один против другого горшками сделаем = 2.5′. Тогда мы получаем

очаг в $2^1/_2'$ ширины, который при $4'$ длины достаточен, чтобы вместить потребный горючий материал при нормальной вышине слоя.

Теперь который из трех способов лучший?

За неимением практического пункта опоры мы даем преимущество второму, но высказываем также по этому случаю желание, в интересе стеклянного производства, чтоб были произведены тщательные изыскания, чтобы найти твердое основание строения печей.

Вопросы, которые должно решить при этом, суть: 1) что выгоднее для дела, — увеличить ли длину очага или увеличить его ширину при равной высоте слоя; 2) какова выгодная высота слоя горючего материала и 3) каковы выгоднейшие размеры печи.

При нашем вычислении мы пошли от предположения, что плавление производится в 24 часа, потому что обыкновенное количество топлива, сожженное в час, составляет исходный пункт для устройства очага. Но иногда плавление продолжается дольше, иногда короче. Таким образом, наше предположение недостаточно, чтобы могло быть употреблено за основание при устройстве очага. Потому мы за исходный пункт берем *длину очага* и *высоту слоя*, причем принимаем, что очаг не должен быть длиннее $4'$, чтобы им можно было пользоваться сообразно с целью, и вышина слоя не переходила:

Для дерева . . . . . 3.5′
» бурого угля . . . . 2.5—3′
» каменного » . . . . 1—$1^1/_2'$

За этим теперь мы поправим данную прежде из практических выводов высоту лавки и думаем, что она должна быть:

Для дерева . . . . . 42″
» бурого угля . . . . 30—36″
» каменного » . . . . 18—24″

Наконец, мы принимаем вычисленное нами количество топлива за норму и думаем, что все излишнее количество топлива, если оно употреблено, есть в действительности излишнее и зависит только от худого устройства печи, потому что при вычислении потребления горючего мы приняли во внимание все главнейшие потери и, взяв еще больше, вычисленный и полученный результат сравнили с тем, который достигается в практике.

Относительно свода ширяльни сказанное при печах с древесным топливом относится также и к каменноугольным печам. Ширяльня представлена на плане на фиг. 41 при *cc*.

С обеих сторон очага пространство наполнено сухим щебнем и плотно уколочено, как видно на фиг. 38 и 40 при *O*, для того, чтобы произвести тем гладкую подкладку для выведения лавок.

Верхняя ширина полки должна быть равна верхним диаметрам горшков. Ее кладут или совершенно прямо, как ⌐ на фиг. 35, или дают ей небольшой откос ⌐, как на фиг. 40, *d*, причем ширина основания больше на несколько дюймов; но очаг от этого делается на столько же более узким. Откос, кроме большей крепости, представляет, кажется, ту выгоду, что пламя побуждается при поднимании расширяться по сторонам и охватывать горшки с бо́льшего числа сторон. Иногда встречаются также виды, как ⌐ или ⌐, из которых первый, очевидно, не сообразен с целью.

Нижняя часть полки выкладывается из кирпичей обыкновенной величины, которые, как все камни при этой постройке печи, вместо обыкновенной извести связываются между собою посредством глиняной массы, — из той же массы, из которой состоят горшки. Камни предварительно при содействии песка тщательно притираются один к другому для того, чтобы они плотнее прилегали друг к другу и брали бы для соединения меньше глины. Можно, однако же, для этой части образовать особые камни большого размера и двух различных родов, именно для нижнего слоя «подкладки» и для среднего, величина которых рассчитывается по размеру полки так, что на каждый ряд бывает надобно их 3—4 штуки.

Самый верхний ряд лавы делается из плит толщиною в 6—7″, причем для каждого горшка кладется особая плита или лава. Плиты бывают или все одинаковой толщины, или спереди делаются толще на 3″ для того, чтобы горшки получили наклонное положение к наружным стенкам. Это производится частью, как уже было говорено, для того, чтобы устранить течение выливающегося стекла в очаг, частью оттого, что считают вредным — оставлять выдаваться верхние края горшков чрез полку.

Самый верхний слой также делают из камней, толщиною в 3—4″, вышиною в 6″ (140 мм) и соответственно длинных, которые складываются широкими сторонами и плотно соединяются.

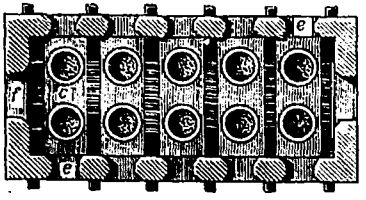
Если лавка должна получить откос, то при употреблении высушенных на воздухе камней излишнее обрезывают пилою или другим подходящим инструментом, или при употреблении больших или обожженных камней дают им соответственный вид сначала при формовании.

Так как на таких полках горшки никогда не могут быть нагреваемы со всех сторон, то Chance устроил печь с совершенно особыми полками. Эта печь представлена на фиг. 42, 43 и 44. Очаг покрывается 5 сводами *cc*, из которых каждый держит 2 горшка. Своды разделены промежутками, чрез которые проходит

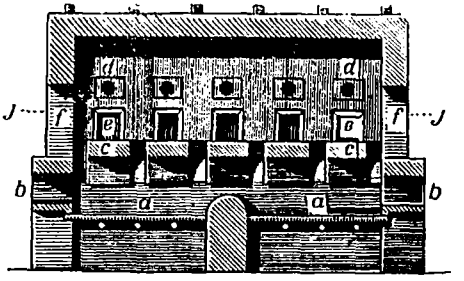
пламя из очагов *aa*. Когда бы своды имели достаточно крепости, так, чтобы не нужно было часто делать поправок, то, без сомнения, это устройство было бы самое сообразное с целью.

Той же цели, именно — совершеннейшего нагревания горшков, а также совершеннейшего сгорания горючих материалов, старался достигнуть Делей (Deeley) своею уже упомянутою печью, представленною на фиг. 45 и 46.

Горизонтальные очажные прутья *ff* лежат на поддержках *f'f'*, укрепленных в стене, и подвижно соединены с наклонными бру-



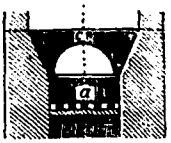
Фиг. 42.



Фиг. 43.

Горизонтальный и два вертикальные разреза печи Chance.

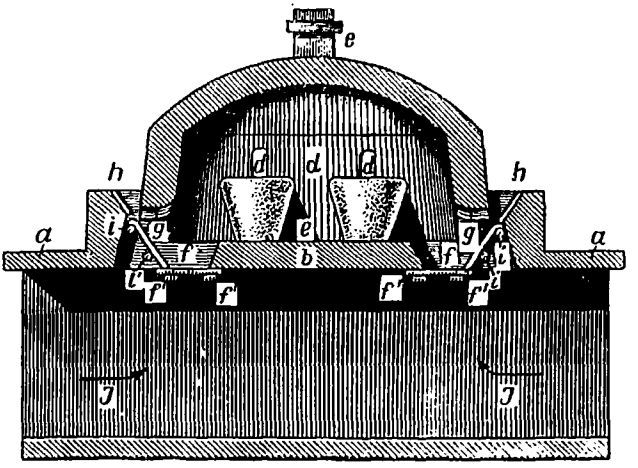
сками *gg*, которые подпираются поддержками *ii*. Эти поддержки проходят чрез стенку и могут быть подвинуты выше или ниже, отчего можно дать брускам *gg* более или менее наклонное положение. Чрез *hh* очаг наполняется топливом и поддерживается наполненным; чрез канал *J* проводится воздух. Посредством двух на противоположных сторонах сделанных труб *ee* производится тяга воздуха. Пол или лавка *bb* может состоять только из глиняных плит и удерживается, конечно, сводом, построенным над нижнею галлереею *J*. Во всяком случае, этот пол очень подвержен разрыву и разрушающему влиянию выливающегося стекла, и потому выработка его должна быть очень тщательна. Также нагревающееся пространство этой печи (судя по рисунку) непропорционально велико; напротив, устройство очага и труб кажется очень сообразно с целью.



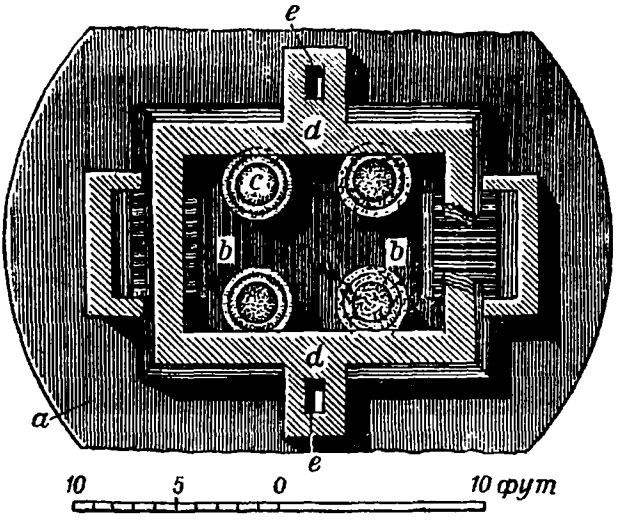
Фиг. 44.

Поверх лавки делаются для каждого горшка широкие отверстия (окна), почти в 6″ (140 мм) высоты, (*ee* в печи Chance, *aa* на фиг. 40 и 41). Они назначаются для установки горшков, для разбивания негодных из них и т. п. Они проделываются в окружающей печь стене (окружке), имеющей толщину 12—14″. Эти отверстия во время правильной работы закрыты глиняными плитами — «кухами», закрепленными с глиной; но они открываются

когда лопнет горшок, для того, чтобы чрез них можно было ввести лом и горшок, крепко держащийся на полке от пролившегося стекла, снять с лавки (выломать).



Фиг. 45. Вертикальный разрез [большой] печи Deeley.



Фиг. 46. Горизонтальный разрез той же печи.

Окружка, или стена, окружающая горшки, выкладывается в высоту только до верхнего края горшков. Для нее употребляют так называемые рынки, или глиняные плиты, которые для печи

с прямыми стенами изготовляются примерно 2′10″ длины, 1′ ширины и $5^1/_2$″ толщины (в высушенном состоянии). Разумеется, для круглых и эллиптических печей их вид должен соответствовать круговой линии или эллипсису. От верхнего края горшков начинается обыкновенно свод. Чтобы уменьшить отдачу теплоты наружу, было предложено делать вторую стену из обыкновенного кирпича в известном расстоянии от внутренней стены, но, как нам известно, это обыкновенно не употребляется.

Устройство свода имеет большое влияние на теплопроводимость печи. Потому мы ранее заметили, что высота его должна быть сделана независимо от диаметра печи. *Первым правилом должно быть делать его как можно ниже.* Мы бы приняли высоту в 12″, меряя от центра плоскости, лежащей над краями горшков, как достаточную для всех случаев, если бы практические рассуждения о крепости свода не делали необходимым в печах большого размера давать своду бóльшую высоту. Потому если примем 12″ за minimum, то 18″ можно рассматривать как maximum.

Некоторые высказывают мнение, что высокий свод будто бы необходим для произведения тяги; но мы должны заметить, что с этим рассуждением не должно соображаться при устройстве свода. Мы находим в этом только большее побуждение в необходимости устройства горна, который гораздо лучше годится для отправления этого дела.

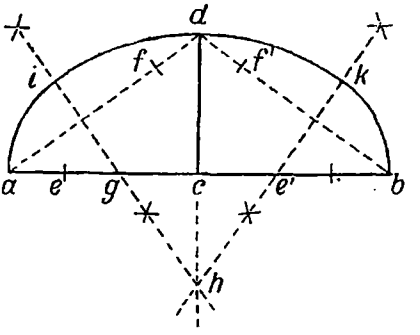
Что касается до формы свода, то по практическим размышлениям он не может быть просто отрезком шара. Улетучивающиеся из горшков щелочи, как выше было упомянуто, попадают на свод и образуют с веществом оного плавящееся соединение, которое отделялось бы в виде капель во всех местах от чисто круговой поверхности, а также попадало бы в горшки и марало стекло. Напротив, в практике более всего почитается свод в верхней части по возможности плоский, к сторонам круто опускающийся, потому что при таком виде расплавленные капли вверху сильно прилипают, а по сторонам скоро стекают, не капая. Этот практически испытанный вид строится следующим (фиг. 47) образом.

Если *ab* есть ширина и *cd* высота свода, то вычитают последнюю из половины первой и полученную разность $ea = \frac{ab}{2} - cd = ca - cd$ откладывают по сторонам *ad* и *db*, начиная сверху. Получают чрез то точки *f* и *f′*. Линии *af* и *bf′* делят пополам и восставляют в середине перпендикуляры *ih* и *kh*. Точка *h* пересечения обоих перпендикуляров служит центром для шарообразной поверхности верхней части свода. Описывая круг радиусом *dh*, получают дугу *idk*. Тогда из точек *g* и *e′* описывают малые дуги радиусами *ga* и *e′b* и получают дуги *ia* и *kb* для

нижней части свода. Таким образом получается дуга *aidkb* для свода стекловаренной печи, по данной ширине печи и высоте свода.

Все другие устройства, которые были предложены для того, чтобы устранить падение капель в горшки, мы пропустили нарочно, потому что они оказались практически неприменимыми.

Само собою разумеется, что при употреблении покрытых горшков форма свода не определяется вышеприведенными рассуждениями и может не отклоняться от шарообразного вида.



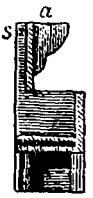
Фиг. 47. Способ определения разреза свода.

Для каждого горшка при начале свода кладется круглая плита, в которой потом вырезаются (или делаются уже заранее при обожженных камнях) на несколько дюймов над краями горшков, как показано на фиг. 40 при *b*, рабочие отверстия, величина которых рассчитывается по величине изготовляемых предметов. Они бывают или круглые, как на фиг. 35, или имеют вид, показанный на фиг. 45 при *d*. Эти отверстия должны быть сделаны так, чтобы работник мог доставать трубкою, как показывает проведенная при *b* (фиг. 40) линия, до дна, чтобы было возможно совершенно вырабатывать горшок.

Для каждого рабочего отверстия необходима особая плита, *куха* или *заставка*, для того, чтобы его можно было закрывать во время плавки. Подле рабочего отверстия или на высоте полки часто пробивают отверстие почти в 2″ (5 см) шириною, чрез которое при работе трубка втыкается в печь, чтобы подогреть ее. Эти отверстия могут также служить как воздухопроводные каналы, *что при происходящем в стеклянной печи сильном притоке пламени даже необходимо.*

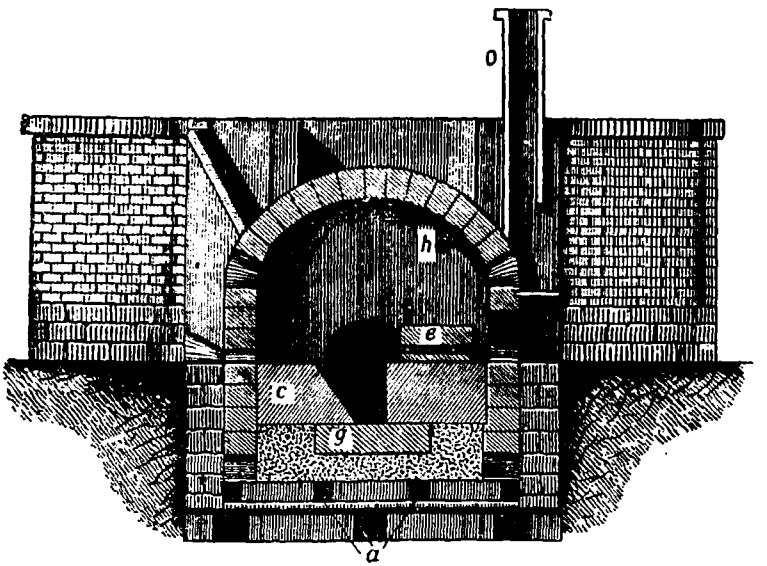
Свод строится из камней, сформованных по вышеприведенной сводовой линии из колпаковых кирпичей, которые бывают примерно 2′ длины, 10″ ширины и толщиною с внутренней стороны $3^3/_7$″, с внешней $4^3/_4$″. Опытный работник строит свод такими камнями без всего. Но для работника, который не так опытен, делаются образцовые леса, которые ставятся на полки. Над каждым шуровым устьем обе стороны печи соединяются, как при печи с древесным топливом, дугою, образующею свод устья. Над этою дугою, когда она бывает низка, можно вставить большую глиняную плиту, которая может быть вынимаема, чтобы вставлять в печь угловые

горшки. Такие же отверстия, закрытые глиняными плитами, делаются с каждой стороны полки для всаживания средних горшков. В прежние времена свод покрывали еще слоем глины, чтобы избежать отдачи теплоты наружу, что, однако, в новейшее время не делается, потому что означенная цель достигается этим в самом незначительном размере, а свод значительно отягчается. В последнее время кирпичи для свода стали делать пустые внутри и больших размеров, что значительно облегчает тяжесть свода и уменьшает притом потерю жара чрез свод.



Фиг. 48. Щиток у рабочего отверстия.

Между каждыми двумя рабочими отверстиями устраивают обыкновенно — во всяком случае тогда, когда работник должен изготовить свой предмет перед рабочим отверстием, — особый щиток или экран, который доходит от основания печи немного выше рабочих отверстий. Эти щитки строятся из обыкновенных кирпичей и делаются не более 6″ толщины и выдающимися не более, как на 2′, потому что они имеют целью только охранять работника



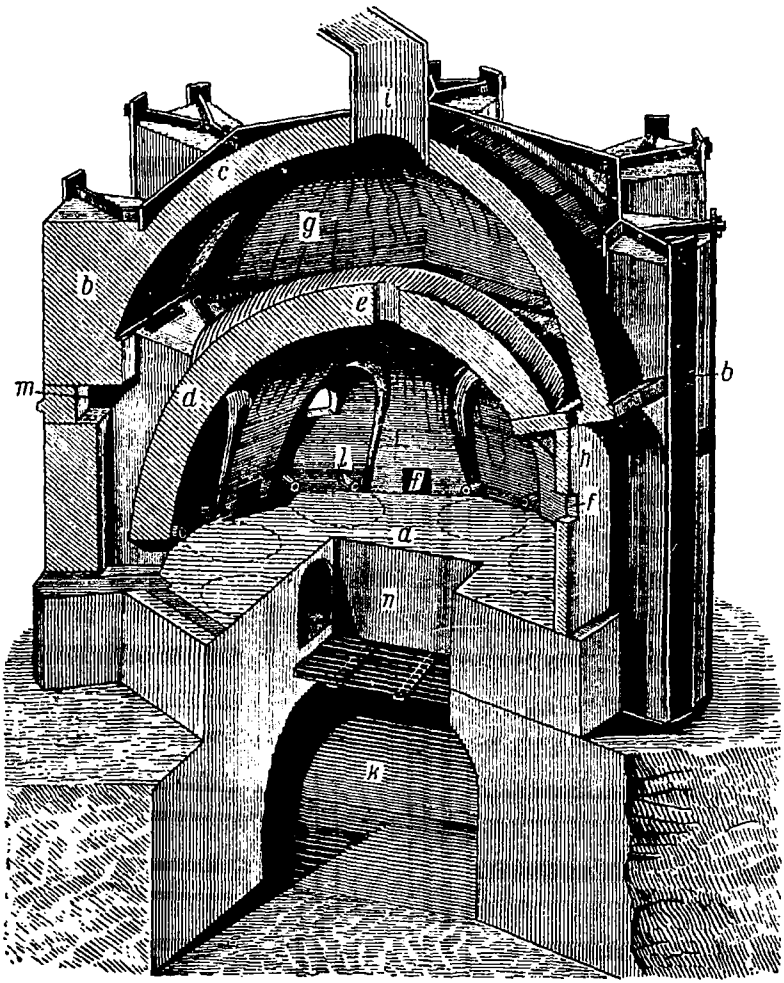
Фиг. 49. Разрез печи для показания трубы *o* при рабочем отверстии.

от действия теплоты, выходящей в сторону из соседнего рабочего отверстия (*FF*, фиг. 40 и 41).

Против теплоты, выходящей из его собственного рабочего отверстия, работник может охраняться посредством устройства

железного щитка (*a*, фиг. 48, и *c*, фиг. 49) в высоту лица, который укрепляется под прямым или тупым углом к стенке.

Наконец, чтобы вообще умерить жар на месте работы, будет сообразно с целью устроить маленькие воздушные трубы (*o*, фиг. 49)



Фиг. 50. Английская печь с двойным сводом.

или — как средство ускорения тяги — колпак из листового железа над печью, который в английских печах для свинцового стекла (фиг. 50) заменяется сводом *c*, который употребляется и при печах для посудного и оконного стекол.

Большие печи, сверх того, должны быть снабжены боковыми устоями.

Издержки на устройство печи, — причем обыкновенно не считается проложение канала, — изменяются по большей части смотря по цене глины; однако они могут быть приблизительно вычислены по числу горшков, которые печь должна заключать. Именно, есть практическое правило, что печь с маленькими горшками (по 9 пуд. стекла) стоит столько раз 100 руб., сколько горшков она заключает. Мы полагаем, что эта цена ни в каком случае не велика, так как нас уверяли, что вышеописанная богемская печь может быть построена на 200 руб., когда глина стоит не более 30 коп. за пуд.

Чтобы произвести точное вычисление, мы должны знать, сколько пудов массы требует печь и сколько составляет рабочая плата при постройке. Как пример, мы приведем одну печь, которая была выстроена из высушенного камня. Для нее было употреблено:

	Пудов массы
Для фундамента	939
» лавочных плит	144
» рыночных камней	690
» колпачных »	369
	2142

Пуд глины может стоить от 10 до 25 коп., примем по 22 коп., и, принимая в вышеупомянутой массе $^1/_3$ глины, получим ценность 714 пуд., около	150	руб.	сер.
Две трети массы состоят из песку, черепков жженки или обожженной глины, которые, будучи приняты по 11 коп. за пуд (в размельченном состоянии), дадут	150	»	»
На приготовление массы и формование можно положить по $2^1/_4$ коп. на пуд около	50	»	»
Рабочей платы за 28 дней: мастеру по 2 руб. в день	60	»	»
» » 3 помощникам по 1 руб. в день, около	90	»	»
Всего около	500	руб.	сер.

Эта печь вмещает 10 горшков по 18 пуд. стекла.

Прочность угольной или древесной печи для стекла, не содержащего свинца, вообще считается за 10—11 месяцев, т. е. по истечении этого времени она должна быть вновь выстроена от очага, в ней там и сям должно производить поправки. Печи

для свинцового стекла имеют средним числом двойную прочность. *

По окончании постройки печь высушивается и нагревается с величайшею осторожностью, сначала малым огнем. Мало-помалу огонь усиливают, так что почти чрез 14 дней печь приходит в раскаленное состояние. Как скоро это произойдет, начинают всаживание горшков, что составляет очень трудную и опасную работу, потому что горшок должен быть вынут из сильно накаленной печи и перенесен в другую, не менее сильно раскаленную печь и не должен при этом сильно охладиться и не должен быть подвержен ударам.

Прежде чем подробнее говорить об этой работе, опишем еще одно устройство стекловаренной печи, в которой топливом служат газы, производимые в отдельных *генераторах*, или горнах, в которых лежит топливо и куда вгоняется только такое количество воздуха, которое достаточно для разложения топлива и для превращения углерода, в нем находящегося, в окись углерода. О самых генераторах и подробности об отоплении газом говорится в выпуске «Технологии по Вагнеру» о топливе и об отоплении.

Венини (Venini) в Тионе, что в Тироле, устроил стеклоплавильную печь с газовым отоплением и описал опыты, сделанные им в этом отношении. Подробности можно найти в: Génie industriel, 1860, II, 49; Dingl. Journ., CLIX, 442; Polytechn. Centralblatt, 1861, S. 743. Наше описание и рисунки заимствованы из: Wagner's Jahresbericht für Technologie, 1861, S. 299.

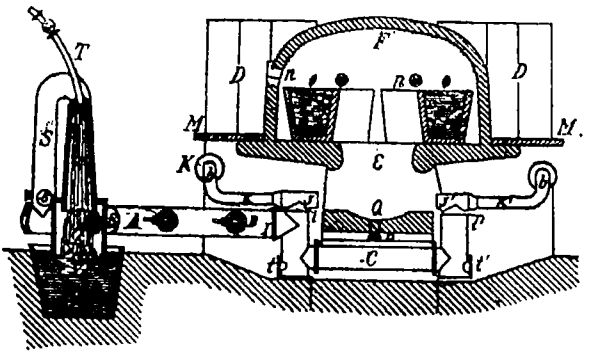
Употребление газовых печей основано не только на том, что они дают экономию в потреблении топлива, но также и на том, что при них можно употреблять такие горючие материалы, которые невозможно прямо сожигать в стеклоплавильных печах, например каменные и бурые угли, очень богатые золою, мелкое дерево, кору, сосновые шишки и т. п. Кроме того, устройство таких печей представляет большие выгоды, потому что они не нуждаются в поддувале, а потому основание печи может быть возведено вполне прочно. Сверх того, нагревание горшков и выплавка могут быть ведены столь быстро, как ни в одной из обыкновенных печей, жар можно легко уменьшать или увеличивать, управляя

---

* Утверждение о том, что печи, в которых производится варка свинцовых стекол, работают вдвое дольше, может рассматриваться здесь как частный пример. В действительности, в случае варки многосвинцовых стекол большая летучесть окислов свинца вызывает значительное разрушение свода и стен печи, и хотя варка свинцового стекла производится при более низких температурах, однако разъедающее действие окислов свинца компенсирует пониженную разрушаемость стеклоприпаса из-за низкой температуры варки многосвинцовых стекол. [*Прим. ред.*].

клапанами, приводящими в печь газы и воздух. Зола топлива в таких печах не подмешивается к пламени, и шквара легко может быть собрана в весьма чистом виде. Очевидно, впрочем, что первоначальное устройство завода требует большого капитала, потому что при таких печах требуется паровая машина для воздушного насоса и многие трубы для провода газа и воздуха. Впрочем, этот излишек, равно как и расходы на их поправку, вознаграждаются выгодами печей такого рода.

Газовые печи требуют одного или нескольких генераторов для производства горючего газа. Этот газ, состоящий преимущественно из окиси углерода, должен быть проведен в печь по трубам. На фиг. 51 и 52 видна труба *AB*, ведущая газ от генератора и очистителя *ZY* (о котором скажем после) к печи. Труба эта про-

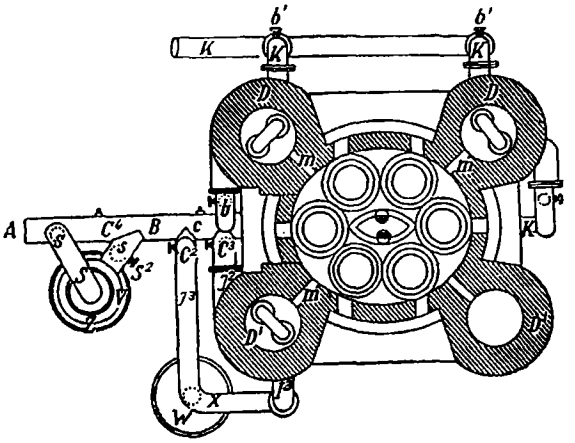


Фиг. 51. Вертикальный разрез газовой печи.

ходит под печью (фиг. 52), изгибаясь в *C*, и оканчивается, таким образом, двумя отверстиями (фурмами) *J* и *J'*. В те же отверстия входит и воздух, вгоняемый насосом по трубам *KK'* к тем же фурмам. На обеих фигурах изображен продольный и горизонтальный разрезы одной из печей для 6 горшков. Колпак печи плоский, эллипсоидальный. Лавка для 6 горшков устроена в виде круга. По средине ее эллипсоидальное отверстие *E* для входа зажженной смеси горючих газов и воздуха. Под этим отверстием лежат две фурмы друг противу друга по длинному диаметру эллипсоидального отверстия. Они ставятся так высоко, т. е. так близко к лавкам, как только возможно. Лавки устроены почти горизонтально с малым наклоном к средине. Стекло, вытекающее из разбитых горшков, падает чрез отверстие *E* в углубление *O*, под ним находящееся, откуда и стекает по каналу *o* в особый сосуд. Пламя, охватив горшки, проникает по четырем каналам *mmm* (фиг. 52)

в особые отделения или трубы *DD*, служащие для нагревания газов и вгоняемого воздуха, так что теплота выходящих газов не пропадает вполне, а может быть употребляема с пользою. Равномерное распределение пламени, низкий свод и известная близость фурм к лавкам делают нагревание горшков равномерным. *M* есть площадка, защищающая все трубы, и пол для рабочих; *nn* — рабочие отверстия для выработки, закладывания массы и т. п.

Количество газа изменяется положением двух клапанов *i* и *i'*, находящихся близ фурм. Эти клапаны вделаны в вертикальных продолжениях газопроводной трубы, служащих для удержания золы и других нечистот, уносимых газом и собирающихся в трубах.



Фиг. 52. Горизонтальный разрез газовой печи.

Эти нечистоты вынимаются чрез запирающиеся отверстия *t* и *t'*. В боковых трубах *DD* устроены трубы в виде соединенных реторт. Две трубы служат для нагревания воздуха, а третья труба, *D'*, для нагревания газов. Труба *K*, проводящая воздух, делится сперва на две ветви *K* и *K* [фиг. 52], из которых каждая назначается для одной из фурм и, изгибаясь в особом отделении *D*, служит для нагревания проходящего по ней воздуха. Каждая из этих ветвей снабжена клапаном *b'b'* для умерения тока воздуха сообразно количеству вгоняемого газа. Кроме того, близ фурм находится еще по клапану *b* для той же цели. Труба *AB*, ведущая газ, пред входом в печь имеет канал, идущий вверх и означенный на фиг. 52 чрез $f^3 f^3$, проходящий чрез *D'* и оканчивающийся трубою f^3 близ фурм. Труба эта служит для нагревания газа. Клапаны C^2 и C^3, которыми она запирается, служат для того, чтобы заставить газы проходить чрез нагретую трубку в большем или

меньшем количестве, или же прекратить их прохождение чрез накаленную трубку.

Когда для производства (например для выработки лучших сортов стекла) нужен газ, совершенно свободный от копоти и золы, тогда газ пред входом в нагревательную трубку и в печь очищают промыванием водою в особом снаряде, поставленном между генератором и печью. Этот промывательный снаряд состоит из водяного чана *Y* с выпускным краном для стока воды и из жестяного колокола *Z*, погруженного внизу в воду и сообщенного вверху с изогнутою трубою *S*, идущею от трубы *AB*. Сбоку этот колокол сообщен с другою частью той же трубы *AB*. В начале трубы *S* и в том месте, где колокол сообщается с трубкою *AB*, находятся краны *S* и S^2, которые затворяются, когда не нужно очищать газ, и отворяются в случае нужды. В этом последнем случае клапан C^1 (в трубе *AB*) запирается, чтобы газы не могли проникать, не проходя промывательный снаряд. Итак, газы в случае нужды проходят чрез трубу *S* и колокол *Z* и идут к фурмам. При этом прохождении газы встречают струю воды, направленную из высоко стоящего резервуара в колокол *Z* по трубе *T*. Вода, падая дождем, поглощает все нечистоты газа, а очищенный газ идет далее. Когда употребляют промывательный снаряд, тогда заставляют газы проходить и чрез нагревательную трубку I^3. Так как газ уносит с собою частицы воды, то они в холодных частях трубки собираются в жидкость, которая и стекает чрез отверстие *X* (снабженное трубкою, погруженною в воду) в чан *W*. Для того, чтобы промывание было довольно совершенно, необходимо, чтобы ток газа был не силен, что и возможно при выработке, когда потребен не столь сильный жар. При выплавке нет нужды промывать газ.

Опыты Венини, произведенные на заводе в Rive de Gier, показали, что потребление горючего материала (каменного угля) было следующее (в пудах):

	Наибольшее	Наименьшее	Среднее
В генераторе	120	75	100
Для машины	10	10	10
» правильной печи . .	12	12	12
	142	97	122

Разность зависела главнейшим образом от употребления большего или меньшего количества жирного или тощего угля.

В такой печи производилось до 150 халяв в каждом горшке, всего около 900 халяв или около 1800 стекол, длиною в $1^3/_4'$ и шириною в $1^1/_4'$. Обыкновенные печи потребляют средним числом на каждое стекло такой величины около $3^1/_4$ фунта угля. Следовательно, экономия в топливе доходит около до 30%. Принимая

во внимание низкое достоинство употреблявшегося угля, должно видеть, что экономия на топливе будет весьма значительна. Экономия была бы, вероятно, еще бóльшая при бóльших размерах печи и горшков.

Производство бутылок в таких печах дало следующие результаты.

Для выплавки в 12 часов (18 зарядов) генератор потребил топлива (каменного угля) .	135 пуд.
» выработки в течение 10 часов 8 зарядов генератора	60 »
» машины, от 21 до 24 часов	25 »
» охладительной печи (калеиицы)	31 »
	251 пуд

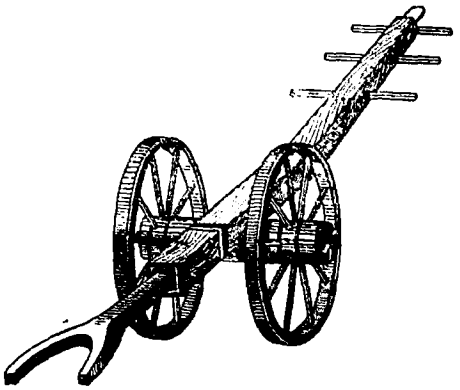
Выработано было до 4000 бутылей, так что каждая бутыль потребовала около $2^1/_2$ фунт. угля; обыкновенно же потребляются от 4 до 5 фунт. Экономии на худшем топливе должно считать еще около 10%.

Всаживание горшков начинается с вынимания их из обжигательной или согревательной печи. Для этой цели они должны быть положены на бок так, чтобы отверстия их были обращены к отверстию печи. Это производится следующим образом: горшки располагаются в согревательной печи на 3 кирпичах (см. фиг. 34), так что один из кирпичей обращен к отверстию печи. Сначала этот кирпич вынимается железным крюком, а горшок в это время несколько наклоняется назад посредством железной клюки, которою упирают в верхнюю часть горшка. Отнимая клюку, дают горшку наклониться в сторону, из-под которой вынут кирпич. От этого горшок принимает наклонное вперед положение, и работник вводит в отверстие его железные вилы, между тем как два других захватывают его за верхний край железными крючьями и тянут его, чтобы наклонить и насадить на вилы. Железные вилы упирают, чтобы наклонение горшка происходило постепенно. Для этого или упирают, или кладут срединою на поперечный брус, лежащий перед отверстием печи на двух крючьях, прикрепленных к железным шестам. Таким образом опускание горшка может быть произведено безопасно и тихо. Для того, чтобы он не претерпевал никакого вреда, под печи перед ним усыпается раскаленными угольями, что образует мягкую подкладку.

Когда горшок надет на вилы, то он вынимается из согревательной печи и чрез устье (или чрез особенное назначенное для этого отверстие) вносится в пространство плавильной печи. При этом вилы вводятся сначала почти до дна горшка. Эти вилы укрепляют на двух колесах (фиг. 53). Потом вилы поднимаются посредством надавливания рычага вниз, отвозят их с положенным

на них горшком, привозят к устью (или отверстию) и горшок кладут на очаг, который перед тем укладывается деревом или углем.

Теперь должно горшок установить и в прямом положении поднять на лавку, если (и это плохо) отверстие, чрез которое садят горшок, ниже лавок. Для этой цели вилы вытаскивают назад, подсовывают их под горшок и давят рычаг вниз, между тем 3 работника, один из противоположного устья, а два из двух боковых, противоположных одно к другому отверстий, захватывают горшок крючьями за верхний край для того, чтобы избежать падения его. Когда горшок стоит, то вилы подсовывают под дно и рычаг давят книзу до тех пор, пока горшок не будет поднят на высоту лавки, при этом так же, как и прежде, 3 работника удерживают горшок в его положении. Потом, если вилы подвинуть к одному краю дна и поднимать их и тем двигать горшок по стене печи, то работа оканчивается в короткое время. Когда нет загнутых краев, то поднимание производят тем, что работник просовывает железную полосу между стеною и горшком и последний надавливает внутрь, в то же время другой работник тащит его по противоположному направлению. При этом вилы работают так же, как и прежде.



Фиг. 53. Тележка с вилами для вынимания горшков.

Вместо вил, вставляемых в колеса, часто употребляют просто длинные вилы, которые кладутся на поперечный брус, поддерживаемый 2 работниками. На противоположный конец вил садится рабочий, чтобы уравновесить тяжесть горшка. У нас употребляют часто просто большие лопаты, на которые ставят горшки, поддерживая снизу шестами, и так переносят в печь.

Вынимание из печи старых горшков производится подобным же образом, только оно начинается выламыванием, причем чрез отверстие для выламывания просовывают железный брус под дно горшка для того, чтобы последний отделить от полки, с которою он обыкновенно слипается. Дальнейшая операция тогда бывает в обратном порядке той, которую мы тотчас описали для всаживания в печь.

Вообще горшки ставятся непосредственно на лавку, но есть также плавильни, в которых употребительно ставить их, как в со-

гревательной печи, на три камня. После сплавления камень, обращенный к отверстию [...], вынимается чрез отверстие для выламывания, отчего горшок получает положение, очень подходящее для обработки.

Всадивши горшки, тотчас закрывают устье, чтобы печь не чресчур охладилась. Окончательное размещение производится чрез дуплешки и рабочие отверстия.

Е. Варка стекла

Приготовление горшков и засыпки. Когда печь прогрета и горшки поставлены, то приступают к наполнению горшков. Прежде чем состав будет вложен в горшки, в них, когда они бывают совершенно новые, должно расплавить старое стекло, чтобы им пропитать стенки или по крайней мере покрыть их глазурью, потому что иначе расплавливающие средства состава сильно действовали бы на них. Для обтапливания горшков употребляют обыкновенно бой, стараясь, чтобы после расплавления он остался не только на дне горшка, но и был бы распространен по его внутренним стенкам. Когда это будет произведено, тогда составщик или главный мастер (*плавильщик*) как возможно скорее наполняет все горшки посредством совков или лопат попеременными слоями битого стекла и совершенно свежей смеси.

Засыпку производят возможно быстро, чтобы не охладить печи, и потому засыпают сразу во все горшки чрез рабочие отверстия. Когда засыпь сделана, закрывают рабочие отверстия и начинают самую *варку*, разводя жар. При этом шураль должен наблюдать, чтобы жар в печи был равномерен, постепенно бы увеличивался и был бы доведен до значительной силы и так поддерживался. Так как от того частью зависит продолжительность всей варки стекла, то главный мастер должен наблюдать за кочегарами (шуралями), и, разумеется, невыгодно допускать в кочегары молодых, как делается во многих заводах. Также важно наблюдать, чтобы горшки не были испорчены от неумеренно быстрого нагревания или от неравномерности распределения пламени. Как скоро кремнезем начнет действовать на основания, начинается отделение углекислоты из углекислых соединений, а из сернокислых солей — сернистой кислоты в виде вспенивания или пузырей. Когда же главное образование стекла окончится, то масса делается спокойною, что и служит плавильщику знаком *образования* стекла или окончанием первой варки. При этой первой степени образования стекла оно еще далеко не чисто, неоднородно и заключает много пузырьков. Окончательное проваривание производят обыкновенно тогда только, когда все горшки наполнены будут вполне составом, что имеет некоторые недостатки, но что выгодно в эко-

номическом отношении, потому что несколько сокращает время и трату топлива. Так как при первой варке стекла оно поглощает в себя много теплоты, то жар печи при этом никогда не достигает столь значительной степени, какая необходима для окончательного провара стекла.

Легко понятно, что состав, которым наполняют горшки в рыхлом состоянии, по сплавлении не будет в состоянии наполнять их. Потому, чтобы получить горшки, наполненные стеклом, по сплавлении первой порции стекла и по снятии некоторой части (стеклянной пены), вкладывается вторая порция, и далее поступают, как прежде. Третья порция бывает обыкновенно последняя. Первая порция массы бывает наибольшая, и ее варка продолжается обыкновенно от 6 до 7 часов, или половину времени всей варки. Вторая порция состава — меньше и требует для сплавления от 3 до 4 часов (почти $^1/_4$ времени плавки). Последняя порция, как самая меньшая, сплавляется в 2—3 часа.

Стеклянная пена или хальмоз. Если в составе находятся хлористые соединения или сернокислые соли, которые не могут быть разложены кремнеземом, или если сернокислые соединения недостаточно разложены углем, то эти вещества, а также и крупные механические подмеси остаются вне соединения с стеклянной массой (т. е. с кремнеземистым сплавом) и отлагаются частью на дно горшков, большею же частью выступают на поверхность растопленного стекла и образуют *стеклянную пену*, которую должно снимать продырявленными ложками или железными гребками. Эту операцию снимания пены производят иногда два раза: после варки и после окончательного провара, пред самой выработкою; иногда же один раз, а именно пред выработкою, что представляет экономию в стекле, потому что вместе с тем неизбежно захватывается и часть стекла. Состав этой пены (следуя Жирардену), показывает, что она может быть употреблена для производства стекла, если ее проплавить с углем.

	Стеклянная пена заключает в 100 частях стекла		
	оконного	белого дутого	бутылочного
Влажности	1.65	0.10	1.00
Сернокислого натра	83.32	90.51	55.92
Сернокислой извести	10.35	6.00	25.11
Поваренной соли	1.43	0.04	0.20
Стекла, песку, глины, фосфорнокислой извести	3.35	3.30	17.77

Как возможно то, что стеклянная пена сильно портит горшки, что утверждают многие практики, не объясняется химическим составом ее.

Когда стеклянная пена будет старательно снята, то горшки снова не будут совершенно наполнены стеклом; потому, чтобы их сделать полными, окончательно прибавляют в них еще бою совершенно чистого стекла.

Так как весьма часто состав всыпается холодным, то оттого происходит охлаждение, которое способствует к увеличению времени варки. Потому будет сообразно с целью смесь сырых материалов первоначально нагревать, что и достигается фриттованием.

Провар, или очищение. Хотя по сплавлении всыпанного нечистоты, плавающие на поверхности, старательно снимаются, однако отдельные части их остаются и плавают в стеклянной массе. Кроме того, в стекле много пузырьков газов и стекло неравномерно. * Для того, чтобы нечистоты и газы совершенно получить частью на поверхности, частью осадить на дно и выделить и чтобы составу придать равномерность, ** стараются сделать стекло сколько возможно жидким, причем его возможно больше нагревают. Этот период плавления, или провар, начинают после окончания полной варки, усиливая жар равномерным и непрерывным дополнением нового горючего материала. Провар сопровождается обыкновенно вскипанием массы от выделения пузырьков газа. Окончание провара, который длится часа 4, определяется прежде всего тем, что это кипение прекращается, и тогда стекло получает совершенно спокойное состояние. При этом все нечистоты, вышедшие на поверхность, удаляются посредством маленького железного гребка, на конце которого накопляют массу, которою и сгребают всплывшие нечистоты. На некоторых заводах в горшки кладут особые глиняные кольца, *кранты*, *** которые при плавке всплывают на поверхность массы. Эти кольца служат, между прочим, для того, чтобы при очищении (хальмовании) стеклянной поверхности избежать потери стекла. Пену сгребают с внутренней поверхности кольца и бросают на кольца или на пространство между кольцом и стенкою горшков. Впрочем, такой прием для этой цели излишен и даже вреден, потому что потеря от пены невелика, а плавающий круг мешает доступу жара, особенно лучистой теплоты, до поверхности стекла. Кранты важны особенно при выработке, потому что дозволяют вырабатывать почти все стекло, находящееся на дне.

---

* Неоднородно. [*Прим. ред.*].

** Однородность. [*Прим. ред.*].

*** Сейчас эти кольца называют кранцами. [*Прим. ред.*].

Конец очищения определяется плавильщиком тем, что он берет пробы (полосы), особенно же выдувает порцию стекла в тонкий стеклянный шар и испытывает свойства их, держа по направлению к свету. Если пробы, взятые из каждого горшка, при этом будут найдены чистыми, т. е. если в стекле нет полос, * крупинок и пузырьков, то стекло готово, проварено, и его только остается подготовить, охлаждая до надлежащей к выработке степени, чтобы оно сделалось гуще и годилось тогда к обработке. Этот период обработки, требующий почти 3 часов времени, называется *студкою* стекла и производится при малом подбрасывании горючего материала. Излишне прибавлять, что остуживание должно быть постепенно, чтобы не повредило печи и горшков. Окончание студки обыкновенно производится тем, что вовсе не бросают в печь топлива, а оставляют только прогорать оставшиеся уголья. При этом необходимо наблюдать, чтобы не было в печь тяги холодного воздуха. После студки окончательно очищают поверхность стекла и начинают выработку.

Надзор за печью во время варки и выработки состоит в попечении об огне и смотрении за стеклянными горшками. Продолжительность варки и хорошие свойства стекла, кроме вышеприведенных условий, особенно зависят от правильного поддерживания пламени во время плавления и работы. Потому деятельные и способные *кочегары*, или *шурали*, составляют важную потребность стеклянного завода. Так как их работа требует не просто большой внимательности, но и в высокой степени напряженна, то обыкновенно к печи приставляют 2 кочегаров, чтобы они могли чрез малые промежутки времени сменяться. Что следует делать кочегару, здесь не может быть объяснено в подробностях, [1] а здесь будет указано только то, на что главным образом должно обращать внимание. Это состоит в том, чтобы кидалось на решетку непрерывно достаточное количество горючего материала и чтобы при этом происходило возможно меньше дыма. Только таким образом возможно получить равномерную температуру печи и защитить стекло, если оно плавится в открытых горшках, от подмеси копоти. Эти требования могут быть удовлетворены тем, что сначала замечают, сколько горючего материала, когда он будет насыпан на находящийся на решетке слой раскаленных углей, может загореться вдруг и сколько времени употребляется на то, чтобы ему самому превратиться в раскаленный угольный слой. Когда это будет определено, то кочегар насыпает и распреде-

---

* Так называемых свилей. [*Прим. ред.*].

[1] О сушке горючего и о правильной работе кочегаров будет подробно объяснено в выпуске об горючих материалах и топливе.

ляет по решетке равномерно и в равные времена, обыкновенно всякие 10 минут, найденное количество горючего материала. Далее, тоже в равные промежутки времени, чистит решетку, причем он проводит снизу чрез решеточные отверстия железный брус или крюк. Другой род шуровки, или закладки горючего, состоит в том, что перед прибавлением нового горючего материала топливо, находящееся в полном калении, отодвигают назад, вновь прибавляемое кладут на место, сделавшееся свободным. Распределение топлива по решетке производится тогда, когда оно совершенно разгорится.

Как скоро началась обработка стекла, топку деревом ведут обыкновенным образом, а топку каменным углем изменяют а именно: при начале выработки топлива подкладывать больше не следует, потому что при прибавлении горючего материала произведение дыма неизбежно, а этим нарушается работа и пачкается поверхность предмета. Для того, чтобы больше не подкидывать топлива на очаг, должно, прежде чем начнется работа, положить в очаг столько топлива, сколько нужно, чтобы поддержать стекло в расплавленном состоянии 8—12 часов. Для этого кочегар бросает на очаг в виде слоя большие и маленькие угли, которые он плотно уколачивает кочергой или плоской железиной до тех пор, пока ими не будет наполнено все пространство очага до высоты полки. Это называется «Glut machen; faire la braise».

Кочегару в неделю платят: в Англии 8 руб., в Богемии $2^1/_2$—3 руб., причем он должен помогать при всаживании горшков. Было бы сообразно с целью, если бы ему при сокращении времени плавки определенного количества состава обещать премию; напротив, при увеличении [времени] по его вине делать вычет. На этом основании будет в порядке вещей и в самом деле производится во многих местах, что кочегару платится *после плавки*, причем он получает от 65 до 85 коп.

Дело *мастера-плавильщика* состоит в том, чтобы по временам наблюдать за горшками и плавкою, чтобы в должное время снять стеклянную пену, тотчас заметить и залечить (замазать) повредившийся горшок и, если необходимо, опорожнить его. Плавильщику платится большею частью также после плавки, например от 2 руб. 60 коп. до 3 руб. 30 коп. за каждую варку, причем он имеет еще помощника.

Время варки. Продолжительность процесса плавления, *время варки*, кроме старательного управления ею, зависит от состава массы, от качества горючего материала, величины горшков, величины и устройства печи, даже от времени года или, лучше сказать, от температуры воздуха. В Богемии, где при древесном отоплении работают в маленьких печах и горшках, с немногими исключениями, даже до сих пор время варки продолжается от 20

до 24 часов (т. е. принимают за правило, что в неделю производятся четыре варки), и еженедельно производится средним числом 4 тыс. фунт. поташного хрусталя. Между тем во Франции и Бельгии при каменноугольном топливе в больших горшках и печах время варки продолжается для стекла, не содержащего свинца, 18—24 часа и для свинцового стекла 12—18 часов. Еженедельное производство в последнем случае должно составлять 72 тыс. фунт. свинцового хрусталя.[1] На немецких плавильнях при каменноугольном топливе время плавления, смотря по величине горшков, продолжается от 16 до 24 часов, еженедельное производство 12—20 тыс. фунт. В Англии пропорция подобна французской. Свинцовое стекло плавится в маленьких горшках в 2—6 куб. футов в 12—18 часов, в больших в 7—15 куб. футов в 18—30 часов.

Потеря при варке. При плавлении состава происходит потеря в массе, главным образом состоящая в улетучивании щелочей и углекислоты, в переливании чрез край и в разливании стекла, а также в отделении стеклянной пены и в нечистоте сырых материалов. При обыкновенных сортах стекла ее можно положить в 20—25%.

---

[1] Это показание кажется нам преувеличенным для производства одной печи, потому что при самых благоприятнейших обстоятельствах можно производить еженедельно 5—6 варок и в каждую варку производить от 8 до 10 тыс. фунт. стекла.

Отдел третий

Выработка стекла

Обработка стекла. До сих пор, если не обращать внимания на незначительные уклонения, принимают три различных по существу способа выработки стекла, именно: древнейший — *выдувание* и два новых — *отливку* и *прессование*; последний употребляется или отдельно, или в связи с выливанием. К этим родам выработки можно еще прибавить четвертый — *вытягивание*, простое или соединенное с кручением.

По способу выработки и отчасти по употреблению необходимо отличать следующие виды стеклянных изделий:

1. *Полое* или *посудное стекло*, или стеклянные изделия внутри пустые, с отверстием. Бутыли, графины, склянки и тому подобные изделия составляют пример одного рода таких изделий. Рюмки, стаканы, вазы, блюдца и т. п. составляют примеры второго вида полых стекол. Этот последний вид стеклянных изделий и носит название «gobléterie». Материал бывает для этих стекол самый разнообразный. Это суть предметы дутые.

2. *Плоские* или *листовые стекла*, т. е. оконные и зеркальные стекла. Смотря по качеству материала, эти стекла называются или зеркальными, или белыми, или полубелыми и зелеными. Они бывают литые или дутые.

3. *Массивные стекла* или без пустоты внутри, или с малою пустотою, например шары, призмы для люстр и т. п. Их отливают или выжимают.

4. *Оптические стекла* для вогнутых и выпуклых стекол.

5. *Стеклянные нити, трубки и палки.* Особенно изготовляемые для физических и химических приборов. Это предметы тянутые.

6. *Стеклянные украшения*, например мозаика, бисер и т. п.

Описание выработки распределено по этим важнейшим видам стеклянных изделий.

Общие замечания относятся к выработке большей части стеклянных изделий и потому с них мы необходимо должны начать этот отдел.

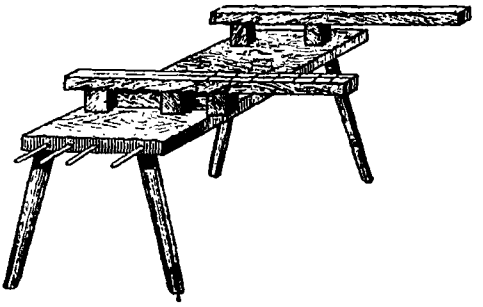
Фиг. 54. Трубка.

1. *Выдувание*. Как бы странно ни казалось с первого взгляда, однако справедливо, что все почти стекло, исключая литого и массивного, вырабатывается или, по крайней мере, может быть выработано ртом. Это относится особенно до полого стекла. Внутреннее углубление предметов производится именно тем, что мягкое стекло расширяют посредством вдувания воздуха (оттого составилось выражение *выдувальщик стекла*) и для этого употребляют выдувательную трубку, называемую *трубкою* (фиг. 54). Она делается для дутого стекла из ковкого железа, толщиною в $^3/_4''$, длиною 3 — $4^1/_2'$, ширина ее отверстия составляет $3'''$. Верхний конец [*b*], мундштук, делается немного коническим и гладко опиливается; на него надета деревянная трубка *a*, служащая рукояткою. На нижнем конце, которым берется стекло из горшка, сваривается головка, имеющая толщину в 3 раза большую, чем трубка, и что делается частью для того, чтобы на ней удерживалось больше стеклянной массы, частью потому, что в этом месте трубка скоро издерживается. Каждый выдувальщик стекла должен иметь в своем распоряжении несколько трубок, чтобы иметь возможность переменять их, когда находящаяся в употреблении сделается горячею. Длина и вес трубок, смотря по величине образуемого предмета, бывают различны.

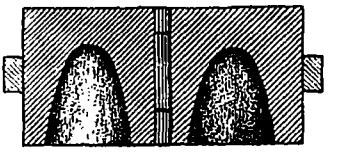
2. *Формование посредством выдувания* в существе своем может быть произведено или просто от руки, или помощью более или менее совершенных форм. В первом случае работник употребляет различные клещи и формовальные орудия, а для поддержания своей руки стул (фиг. 55), который был известен еще финикиянам и простое устройство которого без дальнейшего объяснения понятно из рисунка. Оттого этот род работы называется *работою на стуле*, а второй род нового начала — *работою в форме*. Для многих предметов можно с выгодою соединять работы в форме и на стуле, однако есть такие, которые могут быть изготовлены только от руки.

3. *Формы*, которые употребляют при работе, бывают или из *одной части*, или из *нескольких частей* (складные формы) и делаются из дерева (бука, ольхи, груши, фиг. 56) или из латуни, из чугуна или из глины. Наилучшие суть латунные, наиупотребительнейшие — деревянные и глиняные. Притом латунные формы самые дорогие, но имеют перед дешевейшими чугунными ту выгоду,

что они не так скоро портятся от ржавления металла. В глиняных формах к стеклу очень легко пристают частицы глины. Чтобы устранить это, их намазывают смолою или вкладывают вниз несколько соломинок. Из того и другого от действия раскаленного стекла

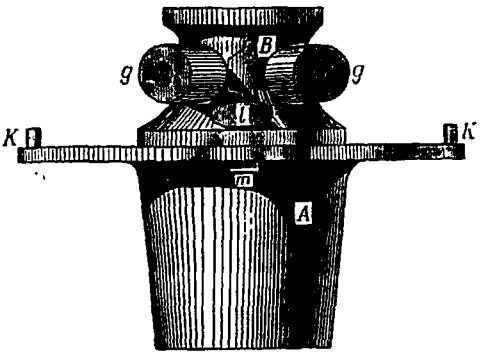


Фиг. 55. Формовальный стул.



Фиг. 56. Форма.

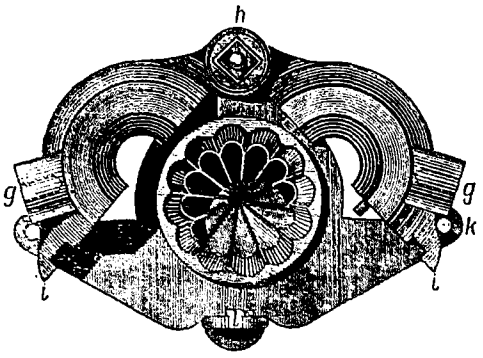
образуются газы, которые собираются между стеклом и формой и таким образом устраняют непосредственное соприкосновение выдуваемого стекла и глины. Глиняные формы никогда не бывают складными, и потому они, как все цельные формы, когда они имеют дно, должны быть устроены так, чтобы при выдувании воздух, оставшийся в форме, находил выход. Будет сообразно с целью, если при изготовлении их стенки и дно их пробить гвоздями. Деревянные формы представляют ту выгоду, что они могут быть скоро и легко изготовляемы, и обугливание, которое происходит в них при употреблении, прямо благоприятствует полировке стекла. Они имеют только ту невыгоду, что скоро выгорают и оттого теряют первоначальные свои правильные размеры.



Фиг. 57. Закрытая латунная форма графина.

В Англии для нежных предметов стали употреблять формы только из латуни. Эти формы охватывают весь предмет и образуют также дно. Обыкновенно они состоят из трех частей, как на фиг. 57, 58, т. е. состоят из нижней неразнимающейся части *A*, представляющей дно тела, например графина, и из двух верхних половинок. Нижняя часть состоит из открытого цилиндра, а верхняя

часть *B* состоит из двух соединенных шарнером половин, которые образуют горлышко графина. Фиг. 57 представляет закрытую форму, фиг. 58 — форму, открытую сверху, так что дно ее видимо. *gg* суть две надставки, в которые ввинчиваются деревянные рукоятки; при *h* находится точка вращения; *kk* — штифтики, мешающие форме раскрываться больше, чем требуется; *l* есть головка винта, который при *m* натягивается гайкою и служит для того, чтобы удерживать концы *ii* вследствие трения.

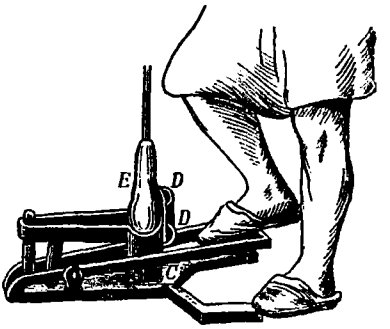


Фиг. 58. Она же — открытая.

Такие формы должны быть при работе открываемы и складываемы помощником (держальщиком); потому, чтобы заменить помощника, они делаются хотя и такого же устройства, но так, что могут держаться открытыми посредством пружины и запираться посредством надавливания рукою или ногою, или наоборот. Форму подобного рода представляет фиг. 59. *C* есть часть для тела, *DD* — две части для шейки, которые могут быть открываемы посредством надавливания ногою, и, как только она будет отнята, сами собою закрываются.

Однако лучшие складные формы бывают из двух частей и шарнер имеют на стороне, как на фиг. 58, реже на дне, как фиг. 60.

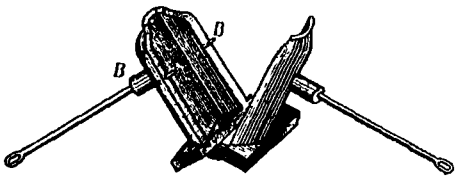
Последняя форма четырехугольна, и разделение ее проходит чрез два угла для того, чтобы некоторым образом скрыть шов.



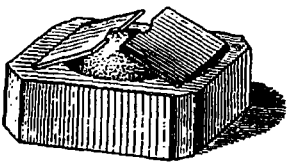
Фиг. 59. Форма, разнимаемая ногой.

При выдувании в форму должно, если возможно, предмет постоянно обращать, чтобы произвести равномерное распределение стекла. Однако это сообразное с целью распределение во многих случаях трудно, — например, когда предмет имеет широкое отверстие, или когда связывание формы препятствует этому. Если форма имеет широкое горло, то в таком случае стекло при выдувании выходит из формы, не находит никакого сопротивления и может вследствие этого выдуться внутри формы несовершенно и неравномерно. Этот недостаток устраняют посредством выдувания в *колпак*, т. е. тем, что форма, когда она

бывает цельная, снабжена в верхней части двумя открывающимися кверху клапанами (фиг. 61), которые там, где они сходятся, в оси предмета, имеют вырезку, чтобы охватывать трубку. На этом основании и латунные формы фиг. 58 не совершенно целесообразны, и по предложению Герке они должны иметь надставку (*cd*, фиг. 62). Как только горячее стекло будет опущено в форму, эти клапаны посредством не-



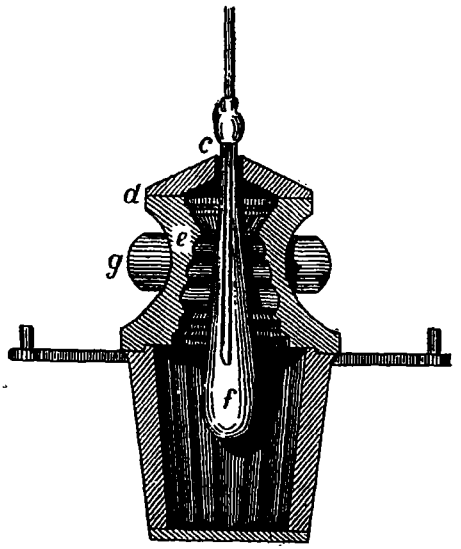
Фиг. 60. Складная форма.



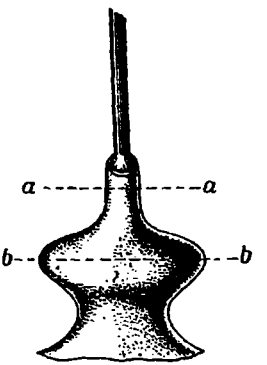
Фиг. 61. Клапаны на форме.

значительного давления закрываются до тех пор, пока выдувание не будет окончено, и таким образом устраняется выступание стекла. Такие предметы сначала отрезываются от трубки при *a* (фиг. 63) и потом откалываются при *b*, что производится или посредством отрезывания, или также по способу, приведенному для откалывания цилиндров оконного стекла.

Однако вращение предмета в форме невозможно



Фиг. 62. Форма с клапанами.



Фиг. 63. Отрезывание от трубки.

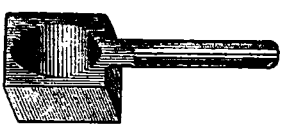
тогда, когда на ней сделаны литеры или вообще возвышения и углубления. Но если значки находятся на дне, то предмет выдувается в форме так, что он сначала не приходит в соприкоснове-

ние с дном и, следовательно, может быть обращаем. Только под конец, посредством сильного удара, стекло вдавливается в дно.

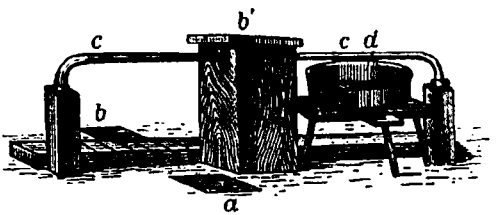
При работе в формах деревянные формы после каждого употребления должно опускать в воду; металлических же, напротив, должно иметь несколько для перемены.

4. *Набор стекла.* Формование предмета начинается с набора расплавленного стекла на трубку. Для этого необходимо, чтобы трубка сначала была несколько нагрета, что производит так называемый баночник, причем он вкладывает несколько трубок головками в рабочие отверстия (или в вышеупомянутые, особенно для этой цели сделанные отверстия). Без этого стекло недостаточно крепко держалось бы на трубке. Работник определяет частью глазом, частью тем, что взвешивает в руке тяжесть взятого стекла, взял ли он количество стекла, необходимое для окончания предмета. Так как стекло скоро снова сбегает с трубки, пока нижний конец ее подвержен жару печи, то она не только должна быть постоянно обращаема около оси, пока находится в печи, но при больших предметах даже вынимаема из печи для того, чтобы первая порция стекла остыла и потом к ней во второй или третий раз можно было взять новую порцию стекла. После каждого вынимания стекло углаживается кругом около головки трубки и закругляется с конца посредством плоского железа (фиг. 64), называемого *гладилкою*. Если это не будет произведено старательно, то при неоднократном наборе, что необходимо при больших предметах,

Фиг. 64. Гладилка железная.



Фиг. 65. Деревянная гладилка.



Фиг. 66. Приборы выдувальщика.

между отдельными слоями стекла остается воздух, отчего предмет делается пузырчатым. Округление производится или также гладилкою, или тем, что стеклянная масса обтирается снабженным рукояткою и на широком конце выдолбленным куском дерева — *ковшиком* (*долок*) (фиг. 64), который перед употреблением кладется в воду. Для больших предметов долок делается без черенка, тогда он кладется на пол и снабжается одним или несколькими полукруглыми углублениями (фиг. 66, *a*, и фиг. 81), в которых стеклянная

масса округляется посредством вращения (закатывается). Наконец, округление можно производить на «*плите*», которая состоит из глиняной или железной плиты *b* и *b'* (фиг. 66). Эта плита кладется или на пол, или для удобности на возвышение, как представлено на фиг. 66 при *b'*. Для подпоры рабочему служат также подставки *cc*, на которые он накладывает трубку при обращении и образовании предмета. При работе они заступают место ручек стула; *d* есть маленький сосуд для воды, употребление которого будет объяснено дальше. Впрочем, форма и устройство этих вспомогательных предметов могут быть весьма различны, как показано при нижеописанных печах для полого и оконного стекол.

Фиг. 67. Фиг. 68.
Набирание стекла.

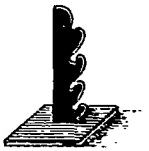
Для того, чтобы трубка при взятии стекла не засаривалась, сначала взятое стекло немного выдувают. Круглая масса стекла, окончательно находящаяся на трубке, достаточная для образования предмета, называется *баночкой* или *пулькой* (фиг. 67 и 68).

Пулька посредством держания трубки в рабочем отверстии снова нагревается до красного каления и немного надувается, при этом трубка должна быть постоянно обращаема около ее оси для того, чтобы охлаждение стеклянной массы происходило со всех сторон равномерно. При дальнейшем заканчивании предмета от руки работа выдувальщика относительно формы, которую должен предмет получить, может быть приведена к двум задачам — *должно ли стекло быть расширено по вертикальному* или *горизонтальному направлениям*. Расширение по вертикальному направлению производится, если трубку держать вертикально книзу или единственно от тяжести массы, или посредством маятникообразного качания ее, чрез действие центробежной силы. Напротив, стеклянная масса расширяется в горизонтальном направлении, если или трубку при выдувании держать прямо кверху, причем тяжесть стеклянной массы не допускает расширения в вертикальном направлении, или во время выдувания нижняя часть стеклянной массы постоянно охлаждается водою, что производится чрез вращение в сыром углублении долока или посредством наложения на плиту.

При предметах, которые выдуваются в несовершенной форме или оканчиваются совсем от руки, обыкновенно при первом выдувании верхнюю часть предмета выдувают до требуемой толщины. Когда это будет произведено, то толстейшую часть стекла снова нагревают и выдувают в форме или обрабатывают далее, кладя или на железные подкладки, или на ручки стула. Таким образом совер-

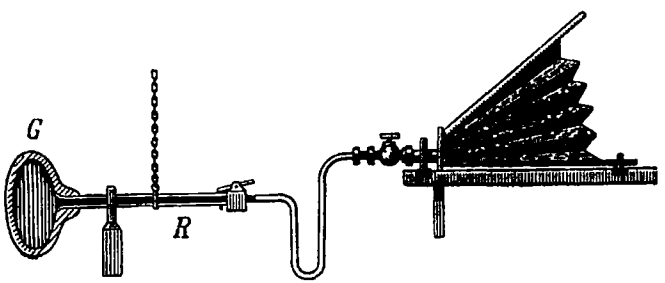
шенное выдувание предмета производится не в один раз, но в тем большее количество приемов, чем больше предмет, потому что стекло скоро отвердевает. На вышеприведенном основании всякий раз во время выдувания трубку во всех случаях обращают около ее оси.

Как трудно даже для опытного работника определить правильно необходимое количество стекла и равномерно распределить его, может указать следующий пример. Чтобы достичь цены, которая полагается во Франции за лучшие, равномернейшие и дешевейшие бутылки для шампанского, должно доставлять бутылки, которые разнились бы в весе около на 20% и из которых в каждой толщина стекла была бы в начале шейки 6 мм, в конце ее 5 мм; в начале выпуклости 2.5 мм, в середине ее 4 мм и около дна 7 мм.



Фиг. 69. Сошка для трубки.

Когда работник должен держать и обращать трубку без всякой подпорки, в то время, когда нижний конец ее находится в печи, то это не только очень утомляет его, но и выполнить это достаточно равномерно он едва в состоянии. Поэтому для поддерживания трубки перед рабочим отверстием находится укрепленная на ножке полоса с несколькими вырезками на стороне, *сошка* (фиг. 69), или края окошка снабжены крючками или подобной полосой. Для оконного стекла и больших предметов для этой цели



Фиг. 70. Выдувальные мехи.

требуется цепь с крючками, которая привешивается к перекладинам стропил, или глаголь с крючками.

Как при вращении рука, так при выдувании больших предметов легкие работника в высшей степени напрягаются, а когда выдуваются в форму узорные предметы, то он вообще почти не в состоянии выдуть их так, чтобы они совершенно наполняли форму. При больших предметах, делаемых от руки, например шарах (колбах)

для серной кислоты и т. п., работник сберегает свои легкие тем, что он в первоначально произведенную посредством выдувания пустоту вводит ртом чрез трубку небольшое количество воды, после того как стекло будет сделано возможно горячим, и потом закрывает отверстие трубки большим пальцем или языком. Вода превращается в пары и производит расширение стекла совершенно равномерно до тех пор, пока отверстие трубки будет закрыто, или до тех пор, пока стекло не потеряет свою мягкость. Для выдувания предметов второго рода найдены различные выдувательные снаряды, которые в существе своем суть устроенные особенным образом мехи; фиг. 70 представляет такой снаряд Бонтема (Bontemps). Стеклянный предмет *G*, как обыкновенно, выдувается на трубке *R*, но после нагревания на мундштук последней надевается трубка, идущая от мехов.

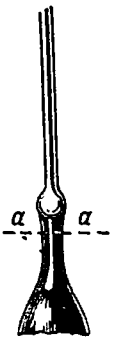
Чтобы можно было удобно нагревать предметы различных величин, рабочие отверстия имеют обыкновенно такой диаметр, что в них могут удобно проходить самые большие изготовляемые предметы. Но если должны быть работаемы маленькие предметы, тогда должны иметься кольцеобразные плиты (хомутики), которые вставляются в рабочие отверстия. При плавлении в закрытых горшках, а также при производстве свинцового стекла, причем не может быть произведено подобное устройство и причем также следует нагревать стекло не на открытом огне, потому что оно от влияния отделяющихся газов может делаться мутным, для нагревания больших предметов возле рабочих отверстий делаются другие большие, в которых находятся открытые стеклянные горшки, которые вмазываются наклонно отверстием наружу.

5. *Крант.* * Погружение трубки в стеклянную массу всегда должно быть производимо с осторожностью, потому что даже после очищения в ней поднимаются еще некоторые нечистоты и пузырьки воздуха. Так как это происходит по сторонам, то стараются найти простой способ, чтобы устранить соприкосновение трубки с нечистым стеклом. Именно, на растопленное стекло кладут кольцо из массы, одинаковой с горшками, и выдувальщик берет стекло только из средины кольца. Для того, чтобы он плавал всегда по средине горшка, его часто снабжают кругом тремя ручками. Такое глиняное кольцо называется крантом. Открытие кранта, произведенное, кажется, не очень давно, как бы просто оно ни казалось, имеет большую практическую важность, потому что посредством его значительно уменьшается потеря в стекле, имеющем недостатки. **

* Или кранец. [*Прим. ред.*].

** Так как набор стекла в этом случае происходит из стекломассы, имеющей чистую поверхность. [*Прим. ред.*].

6. *Отделение от трубки.* Какой бы род предметов ни делали, на станке или в форме, окончание верхней части всегда производится после того, как во всем остальном готовый предмет отделят от трубки. Отделение обыкновенно производится при *a* (фиг. 71), именно в том месте, где стекло имеет толщину, подходящую для предмета или даже меньшую, тем, что выдувальщик обмакивает отмачивательное железко в стоящий подле него сосуд с водою и дотрагивается им до этого места или самый предмет кладется на сделанную влажною подставку. Происходящее от этого охлаждение и сжатие частей производит обыкновенно кругом совершенно правильный разлом стекла, и достаточно легкого удара по трубке, чтобы окончить отделение, если бы существовала еще связь.



Фиг. 71. Отделение от трубки.

7. *Принятие выдутого предмета.* Для того, чтобы предмет, отделенный от трубки, принять и окончить верхнюю часть его или же чтобы поместить его в каленицу, т. е. в печь для медленного охлаждения, существуют различные приборы. Если предмету не следует дальнейшей обработки, то он принимается и относится посредством полуцилиндрической лопатки или вилки. Когда же нужно еще изготовить верхний край его, то его необходимо нижним концом укрепить. Это производится двумя способами, именно: *посредством приделывания* или *защемления в хваток.*

Приделывание (фиг. 72) есть древний, также и ныне часто употребляемый способ на том основании, что он применим для всякой величины и формы предмета, а для многих случаев еще и не отыскали чего-либо более сообразного с целью. Для этого употребляют *понтию*, т. е. железный прут, имеющий длину трубки и маленькую головку на конце. Последнею баночник берет маленькую порцию стекла и надавливает ее на дно предмета прямо [вдоль] оси его.

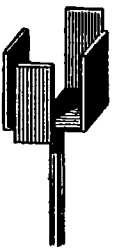
Теперь, когда предмет будет отделен от трубки, он приделывается к понтии и тогда может быть далее обрабатываем. Когда нужно поместить предмет в каленицу, он снова отделяется посредством удара по железку, однако место прикрепления остается видимым и обыкновенно имеет выдающиеся, неправильные и острые края, что считается недостатком. Весьма часто это место потом шлифуется, чтобы сгладить неровности оставшегося стекла.

Хваток может состоять из двух положенных накрест склепанных полос, края которых загнуты кверху. Склепка, которою скреплены обе полосы, оканчивается извне гвоздем, который втыкается в деревянный черенок длиною в 3—4′ (фиг. 73). Вместо этого прибора могут также служить клещи из листового железа (фиг. 75),

как они употребляются, например для химической посуды, или, наконец, можно употреблять хваток, состоящий из двух полуцилиндрических полос, снабженных рукояткою (фиг. 74). Такие тиски или хватки захватывают нижний конец предмета и тем устраняют образование места прикрепления. Но само собой разумеется, что такой прибор может быть употребляем только для предметов одинаковой формы и величины.

8. *Закаливание.** Когда предмет получит свою форму, то на него смотрят в плавильне как на не готовый еще к дальнейшему

Фиг. 72.

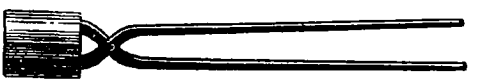


Фиг. 73.

Фиг. 74.

Приборы для захватывания выдутого предмета.

окончанию (отделке) посредством шлифования и проч. Именно, он всегда бывает еще очень горяч и потому по вышеприведенным основаниям должен быть старательно и медленно охлажден. Для этого его ставят в нагретое пространство, которое вместе с ним постепенно охлаждается. Охлаждение тем труднее, чем больше и толще стекло на предмете, также один род стекла охлаждается легче или труднее другого, самый легко охлаждающийся есть, например, свинцовое стекло.**



Фиг. 75. Прибор для захватывания выдутого предмета.

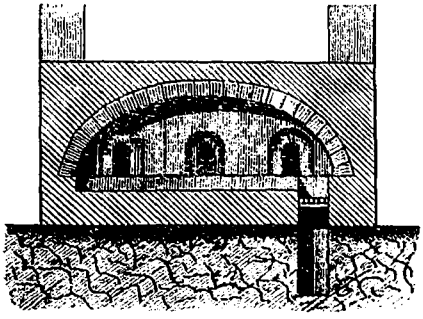
Для охлаждения дутого стекла служат или каленицы, т. е. *калильные печи*, или *калильные горшки*; для литых зеркал

* Отжиг. [*Прим. ред.*].

** Стекла, содержащие большое количество окиси свинца, имеют более низкую температуру отжига. [*Прим. ред.*].

имеются калильные печи, для дутого оконного стекла служит вместо калильной печи особенное пространство в плавильной печи.

Калильные горшки бывают обыкновенно цилиндрические, сделанные из обыкновенной глины (иногда из жести); горшки, которые после того, как будут раскалены в побочной печи, ставятся вблизи стекловаренной печи. Предметы, долженствующие быть охлажденными, тотчас с трубки кладутся в эти горшки до тех пор, пока они не будут наполнены, и потом горшки покрываются крышкою из жести или из глины.



Фиг. 76. Обыкновенная каленица.

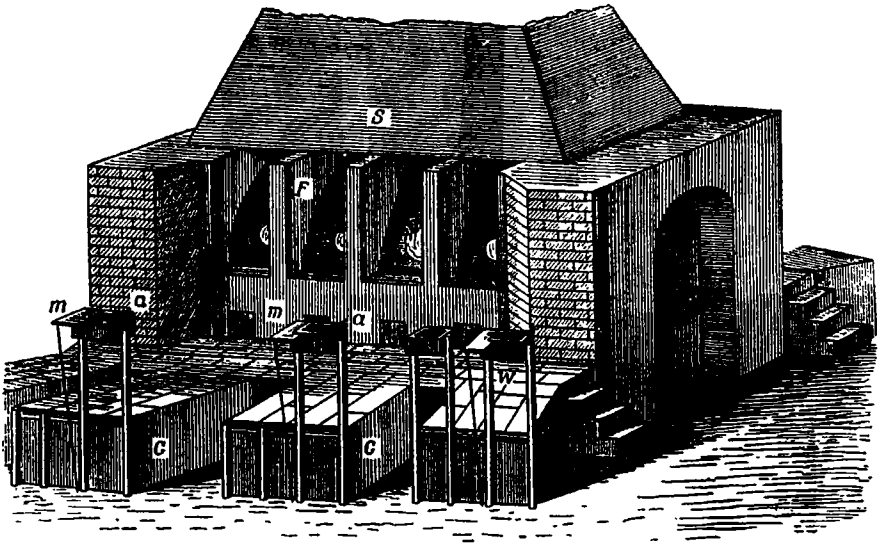
Калильные печи (каленицы) суть сделанные из обыкновенных кирпичей обыкновенные пламенные печи с низким сводом, как, например, на фиг. 76 (обыкновенная) и на фиг. 77 (английская калильная печь), которые могут быть пристроены или к стекловарильной печи, или к стороне плавильного здания. В первом

Фиг. 77. Английская каленица.

случае они нагреваются теплом, уходящим из плавильной печи, в последнем же всегда, а иногда и в первом, снабжаются особенною топкою. В Англии калильные печи, температура которых должна быть 212° Р,* чаще всего нагревают коксом; в Германии все еще

* Температура в печах отжига 212° Р, или 265° Ц, дана ошибочно. У Штейна приводятся те же цифры. Наиболее вероятная температура отжига 500—600° Ц. [*Прим. ред.*].

употребляют дерево, потому что думают, что только им можно произвести чистое пламя. Под калильной печи бывает сделан или обыкновенным образом, или состоит из углубленных отделений, имеющих каждое особые дверцы. Эти отделения назначаются для различных предметов и усыпаются слоем песку. В Англии для хрусталя [применяют] калильные печи совершенно другого устройства. Под калильной печи, бывающий продолговато-четыреугольным, снабжается одним или несколькими, один после другого



Фиг. 78. Печь для полого стекла.

лежащими железными брусьями,* на которых находится тележка, которая, будучи наполнена охлаждаемыми предметами, постепенно передвигается из самого жаркого места печи в более холодное.

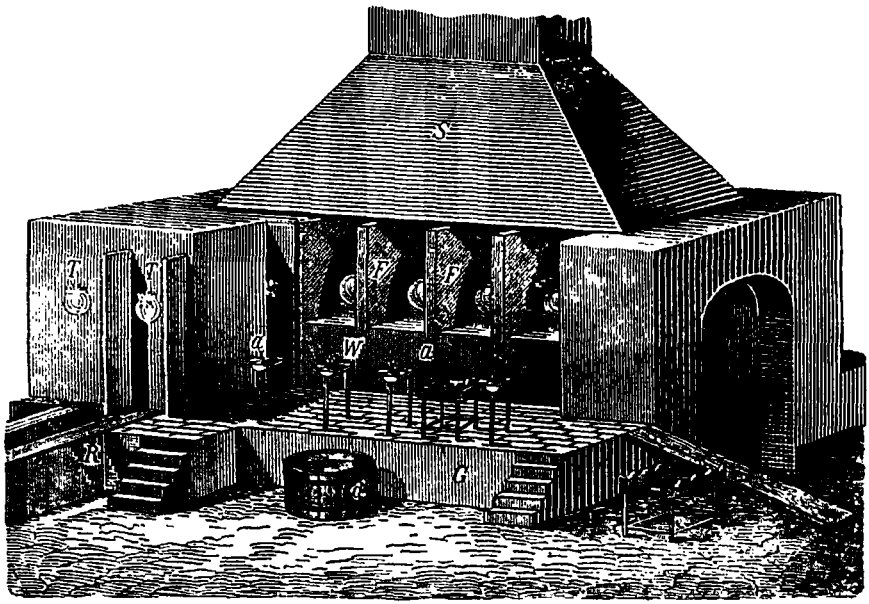
*Продолжительность закаливания*** бывает различна, смотря по величине предметов, от 6 до 60 часов. Но можно принять за общее правило, что предмет будет тем прочнее, чем медленнее происходило его охлаждение.

9. Все работы выдувальщика производятся или только перед рабочим отверстием или при работе на кресле попеременно перед ним и на находящемся вблизи кресле. Для этого плавильная печь снабжается *подмостками* (верстаком, фиг. 78 — печь для дутого

* Рельсами. [*Прим. ред.*].
** Отжига. [*Прим. ред.*].

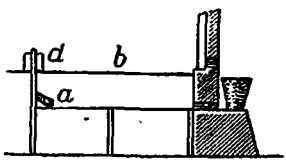
стекла; фиг. 79 — печь для оконного стекла), образующими рабочее место, на котором находятся все орудия и снаряды, требующиеся для выдувальщика.

Подмостки состоят или из низкой каменной выкладки (*G*, фиг. 78. 79), или из деревянных подмосток вышиною в 3—4′



Фиг. 79. Печь для оконного стекла.

(0.849—1.13 м) с почти такими же высокими перилами с правой стороны, как на фиг. 80, сделанными для того, чтобы выдувальщик мог держать свою трубку, кладя ее на перекладину, и, держа ее вниз, качать ее, не натыкаясь ею на пол. Но есть также печи, в которых верстак находится на одном уровне с полом плавильного здания и перед ним делается в земле углубление, чтобы производимые выдувальщиком работы и качание могли быть выполнены.



Фиг. 80. Верстак.

Для того, чтобы охлаждать сделавшееся горячим орудие, смачивать плиту и формы, отделять от трубки стекло и проч., выдувальщик имеет нужду, чтобы вблизи его находилась вода. На этом основании на рабочем месте ставится уже упомянутая *кадка для воды* (фиг. 66 и фиг. 79, *d*) или вместо ее маленькое корыто

(*ww*, фиг. 78 и 79). Потом требуется большое деревянное *корыто для воды*, которое, однако, часто заменяется кадкою *d*, как, например, на фиг. 79, в которую обмакиваются трубки и другие орудия и в которую бросаются обрезки стекла. Для поддержания трубки во время работы служат железные фулязки (*cc*, фиг. 66, или *aa*, фиг. 78 и 79). Эти необходимые вещи могут быть по желанию поставлены близ работника или соединены так, как показывает рисунок.

10. *Убыль в стекле при работе.* Как при плавке неизбежна действительная потеря, так при обработке стекла происходит убыль в стеклянной массе, которая состоит именно в том, что стекло остается на трубке, что горшки не могут быть чисто выработаны, что часть предметов ломается и т. п. Эта убыль при различных сортах стекла различна, больше при маленьких предметах (до 30%), меньше при больших; мы можем принять ее средним числом в 25% веса сплава. Однако эта убыль не должна считаться за действительную потерю, потому что только получается меньше готового стекла, сама же масса снова сплавляется, и большая часть ее идет в бой.

[А.] Выработка полого или посудного стекла

Есть несколько ветвей производства полого стекла, которые, однако, отличаются между собою существенно только различным качеством обрабатываемого стекла. Самое худое стекло употребляется для бутылок, фляг и т. п., для аптекарской посуды и т. п., лучшее — для тонких графинов, стаканов и т. п. Потом здесь встречаются в различных главных формах *бутылки* и им подобное и *стаканы* и им подобное. И мы можем сообразно порядку вещей различать две отрасли производства, которые и в действительности существуют также раздельно, именно *бутылочное производство* и *посудное производство*, которое состоит из двух подразделений — *производство белой посуды* и *производство цветной посуды*.

1. *Производство бутылок*

Оно началось недавно и занимает важное место в стеклянном производстве. Франция, производящая столь много вина, есть главное место производства бутылок, — она ежегодно вырабатывает в бутылки 3500 тыс. пуд. стекла. Англия — более миллиона пудов; Таможенный союз* 150 тыс. пуд. и почти столько же Австрийское государство.

---

* Германский таможенный союз. [*Прим. ред.*]

Важнейший предмет этого производства составляют винные бутылки, главнейшие роды которых суть бутылки рейнвейнские, бургундские и шампанские. Первые бывают зеленые от железной закиси, но обыкновенно желтые (от окиси железа или угля); бургундские бутылки несколько более темнозеленые, чем рейнвейнские, но желтыми никогда не окрашиваются. Вес первых средним числом равен 750 г, или около 1 фунта 80 золотн.; вес последних 625 г, или 1 фунт 47 золотн.; однако их делают то несколько легче, то несколько тяжелее. [Шампанские бутылки делаются самые тяжелые], они должны весить средним числом 880 г, или около 2 фунт. 10 золотн. Цвет их темный бутылочнозеленый.

Сырые вещества, служащие для производства бутылок, можно видеть из смесей, приведенных на стр. 135.

Плавильные печи бывают круглые или четыреугольные, обыкновенно в 6—8 горшков с 200—600 фунт. стекла, которое может быть обработано одним выдувальщиком.

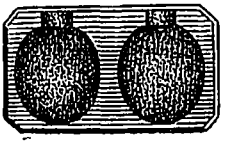
Для закаливания требуется калильная печь, потому что только в ней закаливание может быть произведено удовлетворительно.

Устройство верстака можно видеть из фиг. 78. Маленькое корыто для воды *w* укреплено на брусках, на одном из которых находится железная фулязка, *a*. Маленький стол *m*, состоящий, как показывает фигура, из прикрепленной доски, служит для накладывания плиты.

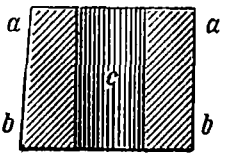
Отдельные части работы будут ясны из последующего.

Формование рейнвейнской бутылки. Первая работа производится обделывальщиком, после того как по вышеописанному способу будет изготовлен шарик, и состоит в том, что посредством поворачивания и двигания по плите, одновременными с выдуванием, образуется горлышко бутылки и дается ей вид фиг. 82. Потом она, посредством вращания трубки в рабочем отверстии, нагревается в нижней части до красного каления и передается мастеру, который несколько удлиняет ее посредством маятникообразного качания и тогда обыкновенно вставляет ее в сделанную из одного куска деревянную или глиняную форму (фиг. 84), причем он равномерно сильно вдувает в трубку и обращает ее около ее оси. От этого происходит форма фиг. 83, с закругленным или, смотря по свойству формы, с сплющенным дном. Теперь остается сделать дно бутылки, которая будет стоять крепко тогда только, когда края дна будут лежать в одной плоскости и несколько выдаваться против средины. Это и составляет основание, почему обыкновенно среднюю часть дна вдавливают внутрь, что, по нагретии нижней части, производится тем, что работник кладет трубку на железную подкладку, наставляет рукоятку гладилки или особенно для этой цели имеющееся орудие прямо на центр бутылки и нажи-

мает его внутрь, потом края приводит в одну плоскость посредством гладилки или накладывания на плиту. Чтобы можно было точно найти середину, хорошо если в форме в этом месте будет

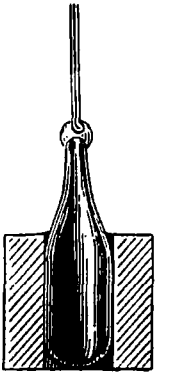


Фиг. 81.



Фиг. 84.

Фиг. 82.

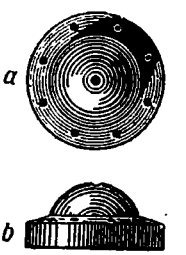


Фиг. 83.

Обработка бутылки.

находиться заметка, которая сделает на стекле маленькое углубление, на которое работник наставляет свое орудие.

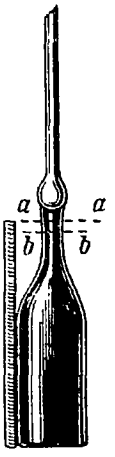
В новейшее время рейнвейнским бутылкам дают так называемые *патентованные дны*. Это производится тем, что форма ставится на чугунную штуку *b* фиг. 85, представленную при *a* сверху и образующую дно; таким образом, дно выдувается вместе. Штука *ab* снабжена маленькими углублениями, которые на краю дна образуют столько же возвышений, лежащих в одной плоскости.



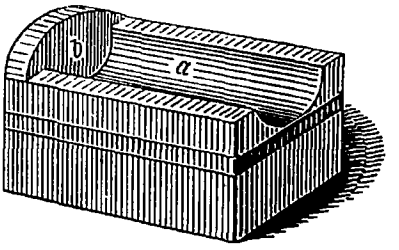
Фиг. 85. Форма для патентованного дна.

Когда будет изготовлено дно бутылки, она или приделывается, или вставляется в хватоk. Длина бутылки или измеряется масштабом, как на фиг. 86, трубка между тем кладется на железо и при *a* отделяется или отрезывается, или измерение производится посредством так называемого Walzkandel (фиг. 87). Посредством *обручного железка* (т. е. железного прута длиною в 2—3′, который часто на конце бывает загнут в виде крючка) горло бутылки обвивается стеклянными колечками, чтобы придать больше прочности отверстию бутылки. Наконец, острый край (фиг. 88) обтапливается кругом посредством держания горлышка в рабочем отверстии; одновременно с этим обручик несколько расплющивается и расширяется, как на фиг. 89.

Иногда бока рейнвейнских бутылок (а также и других бутылок) делаются желобчатыми, и это производится посредством катания стекла на так называемом *желобильном* камне* (фиг. 90).



Фиг. 86. Масштаб для бутылки.



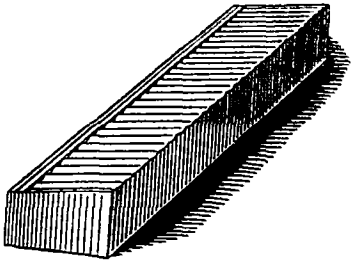
Фиг. 87. Walzkandel для определения высоты бутылки.

Фиг. 88.

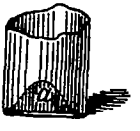
Фиг. 89.

Горлышко бутылки.

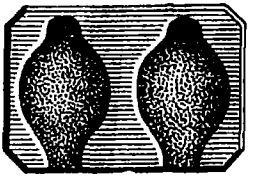
Несколько отлична бывает работа *при формовании шампанских бутылок*, особенно на том основании, что эти бутылки в новейшее время получают род головки при *a* (фиг. 91). На этом основании при первоначальной работе употребляют плиту (фиг. 92),



Фиг. 90. Желобильный камень.



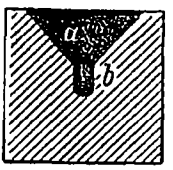
Фиг. 91. Дно шампанской бутылки.



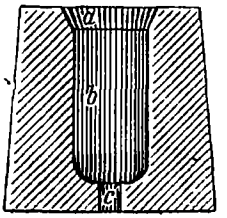
Фиг. 92. 1-я форма для шампанской бутылки.

* Т. е. желобчатом. [*Прим. ред.*]

чем предварительно образуется головка, после нагревания стекло выдувают в форму фиг. 93 для того, чтобы окончить головку; по-



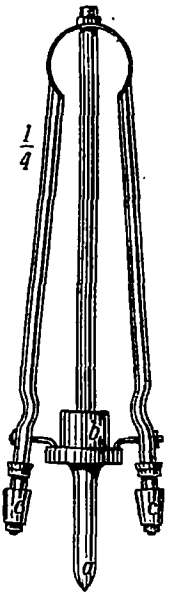
93.
2-я орма.



Фиг. 94.
3-я форма.

Фиг. 95.
4-я форма.

том еще раз нагревают дно и выдувают его в форму фиг. 94, наконец надавливают его пустой частью на особый станок, фиг. 95, между тем как кружок *a* выравнивает дно бутылки. Когда потом бутылка будет отделена от трубки и на горлышке будут сделаны обручики, тогда посредством обделочных ножниц (фиг. 96) отверстие делается равномерно круглым и края правильными. Именно часть *a* втыкается в горлышко бутылки, которая в это время обращается около своей оси; часть *b* придвигается к *a*, так что вертящаяся часть *cc* может быть надавлена к горлышку бутылки и образовать край, снабженный обручиком. Для того, чтобы стекло не приставало к ножницам, действующие части намазываются канифолью.



Фиг. 96. Обделочные ножницы.

2. *Производство посуды*

а. *Производство белой посуды.* По роду и достоинству массы, из которой приготовляются предметы этого рода, различаются обыкновенные и роскошные изделия, обыкновенно называемые хрустальными. Стекло, употребляемое для первых, — равного качества с оконным стеклом; для последних в Германии и в России преимущественно употребляется поташный, в Англии, Франции и Бельгии — свинцовый хрусталь. Во всяком случае, английское производство свинцового хрусталя есть наибольшее и составляет почти 250 тыс. пуд.; за ним следует австрийское производство поташного хрусталя, именно почти 180 тыс. пуд. Франция, где это производство введено с 1784 г., производит свинцового хрусталя на

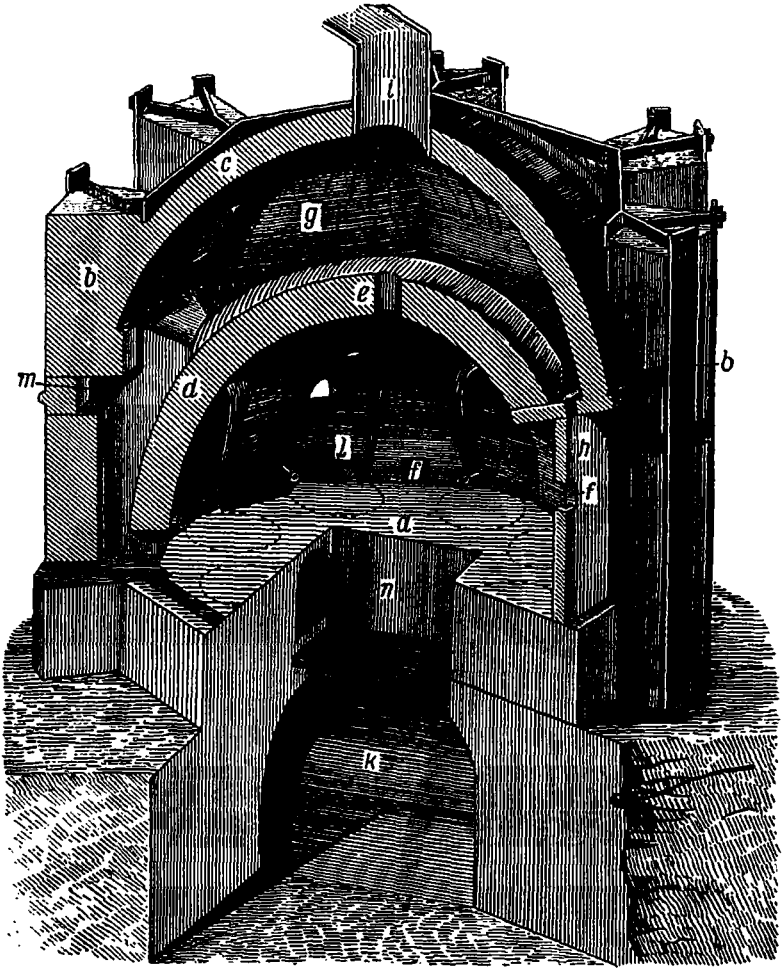
1250 тыс. руб., что соответствует 30 тыс. пуд. весу. Этот предмет промышленности также очень развит в Бельгии и по количеству производства немного отстает от французского.

Относительно печей и горшков, что касается тех, которые употребляются для производства стекла, не содержащего свинца, нет надобности делать особого замечания, а на континенте часто даже и свинцовое стекло плавится в печах обыкновенного устройства. В Англии для этой цели всем другим предпочитают круглые печи, подобные представленной на фиг. 97, и обыкновенно строят их две, одна возле другой. Две такие печи обыкновенно снабжены одною общею трубою.

Печь (фиг. 97), первоначально описанная Веддингом, определяется для 7 горшков; *a* есть лавка или место, на которое ставятся горшки и которое заключает в средине топку *n*. Печь окружают 7 столбов *bb*, между которыми на определенной высоте выведен свод *c*. Эти столбы *bb* служат не только для вывода свода *c*, но также поддерживают и свод печи *d*. Последний вылепливается из массы и посредине имеет отверстие для тяги *e*. Чтобы равномерно нагревать каждый горшок, между каждыми двумя горшками находится отдушина *f*, которая ведет в находящийся у каждого столба канал, выходящий над сводом в пространство *g*. В это же пространство идет пламя, выбрасываемое из рабочих отверстий, из пристроенных к ним ниш *h*, чрез прорез, который ясно виден на рисунке. Из этого пространства между двумя сводами пламя идет в канал *i*, потом в дымовую трубу, а канал *k* приводит воздух к решетке. Чтобы устранить разрыв печи между столбами, положены чугунные плиты, которые снизу укрепляются в почву, а сверху скрепляются железными скрепами. Чрез нишу *h*, в которой вставлена плита с рабочим отверстием, вносятся в печь и вынимаются горшки; *ll* — глиняные трубы для нагревания трубок; *m* — отверстия для чистки прохода. Главнейшие пропорции величины этой печи суть следующие, в русских футах: решетка 3′ длины, 1.5′ ширины; высота полки над решеткой 2′; внутренний поперечник 9′, высота свода над полкой 4′9″, над горшками 2′; расстояние свода *c* от свода *d* в средине 2′8″, при основании *c* 1.5′; [просвет] отдушин *f* 6″ в квадрате.

Горшки для свинцового стекла еще до сих пор делаются покрытыми на приведенных выше основаниях; однако, кажется, в новейшее время это не считают за неизбежно необходимое. Мутность стекла, происходящая в открытых горшках вследствие восстановления свинца, должна снова пропадать, именно когда после сплавления стекла оставить его стоять в горшках на несколько часов, прежде чем начать его обрабатывать (что, впрочем, производится при всех случаях).

Марганец и мышьяк кладут в свинцовое стекло как очистительное средство неохотно, потому что полагают, что оттого терпит прозрачность стекла и происходит его серое окрашивание.

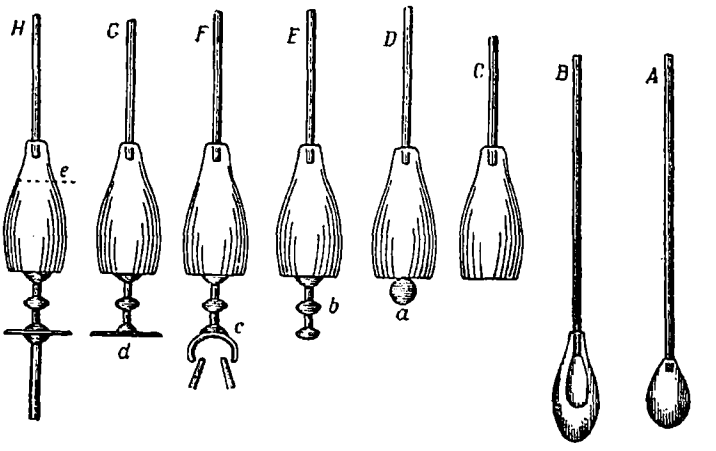


Фиг. 97. Английская посудная печь.

Охлаждение при малых предметах может быть производимо в калильных горшках. В Англии употребляются вышеупомянутые калильные тележки на рельсах (стр. 254) или калильные печи (фиг. 77).

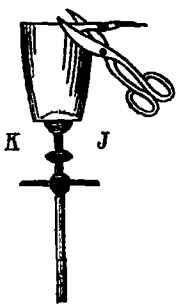
Об работе в состоянии дать понятие следующие примеры.

a. Формование рюмки, по Пелла, посредством одной ручной работы, представляет один из интересных примеров преобразований



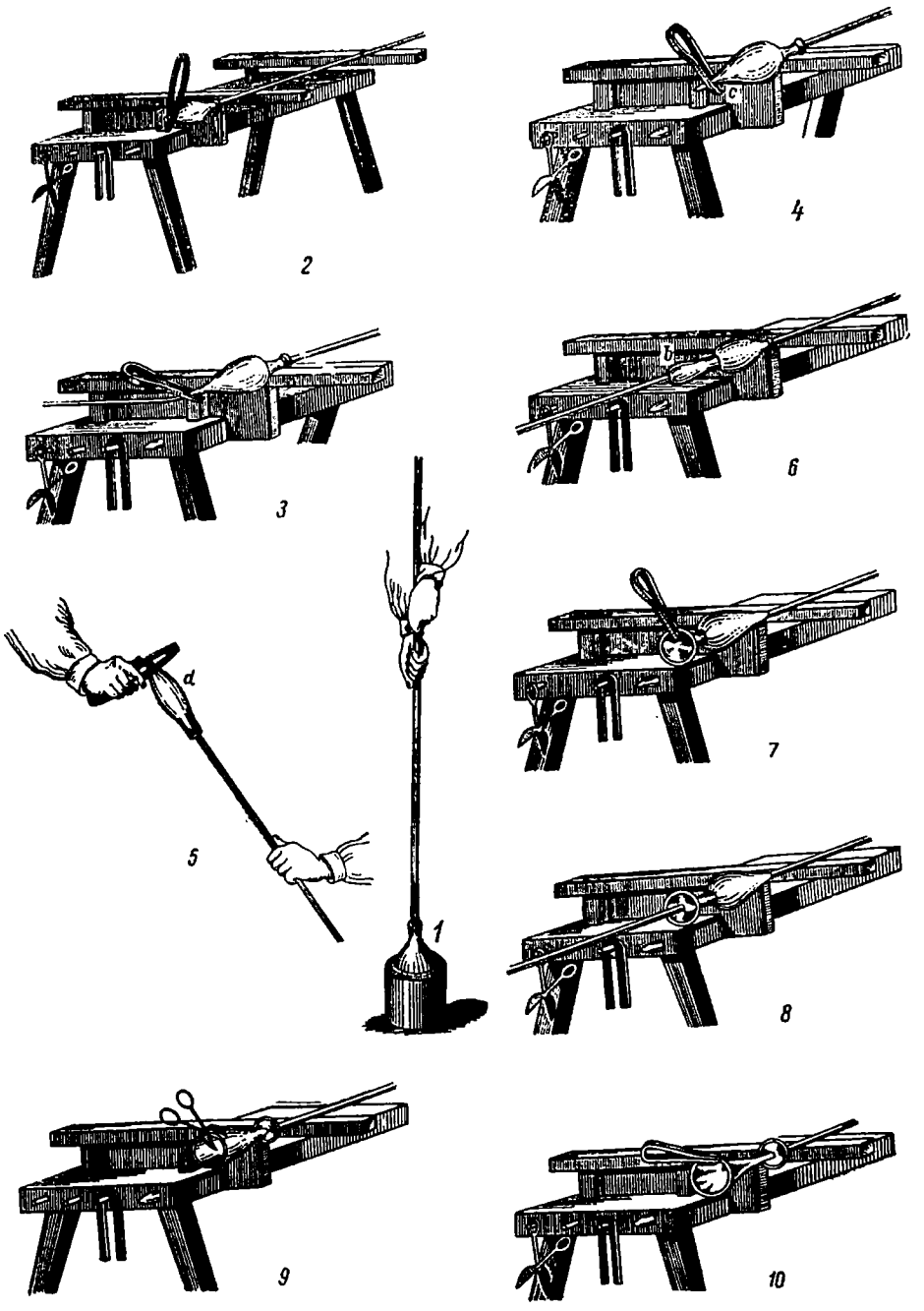
Фиг. 98. Формование рюмки от руки.

форм при выработке стекла. *A* (фиг. 98) — обыкновенный шарик, будучи немного выдут, как *B*, накладывается на плиту и получает форму *C*. На него накладывается стеклянная капля *a* (*D*), и из нее, посредством обращения трубки на станке, помощью щипцов (пизмус), как показывает, например, фиг. 100, образуется часть *b* (*E*, фиг. 98). Теперь выдувается стеклянный шар с толстыми стенками, который приставляется при *c* (*F*) и отделяется от трубки. Нагретые края его, как показывает фигура *F*, раскрываются посредством щипцов, и трубка приводится во вращательное движение до тех пор, пока произойдет фиг. *d* (*G*). Потом при (*H*) приставляется понтия, и трубка при *e* отделяется, край размягчается и, как показывает *J* (фиг. 99), обрезывается посредством обрезных ножниц; наконец расширяется разводными ножницами, отчего происходит готовая рюмка.



Фиг. 99.

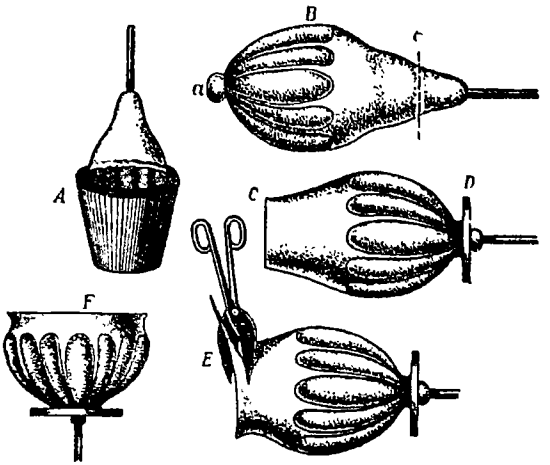
Для сравнения, что, вероятно, здесь не безинтересно, мы представляем на фиг. 100 (10 форм) изображение старой обделки этого предмета по «Encyclopédie méthodique». На *1*, как видно, шарик выдувается в форму, которая на *2* суживается в нижней части щипцами; на *3* отделяется лишняя часть массы, на *4* нижняя часть подрезывается при *c*, чтобы быть тут отломленною. Между



Фиг. 100 (от 1 до 10). Фазы старинного формования рюмки.

тем на понтию берется и закатывается на плите вторая часть стекла, из которой должна быть образована ножка. Для этой цели она при *d* на *5* суживается щипцами для того, чтобы она получила вид *b* на *6*. На *6* она приставляется к телу предмета, отделяется от понтии и обрабатывается щипцами, как на *7*. После того, как видно на *8*, приставляется понтия, на *9* трубка отделяется и край ровно обрезывается обрезными ножницами, и, наконец, на *10* совершенно расширяется разводными ножницами и сформовывается.

β. *Формование сахарницы*, по Пелла. Стеклянная масса, сперва раздутая в шар, выдувается в металлическую желобленную форму *A*



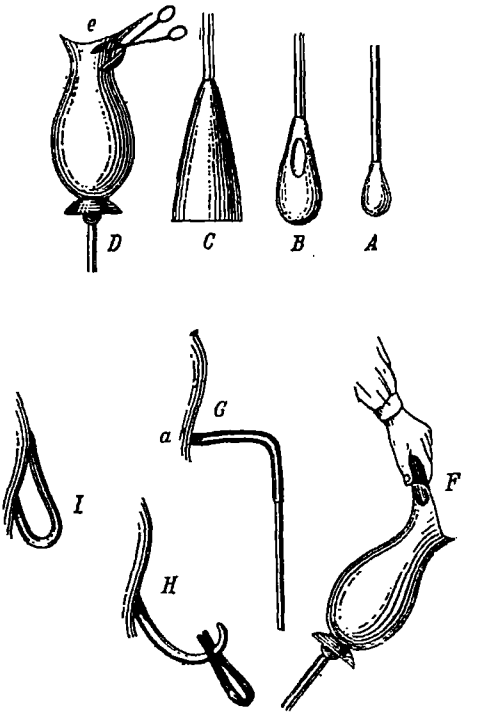
Фиг. 101. Формование сахарницы.

(фиг. 101), отчего происходит фигура *B*, на дно которой накладывается стеклянная капля *a*. Последняя размягчается и посредством вращения на станке преобразовывается в плоскость или ножку сахарницы, которую, как показывает *D*, укрепляют на понтии для того, чтобы отделить от трубки при *c* (*B*). Край *c* размягчается и обрезывается обрезными ножницами *E*, наконец расширяется разводными ножницами и разводится, как *F*.

γ. *Формование кружки с носком и ручкой*, по Пелла (фиг. 102). *A*, *B* и *C* представляют наглядно те же операции, какие были описаны при формовании рюмки. Образование ножки также не представляет никакой разницы; но чтобы сделать носок, часть стекла, как видно при *De*, с края накосо обрезывается и оставшаяся выдающаяся часть формуется, как при *F*, куском дерева в носок. Ручка образуется тем, что посредством обручного же-

лезка к кружке при *a* (*G*) прилепляется стеклянная лапочка, которая потом, как на *H*, захватывается щипцами и изгибается и, наконец, как показано на *I*, концом своим приставляется к [кувшину].

δ. *Формование лампового цилиндра*, по Пелла (фиг. 103). Формы *A* и *B* понятны сами собою; после того как *B* будет вытянуто в *C*, последнее при *D* открывается и посредством вращения расширяется, как *E*. Потом стеклянная масса берется на понтию и выравнивается с противоположного конца, как *cF*. Эта стеклянная масса насаживается концом *E* и потом при *d* обрезывается и расширяется, покуда не образует правильного цилиндра *F*. Этот род формования, употребительный в Англии, связан с самою незначительною потерею стекла, хотя несколько затруднителен.[1]



Фиг. 102. Формование кувшина.

ь. *Производство цветной посуды* хотя не различается от только что описанного в придавании формы, но отличается относительно массы и ее обделки.

Основанием этого различия могут служить составы, которые были даны на стр. 146—158 и др. для цветного стекла и которые обрабатываются или только сами, или в соединении с белым стеклом (поташным или свинцовым хрусталем, а также обыкновенным белым стеклом).

Когда цветное стекло соединяется с белым, то сначала делается шарик из хрусталя и последний покрывается цветным стеклом. Наконец, цветной слой снова покрывают хрустальным стеклом.

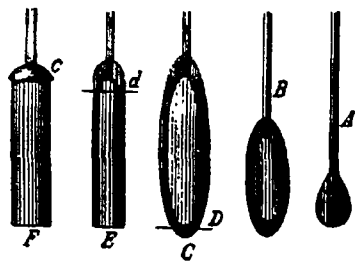
Часто употребляются многие цвета, иногда соединенные с эмалью, чтобы потом в готовом предмете некоторые цвета сошлифовать и

[1] В Германии эти цилиндры изготовляют обыкновенно единственно посредством выдувания или выдувания в форму.

тем произвести цветной рисунок. В таком случае существует правило, чтобы всегда между каждыми двумя слоями цветного стекла класть слой хрустального стекла.[1]

При этом представляется большая трудность, чтобы изготовить цветное и мутные стекла как можно однороднее в их массах не только между собою, но и с хрустальным стеклом. Если это не будет достигнуто, то при охлаждении различные слои сжимаются в различной степени и при нагревании в различной степени расширяются, отчего они лопаются и отделяются.

Обыкновенно приготовление слоеного стекла производится таким образом, что между двумя горшками с белым стеклом ставится маленький горшок с цветным стеклом, и выдувальщик попеременно обмакивает трубку то в тот, то в другой. Это, однако, не совершенно целесообразно, потому что при этом цветное стекло постоянно подвергается слишком высокой температуре, и оттого такие стекла теряют в красоте окраски. Потому гораздо сообразнее цветное стекло сплавить отдельно и потом из него наделать коротких цилиндров или прутьев.[2] Когда нужно произвести слоение, то подобный цилиндр или, по желанию, часть его берется шариком хрустального стекла и посредством держания трубки в рабочем отверстии надлежащим образом нагревается, отчего цветное стекло плавится и распределяется по поверхности хрустального шарика, и потом в дольке совершенно равномерно расширяется над первым.



Фиг. 103. Формование лампового стекла.

В Англии употребляется еще другой род покрывания, который состоит в том, что выдувают порознь цилиндрическое тело из белого стекла и такое же из цветного, вставляют эти цилиндры один в другой и тогда оканчивают форму предмета. Этот способ, как мы думаем, хотя в некоторых случаях целесообразен, однако никак не может быть рекомендован вообще.

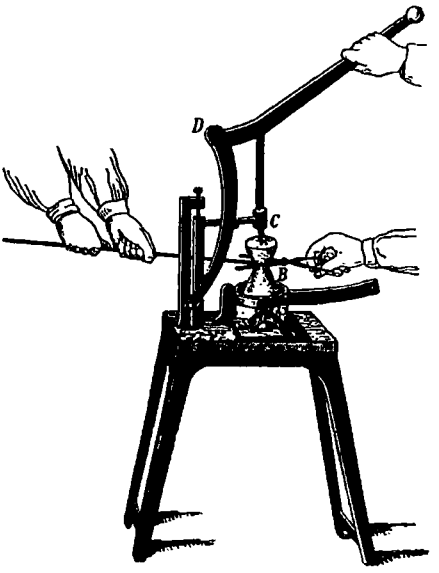
---

[1] Таким же образом поступают и с эмалью; для покрывания обыкновенно употребляют ее, содержащую мышьяк, потому что она сходнее с хрустальной массой, чем содержащая олово.

[2] Впрочем, изготовлением таких стеклянных прутьев занимаются некоторые стеклянные фабрики, особенно в Мурано, исключительно, и потом продают их на другие для дальнейшей обработки; подобным же образом могут быть употребляемы упомянутые при массивном стекле.

Наконец, упомянем о совершенно отличном от предыдущих (открытом, как утверждают, в Германии) способе Бедфорта для производства цветных стекол. Этот способ до сих пор применим только для красного медного стекла. Он называется *насыщением*.

По этой методе сначала совершенно изготовляется стеклянный сосуд из белого стекла, которое не должно заключать в себе соды. Потом поверхность его посредством кисточки намазывается массою, состоящею из смеси 1 части сернистой меди, 2 частей железной окалины, 3 частей безводного медного купороса и 4 частей прокаленной желтой охры со скипидарным маслом (или, вместо всего этого, только закисью меди). Покрытый предмет прокаливается в муфеле, причем он старательно закрывается, и стекло до тех пор подвергается действию жара, пока не явится наружу красная краска.



Фиг. 104. Прессование стекла.

Стекла, подобные мрамору, граниту и т. п., можно получать таким образом, что в форму накладываются куски цветного стекла в надлежащем порядке, потом форма нагревается до каления и в нее наливают жидкого стекла для того, чтобы эти куски соединить между собою.

Ранее мы упомянули, как особенный род работы, *литье* и *прессование*; здесь же мы должны привести некоторые подробности о них, потому что их употребляют для предметов, принадлежащих к посуде, как то: чашек, тарелок и т. п.

Производимое при этом литье есть американское открытие, сделанное для того, чтобы при узорчатых предметах избежать шлифования. Однако до сих пор успех этого способа очень незначителен, потому что этим способом можно производить только ограниченное число форм.

Для этого употребляют старательно сделанные металлические формы, состоящие из двух половинок. В половинку, которую мы можем назвать нижнею (*B*, фиг. 104), вливается расплавленное стекло, потом накладывается верхняя половинка и надавливается посредством пресса *D*, не только затем, чтобы выдавить из формы

излишнее стекло, но и затем, чтобы совершенно наполнились им все углубления формы. Впрочем, бывают формы, в которых верхняя часть соединяется с нижнею посредством шарнера и спереди к ней приделывается рычаг, посредством которого она надавливается к нижней. Для правильности и удобности подобные формы могут быть вставляемы в деревянную обкладку, к которой они накрепко привинчиваются.

Для успеха работы необходимо, чтобы форма имела температуру почти красного каления* и чтобы в нее вливалось не мало, не много стеклянной массы, что требует большой опытности. От недостаточного количества стекла форма не совершенно наполняется, а от излишнего происходит предмет слишком толстый и тяжелый, не выигрывая в красоте.

Неизбежные неровности с краев должны, разумеется, быть сошлифованы.

3. *Вычисление издержек на производство полого стекла*

Издержки на производство полого стекла разнятся по качеству стекла и по большей или меньшей трудности формования. При вычислении принимаются во внимание — для всякого рода стекла: 1) цена сырых материалов и издержки на их предварительную обработку; 2) потребление горючего материала при варке и во время работы; 3) потеря в стекле; 4) ущерб в горшках и печи, а также поддержание орудий; 5) проценты на капитал, и 6) рабочая плата.

Так как все эти факторы более или менее изменяемы, то нельзя точно определить цену производства различных принадлежащих сюда предметов для всех случаев. Потому надобно, чтобы их вычислял сам фабрикант, и должно только привести пример, чтобы ясно показать, как должно поступать при этом.

Состав зеленого стекла состоит из:

1000 фунтов	песку по 6 коп. за пуд	1 руб.	50 коп.
400 »	известняка по 6 коп. за пуд	—	60 »
240 »	глауберовой соли по 75 коп. за пуд . . .	4 »	50 »
20 »	угля и вместе издержки на обработку . .	—	30 »
1660 фунтов	состава	6 руб.	90 коп.

* Необходима некоторая оптимальная температура формы: в холодной форме получается неровная, «шагреневая» отпрессованная поверхность, к слишком горячей форме прилипает прессуемое стекло. [*Прим. ред.*]

Для варки употребляется:

3500 фунтов каменного угля	
1000 » » » для работы	
4500 фунтов каменного угля, по $5^1/_2$ коп. за пуд . . .	6 руб. 20 коп.
Проценты на капитал, поддержание горшков и орудий, управление и проч. на это количество составят . .	1 руб. 85 »
Рабочая плата	6 » 30 »
	14 руб. 35 коп
Всего	21 руб. 25 коп.

Из полученного сваренного стекла (metal, как оно называется в Англии) должно получить 1000 фунтов обработанного стекла и из него изготовляется 880 бутылок по $1^1/_5$ фунта; однако из них только 800 можно считать действительно идущими в продажу, потому что почти 10% считается на бой. Итак, 100 штук стоят фабриканту круглым числом 2 руб. 70 коп.

При общей смете мы немного удалимся от действительности, если примем, что издержки на работу, горючий материал и сырые вещества относятся как 1 : 1 : 2 при обыкновенном белом и как 1 : 1 : 6 при тонком стекле. При тонком стекле, при трудных формах и рабочая плата входит в другом отношении. Другие издержки, на управление и проч., составляют почти $^1/_{10}$—$^1/_8$ суммы вышеупомянутого. На хрустальных заводах в Баккара, на которых на 325 тыс. руб. (по фабричной ценности, включая очищение) стекла фабрикуются в 5—6 тыс. различных предметов, издержки на горючий материал (дерево) составляют 11—12% (27 500 до 30 тыс. руб.), рабочая плата 12—15%; издержки на очищение составляют 25%, следовательно, на сырой материал остается 50%. По Бонтему, издержки на хрустальном заводе Шуази-ле-Руа (Choisy le Roi) в 1834 г. составляли на горючие материалы (уголь) $^1/_3$, на рабочую плату $^1/_3$ и на сырые материалы $^1/_3$ общей издержки на производство, к чему, без сомнения, прикладываются управление и другие расходы. Г. Пари (Paris) считает потребление горючего материала (лучший уголь) на хрустальном заводе в Берси в 25% [общих] издержек производства, что согласуется с числами Баккара.

Продажа полого стекла производится частью поштучно, частью по заводской сотне, которая, смотря по роду предметов, состоит из большего или меньшего числа штук, от 30 до 100 штук. Однако бутылки обыкновенно продаются по 100 штук (или, как в Англии, по Gross = 144 штукам). Например, продажная цена 100 штук рейнвейн[ски]х бутылок в Англии составляет 4 руб. 30 коп.,

в Германии от 2 руб. 80 коп. до 3 руб. 75 коп., бордоские бутылки стоят немного менее рейнвейн[ски]х. Шампанские бутылки дороже почти наполовину во Франции, 27 франков = 6 руб. 75 коп. Простые стекла, смотря по их величине, продаются в Германии от 1 руб. 40 коп. до 1 руб. 85 коп. за 100 штук. В Австрии из большего числа вычислений нашли среднюю ценность:

3 пуда (1 ц) шлифованного стекла в 8 руб. 70 коп.

3 пуда (1 ц) хрустального шлифованного полого стекла в 18 руб. 60 коп.

Плата за работу производится обыкновенно поштучно или за известное количество штук; так, например, в Германии заведено платить за каждые 26 штук бутылок, за что платится работнику от 15 до 35 коп.; сообразно с обстоятельствами платится также за работу и поштучно, что случается особенно при больших предметах и при предметах роскоши. За шар для серной кислоты, заключающий средним числом 14 фунт. веса, немецкий выдувальщик получает 14 коп. В некоторых местах орудия доставляются и содержатся рабочими, по большей же части, однако, владетелем завода. В Англии на каждой печи для свинцового стекла работают обыкновенно четыре рабочих группы, что и называют четырехстуловою системою. Каждая компания состоит из первого работника, двух выдувальщиков, мальчика, который заботится о формах, и мальчика, который сносит изделия в калильную печь. Работники работают 6 часов [одна смена], после чего они сменяются другими.

Производство одной смены считается в 200 бутылок[1] или 60 рюмок, за первые платится рабочей платы от 1 руб. 65 коп. до 1 руб. 98 коп.; что́ работники сделают больше, то идет в том же отношении в их пользу; если же они сделают меньше, то с них делается соответственный вычет. Первый работник платит остальным.

[Б.] Листовое стекло

Заключает производство оконного и зеркального стекол, причем с выгодою употреблять можно только калиевое или натровое стекло, так как свинцовое стекло мягко.

1. *Оконные стекла*

Оконного и вообще листового стекла финикияне еще не знали; первое упоминание о нем произведено в I ст. нашего летоисчисления *Сенекой*, который говорит, что в его время введено было оконное стекло. Кажется, с IV ст. употреблению его научились

[1] Во Франции в 150 бордоских бутылок.

и в Германии. В XII и XIII ст. оно часто употреблялось для церковных окон, но еще в XVII ст. оно считалось предметом роскоши.

Теперь в Австрии ежегодно производится почти 510 тыс. пуд. оконного стекла, в Англии 360 тыс. пуд. Производство Франции, Бельгии и Таможенного союза нам не известно, однако в этих странах оно должно составлять по крайней мере столько же, сколько в Англии.

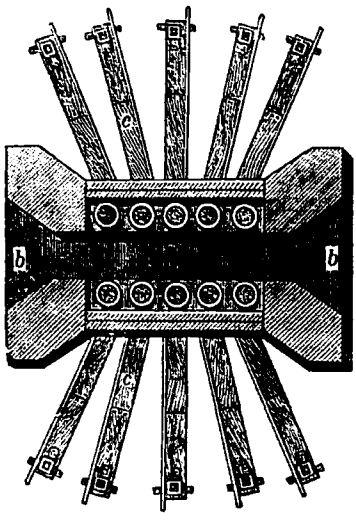
Есть два способа производства оконного стекла, которые оба равно замечательны по оригинальности и остроумию изобретения. Первый состоит в производстве цилиндров, второй — в производстве кругов.

Первый способ производства стеклянных цилиндров (вальцов, холяв), кажется, был известен раньше всех и первоначально был единственным употреблявшимся венецианцами. Им подражали богемцы, и оттуда он был перенесен Дролинво (Drolinvaux) при помощи богемских работников, в 1730 г., в С.-Квирин, во Франции (еще ныне лучшее оконное стекло называют во Франции verre façon de Bohème или verre en tables). Потом в С.-Квирин приготовляли также дутые и литые зеркала, и в 1840 г. фабрика перенесена в Cirey. Цилиндровое производство дает стекло в листах, *листовое стекло*, причем сначала посредством выдувания образуется цилиндр (холява), который при малом диаметре, вообще малых размерах, называется *вальцом*. Чтобы его преобразовать в лист, он раскалывается по длине, и потом, заворотив края раскола кверху, размягчается на поду правильной печи до тех пор, пока он не расправится. При этом все заключается в том, чтобы правильная печь имела потребную степень жара, а именно красно-ка[ли]льный жар для того, чтобы холява была достаточно мягка и лежала совершенно прямо, не растапливаясь на поду. Сам под должен не только быть совершенно ровен, но и устроен так, чтобы стекло могло легко сниматься с него и не теряло своего глянца. Прежде под делался из толстой стеклянной плиты, *разводной лавы*, которая, чтобы устранить приставание к ней стекла, посыпается на поверхности известью или гипсом, что производится посредством бросания в огонь горсти этих веществ (такие разводные лавы употребляют во многих местах даже и теперь, например в Богемии и Тюрингенском лесу). Но такая плита всегда очень скоро распадается на кристаллы * и тогда должна быть заменена другою, что причиняет значительные издержки, потому что каждая лава стоит по крайней мере около 1 руб. Лавы из глины, открытые в 1825 г. стеклянным фабрикантом Липпертом (Lippert) в Гиммельспфорте, в Богемии, удобнее и причиняют

* Т. е. происходит кристаллизация стекла. [*Прим. ред.*].

наполовину меньше издержек, потому что они, прежде чем сделаются шероховатыми, могут быть употребляемы очень долго и стоят за штуку только от 4 до 5 руб., — почти столько же, сколько стоит горшок. Изготовление такой лавы требует большой внимательности и вообще производится особенным образом, потому мы помещаем здесь описание его по указаниям Липперта, хотя по ним не поступают более всюду.

Изготовление глиняной разводной лавы. Сначала в простую деревянную форму кладется слой чистой трубочной глины, превращенной посредством прибавки воды в тесто, и плотно убивается. Потом кладут второй слой массы, состоящей из равных частей глины и кварцевого порошка, и также плотно уколачивают. Потом поверхность в продолжение 14 дней ежедневно несколько часов углаживается гладким куском букового дерева, и, наконец, все вынимается из формы и обжигается в продолжение 2 часов.



Фиг. 105. Разрез (горизонтальный) печи для оконного стекла.

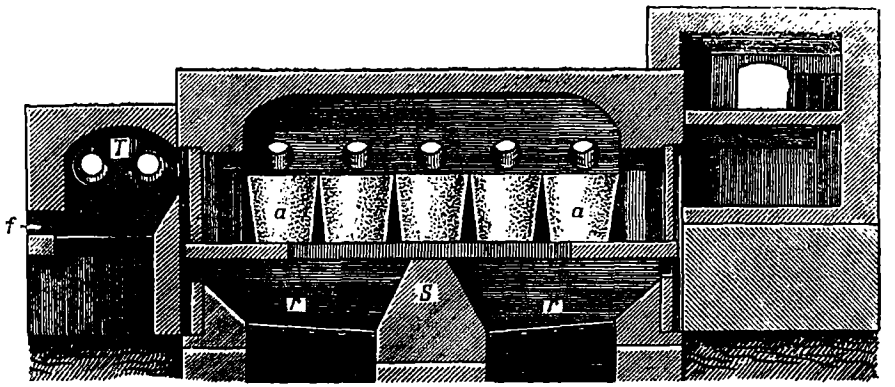
Величина лавы рассчитывается по высоте и диаметру холявы или чаще по вышине и ширине накладываемого листа. Средняя величина ее бывает от 40″ (104 см) до 60″ (156 см).

От первого способа очень отличен второй, *производство лунного стекла*, начала которого первоначально были приведены в действие, кажется, в Нормандии; теперь он употребителен только в Англии и в некоторых местах Германии (Ганновере, Бремене, Баварии). В Англии до 1832 г. работали исключительно по этому способу. В этом году братья *Хансе* при помощи *Бонтема* впервые ввели в Англии цилиндровое производство, и оттого производство лунного стекла, составлявшее еще в 1837 г. 409 124 пуда, к 1852 г. опустилось до 292 485 пуд.

По этому способу кружки производятся посредством центробежной силы, причем сначала выдувается пустое сферическое тело, которое открывается и посредством скорого обращения трубки преобразовывается в круг. Подобный круг имеет в средине толстейшее место, называемое *пупом*, и только с потерею стекла из него можно вырезывать четыреугольные листы. Но это стекло имеет гораздо красивейший глянец, чем цилиндровое стекло.

Обыкновенная величина кружков лунного стекла в диаметре бывает от 50 до 60″ (1 м 18 см до 1 м 41 см), только в виде исключения бывают диаметры бо́льшие, например в 68″.

а) *Производство стеклянных цилиндров* (*холяв*). Для этого производства в Западной Европе чаще всего употребляют продолговато-четырехугольные плавильные печи, заключающие до 10 горшков с 600—700 фунт. стекла. Эти печи бывают обыкновенного устройства и имеют довольно большие рабочие отверстия, перед которыми работник совершенно изготовляет холяву. Для этого перед каждым рабочим отверстием требуются подмостки *cc*,

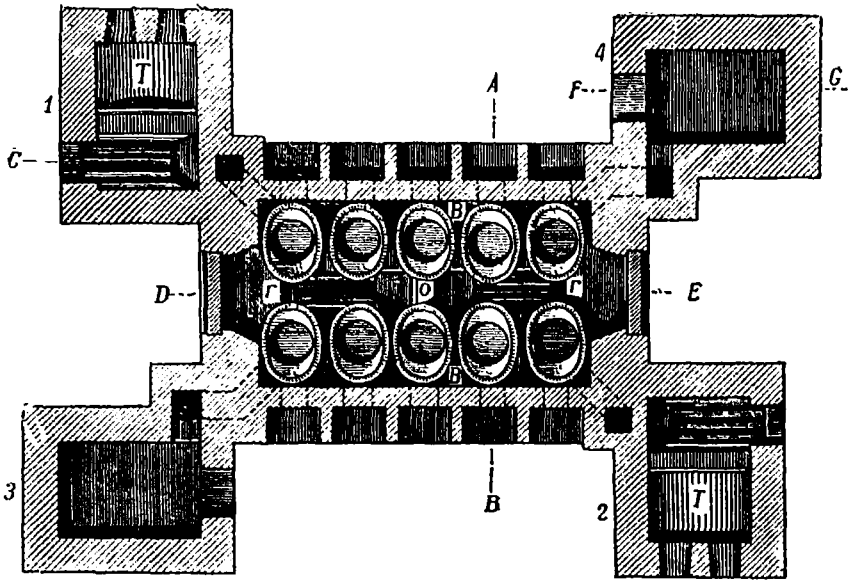


Фиг. 106. Вертикальный продольный разрез печи для оконного стекла.

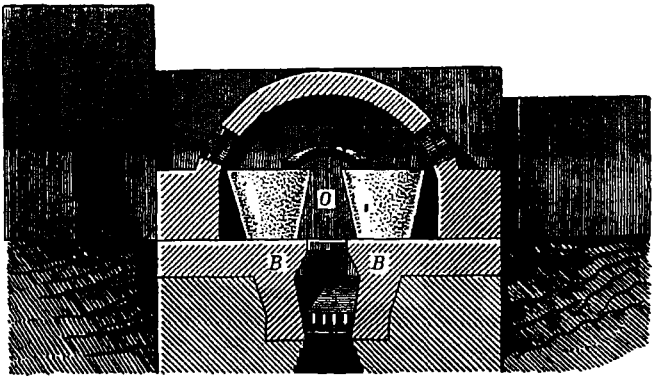
вышиною от 6 до 8′. Самые обыкновенные из них представляет фиг. 105, в горизонтальном разрезе печи по высоте полки.

Введенные уже во многих местах печи Гуттера (Hutter) гораздо целесообразнее старых печей, на том основании, что на них один обделывальщик производит первую работу перед рабочим отверстием на двух мастеров, из которых каждый оканчивает цилиндр перед особенным большим рабочим отверстием; от этого значительно ускоряется работа и сберегается в рабочей плате. Фиг. 106 представляет разрез Гуттеровой печи по линии *CDEFG* горизонтального разреза фиг. 107; фиг. 108 представляет поперечный разрез по линии *AB*. *S* есть седло, *rr* суть решетки, *BB* лавки стекловаренной печи; *O* (фиг. 108) — отверстие, чрез которое вставляются горшки. К печи пристроены 4 боковые печки, из которых *1* и *2*-ая *TT* заключают большие отверстия для окончания холяв, имеющие топки при *f* [фиг. 110]. Боковые печи (ошевы) *3* и *4* служат для нагревания горшков, для нагревания смеси и т. п. На фиг. 113, изображающей общий вид той же самой печи

спереди, показаны отверстия *TT* для окончания холяв и при *FF* отверстия для первоначальной их выработки. Устройство рабочего



Фиг. 107. План Гуттеровой печи для оконного стекла.

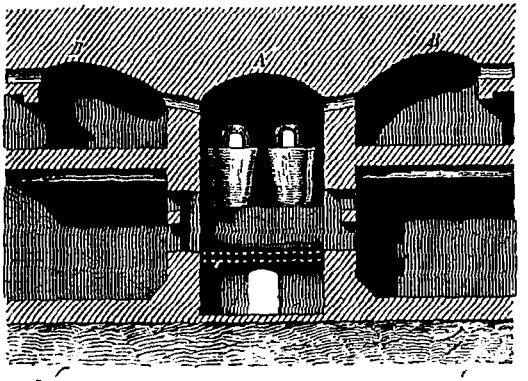


Фиг. 108. Разрез по линии *AB*.

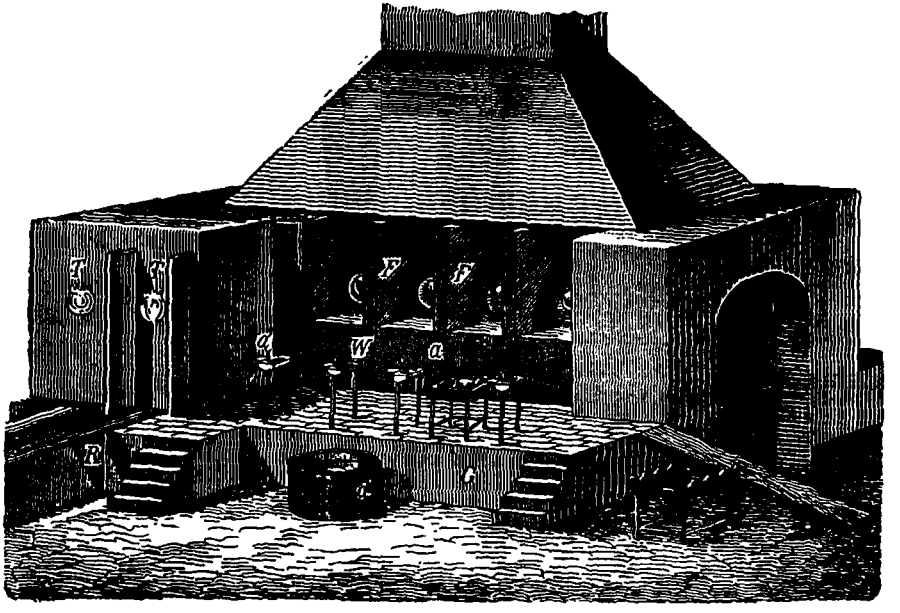
места (верстака) также ясно видимо и после произведенного описания не требует особого объяснения.

S — ***козлы*** для складывания готовых цилиндров.

Такая печь, кроме обыкновенных шуралей, требует еще особенных для топки тех боковых печей, в которых оканчиваются холявы.



Фиг. 109. Разрез стекловаренной печи с *ошевами*.



Фиг. 110. *Общий вид Гуттеровой печи.*

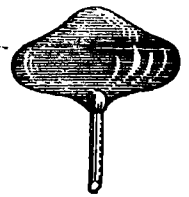
Из *побочных печей* цилиндровое производство требует только *правильную печь*, описанную далее; для цилиндров, когда стекло бывает обыкновенной толщины, не нужны особые калильные печи,

Работа при формовании состоит из следующих главных операций:

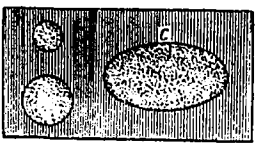
1) выдувание баночки;
2) выдувание холяв и
3) открывание холяв.

Посредством выдувания баночки образуется диаметр, или ширина, цилиндра. При этом немецкие рабочие поступают несколько иначе, нежели французские. Именно, немецкие выдувальщики делают холявы большого поперечного диаметра, потому что они определяют длину стеклянного листа. Напротив, французские рабочие делают высоту холявы равною длине листа и потому имеют надобность давать последней только незначительный диаметр. Это, очевидно, совершенно рационально, потому что поперечный диаметр холявы

Фиг. 111. Баночка.



Фиг. 112. Выдувание баночки.

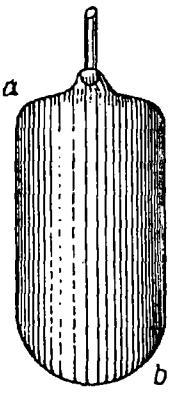


Фиг. 113. Форма для баночки.

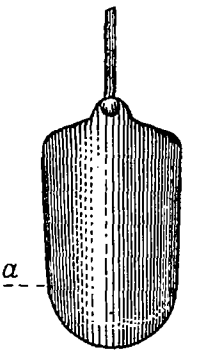
может быть выдутым только силою легких, тогда как удлинение холявы может быть произведено просто действием тяжести и центробежной силы при малом напряжении мускулов руки посредством *качания*.

Стеклянная масса, потребная для образования цилиндра, бывает тяжестью от 5 до 10 и более фунтов. Потому она берется на трубку в несколько приемов (чаще в 3, а именно: два раза еще тогда, когда массу не начинали выдувать, а последний раз, когда в массе уже выдута грушевидная пустота), и из нее сначала выдувается *баночка*, имеющая вид фиг. 111 и в которой только при *a* находится маленькая пустота. После того как нижняя часть снова будет нагрета, работник выдувает ее с большим напряжением (равномерно усиливая), держа под конец выдувания трубку прямо вверх. Так как стеклянная масса, находящаяся кругом около *a*, будет самая тонкая, то сначала она расширяется тут. Но она может расширяться только в стороны, потому что остальная масса *b* своею тяжестью давит вниз, и таким образом происходит фиг. 112. Французские

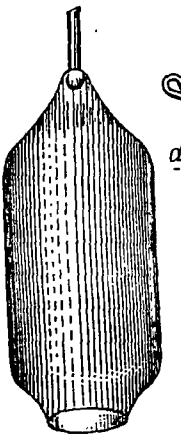
работники, напротив, выдувают стекло в углубления долока (фиг. 113), в которые сначала налито немного воды, таким образом, что трубка держится в углублении *c* под острым углом и постоянно обращается в нем, между тем как помощник наливает рукою воды на трубку и верхнюю часть стекла. От этого верхняя часть, а от воды, находящейся в углублении, нижняя часть настолько охлаждаются, что не могут изменяться от выдувания, и расширяется только средняя часть, отчего, как легко понятно, должна равным образом происходить фиг. 112.



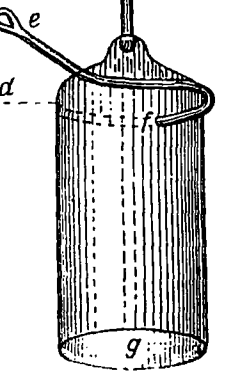
Фиг. 114. Первая форма холявы.



Фиг. 115. Немецкая холява.



Фиг. 116. Раскрытие холявы.

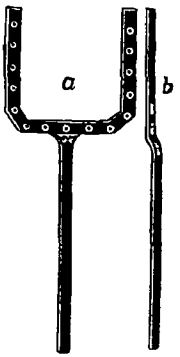


Фиг. 117.

Выдувание цилиндра оканчивается французским работником в один прием, причем полученную вышеописанным способом стеклянную массу он выдувает при маятникообразном качании в фиг. 114. Немецкий же рабочий выдувает сначала обыкновенным образом фиг. 115, потом при *a* нагревает ее и тогда выдувает фиг. 114.

Раскрывание цилиндра производится повсюду по двум способам, смотря по тому, делаются ли тонкие или толстые холявы. Тонкие холявы раскрываются тем, что работник вдувает сколь возможно более воздуха, закрывает отверстие трубки большим пальцем и конец холявы сильно нагревает. Между тем как последний делается мягче, воздух в холяве расширяется, вследствие чего размягченная стеклянная масса растягивается и, наконец, лопается. Если при этом произойдут очень неравные края, то они обрезываются обрезными ножницами, как на фиг. 116 (однако это редко бывает необходимо). Полученное таким образом отверстие расширяется посредством быстрого круговращения в рабочем отверстии

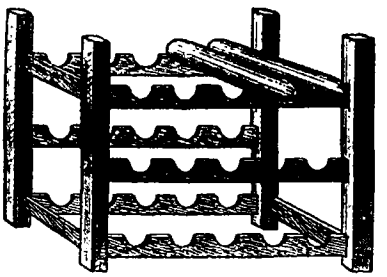
до тех пор, пока нижний диаметр не будет равен верхнему, как при *g* на фиг. 117. Когда стекло очень тонко, то при значительном расширении, которое должно быть произведено с краями, легко может случаться, что на них недостанет стеклянной массы. Потому в подобном случае, когда бывает необходимо, кругом произведенного отверстия кладется стеклянный обручик.



Фиг. 118. Хваток для холяв.

Конец толстой холявы нельзя легко размягчить посредством простого держания в рабочем отверстии, а потому для того, чтобы раскрыть, на него капается раскаленная капля стекла и потом держат его в рабочем отверстии, закрыв отверстие трубки пальцем. В том месте, где была капля, разогревание происходит быстро: образуется прорыв, неровности его обрезываются ножницами, потом разогревают и, обратив вниз, вращают, пока нижняя часть не примет цилиндрический вид.

Изготовленная холява обыкновенным образом отделяется от трубки и кладется на вальцевую вилку (*ab*, фиг. 118) или пред отделением в нее втыкается деревянный брус, чтобы посредством его можно было отнести ее, или, наконец, тяжелую холяву относят прямо на трубке и отделяют на *козлах* (фиг. 119). Козлы суть деревянные подмостки с полукруглыми вырезками, в которые



Фиг. 119. Козлы для холяв.

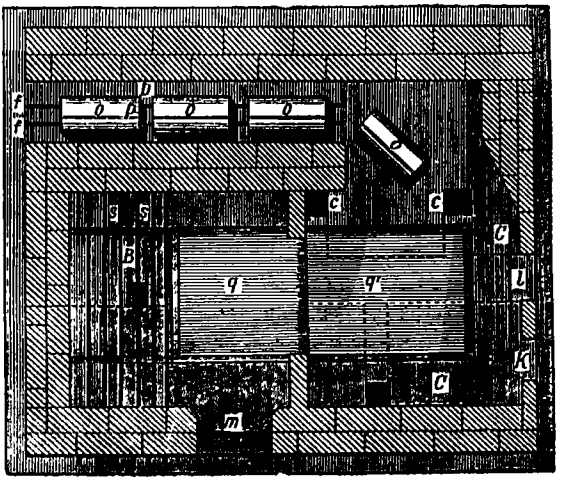
вкладываются холявы для того, чтобы они при относке не катались. Когда на них можно положить только ряд холяв, как на фиг. 79, то будет сообразно с целью, если приделать к ним брусья, как у носилок, чтобы их можно было удобно переносить с холявами.

Перед дальнейшею обработкою каждая холява осматривается, не находится ли на стекле пороков. Если таковые будут найдены, то место их обозначается мелом или посредством пробивания дыры

острым молотком. Когда имеется один порок или несколько, но по продольному направлению, то при раскалывании холявы эти места избираются для раскола, и тем порок делается безвредным. За бо́льшие пороки работник штрафуется вычетом из платы.

Правление. Чтобы холяву преобразовать в лист, должно: 1) отделить колпак, 2) расколоть холяву и 3) выправить ее.

Отделение колпака и раскалывание холявы может быть произведено двумя способами. Или на холяву в месте, где должно про-

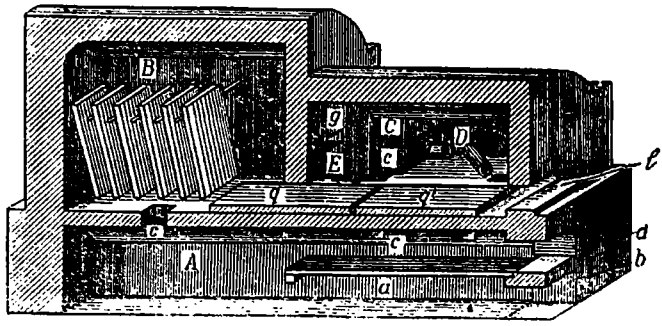


Фиг. 120. Горизонтальный разрез правильной печи.

изойти отделение, накладывается стеклянный обручик, или она обводится при *d* (фиг. 117) накаленным железком *e* и потом на нее каплется капля воды, или к горячему месту дотрагиваются только мокрым пальцем. Подобным же образом от *f* к *g* производится раскалывание или посредством наложения стеклянного обручика или обведения раскаленным железком.

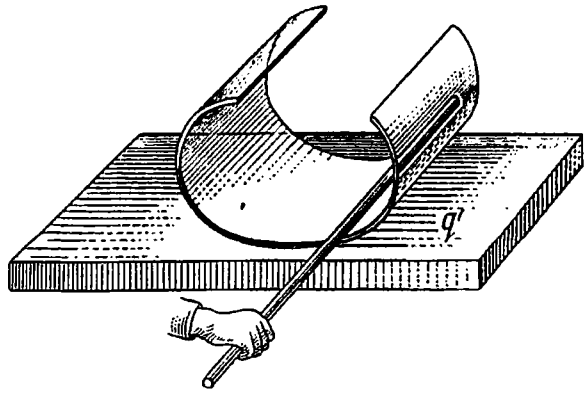
Правление производится или особенным рабочим, или мастером-выдувальщиком в *правильной* (или *разводной*) *печи*, которая состоит из двух отделений: *собственно правильного* и *калильного* (каленицы). У расколотых холяв раскол заворачивается кверху, и потом они накладываются посредством полуцилиндрической лопаты в трубу *правильной печи* на железные полосы *ff* (фиг. 120). Печь предварительно топкою *a* (фиг. 121) и посредством каналов *cc* нагревается почти до красного каления и очищается надлежащим образом от пыли и нечистоты. Правильная лава *q'* очищается и

натирается (полируется) железною кочергою. Холява, положенная на рельсы или железные полосы, как только она несколько нагреется, отодвигается дальше по ее длине, причем подвигаются



Фиг. 121. Вертикальный разрез правильной печи.

другие холявы, вставляется новая холява и т. д. Отверстие трубы правильной печи находится при *p* в стороне печи, наиболее удаленной от топки; противоположный конец ее выходит при *D* в правильное пространство *C*. Железные полосы трубы должны быть



Фиг. 122. Разводка холявы.

столь высоки, чтобы накладываемые на них холявы не касались пода трубы. Таким образом холявы подвигаются в трубе и постепенно нагреваются в ней и встречают высшую температуру в правильном пространстве. Когда холява дойдет до отверстия самого правильного пространства, то работник чрез рабочее отверстие *l*,

поднимает ее правильным железком и кладет на *лаву* q', вмазанную совершенно горизонтально в под печи. Между тем помощник сдвигает все находящиеся в трубе правильной печи холявы вперед и в передний конец ее накладывает новые. Как только выправляемая холява будет положена на лаву, стекло от высокой температуры правильной печи скоро размягчается. Чтобы холява только не сплющилась, разводчик должен разгибать края, как показывает фиг. 122, до тех пор, пока четыре угла листа не будут лежать на лаве q'. Когда это будет сделано, то он проводит по поверхности листа правильным (разводным) железком или деревянною кочергою для того, чтобы выравнять его, и потом проталкивает его чрез отверстие E в калильное пространство B на лаву q. Оставив его полежать там несколько минут, чтобы он отвердел, он поднимается откладной железкой, подобной вальцевой вилке (фиг. 118), чрез отверстие m и приставляется к стене в заду *калильной печи* B. Для того, чтобы составленные к одному *простенку* листы не раздавливались, после того как наставят 20—30 листов, в находящиеся в стене калильной печи дыры просовывают железный брус (или деревянный прут) s, на него снова приставляется столько же листов, потом просовывается второй брус и т. д. Когда калильная печь будет наполнена, то она совершенно закрывается, и все скважины замазываются глиною. На другой день она в некоторых местах снимается затем, чтобы допустить ограниченный вход воздуха внутрь, и это продолжают на следующие дни. Спустя 3—4 дня закаливание будет совершено настолько, что печь может быть открыта и опорожнена.

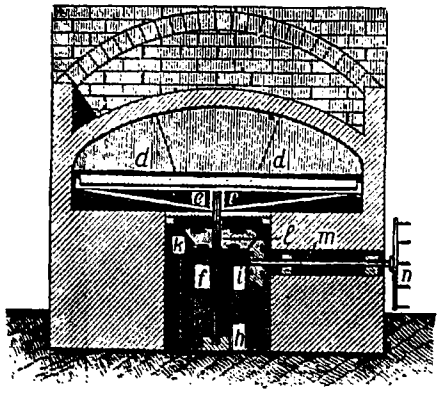
Фиг. 123. Правильные железки.

Наконец, выправленные и закаленные листы разрезываются алмазом на листы заказанной и употребительной величины, причем по возможности обращают внимание на то, чтобы имеющиеся пороки вырезать или свести на края.

Главные требования от обыкновенного листового стекла, чтобы можно было признать его беспорочным, суть, кроме чистоты самого стекла, — *совершенная ровность, чистота и глянец поверхности.* Но прямо выполнить эти главные требования при правлении очень трудно, чтобы не сказать невозможно.

Но так как листовое стекло не только очень употребительно, но и хорошо оплачивается, то преимущественно в этой области находят большую деятельность и неусыпное стремление к улучшениям, которое заметно особенно в измененных или совершенно новых устройствах правильных печей.

Находящееся на лаве стекло бывает недостаточно мягко, и даже должно быть таким, чтобы не могло само собою лежать совершенно плотно; потому оно должно быть придавливаемо и выравниваемо посредством правильного железка. Но это невозможно произвести с одинаковою равномерностью в давлении и глажении так, чтобы некоторые места не выдавались более, другие менее. От этого необходимо происходит волнистое свойство поверхности, как бы незаметно оно ни было при хорошей работе. Чтобы устранить этот недостаток, было предложено: 1) стекло выпрессовывать в листы между железными плитами; 2) вливать между железными валами еще жидкое стекло и получать листовое стекло посредством прокатывания; 3) расколотую холяву захватывать с одной стороны тисками, которые подвешивать к своду печи, и расправлять висящие холявы и многие другие.



Фиг. 124. Вертикальный поперечный разрез правильной печи Гуттера.

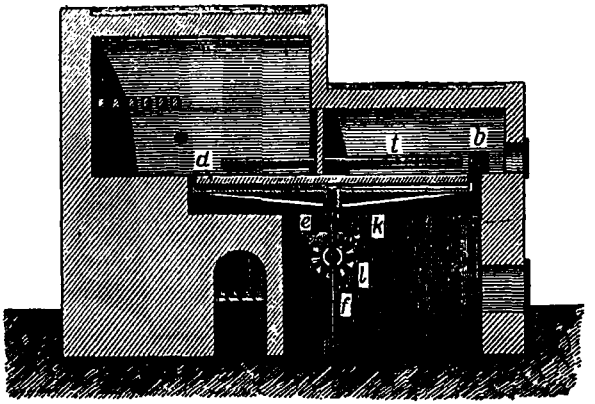
Если глянец поверхности уменьшается с верхней стороны листа от выравнивания, то с другой стороны происходят изменения, еще более беспокоящие, производимые на нижней поверхности от передвигания листа, — так называемые *царапины*. Потом легко происходит вгибание листов при составлении, особенно когда стекло на них тонко; чтобы этого избежать, можно их класть по длине на под калильной печи, но от этого происходит убыточное замедление в работе. Наконец, нагревание происходит в калильной печи неравномерно; стекло в некоторых местах может нагреваться слишком сильно (прогорать), отчего оно получает нечистый, почти зернистый вид.

Равномерное нагревание правильного пространства зависит от правильного расположения течения пламени; царапины могут быть устранены тем, что расплавляемый лист не передвигается по лаве, и сгибание листов может быть сделано невозможным посредством совершенного охлаждения в горизонтальном положении. Впоследствии мы покажем, чего достигли в практике, чтобы удовлетворить этим требованиям.

Чтобы не двигать расправляемого листа, устраивают подвижную правильную лаву и дают ей или круговое (предложенное сначала

в 1830 г. Colfan), или прямолинейное движение. Потому, кроме старых правильных печей с неподвижною правильною лавою, есть таковые с вращающейся и с прямолинейно движимою лавою. В последнем случае лава движется непосредственно в фальцах или на полосах, или кладется на колеса, которые ставятся на рельсы.

Правильные печи с вращающеюся *правильною лавою.* Если вообразить себе, что под подобной правильной печи состоит из круга из огнепостоянного камня (*dd*, фиг. 124), который обращается вместе с веретеном *f* в горизонтальной плоскости посредством



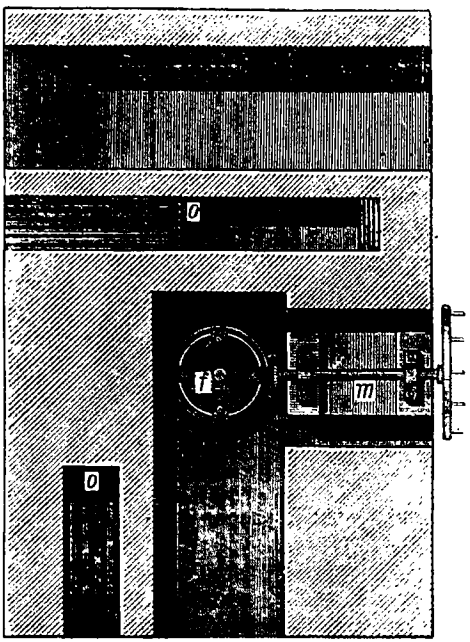
Фиг. 125. Вертикальный продольный разрез правильной печи Гуттера.

тамо собою понятных приборов *i*, *k*, *l*, *m*, *n*, то понятно, что на такой под могут быть наложены одна подле другой несколько лав. Если теперь печь, под которой образует круг с его лавами, будет разделена вертикальною перегородкою, отстоящею от круга сверху на несколько дюймов, на два пространства, как видно из фиг. 125, [1] то каждая отдельная лава должна при обращении круга проходить одна после другой из переднего правильного пространства в заднее калильное пространство, и наоборот, т. е. в переднем пространстве холявы могут быть расправляемы и перемещаемы в заднее, служащее калильною печью, не имея надобности в их передвигании.

Фиг. 124, 125 и 126 представляют печь Гуттера; фиг. 126 представляет план печи по высоте решетки *oo*. При *f* видимо чугунное кольцо, на которое сначала приделывается большое железное кольцо. Последнее служит поддержкою для круга из котельного железа с загнутыми краями, на который кладутся лавы из глины. Фиг. 125

[1] Диаметр вращающегося пода делается около 4 арш.

представляет продольный разрез по середине печи, *b* — отверстие, чрез которое холявы всовываются в правильную печь, *t* — полированная глиняная плита, лежащая в задней стене печи и на которую, перед правлением, кладутся в правильном пространстве холявы для того, чтобы надлежащим образом нагреть их. В калильное пространство они кладутся затем, чтобы их несколько охладить перед остановкою. Фиг. 125 есть [вертикальный] поперечный разрез по средине круга; на ней можно заметить перегородку между правильной и калильной печами.



Фиг. 126. Горизонтальный разрез предыдущей печи по высоте решеток.

Печь Пошингера (Poschinger) подобна печи Гуттера. Фиг. 127 — вертикальный разрез и 128 — горизонтальный разрез, по *CD* фиг. 127. Именно она имеет также вращающийся правильный камень *10* с четырьмя лавами *9*, *9*; *2* есть канал, чрез который холявы всовываются и кладутся на плиту *12*, которая лежит выше правильного камня. Оттуда разводчик поднимает их чрез рабочее отверстие *1* на находящуюся перед плитою лаву, потом расправляет ее, и, когда последняя подойдет против отверстия *3*, лист снимается и кладется на тележку 16. *6*, *6* — топки, а *8*, *8* — проводные каналы, выходящие в правильное и калильное пространства. Последнее состоит из двух каналов, *A* и *B*, в которых находятся рельсы. Близ правильной печи ставятся тележки *16*, которые, когда будут наполнены стеклянными листами, отодвигаются вперед посредством прибора *14*. Каждая тележка, как только она подойдет к концу канала, опоражнивается и пустая уже идет назад во второй канал. Устройство тележек ясно из приложенных детальных чертежей, фиг. 129, 130, 131.

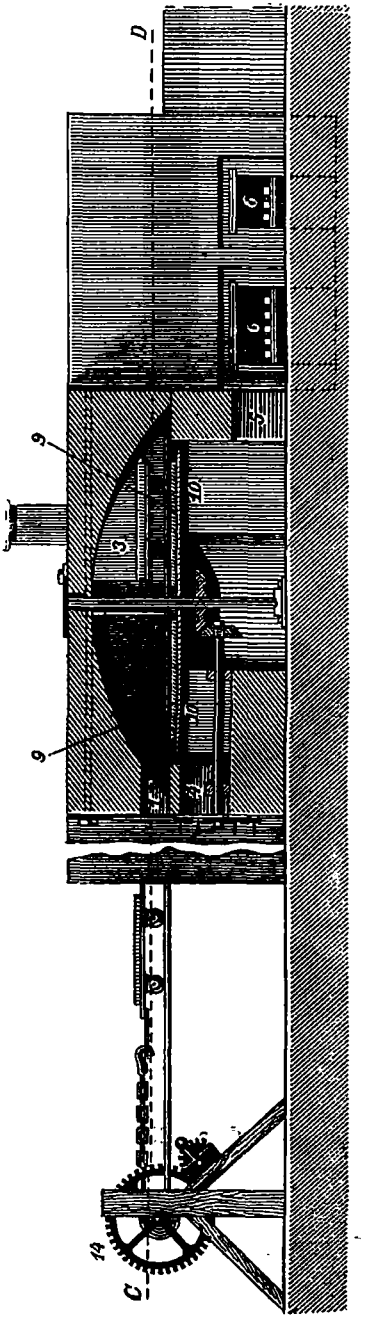
Все правильные печи с вращающимися (и вообще подвижными) лавами имеют недостаток, происходящий от того, что правильный камень, как худой проводник тепла, трудно отдает теплоту, когда

перейдет в калильную печь, и оттого листы охлаждаются не так скоро, как могли ожидать изобретатели этого устройства. При них, следовательно, может легче всего произойти изгибание листов.

Гуттер в своей печи думал устранить этот недостаток посредством охлаждающей плиты *t* (фиг. 125) и посредством промежуточной камеры *s* и *p* (фиг. 132), причем он имел намерение посредством стен *vv* сделать невозможным вход тепла в камеру, предполагая при этом, что листы при прохождении чрез это пространство могут совершенно окрепнуть.

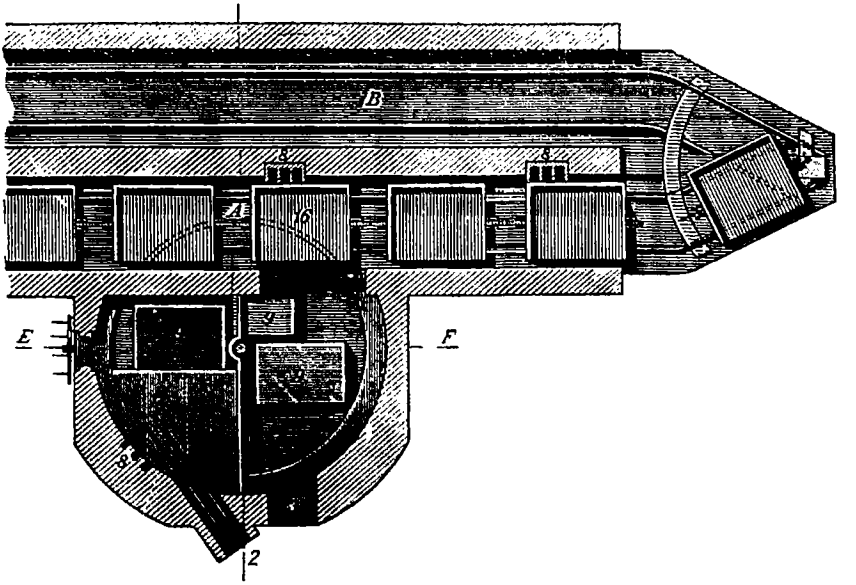
Пошингер своей *калильною печью с длинным для закаливания каналом*, что вскоре будет общепринято, достиг не только совершенного устранения вышеименованного недостатка посредством закаливания листов в горизонтальном положении, но и достиг также большей выгоды тем, что закаливание в ней оканчивается очень скоро и закаленные листы ломаются в меньшем количестве, когда они берутся из тележек, чем при вынимании из обыкновенных калильных печей.

Правильные печи с прямолинейно движущейся правильною лавою. Против печей с вращающейся лавою приводят то, что двигательный аппарат чрезвычайно затрудняет прокладывание пламяпроводных каналов для равномерного нагревания правильного пространства, а вследствие этого стекло легко местами сильно разогревается. Печи с прямолинейно движущейся лавою, по крайней



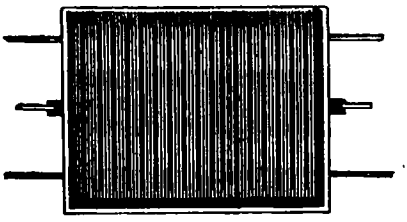
Фиг. 127. Вертикальный разрез разводной печи Пошингера.

мере [менее], подвержены этому недостатку. Самая простейшая из этого рода печей есть печь *Кирна* (Kirn). Фиг. 133 есть раз-

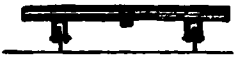


Фиг. 128.
План разводной печи Пошингера.

рез по средине печи, фиг. 134 — план; *A* — правильное пространство. Особенность устройства суть штуки *zz* из обожженной глины,



Фиг. 129.



Фиг. 130.

Фиг. 131.

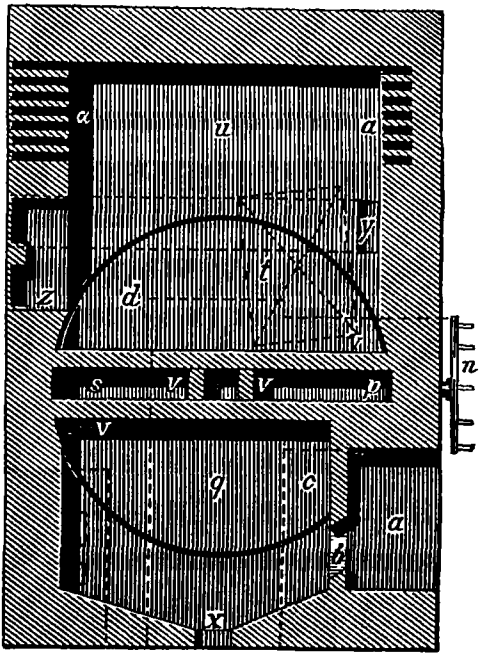
Детальные рисунки (фиг. 129—131) тележек разводной печи Пошингера.

снабженные *один над другим лежащими* фальцами *lk*. В этих фальцах движутся лавы, вставленные в железную раму. При работе

лава первоначально нагревается в калильной печи, потом посредством железного крюка, воткнутого в находящуюся на железной раме дыру, лава втягивается чрез *fg* в правильное пространство по верхнему фальцу. После расправления ее отодвигают назад и по нижнему фальцу втягивают другую и т. д. Чрез *qr* выправленные листы снимаются и составляются в калильную печь.

Ясно, что печь Кирна не представляет никакой гарантии против изгибания листов. В этом отношении лучше печь *Chance* и преимущественно печь *Леонарда*.

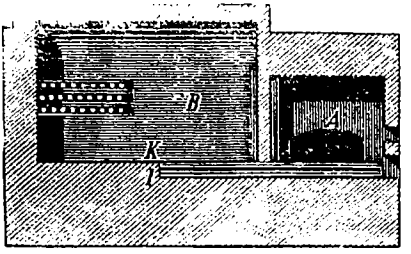
В первой печи на под правильной печи *A* и калильной печи *CD* (фиг. 135) кладутся полосы *ddee*, на которых попеременно туда и сюда двигаются три лавы *abc*. На лаве *b* цилиндр всовывается, на лаве *a* расправляется. Лист стекла на *a* чрез *C* и *D* кладется на лаву *c*, где лежит до тех пор, пока достаточно охладится, чтобы быть составленным, и т. д.



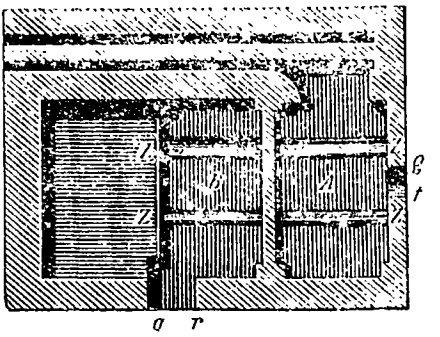
Фиг. 132. Горизонтальный разрез правильной печи Гуттера по высоте камня.

Устройство *правильной печи Леонарда* следующее. На рельсах *hh*, проходящих чрез пространство *bcd* (фиг. 136), движется посредством рукоятки *a* и колеса *z* тележка *w* (фиг. 137), на которой укреплены лавы, длина которых равна вместе *b* и *d*; *rr* — две решетчатые топки, которые сильно нагревают пространство *d*, принимаемое за собственно правильное пространство, потому *b* и *c* суть пространства для постепенного нагревания и охлаждения, на поду их также находятся рельсы *ii* и *jj* с двигающимися на них носилками или тележками *kk*. *1* и *2* — каналы, чрез которые всовываются холявы. Из чертежа видно, что лист стекла расправляется на *d* чрез отверстие *4*, а на *b* кладутся на лаву холявы. Посредством обращения рукоятки *a* тележка передвигается к *c*, лист на *k* перемещается в *f*, а на находящуюся в *c* лаву кладется холява, всунутая чрез 2. В то же время холява, перешедшая из *b*, расправляется в *d*. Тогда тележка передви-

гается к *b*, лист на *k* помещается в *e*, а на лаву чрез *l* накладывается холява и т. д. Когда [носилки или тележки *kk*]



Фиг. 133.

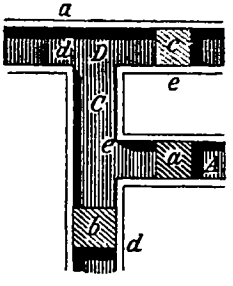


Фиг. 134.

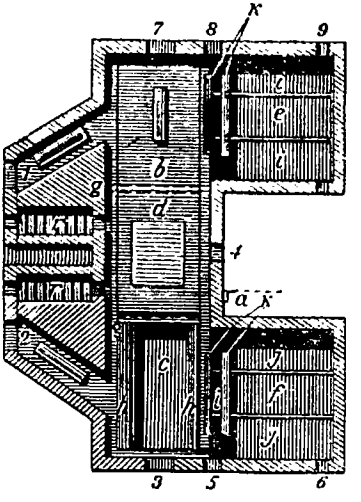
Правильная печь Кирна.

будут достаточно нагружены, то [они] сдвигаются [вправо], и чрез *5* и *8* вставляются новые, что продолжается до тех пор, пока калильное пространство не будет наполнено. Когда листы закалятся, то они вынимаются чрез *6* и *9*, а после них вынимаются и носилки и снова вставляются чрез *5* и *8*.

В *печи Deacen'a*, которую мы приводим только вследствие ее особенного



Фиг. 135.

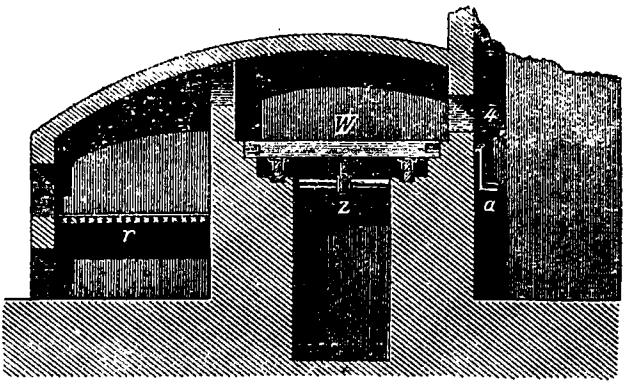


Фиг. 136.

План разводных печей Chance и Леонарда.

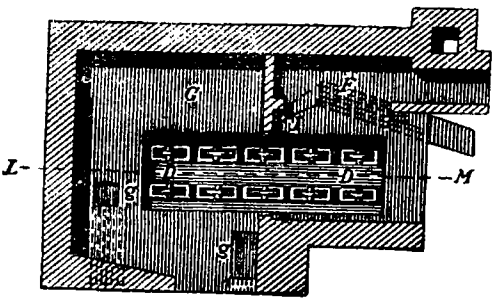
двигательного механизма (фиг. 138 и 139), *F* означает правильную печь, а *G* калильную. Лавы кладутся на рамы (фиг. 140), состоящие из продольных и поперечных полос, и закрепляются

в своем положении посредством штифтов *aa*. Движение этих рам облегчается тем, что они двигаются туда и сюда на укрепленных колесах *EE*. Чтобы рамы при движении сохраняли известное направление, обе продольные полосы с нижней стороны снабжены



Фиг. 137. Разрез правильной печи Леонарда.

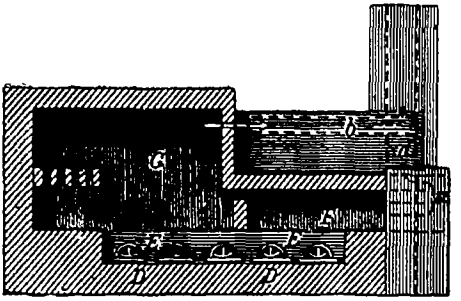
выемками. В том месте, где находятся колеса, в под печи вмазаны железные плиты *DD*, с отверстиями по средине, чрез которые входят в печь приводы для круговращения.



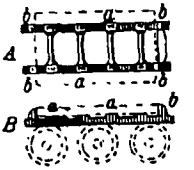
Фиг. 138. Печь Deacen'a, план.

Следующая печь, употребляемая в окрестностях Саарбрюкена, кажется, более всех других соответствует всем вышевысказанным требованиям, причем она соединяет в себе все преимущества вышеописанных печей. Строго судя, это есть печь Пошингера, в которой правильный камень заменен движущимся туда и сюда. План (фиг. 141) показывает расположение всех пространств, и *F* есть пространство для предварительного нагревания холяв, *A* — правильное

пространство, *B* и *C* — пространства, чрез которые выправленный лист проходит в калильный канал *D*.



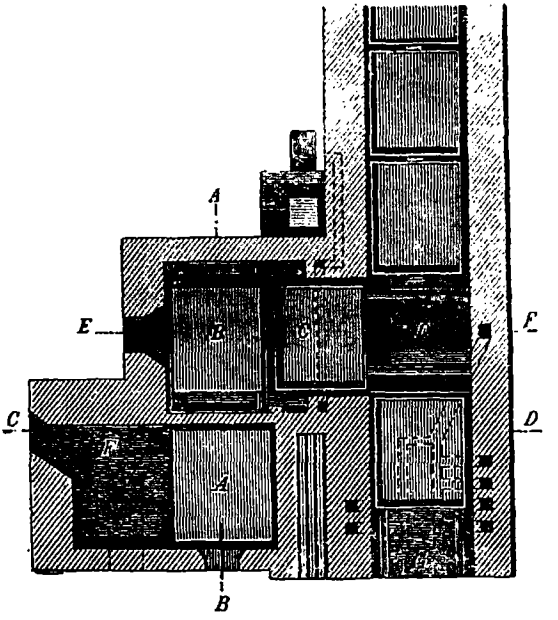
Фиг. 139.



Фиг. 140.

Вертикальный разрез и рамы печи Deacen'a.

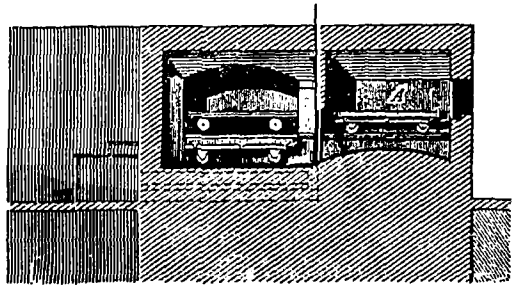
Лавы помещаются на двух вагонах (разводных тележках), находящихся на двух рельсах, проложенных на различных высотах,



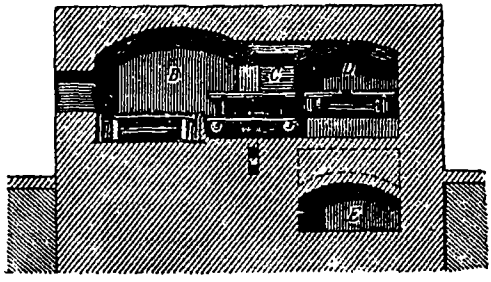
Фиг. 141. План разводной печи Пошингера.

как видно из фиг. 142, 143 и 144. Для правления холява из *F* кладется на тележку, находящуюся, например, в *A* на верхних

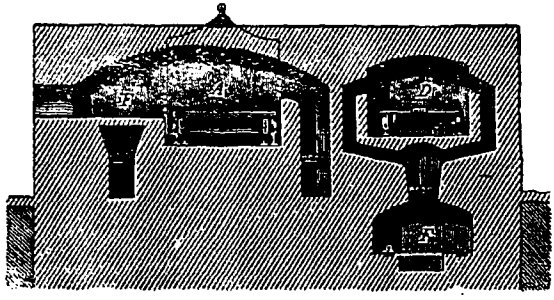
рельсах. По расправлении тележка с листом отодвигается в *B*, и в *A* вдвигается по поднимающимся снизу рельсам правильная тележка,



Фиг. 142. Разрез [печи Пошингера] по линии *AB*.



Фиг. 143. Разрез печи Пошингера по линии *EF*.



Фиг. 144. Разрез [печи Пошингера] по линии *CD*.

находящаяся в *B*. Между тем лист, находящийся в *B*, снимается с лавы и кладется на находящийся в *C* вагон, который, как показывает фиг. 143, находится на другом вагоне, снабженном рельсами, который сам может двигаться по рельсам, проведенным в *D*,

и который отодвигается туда, как только на него будет нагружено 12 листов. В этом месте недостает части рельсов, идущих вдоль канала. Эта часть равна длине нижнего вагона, так что когда он будет введен, то происходит связь, и верхний вагон может быть содвинут дальше по продольным рельсам. Когда это будет произведено, то на место его приводится из *G* (фиг. 141) пустой вагон и отодвигается в *C*, чтобы быть нагруженным расправленными на нижнем вагоне листами и т. д. Когда вагон достигнет конца калильного канала, то из него он выводится на платформу, по которой, после того как он будет разгружен, его спускают до тех пор, пока он не войдет в канал *E* (фиг. 143), в котором он проводится назад. Когда он дойдет до конца этого канала, то он снова поднимается посредством подобного же устройства и вводится в *G* и т. д.

Число вагонов такой печи, имеющих совершенно такое устройство, как представлено на фиг. 129 [130 и 131], составляет от 16 до 24. Потому *сложная стоимость* устройства простирается от 1500 до 2000 руб.

Горючий материал. Для правления требуется такой материал, который давал бы длинное пламя без сажи и золы. Потому даже до новейшего времени полагали, что для этого можно употреблять только дерево. Ныне, однако, в различных местах производили испытания с каменным углем, а также с коксом и получили очень удовлетворительные результаты. Мы полагаем, что при правлении газовое отопление было бы самое целесообразное.

То, что при фабричном производстве для правильной печи необходим особенный шураль, едва ли следует упоминать.

Стоимость правления. Работа в правильной печи требует *разводчика* и мальчика, который всовывает в печь холявы и производит другие побочные работы. Издержки на горючий материал составляют, даже при каменноугольном топливе, почти половину расхода, причиняемого правлением. Рабочая плата разводчику производится или помесячно (причем в рабочем году считается 10 месяцев), или с квадратного фута стекла. Во Франции она составляет 27 руб. 50 коп.

Помощник, который всовывает в печь холявы и вообще производит все работы, кроме правления, получает от $^1/_2$ до $^1/_3$ платы разводчика, женщина, приносящая холявы в правильную печь, — от $^1/_4$ до $^1/_6$. Если в 24 часа будет выправляемо 300 холяв, что и возможно при хорошем устройстве, то правильная работа для каждого листа будет стоить 4 коп.

Способ продажи. Листовое стекло производится различного качества (белое стекло и полубелое, или зеленое) и различной толщины (ординарное, двойное, тройное). Величина листов также

бывает различна, например в 38″ вышины и 28″ ширины; в 48″ (1 м 13 см) вышины и 30″ (71 см) ширины; в 62″ (1 м 46 см) вышины и 26″ (61 см) ширины, в 52″ (1 м 23 см) вышины и 33″ (78 см) [ширины]. Наконец, само собой понятно, что по различной толщине стекла разнится и вес квадратного фута его. В Англии квадратный фут самых употребительных сортов стекла весит 26, 32, 42, 52 и 64 лота. Во Франции, Бельгии и Германии ординарное стекло обыкновенно легче, чем в Англии. Наконец, смотря по различным порокам, которые имеют листы, они сортируются на стекло первого, второго, даже третьего и четвертого разборов.

Очевидно, что самый рациональный способ продажи был бы, если бы установить цену за квадратный фут стекла разного достоинства. Тогда бы можно иметь восходящую нормальную ценность для ординарного, двойного и прочих стекол, или, лучше сказать, разную сообразную цену, смотря по весу квадратного фута. Наконец, так как большие листы чрезвычайно затруднительно изготовить без пороков, то для больших листов, превосходящих определенные размеры, можно было бы допустить повышение цены за квадратный фут, подобно тому как это делается для зеркальных стекол.

В новейшее время в Англии, Франции и Бельгии продажа, кажется, хотя не везде, производится таким образом. Напротив, в Германии (а оттуда и у нас) стекло продается по *шоккам*[1] (Schock[= = 60 штук]) и *связкам* или *бунтами* (Bunden), которые представляют очень неравные стеклянные поверхности. Связка, например в старом значении, состоит хотя из равного числа листов, именно 6, но они бывают то больше, то меньше, и потому цены связки различны. Между тем содержание связки не везде одно и то же, и в различных местах различное число листов, смотря по их величине, считается = 1 связке. Еще хуже бывает при шокках (и прежде употреблявшихся во Франции кипах — Packen), норма которых не имеет никакого твердого начала, но имеет основанием только тариф, в котором показано, сколько листов и какой величины составляет 1 шокк.[1] Поэтому, например, лист в 40″ : 31″ = 2 шоккам и 60 листов в 8″ : 6″ = 1 шокку, так что за одну и ту же цену в первом случае получают 620 кв. дюймов, в последнем же 2880 кв. дюймов.

Должно допустить, чтобы лист больших размеров стоил больше, чем 2 маленьких, имеющих вместе ту же поверхность. Но невозможно думать, чтобы разности ни для покупателя, ни для

---

[1] По весу; при вычислениях 1 шокк принимается средним числом = = $14\frac{1}{2}$ фунт. стекла.

продавца были так велики, как[ие] существуют при этом роде продажи.

В 1818 г. во Франции цена 1 кипы листового стекла была 3 руб., в Германии цена 1 шокка 4 руб. 50 коп. Отсюда цена квадратного фута при больших листах и ординарном стекле во Франции выйдет 80 коп., в Германии — только 50 коп. Теперь в Австрии шокк простого ординарного стекла стоит 60 коп., хорошего и более толстого — до 1 руб. 60 коп.; отсюда квадратный фут первого выйдет только в 3 коп., последнего же — почти 9 коп. Во Франции [кипа] белого ординарного стекла первого разбора стоит 85 коп., полубелого — только 30 коп. Отсюда вычисляется квадратный фут первого почти в 12 коп., последнего — почти 6 коп. В Англии считается за ординарное стекло первого достоинства в маленьких листах (16 унций в квадратном футе) 15 коп., в больших листах 50 коп.; за двойное стекло первого сорта (21 унция в квадратном футе) в малых листах 20 коп., в больших 65 коп. Бельгийские фабрики доставляют столь же дешевое стекло, как и немецкие, и квадратный фут больших листов полубелого стекла первого сорта приходится в 10 коп., ординарного — в 4 коп.

Сравнение этих цен довольно интересно как по различию между нынешними и прежними, так и по различию их в различных странах. Поэтому мы представляем их вместе.

Цена за квадратный фут ординарного листового стекла в больших листах

	1818	1860	
		Первый сорт	Обыкновенное
Германия (Австрия)	50 коп.	9 коп.	3 коп.
Бельгия	50 »	10 »	4 »
Франция	75 »	13 »	6 »
Англия	—	17 »	—

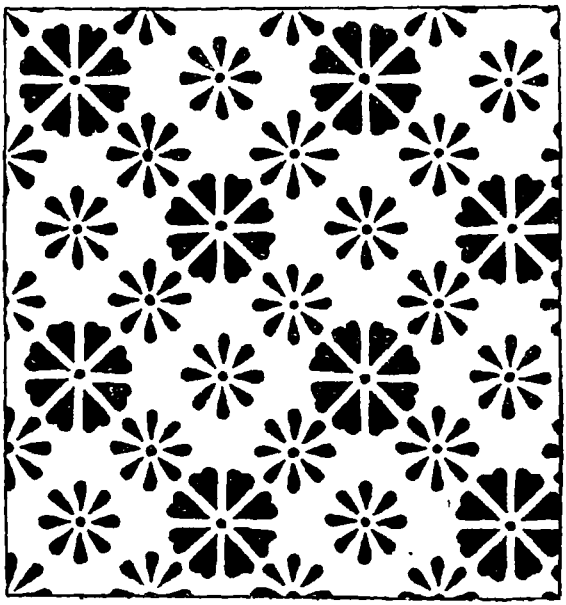
Плата выдувальщику производится равным образом по [кипам], шоккам или связкам; однако целесообразнее платить по квадратным футам, например 50 коп. за 100 кв. футов. В Богемии им платится средним числом 37 руб. в месяц, причем они производят также правление выдутых ими холяв.

Бороздчатые и выпуклые стекла. В новейшее время нередко, кроме обыкновенных стеклянных листов, изготовляют также такие, которые имеют бороздчатую поверхность или выпуклую форму.

Бороздчатые стеклянные листы. Такую поверхность производят посредством прессования между соответственно выделанными железными плитами или тем, что раскаленный стеклянный лист протягивают между бороздчатыми и смоченными деревянными вальками. При этом они несколько изгибаются и потом должны быть

еще выправлены. Желобленные листы, кроме того, производят посредством выливания в соответственные бороздчатые формы, а также тем, что холяву выдувают в форму, снабженную на внутренней поверхности желобками или сделанную из проволоки.

Выпуклые стекла. Выпуклую форму дают стеклянному листу также различным образом, однако чаще всего посредством железных или глиняных форм, в которые вкладывается обыкновенный



Фиг. 145. Вытравка в оконном стекле.

лист и нагревается до размягчения. Тогда лист сильно надавливается в форму посредством соответственно сделанного полировального железка.

Мусселиновое стекло. Под этим названием мы соединяем здесь все роды листового стекла, которые представляют матовый рисунок на прозрачном стеклянном фоне, что первоначально производилось посредством вытравливания. Одна из форм такой вытравки изображена на фиг. 145.

Насколько известно, травление стекла было открыто в 1670 г. нюрнбергским художником *Шванхардом* (Schwanhard), задолго перед тем, как стала известна плавиковая кислота. Потом это производилось таким образом, что стеклянный лист первоначально покрывали смоляным лаком и на нем наводили рисунок. Таким обра-

зом приготовленный стеклянный лист окружали высоким краем из воска или смолы и обливали водною плавиковою кислотою или намазывали смесью плавика и серной кислоты, или, наконец, без смоляных краев клали на подходящий свинцовый сосуд, в котором находилась упомянутая смесь. В двух первых случаях водная плавиковая кислота приходила в соприкосновение с обнаженными местами стекла, в последнем случае на них действовал фтористо-водородный газ. Вытравление происходило во всех случаях; но матовый рисунок в последнем случае происходил потому, что отделяющийся кремнезем засыхает на вытравленных местах; в первых же случаях рисунок получается гладким и блестящим, потому что кремнезем переходил в раствор. Однако работа во всех случаях была утомительна и, кроме того, тягостна от испаряющейся плавиковой кислоты и даже вредна для здоровья.

Чтобы с меньшим трудом, дешевле и без вреда получить тот же результат, в новейшее время пошли по другому, некоторым образом противоположному пути. Вместо того, чтобы вытравлять рисунок, его наводят сверху стекла. Для этого употребляют легкоплавкое стекло, сделанное мутным посредством костяной золы или оловянной окиси, и составляют *плавень*, который в виде мелкого порошка насыпается на известные места и потом плавится чрез нагревание в муфельной печи. Подобный бесцветный или матовый плавень можно получить посредством сплавления:

Песку, не содержащего железа	100
Очищенного поташа	70
Безводной буры	50
Свинцового хрустального стекла	100
Очищенного сурика	80
Оловянной окиси	16

Чтобы на поверхность стекла нанести рисунок, в практике употребляют двоякий способ:

1. Плавень закрепляется на известных местах стекла посредством слоя раствора аравийской камеди. Густой раствор ее смешивается с измельченным плавнем; эта смесь возможно равномерно растирается по поверхности стекла и потом высушивается. Когда это будет произведено, то накладывают на стеклянный лист сделанный из жести шаблон, на котором вырезан рисунок, и потом с вырезанных мест стеклянный порошок старательно стирается жесткою щеткою. Потому порошок, находящийся на местах, защищенных жестью, остается, и, наконец, лист накаливается в жару, так чтобы плавень сплавился и пристал к стеклу.

2. По способу, обратному против предыдущего, сначала на стеклянный лист накладывается шаблон, потом по нем растирается

вышеприведенный плавень и первый осторожно снимается. В этом случае плавень остается на местах, не закрытых жестью, высушивается и обжигается.

Можно так же, как при производстве фарфоровой посуды, переносить на стеклянный лист рисунок, оттиснутый масляным лаком, причем рисунок, нарисованный на бумаге масляной краской, накладывается совершенно гладко и чрез несколько времени бумага размачивается и снимается, на стекле же остается рисунок. После того рисунок посыпается плавнем, который пристает к местам, намазанным лаком. При этом способе встречаются затруднения в том, что лак трудно пристает к гладкой стеклянной поверхности. Может быть, это можно облегчить предварительным нагреванием стеклянного листа.

Часовые стекла. Так как часовые стекла изготовляются совершенно подобным образом, как и выпуклые стекла, то здесь мы приведем об них необходимое.

Как известно, есть два рода часовых стекол: такие, которые представляют отрезки шара, круглые — старый род, и плоские — новый род.

Круглые часовые стекла получаются из шаров, которые выдуваются как обыкновенно. Потом на нижнюю часть шара кладут раскаленную форму из глины или железа, или раскаленное железное кольцо, трут им стекло и, наконец, чтобы отделить в этом месте стекло, на него каплют несколько капель воды.

Плоские часовые стекла делаются из вырезанных стеклянных кружков или из предыдущих стекол, причем их кладут на железные формы и поступают с ними так же, как было приведено для выпуклого стекла. В Богемии эти часовые стекла изготовляют следующим простым способом: сначала выдувают маленькую в 4—5″ длины колбу, имеющую вид фиг. 82, таким образом, что на дне ее стекло немного толще, чем должно быть часовое стекло. После того как толстое дно колбы будет надлежащим образом нагрето, трубка держится прямо вниз и как можно скоро обращается около ее оси. От этого дно сплющивается, причем также несколько расширяется. Наконец в месте, где оно выходит в колбу, оно отрезывается. По этому способу один работник может изготовлять в 12 часов 50—60 дюжин часовых стекол, продающихся на заводах в необделанном состоянии весьма дешево, даже по 3 коп. за дюжину.

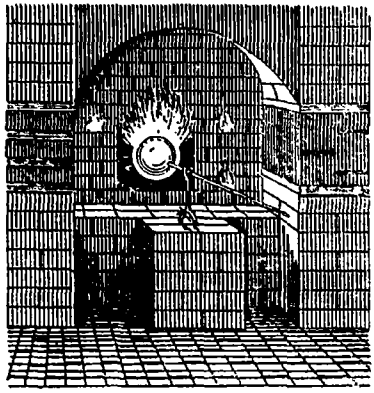
Края всякого рода часовых стекол должны быть отшлифованы.

Стеклянные колокола, стеклянные покрышки. С производством холяв самым тесным образом связано производство

стеклянных колоколов; потому что обыкновенный колокол есть не что иное, как отделенный с конца трубки цилиндр с ровно отшлифованными краями.

Однако есть также плоские или сверху сплющенные стеклянные колокола, и они получаются тем, что стекло выдувается в соответствующую форму.

б) *Производство лунного стекла* не требует стекловаренной печи, отличной от прочих, но для расширения стеклянной массы в круг необходимы особенные печи с очень большими рабочими отверстиями, как на фиг. 146; печи эти называют Auslauföfen; они заменяют правильные печи. Для охлаждения кружков требуются калильные печи.



Фиг. 146. Работа лунного стекла.

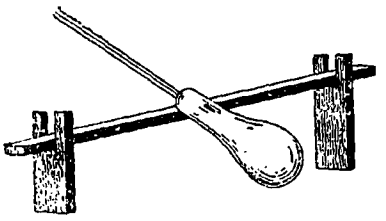
Так как этот род производства представляет интерес более исторический, чем практический, по той причине, что даже в Англии, главном месте этой фабрикации, это производство приходит в упадок, то мы думаем, что нам следует ограничиться только наглядным представлением, преимущественно посредством рисунков, хода операции. Из них будут совершенно ясны особенности этой методы.

После того как по вышеописанному способу будет взято на трубку потребное количество стекла, называемое *баночкою*, она кладется на железную перекладину, как показывает фиг. 147, затем, чтобы образовать *шейку*, т. е. место, в котором потом стекло отрезывается.

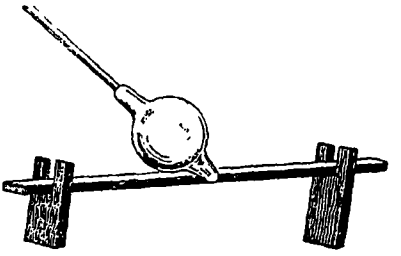
Если нужно, то баночка потом снова нагревается и при выдувании нижний конец поворачивается на железной перекладине, как это видно из фиг. 148, для того, чтобы образовалась головка или, другими словами, большее количество стекла собралось в том месте, где после должна быть приставлена понтия. Стекло, сделавшееся холодным, в этом месте снова нагревают, трубка накладывается на железную перекладину, как на фиг. 149, потом, как и прежде, обращают ее и выдувают, а головка, оттого что мальчик надавливает на нее лопатк[ой], распределяется так, что она, наконец, делается едва заметною снаружи и только внутри образует утолщение в массе стекла.

Таким образом полученный шар подвергается тогда действию пламени, и как только стекло размякнет, трубку, лежащую на под-

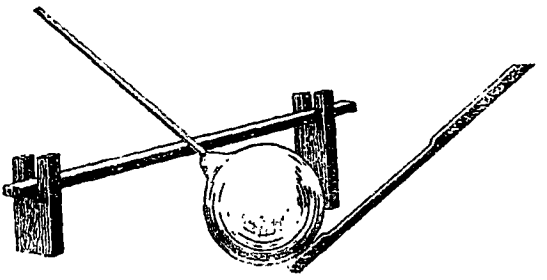
ставке, вращают около ее оси с возрастающею скоростью. Действие центробежной силы расширяет стекло в виде круга, и таким образом происходит вид фиг. 150. Точно в середине круга при *b*



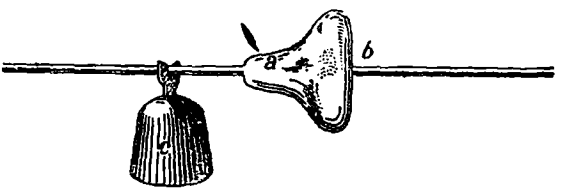
Фиг. 147.



Фиг. 148.



Фиг. 149.

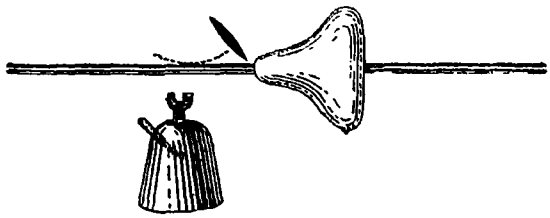


Фиг. 150.

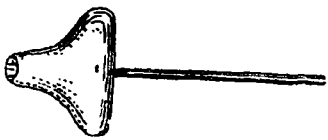
Фиг. 147—150 изображают разные фазы выработки лунного стекла.

баночник укрепляет понтию, и после того трубку кладут на особую подставку *c*, выдувальщик же кладет при *a* смоченное для откола *железко*, причем обливает шейку несколькими каплями воды, чем и производит раскол стекла. Тогда трубка поднимается кверху,

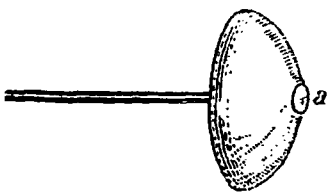
как на фиг. 151, и по направлению пунктирной линии ударяется тем же железком, отчего стекло совсем отделяется и остается на понтии (фиг. 152). Выдувальщик берет понтию и вводит стеклянную массу в печь затем, чтобы снова совершенно разогреть ее, потом немного выводит ее назад, чтобы дать ей форму фиг. 153, будучи защищен от жара печи стенкою *S*. Как только стекло



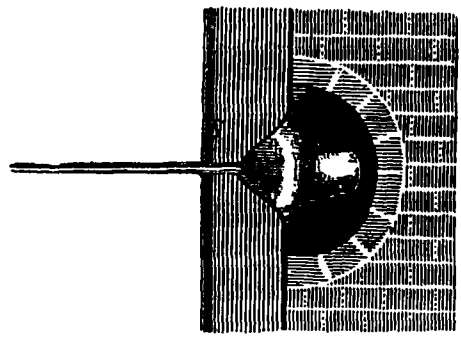
Фиг. 151.



Фиг. 152.



Фиг. 154.

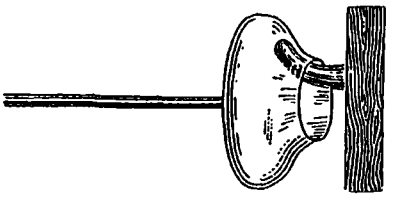


Фиг. 153.

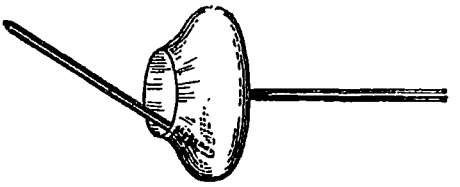
Фиг. 151—154 изображают разные фазы выработки лунного стекла.

сделается мягким [выдувальщик] обращает понтию около оси, отчего масса принимает вид фиг. 154. В ней *отверстие a* должно быть расширено и вместе с тем края его несколько выгнуты наружу. Это производится или тем, что работник вынимает стекло из печи и накладывает его на особый расширительный железный

крюк (фиг. 155), или насовывает на наклоненный прут (фиг. 156) и при этом сильно вертит. Происходящая от этого форма сообщила этому роду стекла его название, потому что она называется *короной*, вследствие подобия ей по виду.



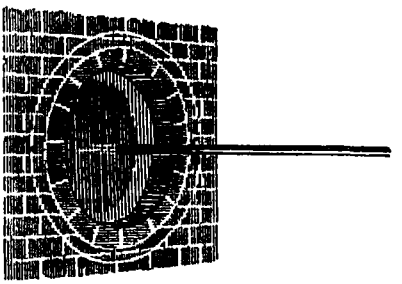
Фиг. 155.



Фиг. 156.

Фиг. 155 и 156 изображают разные фазы выработки лунного стекла.

Когда корона сделана, то она отверстием всовывается в окно особой печи и обращается около оси до тех пор, пока от действия центробежной силы не превратится в круг (фиг. 157). Последний на понтии проносится над горячими углями и, когда круг несколько остынет, отделяется от понтии. Наконец, готовые круги относятся в калильную печь, где они оставляются для охлаждения.



Фиг. 157.

В Англии маленькие листы лунного стекла в 4″ и 6″ продаются за квадратный фут по 5 коп., в 8″ и 10″ по 7 коп.; бо́льшие пропорционально дороже.

2. *Зеркальное стекло*

Зеркальное стекло обыкновенно изготовляется из совершенно чистых материалов: в Богемии из содержащих кали, во Франции, Англии и Бельгии из содержащих натр. Должно ли быть оно совершенно бесцветно или не только может, но должно иметь незначи-

тельное окрашивание, чтобы производить возможно лучшее действие, в этом практики не сходятся. Во Франции для них вообще берут стекло с зеленоватым оттенком; в Австрии различают зеленые, полубелые и белые зеркальные стекла; откуда следует, что бесцветное считают лучшим. Мы думаем, что стекло, не имеющее никакого окрашивания, будет самое пригодное, чтобы дать изображение предмета, самое близкое к натуре. Во всяком случае, различие между зеркальным и оконным стеклами находится в большей чистоте массы и большей толщине стекла. Для простейших зеркал, называемых в Германии нюрнбергскими, употребляется также старательно выправленное и совершенно беспорочное оконное стекло (без предварительного шлифования, носящее в Германии название Finglas).

Употребление зеркального стекла не старее употребления оконного, и первые зеркальные стекла производили таким же образом, как и оконные, именно посредством выдувания холяв. Ныне производство дутых зеркал преобладает еще в Богемии и Баварии; в Бельгии находится только одна гута с подобным производством. Основание этого находится в трудности изготовления посредством выдувания больших зеркал, каких требует нынешний вкус. Потому этот род производства годится больше для делания маленьких зеркал (нюрнбергских зеркал), и зеркала в 58″ вышины и в 43″ ширины, какие можно было видеть на лондонской выставке, могут быть рассматриваемы как исключения и только как доказательства возможности выдувания больших зеркал; но это совершенно невыгодно экономически.

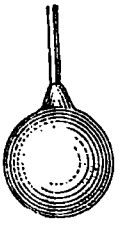
Само собой разумеется, что этим производством сначала занимались венецианцы, потом оно было перенесено в Богемию; в 1665 г. оно было введено *Кольбером* во Франции (именно в Tour la ville, около Шербурга), а в 1773 г. в Англии, в Лондоне (Ламбет), первым герцогом Букингэмским. Но в 1688 г. во Франции был открыт *Абрамом Тевартом* (Thévart) новый способ производства зеркал, именно посредством литья. Этот способ впервые был применен к делу в предместье св. Антония в Париже. Однако в 1691 г. парижская зеркальная фабрика была перенесена в С.-Гобен, где она находится еще и ныне, и производство шло так, что в С.-Гобене выливались листы, в Париже же заканчивались. В 1773 г. была учреждена первая зеркальная мануфактура в Ravenheald, в Англии, — повод устройства ее достаточно интересен, чтобы быть упомянутым. Мануфактура в С.-Гобен имела правилом (которого и теперь крепко держатся) не допускать никого осматривать заведение. Одному английскому адмиралу, путешествовавшему в 1772 г. по Франции и хотевшему из любопытства видеть зеркальную фабрику в С.-Гобене, было отказано на выше-

упомянутом основании; это его до такой степени оскорбило, что он, чтобы отмстить, решился основать зеркальную фабрику в Англии. Он привел свое намерение в исполнение, и чрез несколько времени явилась вышеупомянутая фабрика под фирмою: The governor and Comp. of British plate-glass manufacturers. В то же время устроена зеркальная фабрика в С.-Ильдефонсо, в Испании, но она давным-давно упала от недостатка сбыта. Теперь величайшая в свете зеркальная фабрика находится в Нортшильде.

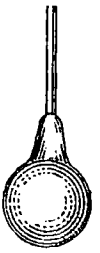
При литье зеркал очень утомительное и требующее большого искусства выдувание, а также разрезывание и расправление холявы заменяется выливанием стекла на металлический стол, *литейный стол*, сделанный из бронзы или чугуна. Литейные столы увеличивают издержки на заведение, потому что они имеют значительный вес. Например, стол из бронзы на бывшей королевской зеркальной литейне в Нейгаузе, в Австрии, длиною в 145″ (4 м) и шириною в 80″ (2 м), весил 10 145 фунт. Литейный стол в St. Marie d'Oignies в Бельгии имеет в длину 5.3 м, в ширину 3.1 м. В С.-Гобене назад тому 11 лет был литейный стол из бронзы, весивший 1562 пуда (25 000 кг) и стоивший 25 тыс. руб. Но литье идет гораздо скорее выдувания, и посредством его можно изготовлять листы такой величины, какой нельзя получить посредством выдувания. На Лондонской выставке нортшильдская фабрика выставила зеркало в 18′8″ (5 м 28.5 см) длины и в 10′ (2 м 83 см) ширины, а на Парижской выставке можно было видеть зеркало с с.-гобенской фабрики в 17′6″ (4 м 95 см) длины и в 10′ (2 м 83 см) ширины. Почти столько же большое зеркало было выставлено с мануфактуры в Цирей. Англия производит ежегодно около $2^1/_2$ млн кв. футов (200 тыс. кв. м) литых зеркал; Франция — около 1 млн кв. футов (90 тыс. кв. м) и столько же Бельгия. Так как при литье зеркал маленькие зеркала, какие с выгодою изготовляются посредством выдувания, получаются некоторым образом как побочный продукт, то легко понятно, что выдувание, как и было приведено, уже теперь по большей части должно быть вытеснено выливанием. Тем не менее, по официальным известиям, еще в 1856 г. в Австрии производились только дутые зеркала (существовавшая ранее королевская зеркально-литейная фабрика пришла в упадок именно в 1840 г.), составлявшие весом 138 тыс. пуд. (46 тыс. ц, 2300 тыс. кг).

а) Выдувание зеркальных стекол. Чтобы изготовить зеркало посредством выдувания, употребляют, как было замечено выше, обыкновенные печи и возможно чистые материалы. Работа при тонком стекле для простых зеркал совершенно та же, как и при

листовом стекле. Напротив, если желают получить стекло гораздо толще, чем обыкновенное листовое, то вследствие этого работа бывает в некоторых пунктах отлична от работы, происходящей при производстве оконного стекла. Потому будет достаточно, если ход работы сделать ясным посредством рисунков, сопровождаемых кратким объяснением.



Фиг. 158.



Фиг. 159.

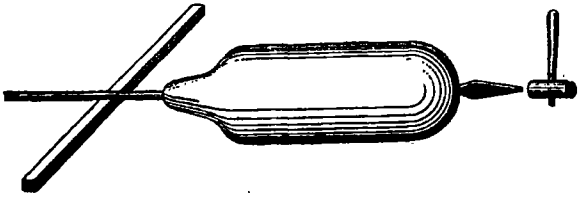
Посредством повторенных взятий стекла и закатывания его образуется баночка (фиг. 158), которая для больших зеркал весит не менее 40—50 фунт. Посредством прямого держания трубки вниз она оттягивается от нее, как показано на фиг. 159. Потом, посредством закатывания ей дается вид фиг. 160, и, наконец, по-

Фиг. 160.

Фиг. 161.

Фиг. 162.

Фиг. 163.



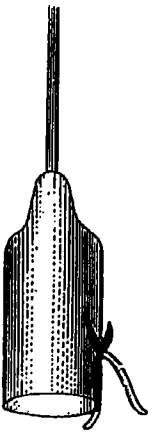
Фиг. 164.

Фиг. 158—164 [изображают] фазы выработки дутых стекол.

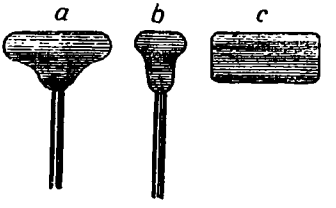
средством выдувания при одновременном закатывании она обращается в фиг. 161. Остывшее при этом стекло снова нагревается,

сначала раскачивается для того, чтобы дать ему продолговатый вид, затем кладется на плиту и выдувается, пока не отвердеет; от этого образуется цилиндр (фиг. 162). Теперь передняя часть его *a*, стекло на которой еще очень толсто, снова нагревается, и посредством качания и выдувания производится цилиндр (фиг. 163). В последнем, как легко заметно, на обоих концах стекло толще, на

Фиг. 165.

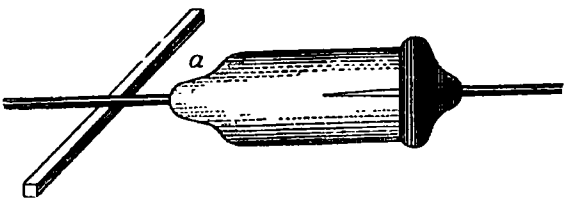


Фиг. 166.

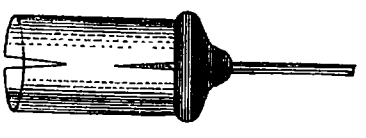


Фиг. 167.

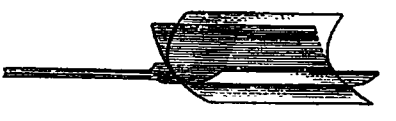
стенках же оно имеет такую толщину, какую должен иметь готовый лист. Чтобы назначить место, в котором потом цилиндр должен



Фиг. 168.



Фиг. 169.



Фиг. 170.

Фиг. 165—170 [изображают] фазы выработки дутых зеркал.

быть отделен, шейка его поворачивается на фулязке на расстоянии почти 1″ (23 мм) от головки трубки, потом конец *b* снова нагревается. Когда это будет сделано, трубка кладется

горизонтально на рабочие козлы, и в нагретом месте, как раз в оси цилиндра, пробивается бротком отверстие, как видно из фиг. 164. После того как это место будет снова нагрето и в то время как выдувальщик обращает трубку около ее оси, помощник всовывает в отверстие *разводные ножницы* (фиг. 165) затем, чтобы, как при производстве стеклянных холяв, расширить отверстие почти до диаметра цилиндра. Если после этой операции стекло будет еще достаточно мягко, то на цилиндре, как видно на фиг. 166, делается ножницами разрез, доходящий почти до средины длины; если же стекло не мягко, то его должно предварительно нагреть.

Тогда баночник прикрепляет цилиндр открытым концом на хваток, как на фиг. 168. Последний состоит из укрепленной на понтии и закатанной на плите стеклянной массы, имеющей вид, как на фиг. 167: *a* — со стороны, *b* — спереди и *c* — сверху. При *a* (фиг. 168) цилиндр отделяется от трубки, отверстие его, как описано выше, расширяется, и на нем делается разрез по одной линии с первым (фиг. 169). Между обоими разрезами нарочно оставляется несколько стекла, потому что иначе цилиндр может легко сплющиться. Цилиндр кладется на особую железную лопату, и баночник посредством удара отделяет его от понтии и производит соединение обоих разрезов посредством легкого удара изнутри заостренным куском дерева. На ней же отгибаются края, и открывается цилиндр, как показывает фиг. 170. Потом лист разводится в правильной печи.

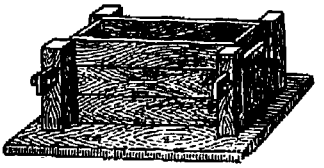
Не только затруднительная, но даже опасная для цилиндров операция разрезывания считается здесь неизбежною на том основании, что при этом, по причине толщины стекла, не применимо раскалывание по способу, описанному при производстве холяв.

б) *Литье зеркал* требует гораздо более, чем всякий другой род обработки стекла, совершенно *чистого* материала, потому что попавшие в ливень нечистоты принуждают фабриканта не только разрезывать большой зеркальный лист на несколько меньших, но и уменьшают продажную цену каждого отдельного куска почти в геометрической пропорции. Потому при этом не довольствуются старательно произведенными снятием пенки и очищением стекла, но обыкновенно имеют в печи подле плавильных горшков еще особенные *литейные горшки*, в которые переливают стекло перед литьем затем, чтобы быть увереннее, что ничего из отложившихся на дне веществ не перейдет в ливень. Только тогда, когда принимается и должно быть принимаемо главным занятием производство маленьких зеркал, выливают [их] прямо из плавильных горшков. При литье больших зеркал это может быть допущено

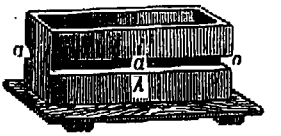
тогда только, когда ведут работу с чрезвычайно чистыми материалами.

Литейные горшки имеют вид или плавильных горшков, или бывают продолговато-четырехугольные, или чисто квадратные. Оба последние рода называются *ваннами* и изготовляются в деревянных формах (фиг. 171) из такого же огнепостоянного материала, как первый род и самые плавильные горшки.

Так как при выливании литейные горшки должны быть поднимаемы кверху, то на них на $^2/_5$ их высоты вырезываются углубления — на круглых круглое, а на четырехугольных, как показывает фиг. 172, с двух противоположных сторон. Эти углубления



Фиг. 171.
Форма для изготовления ванны для литья зеркал.



Фиг. 172.
Ванна для литья зеркал.

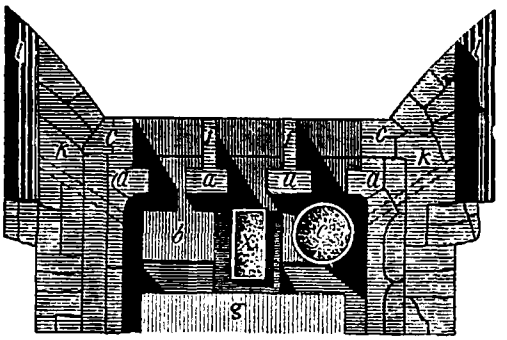
называются «Zarge, ceinture», и в них при поднимании вкладываются употребляющиеся при этом тиски.

Величина литейных горшков определяется величиною литейного стола или, лучше сказать, величиною выливаемого зеркального листа. Именно, каждый горшок должен заключать столько стекла (вычитая при этом часть его, неизбежно остающуюся в горшке), чтобы его достаточно было для данной поверхности и толщины стекла. Это количество стекла должно наполнять горшок не до краев, чтобы стекло не проливалось или не лилось бы неправильно при выливании.

Величина плавильных горшков, само собою разумеется, должна рассчитываться по величине литейных горшков и несколько превышать последнюю, потому что нельзя и не должно переливать совершенно все расплавленное стекло. Обыкновенная величина литейных горшков бывает 28″ (73 см) длины, 16″ (42 см) ширины и высоты. Потому плавильные горшки должны быть 32″ (82 см) ширины вверху и столько же или 30″ (76 см) вышины.

Если для выливания употребляют литейные горшки, то совершенно чистое стекло переливают в них посредством медных или железных ковшей. Они бывают в 8—9″ (18—21 см) ширины вверху, 4—5″ (9—11 см) глубины, в 1″ (2.4 см) толщины в стенках и снабжаются черенком в 3—4′ (85 см — до 1.13 м) длиною.

Употребляемые при литье зеркал стекловаренные печи бывают четырехугольные и вмещают обыкновенно четыре плавильных горшка и столько же литейных, или шесть горшков, когда плавильные служат вместе и литейными. Если последние будут ванны, то лавка в том месте печи, где они ставятся (или в четырех углах или в середине печи), должна быть шире, как это показано на фиг. 173 и 174, в горизонтальном разрезе, а на фиг. 29 — в вертикальном разрезе. Но во всяком случае это неудобно, и потому предпочитают употребление круглых литейных горшков. Над каждым плавильным горшком должно быть сделано рабочее отверстие, чтобы можно было снимать со стекла пенку и переливать его. Перед каждым же литейным горшком в стене должна быть вставлена глиняная плита, которую можно было бы отнимать, чтобы вынимать литейный горшок. Если плавильные горшки служат вместе и литейными, то такое отверстие с плитою делается перед каждым из горшков.



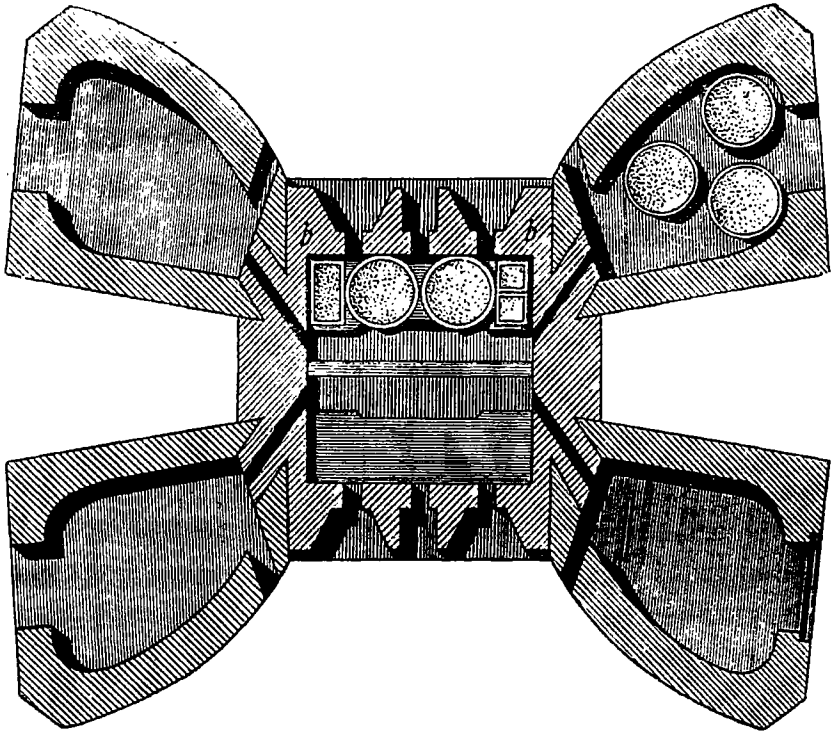
Фиг. 173. План половины зеркальной печи.

Для того, чтобы горшки могли быть вынимаемы из печи с возможнейшею удобностью и скоростью, стекловаренная печь устраивается так, чтобы высота лавки была на одном уровне с полом гуты. В остальном зеркальные печи не отличаются от обыкновенных стекловаренных.

Кажется, очень целесообразна печь для зеркального стекла *Блинкорна* (Blinkhorn), которая представлена на фиг. 175. Свод *h* почти остроконечен, чтобы сделать невозможным падение капель в горшки. *dd* — пороги для топок, находящихся по обеим сторонам. Скамьи *ee* разделяются сквозным каналом с возвышенными краями *gg*, которые должны устранять сток пролившегося стекла в канал. Этот последний находится в связи с трубою, общею многим печам и производящею то, что пламя идет из топки частью кругом горшков, частью, проходя по своду, опускается на сторону горшков, противоположную топке, и таким образом горшки должны нагреваться очень совершенно.

Плавление (варение) производится деревом или каменным углем и продолжается обыкновенно 20—24 часа. [Обслуживание] печи во время плавления, а также и само плавление, не отличаются от

[обслуживания] обыкновенной стеклянной печи. Но если употребляются особенные литейные горшки, то должно принимать во внимание, что при переливании стекло значительно охлаждается и в него входят пузырьки воздуха, и вследствие этого необходимо после переливания еще раз прибавить топлива и оставить стекло в печи до исчезновения пузырьков воздуха. Как только стекло сделается снова чистым, можно начинать *литье*, которое должно

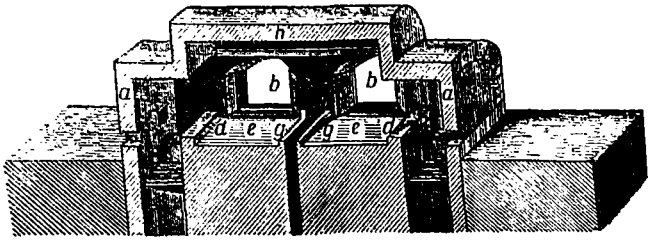


Фиг. 174. План зеркальной печи (см. фиг. 29 и проч.).

производиться с величайшею скоростью, и потому все приготовления должны быть произведены предварительно.

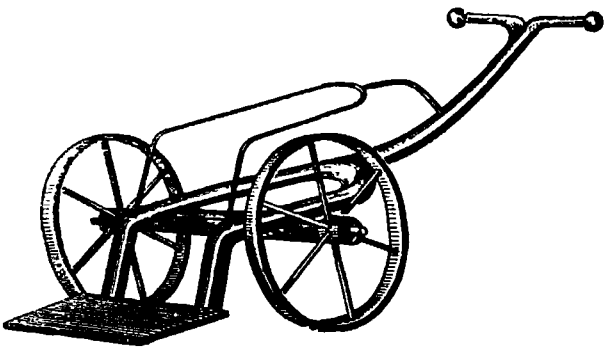
Сначала соскабливается железным крюком глина, которою примазаны плиты (кухи), вмазанные в стене печи перед литейными горшками, и сами плиты относятся на особых вилах. Потом большим *рушальным ломом* ванна или горшок отделяется от лавы (*выламывается*) и посредством железного крюка вытаскивается на тележку, подвезенную к печи. Устройство этой тележки без дальнейшего описания понятно из фиг. 176. На тележке ванна или горшок отвозится к литейному столу.

Литейный стол должен стоять совершенно горизонтально и иметь гладкую поверхность. Обыкновенно он [от]ливается из чугуна или бронзы в 12—20′ длины и в 6—8′ ширины, при толщине в 5—6″ (11.8—14.1 см).



Фиг. 175. Зеркальная печь Блинкорна.

Литейный стол (фиг. 177), вес которого, как было упомянуто выше, бывает очень значителен, должен лежать на подвижной подкладке, на которой он, прежде чем начнется выливание, подвозится к устью калильной печи. Эта подкладка есть *тележка w*, которая должна быть устроена так, чтобы литейный стол имел



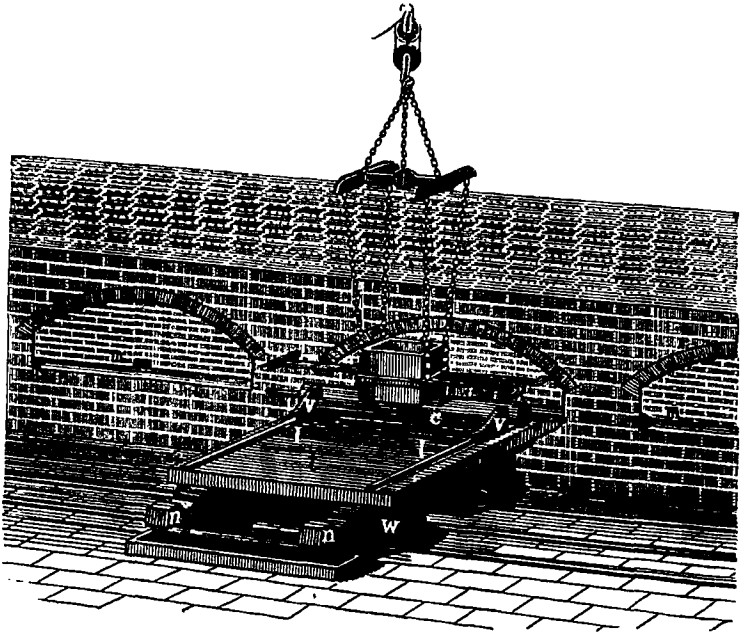
Фиг. 176. Тележка для перевоза ванн.

повсюду необходимую подпору, чтобы он не мог изогнуться. Сама тележка, по большей части, движется, для легчайшего перемещения, по рельсам, которые проложены по длине калильной печи так, что литейный стол при движении приходит в один уровень с устьем *m*, которое предварительно закладывается, кроме отверстия внизу.

Чтобы, с одной стороны, дать выливаемому зеркальному листу желаемую толщину, с другой, чтобы быть в состоянии выливать зеркальные листы различных величин, употребляют металлические,

в 1″ (2.3 см) шириною полосы — *бруски ll*, которые должны быть изготовлены в 4—8″ (7.2—14.4 мм) толщиною. Две такие полосы при литье накладываются на литейный стол параллельно продольным сторонам его. Расстояние между ними определяет ширину, их толщина — толщину стеклянного листа.

Так как выливаемое стекло скоро застывало бы на холодном литейном столе, то он перед литьем нагревается накладываемыми



Фиг. 177. Литейный стол.

на него горячими угольями и потом снова старательно очищается. Несмотря на это, стекло по его незначительной жидкости требует распределения по поверхности стола, иначе оно ляжет неровно; это и производится посредством пустого *металлического вала c*, который катают по стеклу. Такой вал длиною имеет ширину литейного стола, внешним диаметром 9—10″ (21.2—23.6 см) и толщиною стенок 1—2″ (2.3—4.7 см). В середину его неплотно входит ось, в оба конца которой воткнуты рукоятки.

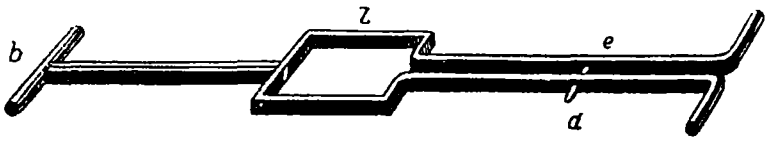
Вал перед и после употребления помещается на подпорки или в полукруглых вырезах *nn*, находящихся на конце тележки.

Если бы вал катать по жидкому стеклу, то часть последнего легко бы вытеснялась и переливалась через бруски. Это устраняют

тем, что с внешней стороны брусков прижимают к валу и вместе с ним подвигают особые треугольные накладки *v*.

Чтобы литье произошло чисто, необходимо держать поверхность литейного стола совершенно чистою. На этом основании нельзя производить выливание перед плавильною печью, что, очевидно, было бы самое удобнейшее. Даже кроме этого, необходимо непосредственно перед выливанием стекла еще раз очищать литейный стол. Для этого употребляют обернутую в тряпку доску, имеющую несколько футов длины, 3″ (7 см) ширины и $1^1/_2$″ (3.5 см) толщины, укрепленную на деревянном черенке в 12′ (3 м 40 см) длиною. Она проводится по поверхности литейного стола перед выливаемым стеклом.

Для безопаснейшего и удобнейшего управления ваннами при литье служат *тиски для литейных горшков* (*Z*, фиг. 178), ко-



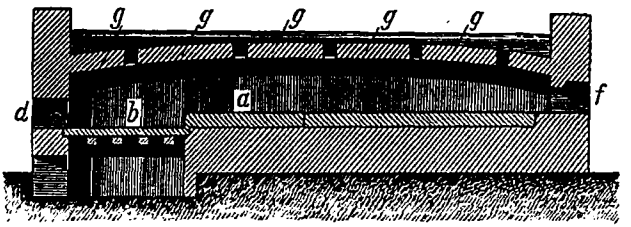
Фиг. 178. Тиски для ванн.

торые, разумеется, для круглых горшков бывают круглые, а для угловатых угловатые. Обе половины тисков состоят из квадратных железных полос и делаются неодинаковой длины. Длиннейшая на одном конце имеет рукоятку *b*, а противоположный конец выгнут прямоугольно наружу. При *e* припаян или приклепан штифт. Короткий бок подвижно прикреплен к длинному и так же, как он, со внешнего конца загнут, так что оба загиба вместе образуют другую рукоятку. При *d*, прямо против *e*, сторона его снабжена дырою, в которую протыкается штифт. Последний закрепляется затычкой, и таким образом тиски могут быть заперты.

Посредством *глаголя* (крана) и *цепей*, которые зацепляются за бока тисков, как видно из фиг. 177, литейный горшок поднимается с тележки, на которой он подвозится к литейному столу, очищается извне проволочной щеткой, и потом верхний слой стекла снимается посредством инструмента, имеющего вид сабли. Когда это будет сделано, литейный горшок поднимается воротом на 15—18″ (35.4—43.4 см) над столом и отодвигается в сторону так, чтобы он находился непосредственно над серединою стола подле калильной печи—там, где наложен вал. Боковые накладки прикладываются к валу, посредством рукояток ванна нагибается, и стекло начинает выливаться. Как только оно разойдется по ширине стола, на него надвигается вал, между тем как ванна подвигается вперед, и таким образом литье продолжается до другого конца стола.

Здесь излишек стекла стекает в подставленный ящик. Литейный горшок снова отводится в сторону, опускается на переносную полосу и отвозится назад к печи, где все оставшееся стекло старательно выскабливается из плавильных и литейных горшков, и снова начинают всыпание состава.

При выливании стекла на переднем крае стола стекло растягивается в длину и застывает, потому бывает в этом месте тоньше. Если бы мы захотели отломить эту часть на столе, то в мягком еще стекле могли бы легко произойти трещины. Чтобы избегнуть этого, оно быстро загибается снизу вверх и надавливается к стеклу листа, отчего происходит валик в 3—4″ (7—9.4 см) ширины, слу-



Фиг. 179. Зеркальная калильная печь.

жащий хорошо для захватывания при снимании листа. Когда надавливание стекла не выполнимо, то загнутый край можно оставить стоять прямо.

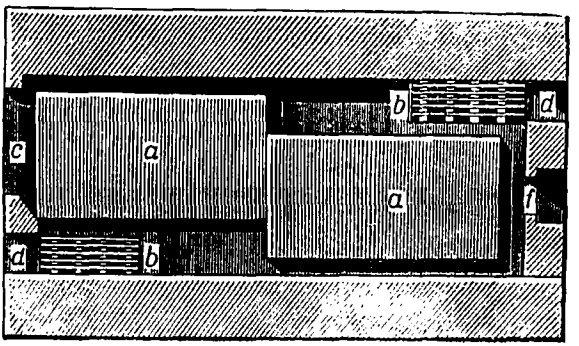
Потом приставляется железный лист, имеющий ширину такую же, как литейный стол, и изогнутый прямоугольно, так что горизонтальная часть его может быть подсунута под стеклянный лист, между тем как вертикальная часть накладывается на край стекла.

Таким образом стеклянный лист содвигается вперед в калильную печь, под которой предварительно посыпается песком, чтобы лист мог легче скользить по нем. Два работника, стоящие у устья печи, смотрят за тем, чтобы лист ни обо что не ударился.

Каждая *калильная печь* вмещает обыкновенно 1—2 зеркальных листа больших размеров и бывает продолговато четырехугольная, низкосводчатая пламенная печь (фиг. 179). Потому требуется, по крайней мере, столько калильных печей, сколько выливаний производится после каждой варки.[1] За 8—12 часов до начала

[1] Если полагают, что листы должно оставлять в калильной печи большее время, например до 8 дней, то требуется большее количество калильных печей. Нам, например, известен зеркально-стеклянный завод, на котором каждые 36—42 часа выливаются 6 листов и на котором имеется 24 калильные печи.

выливания калильные печи должны быть нагреты и, когда в них будут вложены вылитые листы, иметь почти температуру правильной печи, потому что зеркальные листы должны еще выравняться на поду их. Потому труднейшую часть при постройке такой калильной печи составляет устройство пода; потому что, если он не совершенно ровен, то зеркальный лист принимает вид и вообще все неровности его. Потому под должен не только первоначально быть, но и оставаться таковым при изменениях температуры, которым он подвергается. Эту трудную задачу еще *Аллют* (Allut) думал разрешить тем, что он сначала изготовлял обкладку вроде рамы или формы для собственного пода и на дне ее равномерно



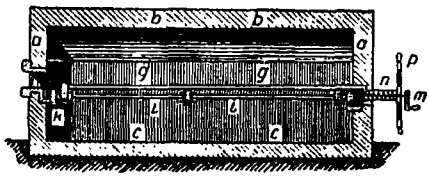
Фиг. 180. План печи фиг. 179.

насыпал слой легкого песку. Тогда на это песчаное ложе он клал кирпичи, плоскости и верхние края которых были плотно пришлифованы одни к другим, имеющиеся еще промежутки наполнял мелким песком и ровно сошлифовывал верхние поверхности кирпичей. Потом употребляли обожженные глиняные плиты (*aa*, фиг. 179 и 180), величиною соответствующие величине зеркальных листов; однако в новейшее время во многих местах опять возвратились к методе Аллюта. Между тем, если возможно, по показаниям Липперта, изготовить неизменяемую лаву для правления листового стекла, то такая масса должна быть годна также и для калильной печи.

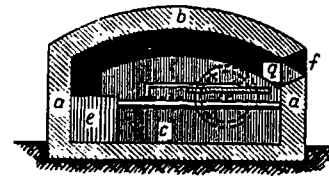
Устье калильной печи *c* (фиг. 180) должно, разумеется, иметь ширину самого большого зеркального листа. Подле устья находится топка *d*, решетка которой *b* лежит несколько ниже пода печи. Свод при *gg* (фиг. 179) пробит для того, чтобы допустить выход пламени. Когда печь делается так велика, чтобы могла вмещать два листа, то ее снабжают двумя топками, как

показывает фиг. 180; при *f* тогда делается рабочее отверстие, чрез которое задний лист приводится в правильное положение.

Так как всовывание листа на под калильной печи затруднительно, а также, как выше было упомянуто, может произойти вред, если мягкий лист будет лежать не на совершенно ровном поду, то *Блинкорн* устроил калильную печь особого рода (фиг. 181, 182 и 183), в которой листы в то время, когда бывают подвержены



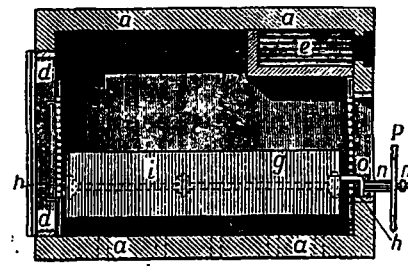
Фиг. 181.



Фиг. 182.

Разрезы калильной печи Блинкорна.

сильнейшему жару, лежат на железной плите *gg*, которая посредством механизма, легко понятного из рисунков, может быть двигаема из жарчайшей части печи в более холодную. Вместе с тем, в ней имеется снаряд, посредством которого возможно дать железной плите произвольное наклонение. Именно на оси *ii* надета трубка *n*, на одном конце которой находится круг *p*, снабженный рукоятками. Изогнутый брусок *o* одною стороною прикреплен к окружности этой трубки, другой к плите. Если эту трубку обращать рукояткою *p*, то плита должна следовать этому вращению. Цель этого снаряда состоит в том, чтобы иметь возможность медленно спустить зеркальный лист в нижнюю холоднейшую часть печи *cc*.



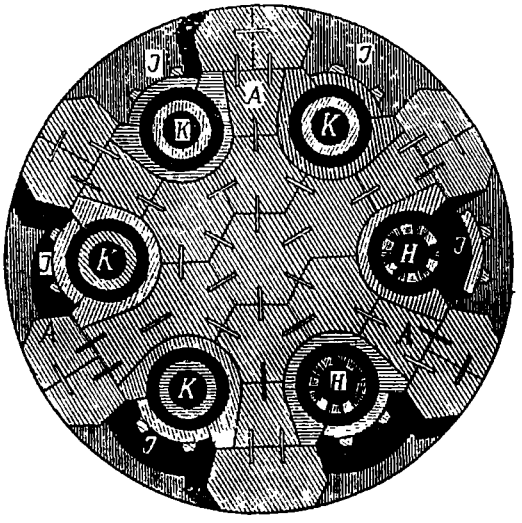
Фиг. 183. Печь Блинкорна.

Будучи введен в печь, лист оставляется несколько минут лежать спокойно, чтобы он мог принять температуру ее, и тогда помещается совершенно правильно посредством особого инструмента, называемого «ипсилон» (Ypsilon). Наконец, когда стекло несколько размякнет, оно еще выглаживается разводным железком, и потом устье, а также рабочие отверстия калильной печи замазываются затем, чтобы лист охлаждался вместе с самою печью.

Вынимание листа из калильной печи следует по окончании охлаждения, причем сначала каждый лист захватывается крюком

за валик, который притягивается к устью печи, где тотчас отрезывается алмазом. Если это не будет произведено и лист вынется из печи целым, то он может легко расколоться, потому что валик толще и потому охлаждение в этом месте неравномерно.

После того как валик будет отделен, лист вынимается из печи руками, причем с каждой стороны устья стоят столько работников, сколько требуется для безопасного управления вынимание листа. Между тем на пол гуты кладутся два деревянных бруска в опре-



Фиг. 184. План печи Бессемера.

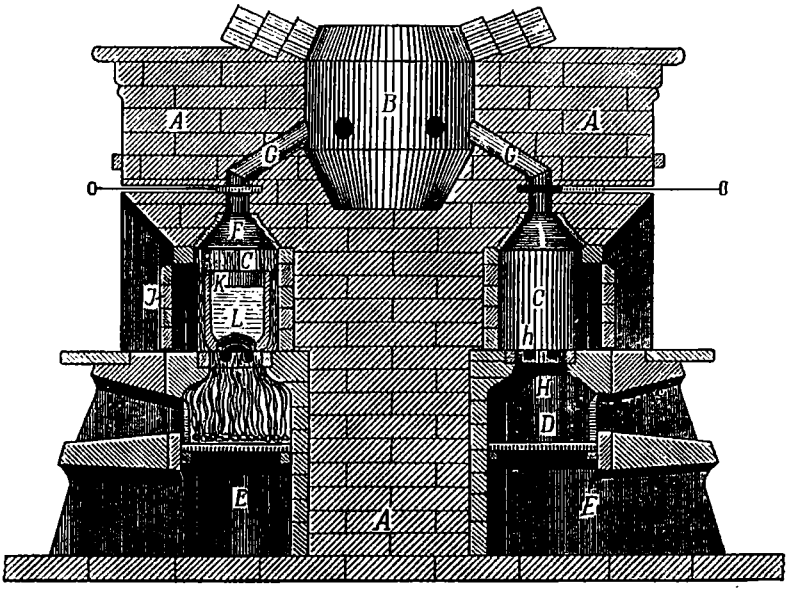
деленном расстоянии, и на них ставится прямо лист одною из продольных сторон. Теперь под край листа просовывается столько носилок, сколько необходимо, чтобы его можно было удобно переносить. Носилки с обеих сторон берутся рабочими, и лист переносится в резальную комнату.

Здесь он кладется на резальный стол, и головка его, т. е. край, с которого начал действовать вал, бывающий всегда с более закругленными краями, обрезывается прямоугольно. Так же обрезываются всегда более тонкие края продольных сторон, так что лист получает совершенно четырехугольный вид.

Теперь его внимательно осматривают, не имеет ли он пороков, именно: пузырьков, шлира и т. п. Найденные места отмечают мелом и потом замечают, находятся ли они глубоко в стекле или можно ждать, что они исчезнут при дальнейшем шлифовании. Если последнего ждать нельзя, то более ничего не остается, как

разрезать его на маленькие листы. Впрочем, многие пороки делаются видимы только после шлифования [или полирования].

Мы уже прежде заметили, что литье стекла должно быть производимо с возможнейшею скоростью; действительно, на литье каждого зеркального листа кладется только 5 минут. Не обращая совсем внимания на экономические рассуждения, требующие этого, это особенно необходимо потому, что при вынимании горшков печь



Фиг. 185. Разрез печи Бессемера.

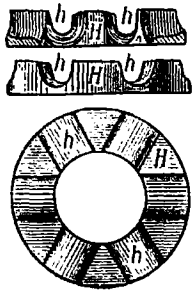
столь значительно охлаждается, что стекло в последнем горшке легко теряет необходимую степень жидкости. Потому мы не хотим проминовать, не обратив здесь внимания на устройство печи *Бессемера*, которое, кажется, говорит в свою пользу, хотя не по особенностям, но по принципу.

Именно, печь Бессемера устроена, как показывает разрез ее (фиг. 184), так, что каждый горшок *K* стоит отдельно от прочих и имеет свою особенную топку *D* (фиг. 185); следовательно, во время литья не может происходить остывания находящихся еще в печи горшков.

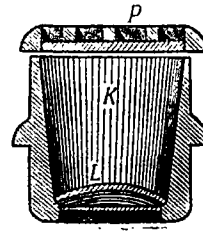
AA есть обкладка печи, *D* — топка, *E* — зольник, *C* — нагревающееся пространство, покрытое коническою крышкою *F*, посредством которой устраняется капание стекла в горшки. Посредством каналов *G* отдельные нагревающиеся пространства

находятся в связи с общим дымовым каналом *B*. Горшки *K* стоят на подставках *H* (фиг. 186), устроенных так, что пламя может проходить под дно горшка. Дно должно быть из платины, что должно найти мало ходу у гг. стеклянных заводчиков. *P* (фиг. 188) есть решетчатое кольцо, которое должно быть накладываемо на край горшка, как на фиг. 187, чтобы посредством всовывания металлического листа на край горшка могло быть произведено снятие пены, не вводя в стеклянную массу воздух.

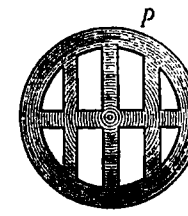
Плата рабочим на зеркальной фабрике. При литье зеркал, как легко понятно, плата поштучно если не прямо невозможна, то затруднительна. То же самое относится и к выдуванию, потому



Фиг. 186.



Фиг. 187.



Фиг. 188.

Горшок и подставки из печи Бессемера.

что при этом дело, главным образом, касается того, чтобы работник доставлял непорочный товар, но при плате поштучно он скорее станет смотреть, как на главную вещь, на скорость работы. В Австрии выдувальщик получает в месяц за большие зеркала от 50 до 65 руб., за маленькие только почти половину. Впрочем, чтобы получить за дневную плату хорошую работу и чтобы доставлялось количество, соответствующее времени, можно ввести вычет из платы за порочную, а также в малом числе штук доставленную работу.

Что касается до работы шлифования и полирования, то она, напротив, особенно пригодна для платы поштучно, и потому повсюду оплачивается таким образом.

Род продажи. Продажа зеркальных стекол основана на других началах, чем продажа обыкновенного листового стекла, и определяется следующими условиями:

1. Гораздо легче изготовить без пороков маленький зеркальный лист, чем большой, и трудность возрастает гораздо скорее, чем сама величина листа.

2. С величиною стекол возвышается также и рабочая плата всех категорий.

3. Продажная цена маленьких листов так мала, что не оставляет почти никаких выгод, средних — такова, что выгоды незначительны, а большие листы только редко покупаются, а потому цена за них назначается несоразмерно большая.

Из всего этого следует, что цена больших листов должна возрастать не с величиною их, но в гораздо большей пропорции. Потому квадратный дюйм большого зеркала стоит в Англии средним числом $14^1/_2$ коп., во Франции $14^1/_4$ коп.; между тем как квадратный дюйм маленьких зеркал стоит только почти 1 коп.

Но в какой пропорции происходит возрастание цены, на это до сих пор нет определенного, на всех фабриках принятого основания. Для примера мы приведем, что *в Англии* квадратный фут ординарного *неотработанного зеркального стекла* в $^1/_8''$ толщины продается за 15 до 40 коп. Напротив, неамальгамированное зеркало в $27'' : 26''$ стоит 12 руб. 80 коп., между тем как зеркало в $84'' : 140''$ стоит 934 руб. Потому квадратный фут первого стоит 3 руб., последнего 11 руб. 20 коп. *Французское* зеркало в $11'' : 9''$ (27 : 21 см) продается за 62 коп., зеркало же в $32'' : 62''$ (81 : 156 см) за 46 руб. 25 коп. Высчитывая на квадратный фут, квадратный фут первого будет стоить почти 1 руб. 10 коп., последнего 2 руб. 60 коп. В Австрии квадратный фут маленьких зеркал, называемых [...] нюрнбергскими, поверхность которых составляет до 80 кв. дюймов, стоит средним числом $18^1/_8$ коп., напротив, больших — до 6 руб. 20 коп.

Некоторые подробности о производстве зеркал мы извлекаем из статьи Пелиго «Douze leçons sur la verrerie».

Дутые зеркала. Употребление стекол, амальгамированных оловом или подложенных серебром, как зеркал, не было известно древним. Они знали только металлические зеркала, делавшиеся из сплава меди и олова и получавшие посредством обработки красивую полировку.

Первые стеклянные зеркала были сделаны в Венеции. Производство это началось в очень отдаленную эпоху. Эти зеркала были выдуваемы в холявы, как оконное стекло, расправляемы, шлифуемы, полируемы и амальгамируемы. Таким образом венецианцы производили шлифованные зеркала довольно больших размеров, замечательные по белизне и чистоте стекла. Эти зеркала ценятся и поныне, правда, скорее за их древность и изящность их оправы, чем за достоинство стекла.

Венеция долгое время сохраняла монополию в этом производстве, которая окончилась во Франции только в царствование Людовика XIV. Действительно, во время министерства Кольбера при

его поощрениях была основана во Франции первая зеркальная фабрика. Этот министр с большими издержками выписал французских рабочих, работавших на стеклянной мануфактуре в Мурано, близ Венеции. В 1665 г. он дал исключительную привилегию на 20 лет на шлифование и полирование листов белого стекла первому заведению для делания дутых зеркал, устроенному в Тур-ла-вилле (Tour la ville) близ Шербурга, под управлением г-на Покелена (Poquelin), парижского купца.

В 1683 г. эта привилегия была продолжена на 30 лет под фирмою Петра Баньё (Bagneux); но в 1684 г. она была отменена патентами в пользу многих стеклянных фабрикантов. [...].

Произведения Тур-ла-вилля сначала были приняты с благосклонностью; но этот успех не должен был продолжаться долго. Открытие способа выливать зеркала, сделавшее эпоху в истории стеклянной промышленности, было сделано и приведено в действие с 1688 г. Этот способ должен был мало-помалу искоренить во Франции производство дутых зеркал.

Тем не менее эта промышленность, перенесенная из Венеции в Богемию и там получившая много улучшений, держится еще до сих пор в Германии. Богемцы таким образом делают зеркала довольно большого размера. На венской выставке в 1849 г. я видел дутое зеркало в сажень (2.16 м) вышины и $1^1/_2$ арш. (1.10 м) ширины. Чтобы сделать довольно толстое зеркало такого размера, должно было взять и выдувать массу стекла, весящую около 244 фунт. (100 кг).

Такая работа, кроме того, требует особенных вспомогательных средств и работников, имеющих необычайные искусство и силы. Я не буду описывать его, потому что способ этот дает продукты невысокого качества. Будучи употребляем на нескольких немецких фабриках, он удовлетворяет только совершенно местному употреблению, и ему предназначено исчезнуть при развитии торговли и от соперничества литых зеркал.

В Баварии, Фурте, Нюрнберге и проч. существует несколько фабрик дутых зеркал. Эти зеркала суть листы оконного стекла, достаточно толстые для того, чтобы быть подвергнутыми механическим шлифовке и полировке. Эти зеркала, называемые нюрнбергскими, бывают вообще из стекла хорошо очищенного, но довольно зеленого цветом; они продаются очень дешево; несмотря на это, понижение цены литых зеркал делает их производство более и более ограниченным.

Chance в Бирмингаме стали изготовлять толстые оконные стекла из холяв, потом шлифовали и полировали их посредством экономических способов, ими изобретенных. Эти стекла соперничествуют с литыми зеркалами в употреблении для предметов роскоши, для

вставления в рамы, зеркала и проч. В Англии их обозначают именем patent plates.

У нас нет этого стекла; оно имело бы большой сбыт между фотографами за его тонкость и плоскость.

Производство литых зеркал. Искусство делания литых зеркал имеет французское происхождение, ему считают около 175 лет; оно дало начало с.-гобенской стеклянной фабрике, одной из самых лучших и самых важных в свете.

Вообще полагают, что литье зеркал было изобретено Абрамом Тевартом. Изыскания, произведенные в архивах с.-гобенской компании, согласные с преданиями некоторых старых работников этого завода, утверждают, что изобретатель этого способа есть Лука де-Негу (Lucas de Nehou), владетель стеклянного завода в Тур-ла-вилле и один из первых директоров в С.-Гобене. Абрам Теварт дал только свое наименование обществу капиталистов, получивших в 1688 г. 30-летнюю привилегию на приведение этого способа в исполнение.

Компания для делания дутых зеркал в Тур-ла-вилле с завистью смотрела на привилегию, данную новому обществу. Вскоре возникли споры, особенно по причине промежутка между величиною 45 вершков, пределом дутых зеркал, и величиною 60 вершков на 40, с которой начиналась привилегия на делание литых зеркал; кроме того, последние, разбиваясь, давали кусочки, из которых владельцы хотели получить пользу. Эти затруднения были окончены только соединением обоих враждебных заведений, происшедшем в 1695 г.

С 1691 г. литейные мастерские, устроенные в Париже в улице де-Рейли (de Reuilly), были перенесены в С.-Гобен, в департаменте Энь (d'Aisne); одна только механическая обработка сырых зеркал, т. е. шлифование и полирование, была оставлена в Париже. Там же этой обработке подвергались и турлавильские выдутые зеркала.

Эти распоряжения не произвели ожидаемых действий, и в 1701 г. дела обеих соединенных компаний пришли в такой упадок, что работники разошлись и вынесли бы искусство литья стекла в другие страны. Однако их постарались снова возвратить, основывая новое общество с исключительною привилегию, дарованною патентами в 1702 г. Антонию Дагенкуру (Antoine Dagincourt). С этой-то эпохи и начинается непрерывное благоденствие с.-гобенской мануфактуры.

Тем не менее в продолжение 50 лет от произведений этого завода оставалось желать еще многого, как говорят Дроленво (Drolenvaux), владелец стеклянного завода в Леттенбахе, близ С.-Квирина, и Бо-д'Антик (Bosc d'Antic), которому обязаны

занимательными описаниями искусства стеклоделия и который почти сто лет тому назад основал зеркальную мануфактуру в Руэлле, в Бургундии.

В 1756 г. Петр Деланд (Pierre Deslandes), с.-гобенский директор, ввел в производство значительные улучшения; он-то и заменил сырую аликантскую соду содовою солью, которую он извлекал из первой, и прибавил к составу известь, чтобы заместить землистые вещества, которые извлекает из него выщелачивание. Позже ученые Клемент Дезорм и Гэ-Люссак попеременно давали этому заводу советы относительно химической части производства, ныне искусно управляемого гг. Пелузом, Лакруа и Бивертом.

Производство дутых зеркал было окончательно оставлено в начале этого столетия.

С.-гобенское общество сумело долгое время сохранить себе монополию зеркального производства во Франции, — монополию, которая на самом деле окончилась назад тому только несколько лет. Однако цветущее состояние его в различные эпохи возбуждало важные соперничества, особенно соперничество стеклянных заводов Комментри и Премонтре, не существующих уже с давних пор. В начале этого столетия стеклянный завод в С.-Квирине, начав делать во Франции первые оконные стекла из холяв и присоединив к этому производству производство дутых зеркал, чрезвычайно сходное с первым, предпринял с полным успехом литье зеркал. Задолго до истечения срока договора, по которому он имел на арендном содержании с 1740 по 1840 гг. владения с.-квиринских монахов, он перенес в Цирей самую важную часть своего производства. В продолжение почти 25 лет зеркала С.-Гобена и Цирея соперничали между собою, но в 1830 г. обе компании приняли для продажи их продуктов один и тот же тариф и один и тот же склад. Ныне они соединены; кроме того, они основали стеклянный завод в Мангейме, который позволяет продавать их произведения в части Германии, в Таможенном союзе. Наконец, они наняли стеклянный завод, основанный несколько лет тому назад в Ахене.

Ныне во Франции существуют еще три других зеркальных мануфактуры: стеклянный завод в Монтлюсоне (Алье), основанный назад тому 20 лет, заводы в Рекиньи и Жемоне (Норд), тому назад 2 года основанные бельгийскими обществами С.-Мари д'Уаньи и Floreffe.

Другой стеклянный завод основан в Аниме (Норд) г-ном Пату (Patoux); его произведения еще не поступали в продажу.

Производство литых зеркал сильно развилось в Англии и Бельгии. Как и во Франции, там оно сосредоточено в малом числе заводов. Иначе не могло и быть, потому что устройство подобных

фабрик требует значительных капиталов и потому что правильная и безостановочная работа может доставлять огромное количество продуктов.

Англия есть страна, изготовляющая и потребляющая наибольшее количество зеркального стекла не в виде зеркал, потому что они редки даже в пышных жилищах, но в виде зеркальных оконных стекол. Кроме того, вывоз английских зеркальных стекол соперничает со стеклами французскими. За одних говорит качество, за других — дешевизна.

В Англии насчитывают 6 зеркально-стеклянных фабрик, древнейшая была основана в 1773 г. в Равенхеде, близ С.-Глены в Ланкашейре, по образцу с.-гобенской. Кроме того, способам этого последнего заведения следовали, насколько возможно, во всех стеклянных заводах как французских, так и иностранных.

Этот равенхедский завод представляет ту особенность, что когда он начал работать, зеркальные стекла, производившиеся в то время только в С.-Гобене, шлифовались и полировались от руки. В 1788 г. английская компания заказала Вультону и Чатту, в Бирмингаме, паровую машину, которая, кажется, была второю машиною, сделанною этими знаменитыми строителями; на следующий год механическая работа заменила в Равенхеде ручную.

В Бельгии существуют две стеклянно-зеркальных мануфактуры: С.-Мари д'Уаньи (St. Marie d'Oignies), основанная в 1840 г., и Флореф (Floreffe), устройство которой произошло в 1853 г. К каждому из этих заводов присоединено по значительной фабрике химических продуктов.

Наконец, чтобы не пропустить ни одной существующей фабрики, я должен упомянуть о зеркально-стеклянной мануфактуре, устроенной близ С.-Петербурга и принадлежащей русскому императору. Впрочем, я не имею никаких известий о важности этого заведения.

По данным, доставленным в верховный торговый совет при исследовании относительно исполнения торгового трактата с Англией, производство зеркальных стекол в 1860 г. приблизительно выражается следующими количествами:

		Тысяч квадратных метров
Франция — 5 фабрик:	С.-Гобен и Цирей	200
	Монтлюсон	50
	Жемон и Рекинь	55
Англия — 6 »		350
Бельгия — 2 фабрики		110
Таможенный союз — Мангейм		70
		835

Квадратный метр = $10^3/_4$ кв. фута, а потому общая производительность вышеназванных заводов равна 8976 тыс. кв. футов, или около 183 тыс. кв. саж.

Во Франции производство зеркального стекла занимает капитал в 50—60 млн; цена продуктов, доставляемых им на потребление внутреннее и внешнее, равна 10—12 млн.

По замечанию Шевандье де Вальдром (Chevandier de Valdrôme), одного из управляющих С.-Гобена и Цирея, цена зеркальных стекол ныне на 60% ниже бывшей 20 лет тому назад; в 10 последних лет она уменьшилась на 40%. В 5 последних лет уменьшение ее равняется 32%. Главною причиною быстрого падения цены должен быть избыток производства. Ныне во Франции делают 300 тыс. кв. м зеркального стекла. Из них 200 тыс. кв. м идет на внутреннее потребление; вывоз равен 45 тыс. кв. м. Остается 55 тыс. кв. м, составляющих избыток этого производства.

С другой стороны, должно сознаться, что при менее возвышенном тарифе потребление много увеличилось. По документам, доставленным мне по случаю лондонской всемирной выставки, в Англии в 1851 г. сделано было 200 тыс. кв. м зеркального стекла, во Франции 90 тыс. кв. м, в Бельгии производство это не достигало 60 тыс. кв. м. Таким образом, в 10 лет производство увеличилось в отношении 100 : 244.

Нет сомнения, что при новом направлении французской промышленности, возбужденном посредством торговых трактатов с Англиею и Бельгиею, и при влиянии привычек к чистоте и роскоши, все более и более распространяющимся, потребление зеркальных стекол, особенно для окон, будет продолжать следовать прогрессивному шествию.

Производство зеркального стекла. Завод, или гута, главное расположение которой показывает фиг. 189, есть очень обширное строение, вмещающее плавильные печи, орудия для литья и каленицы или печи для закаливания зеркального стекла.

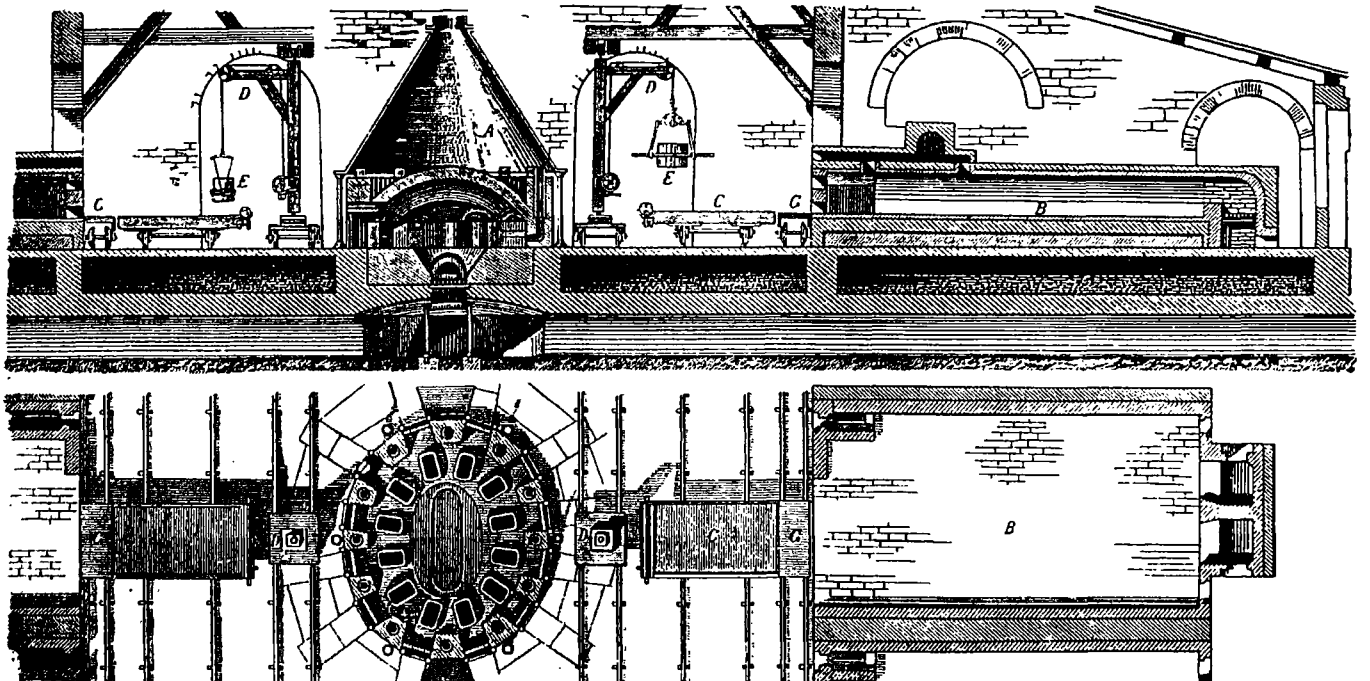
Форма плавильных печей на разных заводах бывает различна. Во Франции они часто бывают прямоугольные, в Бельгии — круглые или, скорее, эллиптические.

Приложенный здесь рисунок и подробности, в которые я вхожу, заимствованы частью из интересной статьи г-на Валерио, инженера, бывшего директора ахенского стеклянного завода. [1]

За исключением С.-Гобена и Цирея, обязанных своим началом обширным лесам, их окружающим, и употребляющих совокупно

---

[1] Industrie des glaces par *M. Valerio.* Extrait de la *Revue universelle des mines de la métallurgie* etc., dirigée par M. de Cuyper, professeur à l'université de Liège. Livraisons de Juillet, 1857 et de Janvier, 1859.



Фиг. 189. План и разрез завода для отливки зеркал.

дрова и каменный уголь, все другие заводы внутри Франции и вне ее употребляют горючим материалом каменный уголь.

Плавильная печь с 12 горшками, представленная на рисунке, есть эллиптическая бельгийской системы.

Решетка, ширина которой равна 13.20 вершка (0.60 м), занимает всю длину печи, которая будет около 116.60 вершка (5.30 м). Кругом решетки симметрически возвышается лавка, или скамья, на которой помещаются горшки или ванны, заключающие сплавляемые материалы.

Двенадцать рабочих отверстий, нижняя часть которых находится на одном уровне со скамьей, служат для всаживания и вынимания горшков. Они закрываются большим кирпичом, называемым *кухою*. Над этими отверстиями находятся меньшие отверстия, закрываемые плитами из огнепостоянной глины, в которых пробито много дыр, называемыми pigeonnier. Отнимая эти плиты, работники чрез эти отверстия всыпают в горшки состав посредством лопат, имеющих вид четырехугольных ящиков, прикрепленных оконечностью к длинной рукоятке. Вышеназванные отверстия позволяют судить о температуре; они затыкаются глиною в продолжение времени, необходимого для плавления.

Р шетка открыта почти на две трети ее длины. Оконечности ее проходят в тоннель или свод, сделанный в массе скамьи. Под нею находится круглый свод, в который входят четыре галлереи, пересекающиеся под прямым углом и назначенные для приведения воздуха, необходимого для горения.

Из гуты лестницы ведут в нижние галлереи, куда работник-шураль должен часто сходить для того, чтобы помешать огонь снизу.

Пол вокруг печи сделан из литых чугунных плит, чтобы иметь пол гладкий и удобный для всех перемещений горшков.

Все кирпичи или части внутренности печи делаются из материалов, возможно более огнепостоянных. Ее делают обыкновенно из сырых кирпичей, т. е. таких, которые получают обжигание только при разведении в печи огня.

Лавки делаются из одного куска. Они делаются из смеси подходящих пропорций сырой глины в порошке и обожженной глины в крупных зернах. Эта смесь слегка смачивается водою и сильно уколачивается деревянными колотушками. Только уколачивание может связать части массы, накладываемые друг на друга, и дать им однородность. Когда печь будет окончена, в ней разводят в первые дни очень слабый огонь, без чего скамья, хотя и будет сделана из хороших материалов, немедленно разрушится.

Когда печь находится в деле, пламя поднимается к своду печи, обращается кругом горшков и уходит в маленькие трубы, прове-

денные внутри косяков печи и выходящие в одну общую трубу из листового железа, оканчивающуюся над колпаком, покрывающим всю печь и выводящим наружу продукты горения.

Наконец, в некоторых печах пространство между низом колпака и верхнею частью рабочих отверстий закрывается родом рубашки, состоящей из 12 железных листов, обращающихся на шарнерах. Они приделаны так, что отверстия закрыты ими, и так, что холодный воздух не имеет влияния на колпак. В Флорефе эти листы доходят до пола гуты. Тяга бывает так велика, что можно сесть под эту рубашку, не чувствуя слишком сильного жара.

С каждой стороны печей и параллельно большой оси гуты помещены симметрически печи для закаливания зеркального стекла, или *калильные печи B*.

В других частях здания, окружающих плавильную печь, вместо калильных печей находятся печи для закаливания горшков и кирпичей.

Литейный стол *C* движется на катках и железных рельсах; на одном конце его находится подвижной глаголь *D*, назначенный для поднятия и передвижения горшков.

Каждая калильная печь имеет три входа: широкое отверстие спереди для всаживания и вынимания зеркального стекла, отверстие для доступа холодного воздуха, когда хотят охладить печь, пролет для отведения дыма в трубу, общую многим калильным печам.

Устройство пода этой печи требует особенного внимания: кирпичи, хорошо выглаженные со всех сторон, кладутся вгладь на слой просеянного песку, однообразно зернистого и хорошо высушенного. Они складываются один к другому без цемента, потому что все части пода должны расширяться свободно. Смотритель калильных печей часто поверяет, посредством длинной линейки и уровня, под этих печей, долженствующий быть совершенно ровным.

Горшки, смотря по заводу, бывают то прямоугольные с закругленными краями, то круглые или овальные. Последние, кажется, должны быть предпочитаемы, потому что они занимают мало места в печи. Они бывают от 16.5 до 22.5 вершка (75 см — 1 м) высоты, толщина их стенок бывает от 1.3—1.5 вершка (6—7 см) до 2 вершков (10 см). Они вмещают от 732 до 1220 фунт. расплавленного стекла.

На внешней их окружности, около средины высоты, на них делается вогнутое углубление, позволяющее крепко захватывать их клещами. Они изготовляются так же, как и обыкновенные горшки, употребляемые в стеклянном производстве; обделка их должна быть возможно старательною, потому что они подвержены большим передвижениям и переменам температур. Когда делание их окончилось, их сушат в сушильне в продолжение 4—6 месяцев; обжигают

в особенной печи и, когда они накалятся докрасна, вносят в плавильную печь.

Горшок хорошего качества выдерживает средним числом 30 употреблений.

Предположим, что следует произвести литье. Плавильная печь заключает 12 пустых горшков, только что составленных на скамью. Шураль разогревает печь. Спустя несколько часов всыпают часть состава, так что им горшки наполняются. Вещество, плавясь, значительно убывает, и вскоре оно будет занимать только третью или четвертую часть всего первоначального объема. Спустя 3 часа производят второе всыпание, потом — после такого же промежутка времени — третье. Если плавление происходит не одинаково во всех горшках, то мастер замечает это, и в горшок, который отстает, кладет несколько совков плавня, т. е. щелочного вещества. *

Спустя 7 часов стекло будет сплавлено; но оно наполнено пузырьками, которые должны исчезнуть от сильного поддерживаемого огня. Это называется «проплавкой», или *очищением*, ** и оно продолжается 5—6 часов.

В конце этого времени стекло принимает совершенную прозрачность; только оно бывает очень горячо, очень жидко, чтобы быть выливаемым. Надобно оставить [его охлаждаться] на несколько часов в горшках, умеряя при этом температуру, с целью дать ему пригодно тестообразный вид; эта часть плавления называется студкою.

В совокупности *плавление веществ, очищение и студка* продолжаются около 24 часов. Например, льют каждое утро от 6 до 7 часов. В некоторых заведениях литье производится по прошествии от 18 до 20 часов.

Потребление печи в одно литье составляет от 12 200 до 17 080 фунт. (5—7 тыс. кг) каменного угля. Печь в 12 горшков может дать от 80 до 100 кв. м (около 1000—1200 кв. футов) поверхности зеркального стекла в $^1/_4$ вершка (10 мм) толщиною.

Следующие результаты, сообщенные г-ном Генро (Henroz), опытным директором стеклянного завода в Флорефе, дают точное понятие об этой части производства.

Печь в 12 горшков потребляет в 24 часа 15 962—16 391 фунт. (6550—6700 кг) полужирного угля из Шарлеруа.

---

* В настоящее время такой способ ускорения провара шихты не допускается, так как при добавке флюса будет изменяться состав стекла. [*Прим. ред.*].

** В настоящее время этот процесс называют осветлением стекломассы. [*Прим. ред.*]

В 12 горшков было всыпано 10645.7 фунт. (4363 кг) состава, из которых получилось:

Обрезанных зеркальных листов, или вырезков . .	5227 фунт.	(2142 кг)
Потери при плавке и в головках зеркальных листов	1081 »	(443 »)
Чищение горшков при литье	1220 »	(500 »)
Снятие стекла, хальмование и грязь	1554 »	(637 »)
	9082 фунт.	(3722 кг)

Следовательно, около 1563 фунт. (651 кг), или 15.2 на 100, потреблено на улетучение и трату стекла.

5227 фунт. (2142 кг) обрезанного или представленного стекла равняются 49 сотым состава, всыпанного в горшки.

Для зеркальных стекол низшего качества, которые в сыром виде употребляют для покрышек, перегородок и прочих стекол, потребление которых в Англии значительно, у нас же едва известно, плавление может быть гораздо быстрее, и литье [может] производиться каждые 14 часов. Таким образом получают с тою же самою тратою гораздо большее количество продуктов. Ныне важнейшую трудность, которую должно превозмочь зеркальным фабрикантам, составляет необходимость найти для их продуктов новых потребителей. Часто они бывают принуждены в продолжение части года к бедственному бездействию, которое происходит от скорости их работы и от загроможденности их магазинов.

Литье зеркальных стекол есть одна из самых смелых промышленных операций и вместе с тем одна из самых любопытных, какие можно видеть. Она требует большого согласия и быстроты. Менее нежели в час должно вылить 12 зеркал, имеющих каждое, самое меньшее, около 70 кв. футов (6.5 кв. м) поверхности, всадить их в калильные печи и снова составить горшки в печь. Г-н Валерио сравнивает эту операцию с маневрами артиллерийского орудия, около которого каждый человек на своем посту внимателен к команде начальника.

Работники живо отнимают, посредством длинных вил, поставленных на колеса, заслонку рабочего отверстия, закрывающего горшок, вводя оконечности вил в две дыры, сделанные в этой заслонке, которую они приставляют к внешней стене печи. Тогда горшок берется за наличник большими тисками, поставленными на колеса, подвешивается на них и вынимается, чтобы быть поставленным на маленькую железную тележку, которую бегом отвозят к крану, или глаголю. Стекло *снимают* [хальмуют]. Эта операция состоит в снятии, посредством плоских или изогнутых инструментов, которые называют саблями, крючьями и проч., нечистот, находящихся на поверхности стекла.

Клещи, оканчивающиеся двумя длинными ветвями, захватывают горшок за наличник; эти клещи подвешены на железных цепях, проходящих чрез блок, укрепленный на верху глаголя, и навертывающихся на барабан, находящийся в нижней его части.

Тогда горшок очищают снаружи за тем, чтобы никакая нечистота не могла упасть на стол.

Под горшком, таким образом подвешенным (фиг. 189, *E*), находится литейный стол, на котором должно быть разлито стекло. Он бывает нагрет и только что очищен; он снабжен подвижными рейками, которые должны дать зеркалу его толщину и длину; на этих рейках лежит литой каток, служащий для плющения стекла.

Тогда же приготовляется калильная печь, находящаяся у одного из концов стола на одном с ним уровне; она имеет температуру, пригодную, чтобы поместить в нее зеркальные стекла, которые хотят выливать; по поду ее проводят деревянный гребок, чтобы очистить его и разравнять немного песку, насыпанного на него для того, чтобы зеркальный лист лучше скользил по нем.

Когда все эти приготовления будут сделаны, горшок, подвешенный над столом, получает движение рычагом, которое заставляет стекло выливаться вдоль катка. Стеклянная масса выливается, как волна раскаленной лавы. Тогда горшок снова поднимают и удаляют, оставив в нем некоторое количество стекла, которое обыкновенно бывает нечисто. Каток непосредственно пускается в дело, — направляемый по рейкам, он проходит стол от одной оконечности к другой, распространяя однообразно стекло. Он падает под конец на тележку, устроенную для принятия его при конце его пути.

Две медные рукоятки, помещенные на рейках и следующие движению катка, удерживают стекло и препятствуют ему разливаться. Стекло, представляющее глубокие неровности, есть стекло потерянное, которое неизбежно ломается во время закаливания в калильной печи.

Зеркальное стекло, будучи вылито, еще красным и едва отвердевшее вталкивается в калильную печь посредством широкой лопатки, загнутой углом.

Между тем как производится эта операция, работники уже увезли в печь опорожненный горшок. На место, которое он занимает в ней, насыпают мелкого угля, чтобы воспрепятствовать во время следующих плавок приставанию горшка к скамье, вследствие разлитого стекла, находившегося на ней.

Все стекло, полученное от снимания со дна горшков и проч., кидается в кадки, наполненные холодною водою. Стекло это вымывают и выбирают для употребления его, как боя, в следующих операциях.

Из операции литья, которую мы только что описали, видно, что стекло выливают на конец стола, наиболее удаленный от калильной печи.

Этот род выливания, употребляемый на большем числе французских заводов, более рационален, чем выливание с противоположной стороны (от калильной печи, с головы), которое употребляют на других стеклянных заводах, в которых горшок подвешивается над краем стола, наиболее приближенным к калильной печи, и каток катится по направлению к печи. По этому способу часть стекла, которою всовывают его в печь, будучи разровнена последнею, не будет достаточно крепка, чтобы не быть принужденным сделать в этом месте толстую подушечку, *головку*, в которую упираются при всаживании зеркального листа в калильную печь. Эта подушечка влечет значительную потерю времени и материала и производит часто излом стекла по причине трудности хорошо закалить стекло толстое. Кроме того, при литье со стороны, противоположной калильной печи, менее рискуют обезобразить стекло и сплющить его при всаживании в печь.

Наконец, чтобы пополнить описание литья зеркальных стекол, прибавим, что на французских заводах три параллельных железных дороги служат для движения литейного стола, который бывает литой из цельной штуки, весящей от 48.8 до 61 тыс. фунт. (20 до 25 тыс. кг), и тележки, на которой лежит каток весом в 488—732 фунт. (200—300 кг), и для глаголя (крана). К двум оконечностям оси катка привязаны цепи, которые наматываются на барабан, находящийся в нижней части его тележки. Каток, дошедший до конца своего пути, поднимается с реек на тележку, которую подвигают вперед. Она заменяется платформой из листового железа (фиг. 189, *G*), поставленной на колеса, находящейся на том же уровне, как и стол, и занимающей пустое пространство между столом и калильною печью.

Глаголь, поставленный также на четырехколесную тележку, может быстро двигаться на его железной дороге. Чтобы удерживать его в вертикальном положении, он верхнею частью скользит между двумя досками, вделанными в стены завода.

Зеркальное стекло, однажды вылитое и всаженное в печь, приводится в пригодное положение в калильной печи, которая обыкновенно вмещает их шесть. Когда калильная печь будет наполнена, отверстие ее непосредственно закрывается железным листом или широкими кирпичами, обмазанными глиной. После пребывания листа в печи в продолжение 24 или 30 часов в нее впускают немного воздуха, потом постепенно ускоряют охлаждение до третьего или четвертого дня.

Прежде вынутия из печи и часто еще тогда, когда калильная печь очень горяча, работник входит в нее за тем, чтобы осмотреть зеркальное стекло. Если он заметит раскол, он останавливает его накаленным докрасна железом, которое приставляет в точке, где этот раскол оканчивается.

Вынимание из печи производится на большой деревянный стол, который ставят на одном уровне с отверстием калильной печи. Работник-обрезывальщик обрезывает посредством линейки и алмаза края зеркального стекла, потом его переносят, подвесив вертикально на ремни, в мастерскую для грубого огранения.

Зеркальное стекло осматривается и обделывается сообразно его порокам и согласно заказу, который следует исполнить. Его обыкновенный размер бывает около 90 кв. футов (8—10 кв. м) поверхности. Оно идет непосредственно в *мастерскую для шлифования.*

Размеры, недостатки и качества зеркальных стекол. Небезинтересно заметить здесь о размерах зеркальных стекол, которые доставили различные мануфактуры на последних выставках. Эти размеры, будучи хотя не таковы, каковых требует торговля, свидетельствуют о нынешнем могуществе этой промышленности.

На всемирной выставке в Лондоне одна компания (Themes plate-glass Company) выставила зеркальное стекло 127.8 вершка (5.68 м) вышины на 86.5 вершка (3.84 м) ширины, — следовательно, более 175 кв. футов (16.1 кв. м) плоскости; но качества этого стекла были весьма неудовлетворительны, и из этого огромного куска стекла трудно было выбрать продажное зеркальное стекло, имеющее какое-либо значение.

В Париже на выставке 1855 г. удивлялись белому с.-гобенскому зеркальному стеклу превосходного качества, имевшему 120.8 вершка (5.36 м) вышины и 75.6 вершка (3.36 м) ширины; следовательно, около 180 кв. футов (16.56 кв. м) поверхности. Цирейское зеркальное стекло имело еще большую (18.50 кв. м) поверхность.

Чтобы сделать такое зеркальное стекло, на стол выливают одновременно стекло, содержащееся в двух больших горшках, стекло которых соединяется так, чтобы избегнуть всякого следа соединения двух жидких волн, чтобы не захватить пузырьков воздуха, ни того, что называют технически «crachats». Понятны трудности, которые представляет эта операция, а также полировка и переноска таких больших кусков.

Чтобы узнать ценность зеркального стекла, соблюдают некоторые правила, которые полезно узнать. Главные качества, которые оно должно иметь, суть: плоскость, * равенство толщины, тонкость

---

* Т. е. хорошая плоскость поверхности стекла, отсутствие на ней участков с искривлением. [*Прим. ред.*]

полировки, белизна,* чистота стекла. Самые разительные недостатки суть: неимение гладкости и равенства толщины, что в амальгамированных зеркалах производит обезображивание отражаемых предметов; полосы, происходящие от шлифовки и полировки, значительное окрашение, будет ли оно зеленое, бурое, желтое или фиолетовое; отсыревание,** т. е. способность, которую имеет стекло, содержащее очень много щелочи, покрываться кристаллическим выветриванием углекислого натра; точки, струи, слезинки, волны, нити и проч. Эти недостатки происходят от худого очищения стекла или случайностей во время плавки или во время литья. Бóльшая часть из них тем труднее бывает избежима, чем больше размеры зеркального стекла.

Эти недостатки составляют главную причину того, что зеркала делятся на куски большего или меньшего размера и цена их значительно повышается по мере увеличения размеров. Вот примерный тариф, по которому во Франции продают зеркала разных размеров, считая за каждый квадратный метр (а квадратный метр = $10^{3}/_{4}$ кв. фута):

Зеркала в $^{1}/_{4}$ кв. м продаются за каждый квадратный метр 3-го сорта зеркал, [...] около 7 руб.

Зеркала	в 1	кв.	м.	за	метр	по	$9^{1}/_{4}$	руб.
»	» 2	»	»	»	»	»	$10^{3}/_{4}$	»
»	» 3	»	»	»	»	»	$12^{1}/_{4}$	»
»	» 4	»	»	»	»	»	13	»
»	» 5	»	»	»	»	»	$13^{3}/_{4}$	»

Существует, конечно, весьма большая разность для зеркал разной доброты. Так, зеркало в 5 кв. м 2-го сорта стоит около 15 руб. за квадратный метр, а 1-го сорта около $18^{3}/_{4}$ руб. за квадратный метр, или 10 кв. футов.

[В.] Массивные стекла

Сюда принадлежат: 1. Массы стекла, изготовляемые преимущественно в Венеции на острове Мурано и идущие в торговлю в виде грубых кусков. Они состоят частью из эмали, частью из окрашенного стекла и покупаются для приготовления цветных стекол теми заводами, которые не занимаются изготовлением эмали или окрашенного стекла. Достойно замечания, что в Венеции эти стекла плавятся в больших горшках по 18 пуд. (6 ц), из которых каждый ставится в отдельную маленькую печь.

---

* Т. е. бесцветность. [*Прим. ред.*]

** Гигроскопичность. [*Прим. ред.*]

Из растопленного стекла изготовляют тонкие круглые лепешки таким образом, что из горшка берут потребное количество стекла посредством понтии (или трубки) и, постоянно обращая понтию, надавливают ее на железную плиту. В месте, где стекло отделяется от понтии, обыкновенно выдавливают фабричный штемпель.

2. Призматические, или граненые, стеклянные штуки, употребляемые для люстр и на другие подобные предметы. Их изготовляют в Англии тем, что растопленное стекло выливают в толстые плиты, которые потом разбиваются на штуки, имеющие величину, приблизительную к величине изготовляемых предметов. В Богемии сначала образуют на плите толстый цилиндр, которому, наконец, посредством гладилки дают трех- или более сторонний вид, потом его вытягивают до требуемой толщины и разбивают на куски соответственной величины. В том и другом случае эти

Фиг. 190.

Фиг. 191.

Тиски и щипцы для массивного стекла.

куски нагреваются до размягчения и потом выпрессовываются в особой форме, как на фиг. 190 (или в подобной ей).

Таким образом сформованные штуки заканчиваются посредством шлифования и полирования.

3. Массивные стеклянные шары для детских игрушек, которые изготовляются преимущественно в Тюрингенском лесу. Элементом при этом служит не что иное, как *стеклянные прутья, имеющие диаметры изготовляемых шаров*, которые состоят или из белого, одноцветного, или из разноцветных стекол, т. е. бывают *простые* или *сложные*. Так как об изготовлении таких прутьев говорится в особенном отделе, то здесь мы ссылаемся на то, что там сказано о них, и особенно замечаем, что *мраморный* вид шаров достигнется в том случае, когда цветной кусок прута будет размягчен внутри хрустальной массы так, что не будет совершенно сливаться с ним.

Образование шара из куска прута есть сколько простая, столько же остроумно придуманная работа и производится посредством особых клещей или щипцами (фиг. 191). Эти тиски состоят из одной острой половины и другой, оканчивающейся четырехугольною железною штукою *f*, имеющею посредине полушаровое углубление в диаметр образуемого шара и, таким образом, представляющею

половинчатую форму. Сначала берется на понтию незначительное количество хрустального стекла и только затем, чтобы им прикрепить брусок длиною почти в 12″ и потом свободный конец последнего размягчить посредством держания в рабочем отверстии. Когда это будет произведено, работник садится на кресло и кладет понтию на перильцы его; между тем как левою рукою он обращает последнюю туда и сюда, правою он накладывает часть *f* щипцов параллельно оси цилиндра на конец его так, что последний не выдается над внешним краем полушарового углубления. При этом он одновременно сдавливает тиски и резкою второго плеча тисков отрезывает цилиндр над внутренним краем упомянутого углубления. Только в месте, где произведено отрезывание, требуется потом шар отшлифовать. Один работник может ежедневно изготовить 1000 стеклянных шаров.

4. *Стеклянные глаза* для вставления в глазные впадины (другой род, встречающийся в детских куклах, принадлежит к категории пустых перлов) чучел, по известиям, которыми мы обязаны г-ну Грейнеру в Лауше (Lauscha), изготовляются различным образом. *Глаза животных* состоят обыкновенно из массивных, полученных посредством прессования полукруглых штук хрустального стекла, которые с плоской стороны гладко вышлифовываются. На них посредине приплавляются зрачки из черной эмали и кругом последних радужная оболочка (края) из цветного стекла. *Человеческие глаза* делаются подобным же образом, но при этом употребляют большое старание и особенно старательно раскрашивают обращенною в порошок эмалью зрачок, который снабжают также зрачковым отблеском; вся эта работа производится перед паяльною лампою.

[Г.] Оптическое стекло

по своей массе бывает двух родов, именно: *не содержащее свинца*, или кронглас, и *содержащее свинец*, или флинтглас.

Употребление стекла, содержащего свинец, для оптических целей основывается, как известно, на способности его преломлять свет сильнее, чем не содержащее свинца, и на другом светорассеянии, чем у кронгласа (что необходимо для изготовления ахроматических стекол). Главнейшее требование в обоих родах стекол составляет возможно большая плотность массы. Обыкновенный флинтглас имеет относительный вес в 3.2; флинтглас, изготовленный Бонтемом, должен быть плотнее, именно — имеет относительный вес в 3.6; впрочем, так же плотен флинтглас Даге (Daguet) в Солотурне. Посредством большей прибавки свинца можно легко достигнуть большей плотности, но в этом случае стекло принимает окраши-

вание, что вредит его прозрачности. Бонтем утверждает, что вышеупомянутое плотнейшее и более свинца содержащее стекло можно также изготовить и бесцветным (флинтглас Даге имеет также едва заметный желтоватый оттенок). Флинтгласу он дает возможно бо́льшую плотность тем, что он, как уже было сообщено, употребляет как основание вместо кали натр. Кронглас Даге имеет удельный вес 2.466, удельный вес кронгласа Бонтема нам с точностью не известен.

[Различные] формы оптических стекол производятся посредством шлифования, потому они не принимаются во внимание при изготовлении массы. Напротив, большие трудности представляет изготовление массы; потому что при этом решаемую задачу составляет — произвести совершенно однородное стекло, что гораздо труднее, чем кажется с первого взгляда. Именно растопленная стеклянная масса содержит по большей части очень подобные сплавы, которые, будучи жидкими, в спокойном состоянии переходят в сплавы различных составов. Таким образом, в массе, если она находится в спокойном состоянии, происходит разнообразное группирование составных частей, и происшедшие соединения, как имеющие различную плотность, разнятся и в относительном весе. Потому в горшке со стеклом на различных высотах происходят различные массы. Взбалтывание ее производит равномерное смешение, если только при этом после взбалтывания произойдет возможно скорейшее застывание.

В этом отношении очень трудно, особенно стекло, содержащее свинец, изготовить без полос* и столь однородным, чтобы не было заметно никаких различий в поляризованном свете. Первый, которому удалось это, был умерший в 1823 г. часовщик *Гинан* (Guinand) из Бренета, близ Невшателя. По этой причине он был призван в Баварию, где он работал вместе с *Фраунгофером*. Astronomical Society of London под руководством Фарадея (Faraday) производило также изыскания в этом отношении; потом Бонтему, купившему секрет у сына Гинана и, разумеется, обработавшему его, удалось изготовить стекло, не имеющее полос. Для этого он употреблял печь, вмещающую только один покрытый горшок *A*, как представляют фиг. 192 в плане, фиг. 193 в разрезе; *f'f'* суть пролеты, соединенные с таким же числом низких труб *ff*; *C* есть лавка, *rr* — топки. Существенность его способа состоит в взбалтывании** стекла, что производится посредством, глиняного цилиндра *p*, надетого на железный крюк *d*. Такой прибор необходим на том основании, что если бы стекло приходило в соприкоснове-

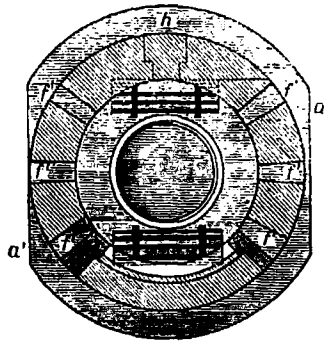
---

* Т. е. свилей. [*Прим. ред.*]

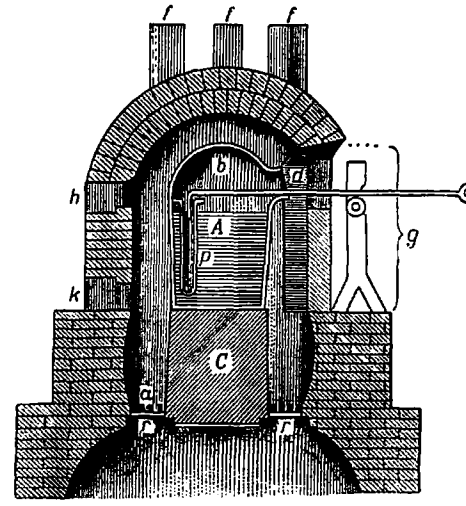
** Перемешивании. [*Прим. ред.*]

ние с железом, то окрашивалось бы им. В первый раз мешание производится после того, как состав сплавится, потом оно повторяется каждый час.

После того как стекло будет старательно очищено и при взбалтывании остужено почти до красного каления, шурование оканчивают, печь закрывают и оставляют стекло стоять в ней до охлаждения печи (почти 8 дней). (Нельзя ли выливать и остуживать его в плоских формах?). Потом горшок разбивается, и обыкновенно сплошная масса стекла ошлифовывается с двух противоположных концов затем, чтобы быть старательно осмотренной. Порочные места вырезываются. Так как, несмотря на мешанье, все еще случаются пороки (полосы и пузыри), то до сих пор еще



Фиг. 192.



Фиг. 193.

Печь для оптического стекла.

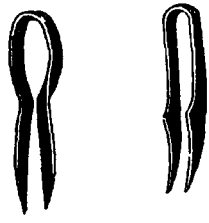
невозможно получить круг произвольной величины. Наибольшие, как нам известно, доставлены были Бонтемом, именно флинтгласовый круг 29″ в диаметре.

Пелла допускает и, как нам кажется, сообразно с целью, чтобы стекло охлаждать не в печи, но, после того как оно будет сделано однородным посредством мешания, выдувать из него цилиндры, имеющие от $^{3}/_{8}$ до $^{1}/_{4}$″ толщины, 20″ вышины и 14″ в диаметре, и потом расправлять их в плиты. *

* Раздел, посвященный производству оптического стекла, несмотря на его очень малый объем и на очень устарелый материал, сообщаемый в нем, содержит ряд интересных мыслей, не потерявших своего значения и для современного оптического стекловарения. Это — вопросы дифферен-

[Д.] Стеклянные прутья, нити и трубки

Изготовление прутьев, которые, когда бывают тонки, называются *нитями*, сплющенные же с двух сторон представляют *ленты*, а также и изготовление трубок совершенно согласуются по существу и составляют четвертый род формования, во всяком случае простейший, известный уже древнейшим стеклянным фабрикантам. В то же время эти роды стекол составляют основание производству чрезвычайно красивых ленточных плетеных, кружевных и сетчатых стекольных изделий, которые французы вообще называют *филиграновыми стеклами*, а также миллефиори, или мозаичного стекла. На этом основании здесь говорится об их изготовлении несколько подробнее.



Фиг. 194. Фиг. 195. [Щипцы, применяемые при формовании набора стекла.]

Прутья, изготовляемые для различных применений, бывают, с одной стороны, или *простые цилиндрические* из белого или окрашенного стекла, или фигурчатые; с другой стороны, *сложные* или слоеные, представляющие тогда в поперечном разрезе разноцветные кольца или узоры всех родов, звезды, цветы, рисунки животных и т. п.

Чтобы *образовать простой прут*, произвольная стеклянная масса закатывается в толстый цилиндр. На конце цилиндра, посредством сжатия стекла тисками (фиг. 194 и 195), употребляемыми

Фиг. 196. [Настил, применяемый при изготовлении прутьев и трубок.]

вообще для произведения углублений или сужения и называемыми *щипцами*, или *пизмусом*, работник делает головку, которую обдает водою. На эту головку баночник прикрепляет обручное железко и скоро бежит с ним по гуте, между тем как работник спокойно стоит на своем месте. При этом свое железко он держит близко над полом гуты и вытягивает стеклянную массу в прут, который для остывания накладывается на поперечины фиг. 196 или просто на деревянную доску.

циации составных частей шихты по удельному весу в процессе варки, о роли конвекционных потоков и о необходимости быстрой студки стекла после перемешивания его, о возможности выработки оптического стекла в виде толстостенных цилиндров. [*Прим. ред.*]

В сложных прутьях можно различать петинетные и миллефиорные прутья.

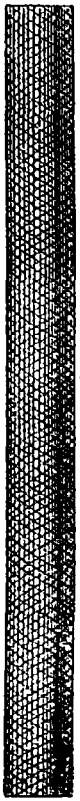
Петинетные, или кружевные, прутья состоят из бесцветной или бледноокрашенной стеклянной массы, внутри которой винтообразно изогнуты и переплетены полоски из эмали или окрашенного стекла, как на фиг. 197.

Чтобы изготовить такой прут, сначала берется чистое или слегка окрашенное хрустальное стекло, и из него на плите делается продолговато-четырехугольная плитка. Между тем как это делается, прутья, которые должны быть заключены во внутренность этой массы, складываются параллельно один другому на глиняную или на желобленную железную плиту и нагреваются перед рабочим отверстием. Тогда на них надавливается еще мягкая стеклянная масса, и они плотно пристают к ней. Когда это будет сделано, прутья обращаются кверху, и из горшка берется на них новая порция стекла, такая же, как и первая, всему дается призматический вид и, наконец, закатывается в цилиндр. Если окрашенные нити должны итти по периферии прута, то готовый цилиндр обращают еще раз над прутьями, приготовленными, как выше, еще раз покрывают хрустальным стеклом, наконец, снова закатывают в цилиндр, который потом вытягивают.[1] Но, между тем как при вытягивании простого прута работник держит трубку или понтию совершенно спокойно, в этом случае обращает ее около оси совершенно равномерно. Стеклянная масса еще настолько жидка, что происходящие при этом свитки довольно совершенно сплываются, и оттого, наконец, могут быть едва заметными на поверхности при ощупывании. Напротив, замкнутые в нее прутья мягки настолько, что могут вытянуться в завитки, но не настолько, чтобы потерять свой вид. Потому окрашенные полоски, лежащие во внутренности стеклянной массы кругом оси вращения, могут изогнуться только в точках вращения около оси и потому накладываются там один на другой; лежащие же извне следуют вращению и принимают винтообразную изогнутость (фиг. 198, *ab*). Легко заметить, что не было бы никакого успеха, если бы внутренние прутья и стеклянная масса могли сливаться. Чтобы отвратить это, прутья должны

Фиг. 197. Петинетные и миллефиорные прутья.

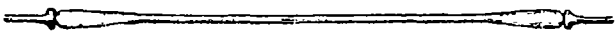
[1] Если кроме упомянутых здесь прутьев или вместо их к хрустальной массе приделывают крупно-истолченное окрашенное стекло, листики слюды и т. п., тогда получают пестрый прут, имеющий иногда очень приятный вид и употребляемый особенно при производстве искусственного мрамора.

состоять из массы более трудноплавкой, чем их оболочка.[1] Также легко представить себе, что посредством употребления различного количества прутьев, посредством употребления лент или плоских прутьев, вместо круглых, и, наконец, посредством употребления различных красок, можно произвести петинетные прутья различного вида.



Миллефиорные прутья редко состоят только из различно окрашенных слоев, образующих в разрезе правильные круги. В большей части случаев они в разрезе

Фиг. 200.



Фиг. 201.

Изготовление стеклянных трубок.

представляют звезды, розетки и фигуры различных родов (фиг. 199), т. е. они вообще суть узорчатые прутья, замкнутые в простой прут.

Если дать стеклянной массе произвольную форму и потом вытянуть ее, то она удерживает свой вид неизменяемым. Этот факт лежит в основании изготовления узорчатых прутьев, которые образуются тем, что стеклянной массой наполняют металлическую форму с соответствующим разрезом, эту узорчатую стеклянную массу накрывают хрустальным стеклом, закатывают ее в цилиндр и последний, как обыкновенно, вытягивают. Таким образом производятся простейшие миллефиорные прутья. Но не трудно понять, что на первую стеклянную массу можно положить вторую, узорчатую, третью и т. д. и чрез это, наконец, получить очень сложный стеклянный прут.

Фиг. 198.

Фиг. 199.

Петинетные и миллефиорные прутья.

Изготовление стеклянных трубок отличается от изготовления прутьев только тем, что стеклянную массу сначала выдувают в шар

[1] Большое влияние на красоту прута имеет равномерное вращение, что поэтому лучше производить посредством вертящегося круга, ось которого оканчивается щипцами, к которым прикрепляется оттянутая головка.

с толстыми стенками, на него против трубки прикрепляется понтия или обручное железко (фиг. 200) и потом шар вытягивается, как выше было описано (фиг. 201).

[Е.] Стекла для украшений

Область этого рода стеклянных изделий, строго судя, совершенно безгранична и непостоянна, потому что они служат моде и в них фантазия и вкус фабриканта имеют полный простор. Несмотря на это, есть несколько родов этих стекол, которые могут быть рассматриваемы за типические, потому что они производятся с начала стеклоделательного искусства и до сих пор, а другие заслуживают упоминания здесь за их красоту.

К последним принадлежат *инкрустации*, о которых мы не можем с точностью сказать, где произошло их начало. Французы приводят, что научились им из Богемии, в Германии говорят — от французов.

Инкрустацией называются предметы из обожженного гипса или глины белого цвета или различно окрашенные, которые заключаются в массу хрустального стекла и поверхность которых имеет приятный матовый металлический блеск. Самые изящные и действительно имеющие удивительный эффект суть неокрашенные предметы, кажущиеся подобными матовому серебру. Их изготовление требует не столько искусства, сколько наибольшей внимательности относительно свойств инкрустируемого предмета и инкрустирующего стекла. Последнее должно быть не трудноплавко и наиболее сообразно с целью, если оно будет сильно преломлять свет, как свинцовое стекло; потом оно должно быть соединено с предметом не жидким, потому что все состоит в том, чтобы оно не проникло в углубления его, и, наконец, оно должно образовывать над предметом не тонкий и не толстый слой — за тем, чтобы происходило преломление света, потребное для доставления особенного эффекта. Инкрустируемый же предмет должен иметь равномерно шероховатую, мелкозернистую поверхность. Не сильно обожженная бисквитная (фарфоровая) масса преимущественно годна для этого.

Готовый предмет — положим, какое-нибудь изображение из бискюи — нагревается на глиняной плите настолько, чтобы он не мог треснуть при соприкосновении с горячим стеклом. Будучи так приготовлен, предмет может быть покрыт стеклом различным образом. Или придавливают его на стеклянную массу, обработанную на плите в плитку или в слитую в произвольную форму, и потом на него накрывают вторую порцию стекла, соединяют его посредством придавливания и, если необходимо, нагревания с нижним слоем и,

наконец, дают всему желаемую форму. Или выдувают, как, по Пелла, употребляется в Англии, цилиндр или иную приличную полую форму, раскрывают ее и посредством тисков вкладывают в нее предмет, как показывает фиг. 202. Потом размягчают открытый конец и сдавливают края вместе, как на фиг. 203, чтобы замкнуть их, как на фиг. 204, далее посредством сжатия воздуха изнутри и давления извне производят сплющивание стенок и, наконец, получают фиг. 205. Окончательную обработку дают массе посредством шлифования.

Посредством приведенных приемов получают три слоя тел, относящихся каждое различно к свету: один непрозрачный, слой

Фиг. 202.

Фиг. 203.

Фиг. 204.

Фиг. 205.

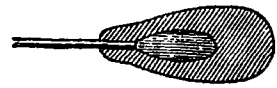
Стеклянная инкрустация.

воздуха и слой стекла. Непрозрачный предмет отражает свет и при этом рассеивает его вследствие свойства своей поверхности. Отраженный свет чрез воздух проходит в стекло, одна часть света по причине толщины стекла от нижней поверхности его отражается на предмет. От этого последний освещается так ясно, что получает эффект сильно отражающей металлической плоскости. Наконец, проходящий чрез стекло свет представляет глазу не только ярко освещенный предмет, но также и блеск поверхности стекла, что довершает обман, потому что показывает предмет блестящим. Если бы непрозрачный предмет был в непосредственном соприкосновении со стеклянным слоем, то он был бы виден в высшей степени неясно, следовательно, действие слоя воздуха есть conditio sine qua non.

Ледяным стеклом называют такое стекло, которое производит на глаз такой же эффект, как расщелившийся внутри лед. Его изготовление, кажется, открыто венецианцами, которые называли его *vitro di Trino*. Его изготовляют из белого и цветного хру-

стальных стекол. Впрочем, самое название его показывает, что самым сообразнейшим для него материалом может быть только бесцветный хрусталь. Наилучший эффект, неоспоримо, дают предметы, состоящие из белого хрусталя и украшенные золотом.

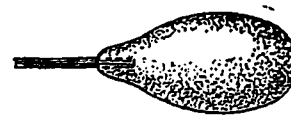
Фиг. 206.



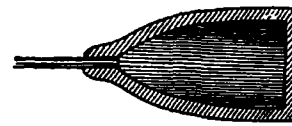
Фиг. 207.

Приготовление ледяного стекла.

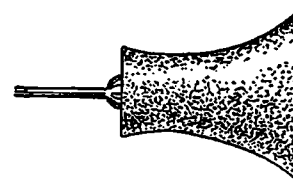
Изготовление ледяного стекла основывается на том, что стекло при внезапном охлаждении растрескивается. Сначала делают баночку (фиг. 206 [и 207]) и раскаленную добела погружают ее в холодную воду. Оттого на внешних слоях ее происходят бесчисленные, в различных направлениях перекрещивающиеся трещины с острыми краями, как представлено на фиг. 208. Если потом баночку выдувать, то края трещин расходятся и в то же время скругляются. Дальнейшее формование предмета из ледяного стекла, не уклоняющееся в остальном от обыкновенного рода формования, видно из фиг. 209 и 210.



Фиг. 208.



Фиг. 209.



Фиг. 210.

Формование [изделия из ледяного] стекла.

Стеклянные бусы. Можно различать многие роды стеклянных бус, именно *пустые стеклянные бусы* и *массивные*; первые из них называются чаще *французскими*, потому что первоначально делались во Франции; последние *венецианскими*, потому что начало их производства было в Венеции.

К французским бусам принадлежат *поддельные перлы* или *подражание перлам* и большое количество других, частью круглых, частью эллиптических и другим образом сформованных, окрашенных и неокрашенных бус, которые все делаются перед лампою из тонкостенных стеклянных трубок большого диаметра и которые часто на внутренней поверхности снабжены оболочкой или внутри совсем наполнены—[одни, как] например поддельный жемчуг, жемчужной эссен-

цией[1] и воском, другие — легкоплавкими металлами, разными красками и проч. Эти бусы часто также и снаружи украшаются пестрыми стеклянными обручиками или раскрашиваются.

Напротив, венецианские бусы изготовляются только из толстостенных стеклянных трубок из обыкновенного окрашенного стекла, с узкими отверстиями и без употребления паяльной лампы. В них можно различать *бисер*, *стеклярус*, *витые бусы* и *шлифованные бусы*.

На 7 стеклянных фабриках в Венеции и Мурано ежегодно 138 тыс. пуд. частью эмалевого, частью прозрачного стекла обрабатывается в бисер разных сортов. Необходимые для этого толстостенные стеклянные трубки сначала сортируются по диаметрам. Потом берется столько одинаковых трубок, сколько работник в состоянии захватить в руку, и концы их приводятся в одну плоскость посредством удара в плоскую стену. После этого они накладываются в соответствующем расстоянии от конца на нижний клинок резалки, состоящей из двух ножей, и отбиваются в этом месте посредством опускания верхнего клинка. Вместо резалки употребляются также две резки, из которых нижняя укреплена, верхняя водится рукою.

Отбитые куски просеиваются, чтобы удалить осколки и мелкие кусочки; однако они будут иметь острые, частью также неравномерные края, которые должны быть округлены и по возможности сравнены. Это легко можно было бы произвести в отдельности посредством нагревания краев до размягчения стекла, но так как в предстоящем случае особенная обработка каждого отдельного стеклянного кусочка невозможна, то нашли очень остроумный и совершенно соответствующий цели снаряд, посредством которого большое количество их можно изготовлять одновременно. Именно, последние кладутся теперь (прежде употреблялись только медные сковороды) в железный барабан, введенный Бузинихом (Businich), который, подобно барабану для жарения кофе, нагреваясь в печи почти до красного каления, обращается около своей оси. От этого стекло размягчается, и тонкие края оплавляются кругом. Однако если эта операция будет предпринята без всего прочего, то, легко понятно, могло бы случиться, что размягченные стеклянные кусочки не только бы спеклись между собою, но также согнулись бы и сплющились, так как во внутренности они имеют пустоту. Чтобы избежать этого, они, прежде чем будут положены в барабан, обращаются в другом барабане, заключающем глину, обращенную

[1] Жемчужной эссенцией называют вещество, составленное из тонких чешуек рыбы Cyprinus alburnus, получаемых посредством чищения из рыбьего клея и воска и сохраняемых, чтобы не портились, в нашатырном спирте.

в порошок, или смесь глины и угольного порошка в сыром виде (или трутся в этой смеси руками) до тех пор, пока их углубления будут наполнены этой смесью. При нагревании в барабан кладется некоторое [количество] этого порошка (только сухого). Этим не только устраняется сплющивание и спекание, но от обращения кусочки стекла получают кругловатую форму и на поверхности род политуры.

Из барабана бисер высыпается на сито за тем, чтобы отделить от них покрывающий их порошок, и потом они стряхиваются в тиковом мешке, чтобы удалить массу, наполняющую углубления.

Так как, несмотря на просевание, после разрезывания не все отрезки имеют равную величину, также потом не все куски равномерно округляются, то бусы окончательно еще раз сортируются посредством сит различной мелкости и стряхиваются на наклоненной деревянной доске, отчего круглые скатываются, между тем как некруглые остаются. Собственно политуру дают им посредством встряхивания в мешках, из которых одни заключают песок, другие глину. Наконец, они нанизываются на нитку.

Стеклярус отличается от бисера тем, что он состоит из отдельных длинных кусочков трубки, края которых не закруглены. Потому не требуется упоминания, что он получается просто посредством вышеприведенного разрезывания соответствующих стеклянных трубок.

Перламут[р]оподобный или чаще шелковисто-блестящий вид, который имеет большая часть стекляруса, а также многие французские бусы, дается стеклу тем, что его сильно взбалтывают в горшке до тех пор, пока оно не получит густоты, потребной для обработки. От этого в стеклянную массу входит воздух, распределяется по ней в виде бесчисленных маленьких пузырьков, которые и составляют причину особенного светопреломления и шелковистого блеска, который имеют эти бусы.

Шлифованные бусы производятся преимущественно в Богемии (Габлонц и его окрестности). Их изготовление отличается от изготовления венецианских бус только тем, что над ними производится шлифование.

Витые бусы, прежде исключительный продукт венецианских гут, вырабатывающих в них 19 200 пуд. стекла, ныне изгото-

---

* Здесь имеется в виду создание в стекломассе громадного количества мельчайших пузырей. Такая стекломасса вырабатывается обычным образом в трубки. При изготовлении трубки мелкие пузыри вытягиваются в тончайшие капилляры, параллельно ориентированные вдоль оси трубки. Наличие ориентированных капилляров и вызывает специфическое оптическое действие такого стекла, имитирующее эффект перламутровой поверхности. [*Прим. ред.*]

вляются также и в Баварии, в Бишофсгрюн (Bischoffsgrün) и окрестности его — на Фихтеле. Венецианцы делают эти бусы на лампе, баварцы вырабатывают их из горшков. При этом употребляют маленькую эллиптическую печь, нагреваемую торфом. В ней ставятся продолговато-четырехугольные горшки (4 штуки), в которых из состава приготовляется цветное стекло, — следовательно, они составляют плавильные горшки, — возле них ставятся другие (7 штук) обыкновенной формы, в которые выливают стекло, готовое к обработке, и которые составляют рабочие горшки. Работник садится на скамейку перед рабочим отверстием; подле него находятся: по левую руку — низкая палка с фулязкой, а по правую, перед рабочим отверстием, — плоский глиняный сосуд, в котором находится глиняный ил. Орудие, которым он работает, составляет железный прут почти в 2′ длиною, передний конец которого оканчивается тонким коническим острием. Каждый работник снабжен двумя такими прутьями. Сначала (чтобы отвратить прилепление стекла) он обмакивает острие прута в глиняный ил, а потом в расплавленное стекло. Когда он захватит последнего требуемое количество, то обращает прут, причем конец его немного поднимает за тем, чтобы он был свободен от стекла, сначала в печи и, наконец, по вынутии из нее, до тех пор, пока взятая стеклянная масса получит равномерно круглый вид. Тогда он кладет прут задним концом на свою скамейку, передним же (позади бусины) на фулязку, и вторым прутом начинает ту же работу. Покуда вторая буса будет готова, первая успеет совершенно затвердеть и тогда сбивается с прута. Это может быть произведено с величайшею легкостью, потому что глиняный ил препятствует приставанию стекла к железу и, кроме того, конец имеет конический вид.

Один работник в 12 часов может сделать от 2 до 6 тыс. бус, следовательно в минуту до 8 штук и за каждые 100 штук, *петлю*, получает около $1^1/_2$ коп.

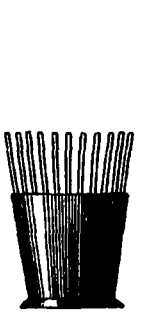
Ленточное, *нитчатое* и *сетчатое стекло*, а также *мозаиковое стекло* имеют между собой общего то, что они делаются из готовых прутьев или нитей, соединяемых между собою массою из хрустального стекла.[1] Для нитчатого и тому подобного стекла употребляют петинетные прутья или одни, или в соединении с простыми прутьями и нитями, для ленточного же цветные или эмалевые прутья; иногда употребляют кисти попеременно с бесцветными

[1] К этому, а также ко всем случаям, при которых хотят сформованное стекло соединить с расплавленною массою, относится правило, что первое должно быть предварительно нагреваемо, частью потому, что иначе оно подвергалось бы растрескиванию, частью потому, что жидкая стеклянная масса иначе не приставала бы к нему.

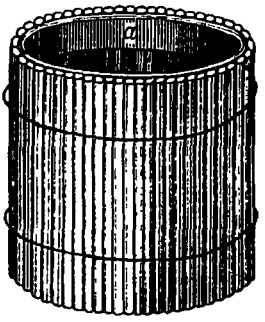
прутьями. Если для этого берутся только прутья из эмали,[1] то получается *немецкое*, если же будут взяты окрашенные прутья, то *французское* стекло. Наконец, если пестрые прутья будут перекрещиваться, то получается *шотландское* ленточное и другие стекла.

В ленточном и нитчатом стеклах прутья при обработке должны быть сплющены, чтобы могли потом измениться в узкую ленту; потому масса их должна быть плавче хрустальной массы, которою они связываются.

Первая работа состоит в том, чтобы потребное число прутьев соединить в цилиндр, или *гильзу*. Для этого употребляют цилин-



Фиг. 211.



Фиг. 212.

Фиг. 213.

Формование предметов из стеклянных прутьев.

дрическую глиняную форму, фиг. 211, к стенкам которой первоначально составляются прутья один подле другого. Когда это будет произведено, тогда во внутренности образованного прутьями круга держат кольцо из белого стекла в 1 до $1^1/_2$″ (2.3 до 3.5 см) ширины и соответствующего диаметра (*a*, фиг. 212).

В это время другою рукою захватывают прутья и прижимают их к кольцу. Чтобы удержать их в этом положении, кругом их обвивают тонкие проволоки и концы их скручивают вместе, как показывает фигура. Цилиндр из прутьев от этого получает в верхнем конце такую крепость, что его можно повернуть и произвести вышеописанную операцию с нижним концом. Можно также оба стеклянные кольца надеть на прут соответствующей толщины и потом кругом их составлять прутья. Чтобы из этого образовать предмет, гильза сначала нагревается, и потом во внутренность ее

[1] Эмалевая масса в этом случае бывает содержащею олово, потому что она может быть вытягиваема в тончайшие нитки лучше, чем содержащая мышьяк.

вдувается масса хрустального стекла, к внешней поверхности которой и пристают крепко прутья. Проволока, которая их до сих пор удерживала вместе, снимается, и прутья тогда будут сидеть подобно как на фиг. 213. Посредством держания в рабочем отверстии они размягчаются, нижние концы посредством тисков загибаются до средины дна, и излишек отрезывается, так что они будут только по бокам предмета. Если прутья должны казаться изогнутыми не прямолинейно, но винтообразно, то они, как выше было показано, соединяются на конце тисками в один пункт, и из излишнего стекла посредством пизмуса образуется головка, которая остуживается водою. Тогда предмет нагревается, головка, которая при этом не размягчается, потому что бывает гораздо холоднее, чем остальная стеклянная масса, крепко держится тисками, и трубка обращается около ее оси; потом головка отрезывается, и прутья получают положение спиральное, равномерно-изогнутое. Дальнейшая работа состоит в том, что таким образом изготовленный предмет покрывают хрустальной массой и заканчивают обыкновенным образом.

Понятно, что можно выдувать хрусталь в составленные в глиняной форме прутья, не соединяя их в гильзу, но тогда [у]станавливание прутьев произведет остановку и последние могут легко выйти из их правильного положения. Гильзы могут быть делаемы мальчиками или девочками в запас и тогда безостановочно и безопасно обрабатываемы.

Сетчатое стекло[1] отличается от предыдущего тем, что оно образуется из прутьев хрустального стекла с эмалевым цилиндром в средине (оси), что эти прутья, не будучи соединяемы хрустальной массой или только расплющиваемы, только прикрепляются один к другому и что каждые четыре прута перекрещиваются под острым углом в виде сети. Оттого в пространстве, заключенном между каждыми четырьмя перекрещиваниями, остается воздушный пузырек, и предметы получают вместе с удивительною легкостью характеристический вид.

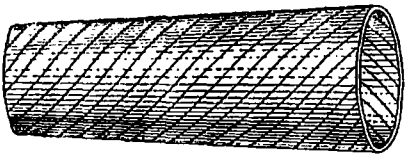
Очевидно, здесь задача выдувальщика гораздо труднее, чем при ленточном стекле, и решается только тем, что при обработке никогда нагревание не доводится до того, чтобы произошло сплющение прутьев. Потому, когда необходимо, на нагретые места во время работы, чтобы охладить их, вдувается воздух посредством маленьких мехов.

---

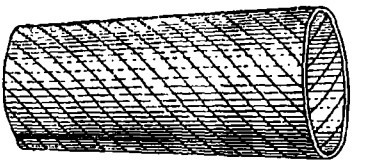
[1] Хотя предметы из сетчатого стекла производят при внимательном рассмотрении приятное впечатление, однако они не могли сделаться употребительным предметом, как [того] бы заслуживали. Это объясняется тем, что они, по причине трудности их изготовления, дороги и притом имеют не очень роскошный вид.

Вышеописанное, характеристичное для этой работы перекрещивание трубок производится тем, что два прута, извитые в противоположные стороны, сплетаются между собою, и потом из них формуется предмет. Впрочем, таким образом работают не везде.

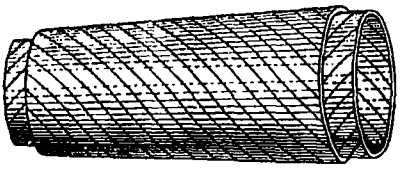
Искусство изготовлять сетчатые стекла очень старо и с большим успехом производилось венецианцами; однако потом оно было совершенно утеряно и в новейшее время снова найдено в Германии



Фиг. 214.



Фиг. 215.



Фиг. 216.

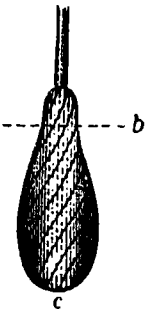
Гильзы для сетчатого стекла.

и Франции. В Германии это сделал *Поль* (Pohl), директор жозефинской гуты около Вармбруна, в Шлезвиге, во Франции — *Бонтем*, бывший тогда директором стеклянной фабрики в Шуази-ле-Руа.

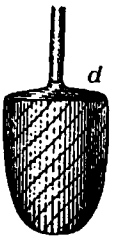
Чрезвычайно красивые предметы получаются по способу Поля следующим образом.

Стеклянные прутья, при которых главное требование составляет то, чтобы они были равного диаметра, соединяются в гильзу и последняя нагревается в закрытом глиняном сосуде. Чтобы гильзу превратить в цилиндр, на трубку берется несколько стекла, выдувается в шар, последний раскрывается, и концы прутьев прикрепляются им к трубке. Нижний конец цилиндра закрывается наложенным стеклом и потом снимаются проволоки. Посредством осторожного нагревания цилиндра прутья сцепляются между собою, и тогда цилиндр обращается вправо или влево, как было приведено при ленточном и обручном стеклах, причем он конически удли-

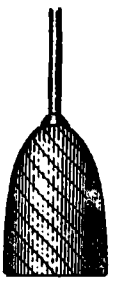
няется, так что принимает вид фиг. 214 и 215. По отделении от трубки из таких цилиндров длиною в 12″ до 24″ (28 до 56 см) вырезываются, посредством откола, гильзы требуемой длины и для изготовления сетчатого стекла две из них, изогнутые одна в левую, другая в правую стороны, как показывают фиг. 214 и 215, а также фиг. 216, всовываются одна в другую. Более узкая гильза, долженствующая быть по крайней мере на $^1/_2$″ (12 мм) длиннее широкой, широким концом прикрепляется к трубке, как было показано выше, а узкий конец замыкается посредством сжимания тисками. Когда это будет произведено, тогда надевается верхний цилиндр, все



Фиг. 217.



Фиг. 218.



Фиг. 219.

Изготовление сетчатого стекла, по Пелла.

нагревается до размягчения, и внутренняя гильза выдувается затем, чтобы соединить ее с внешнею. Дальнейшая обработка такая же, как и при всяком предмете из полого стекла.

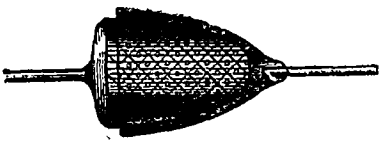
Как работает Бонтем, не совершенно ясно из данного им описания. Но способ, употребляемый в Англии, который описывает Пелла в своих «Curiosités» и проч., отличается от вышеописанного и может доставлять чрезвычайно легкие и элегантные [предметы].

Именно баночка (фиг. 217) изготовляется по способу, представленному при ленточном стекле, т. е. посредством выдувания хрусталя в гильзу, при этом, однако, поступают с осторожностью, чтобы прутья не сплющились, и их извивают. Потом при противоположном конце гильза плотно прикрепляется к понтии, отделяется от трубки и расширяется обыкновенным образом. Тогда выдувают другую внутреннюю гильзу, обрезывают ее и прикрепляют к ней круг *d* (фиг. 218) подобным образом, как было приведено для дутых зеркал и при изготовлении холявы. Первый сосуд всовывают во второй (фиг. 219) с противоположно направленными витками прутьев таким образом, как показано на фиг. 220, потом

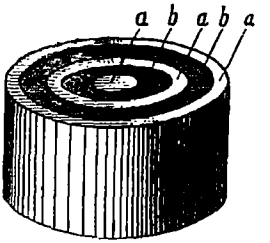
отделяют понтию, соединяют края и дают всему окончательную форму.

Миллефиори, или *мозаиковым стеклом*, называют предметы, состоящие из массы хрустального стекла, в которой заключены цветные звезды, розетки и т. п. и даже изображения животных — или одни, или в соединении с нитчатым стеклом. Из этого стекла делают сплошные стеклянные предметы различных родов, но преимущественно полушарообразные пресс-папье, имеющие очень красивый вид.

Изготовление подобных предметов уклоняется от вышеописанных *прутовых стекол*, так как в нем основание образуют не



Фиг. 220. Соединенные гильзы.



Фиг. 221. Форма для пресс-папье.

целые прутья, но только отрезки их. Отрезки миллефиорных прутьев берутся только очень короткие (длиною почти в 1‴, около 2.5 мм) и посредством трения на плите из песчаника с обеих сторон гладко сошлифовываются; получаемые из петинетных прутьев бывают длиннее и не сошлифовываются с концов. Первые предназначаются именно для того, чтобы быть видимыми в разрезе, между тем как последние видимы со стороны.

Если должен быть изготовлен сплошной предмет, то отрезки миллефиорных и петинетных прутьев накладываются один подле другого на глиняную плиту или смешанно, или по рисунку и потом нагреваются. Тогда посредством трубки из хрусталя изготовляется баночка и поворачивается над отрезками прутьев, которые пристают к внешней ее поверхности. Потом вся покрывается хрусталем и оканчивается форма.

Для пресс-папье отрезки миллефиорных и петинетных прутьев кладут отдельно, первые — в маленькую железную чашку, последние — в железную форму, представленную на фиг. 221, в которой сделаны кружки — возвышенные *a* и углубленные *b*, затем чтобы маленькие миллефиорные кружочки могли найти точку опоры на краях *a*. Потом и чашку и форму нагревают. Посредством понтии из горшка берется необходимое количество хрустального стекла

и сначала прикрепляют к ней кусочки петинетных прутьев, что образует дно. После того как их покроют слоем хрустального стекла, на последнее берут отрезки миллефиорных прутьев, покрывают их еще раз хрусталем и, прежде чем отделить от понтии, всему дают в долоке закругленную форму. Предметы эти окончательно завершаются шлифованием.

Достойно замечания изменение, которое претерпевают в своем виде миллефиорные прутья после того, как они будут покрыты хрустальной массой. От действия сферического стекла они кажутся глазу увеличенно-закругленными и живее окрашенными. Стараются, чтобы при изготовлении этих предметов воздух не попал между кусками стекла, иначе вид портится.

Отдел четвертый

Заканчивание и украшение стеклянных предметов

Заканчивание стеклянных предметов, [производство] которых описано в предыдущих главах, заключает в себе: a) шлифование и полирование полых и листовых стекол; b) амальгамирование.

К украшению принадлежат: a) резание и b) крашение, золочение, серебрение и платинирование.

Так как работы, сюда принадлежащие, обыкновенно производятся самостоятельно и отдельно от производства самого стекла, потому они составляют предметы особенной промышленности и, судя строго, не принадлежат к стеклянному производству. * При описании их мы старались не выходить из пределов этого сочинения, и потому ограничимся только тем, что необходимо для того, чтобы дать о них понятие.

Шлифование в тесном смысле обнимает собрание работ, главная цель которых состоит в том, чтобы дать форме в большей степени правильность и резкость, чего не в состоянии сделать выдувальщик, а также в выравнивании поверхностей. Шлифование также довольно часто употребляется для украшения поверхностей, которым сообщаются [различные фактуры] шлифовки: бриллиантовая, раковинная, вальковая, чешуйчатая, матовая, серебристая и проч. Тогда шлифование, взятое в этом обширном смысле, принадлежит к вырезыванию. Работы, производимые при шлифовании, суть: *грубое шлифование*, *нежное шлифование* и *полирование*.

При грубом шлифовании снимается излишнее вещество (в зеркальном стекле от $^1/_3$ или $^1/_2$), чего достигают посредством сильных шлифовальных средств. Для этого обыкновенно употребляют крупнозернистый и грубый песок, преимущественно угловатый кварцевый.

---

* В настоящее время отделка и украшение стеклянных изделий производятся на заводах, изготовляющих эти изделия. [*Прим. ред.*]

При нежном шлифовании снимаются шероховатости, происходящие от грубого шлифования. Этого достигают менее грубыми шлифующими средствами, именно: мелкозернистым песчаником, песком или наждаком. Чем ближе предмет к окончательной полировке, тем более и более мелкий наждак берут в дело. Чтобы получить требуемые сорты наждака, его смешивают с водою и собирают части, осевшие в разное время.

Обе первые операции шлифовки можно производить двумя путями: сухим или мокрым; но обыкновенно употребляется последний, потому что первый весьма вреден для здоровья работников. Для смачивания берут или воду (и это чаще всего), или скипидар, или, что предложено недавно, — купоросное масло. Оба последние средства значительно облегчают шлифовку, бурение, распиливание, вырезку и другие механические обработки стекла.

Наконец, полирование имеет целью возобновление глянца поверхности, сделавшейся матовою. Этого достигают посредством сухого трения деревом или посредством нежных полирующих средств, как то: колькотара, трепела, цинковой золы, которые насыпаются на войлок, прикрепленный к деревяшке.

Приборы, употребляемые для шлифования, бывают трех родов, смотря по тому, идет ли дело о шлифовании малых или больших поверхностей или оптической чечевицы.

В первом случае, для грубого шлифования всех родов полых и массивных стекол, а также для гранения зеркал, обыкновенно употребляется железный круг, вращаемый силою воды в вертикальной плоскости. Над ним находится деревянная воронка, наполненная песком и водою, нижнее отверстие которой может быть затыкаемо, а при работе открываемо так, чтобы необходимое количество песку падало бы беспрерывно на край круга. Для гранения откосов зеркальных стекол служит железный каток, который делается гораздо длиннее гранимого стекла. Он также приводится в движение водяною силою, и при нем находящаяся воронка снабжается сухим песком.

Зеркальное стекло кладется на находящуюся перед цилиндром подставку и прикладывается под соответствующим углом краем к вращающемуся цилиндру, нескольких обращений которого достаточно для произведения грани.

Для нежного шлифования употребляют круг из песчаника и самый мелкий песок. Полирование производится кругом из сухого дерева или деревяшкой, обтянутой войлоком, посредством уже упомянутых полировальных средств и воды или масла.

Для шлифования больших поверхностей, как то: нижних поверхностей стоячих предметов, также для выравнивания краев широких отверстий употребляют вместо вертикально вертящегося круга *горизонтально вертящийся.*

При грубом и нежном шлифовании зеркал (и больших поверхностей вообще) для сбережения времени трут две шлифующиеся поверхности одну о другую, а потому обе изготовляются одновременно.

При этом поступают таким образом, что *нижнее стекло* вмазывают гипсом совершенно ровно на каменном столе, *шлифовальном станке*, а потому оно во время работы лежит неподвижно. Для второго листа берется деревянный ящик, открытый сверху и снизу и разделенный по высоте на два отделения, на глубокое и мелкое, и в нижнее из них этот лист вмазывается гипсом совершенно ровно. Положив на нижнее стекло песок и воду, верхнее при умеренном давлении, которое может быть по желанию увеличено положением тяжести в верхнее отделение упомянутого ящика, возится по нему кругообразно или, в новейшее время, прямолинейно. В последнем случае и нижнему стеклу сообщается движение, направленное под прямым углом по движению верхнего стекла и имеющее соответствующую скорость.

Так как при шлифовании зеркальных стекол главное условие состоит в получении совершенно гладкой поверхности, то при вмазывании стекол, при кругообразном движении верхнего по нижнему, нужно употреблять различные предосторожности, указать которые нет возможности. Только можно упомянуть то, что верхнее стекло бывает всегда меньше нижнего, однако величина его должна находиться в известном отношении к величине последнего, когда оно шлифуется посредством кругообразного движения. Должно также заметить, что верхние стекла, имея меньшие поверхности, чем нижние, шлифуются скорее, а потому, чтобы совершенно отшлифовать последнее, употребляют несколько первых. Притом нужно принять к сведению и то, что если оба листа имеют толщину, соответствующую их величинам, то только известное количество верхних стекол может отшлифоваться об одно нижнее.

Когда одна поверхность отшлифуется, тогда лист перевертывают для отделки и противоположной поверхности.

Нежное шлифование производится способом, подобным грубому шлифованию. Но при этом вместо песку употребляют наждак, и правильное давление имеет здесь большее значение, чем в первой операции.

Полирование может быть произведено над одним большим или над несколькими, один возле другого лежащими, маленькими листами и крепко вмазанными, как прежде. По нем трут взад и вперед по известному направлению доской, обложенной войлоком и приводящейся в движение механической силой. При этом как полирующее средство употребляется колькотар (крокус) с водой.

Полировальный станок помещают так, чтобы солнечный свет не освещал его, потому что несовершенно отполированные места легко узнаются только при искусственном свете.

Тем не менее после полирования должно рассмотреть внимательно отполированный лист, и это обыкновенно делается в особой темной комнате, где лист кладется на стол, покрытый черным сукном, и осматривается в разном направлении при освещении ручною лампою. При шлифовке теряется много стекла, а именно: во Франции около $^1/_2$, а в Англии около 1 млн фунт. зеркал, ценою примерно на 50 тыс. руб. сер.

Пелиго описывает (в своих «Douze leçons sur l'art de la verrerie») следующим образом механическую обработку зеркал. Стекло вмазывается посредством гипса на поверхность большого ровного камня или на плоскую поверхность, составленную из многих камней, удерживаемых сосновыми скрепами и болтами.

Вправленное стекло подвергается грубому шлифованию, для чего на поверхность его насыпается кварцевый песок и непрерывно пускается тонкая струя воды. Шлифовка производится деревянною поверхностью, движущейся поверх стекла и скрепленною железными пластинками и винтами. Точно такая же шлифовка производится с другой стороны стекла, укрепив его первоначально отшлифованною стороною.

Грубо отшлифованные стекла подвергаются более мелкому шлифованию чрез трение поверхностей двух стекол, между которыми помещается мелкий песок.

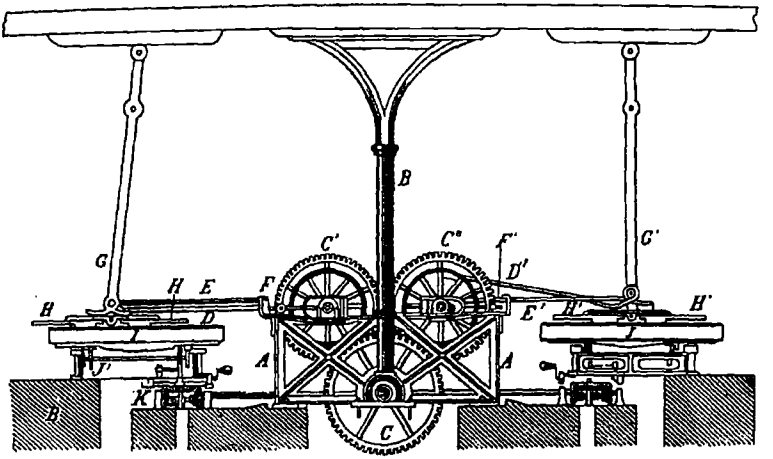
Верхнее стекло подвижно и посредством рамы получает круговое и переменное движение; нижнее стекло неподвижно вмазано на столе.

Спустя некоторое время песок заменяется наждаком, который для этой операции употребляют последовательно, по номерам, все более и более мелкий. Для этого приготовляют наждак, измельчая его, просеивая и бросая в ряд сосудов с водою. Тот наждак, который осаждается первым, дает порошок наиболее грубый; мутная же вода выделяет со временем при спокойном стоянии более и более нежный порошок наждака.

После такого шлифования стекла обмываются, ставятся к стене мастерской и подвергаются второму осмотру. Их разделяют, смотря по недостаткам, в них замеченным. Часть зеркал отправляется обратно для нового шлифования, подобного предыдущему; другая же часть, а именно лучшие стекла, сравнивается по краям и переходит в следующую мастерскую, которая называется atelier du savonnage.

В этой мастерской стекла подвергаются шлифовке, обыкновенно производимой от руки и называемой savonnage.

На стекло, положенное на столе, кладут другое стекло, и 4 работницы, стоя по углам, прижимают верхнее стекло и трут им об нижнее. Между двумя поверхностями помещают наждак более и более тонкий, смачивая его водою. Эта шлифовка предназначается главным образом для шлифования углублений и неровностей, оставленных первою шлифовкой. Эта работа долгая и утомительная: 4 женщины в течение целого дня работы, а именно в 11 часов, успевают шлифовать не более как 6 кв. м, т. е. около 65 кв. футов. Так как неровности, сглаживаемые этою шлифовкою, весьма нерав-



Фиг. 222. Бельгийский полировальный станок.

номерно распределены на поверхности, то эта работа по необходимости должна быть ручною.

После того стекла очищаются, осматриваются и в третий раз разделяются по сортам: те, которые пригодны, переходят в полировочное отделение. Поверхность стекол еще матовая, ее должно сделать гладкою, прозрачною, т. е. полировать. Для этого употребляется войлок, покрытый колькотаром, т. е. красною окисью железа (которая остается от прокаливания железного купороса), столь чистою и нежною, как только возможно.

Его приготовляют из продажного колькотара [или крокуса] измельчением, просеиванием и отмучиванием.

Для полировки употребляют механические аппараты довольно сложной конструкции и довольно ценные. Прилагаемый рисунок [фиг. 222] показывает такую машину, устроенную в Бельгии на известном заводе Кокериля. *A* — чугунная основа; *B* — колонна; *C* — колесо, движимое паровою машиною или другим двигателем;

$C'C''$ — передаточные колеса для сообщения движения двум полировальным станкам; DD' — шатуны, превращающие непрерывное круговое движение предыдущих колес в попеременное движение полировальных станков; EE' — рельсы, заставляющие эти станки двигаться только по одной прямой линии; FF' — тормозы, выводящие соответствующие колеса и служащие для остановки движения одного из станков; GG' — шатуны, на которые прикреплены доски HH', служащие для полирования; II — каменные столы, поддерживаемые чугунными рамами, которые движутся по направлению, перпендикулярному к движению полировальных досок. Этим рамам сообщается движение посредством приводов, идущих от колеса C. Под столом лежат чугунные катки, на которых катается стол взад и вперед. Стекла закрепляются в подвижную раму [на столы] II, полировальная доска покрывается щеткой, а снизу войлоком. Она имеет движение, перпендикулярное [к] направлениям движения рам и стекол. На стекло накладывается колькотар в виде влажного теста. Закрепление стекол в раме довольно любопытно. Их кладут одно подле другого в раму на большое гладкое и смоченное стекло; чрез это происходит такое прилипание, что стекла можно перевернуть, и они не отпадут. Для отнятия стекол с нижнего стекла, называемого modèle, верхние стекла закрепляют алебастром на доске и двигают с модели.

Щетки, снабженные кошмою и колькотаром, приводятся в непрерывное движение, равно как и самые стекла. В течение 8—10 часов такая машина полирует около 5 до 6 кв. м стекла. Вообще стекла подвергаются всей механической обработке в течение 4 или 5 дней.

За полировкой следует последний осмотр, по которому разделяются продажные сорты. Цена, в которую обходятся зеркальные стекла, видна из следующих показаний: M. M. Houtart-Cassée, директор de Saint Marie d'Oignies, дал отчет высшему коммерческому правлению (по поводу заключения коммерческого союза с Англией), из которого можно извлечь, что 1 кв. м стекла требует:

180	кг	каменного	угля	для	плавки и закалки
77	»	»	»	»	шлифовки
118	»	»	»	»	полировки

Всего 375 кг, или около 23 пуд.

Квадратный метр неполированного стекла обходится от 1 руб. 70 коп. до 2 руб. 30 коп.; такое стекло весит почти 25 кг на каждый метр (килограмм равен $2^1/_2$ фунт.). Квадратный метр полированного стекла весит 17 кг и обходится в Бельгии $17^1/_2$ франков за одну только работу, а потому заводская цена квадратного

метра зеркала в Бельгии от 27 до 28 франков, продажная же цена, конечно при оптовой продаже, от 32 до 33 франков. Во Франции дороговизна горючих материалов и соды (преимущественно вследствие акциза по 100 франков за тонну соли) подымает ценность зеркал гораздо выше. Не принимая во внимание общих расходов, процентов на капитал, 1 кв. м зеркального стекла обходится в С.-Гобене по 21 франку 41 сант., а в Цирее в 23 франка 97 сант.

В Англии цена зеркал гораздо ниже, чем в Бельгии, по той причине, что каменный уголь там дешевле и глауберова соль также. Тонна каменного угля обходится 22 франка в С.-Гобене, 13 франков в Бельгии и 7 франков в Англии, а неочищенная глауберова соль — 22 франка во Франции, $30^1/_2$ франков в Бельгии и 10 франков в Англии.

Шлифование оптического стекла отличается от прежде описаного только тем, что приготовляется поверхность не гладкая, * но [очень часто] с определенною кривизною, потому она гораздо труднее и заканчивается всегда оптиками.

Вырезывание стекла, бывающее, как и шлифование, различных родов, именно: грубое, нежное, плоское и проч., — есть та самая отделка, посредством которой украшения на поверхности углубляются или делаются выпуклыми, вынимаются зубцы и т. п. Если дело идет об отнимке от стекла только отдельных мест, то, принимая в этом смысле, резание стекла есть не что иное, как частная шлифовка. Потому при этом употребляются подобные же средства, именно: вертящийся круг для произведения давления и движения и как средства полировальные и шлифовальные: песок, трепел, наждак и колькотар. Круги бывают частью из песчаника или железа, меди или дерева, и весьма различных размеров [и] форм.

Обыкновенно для всех родов шлифовки и вырезки хрустальных предметов при хрустальных заводах устраивают длинные и светлые мастерские, в которых движение всех шлифовальных и полировальных кругов производится водяным колесом или паровою машиною. Самые круги или станки вполне подобны обыкновенным токарным и точильным станкам. На станки надевают обыкновенно четыре разных сорта кругов:

1) *резальный круг* из чугуна, 1 дюйм толщины и 18—21 дюйм диаметром, над ним лоток или воронка с водою и тонким песком, вода с песком каплет из крана на круг;

2) *каменные гладильные круги* для дальнейшей обработки;

3) *деревянные полировальные круги* из липового дерева, волокна которого параллельны оси колеса; они иногда покрыты кожею, пробкою и др.;

---

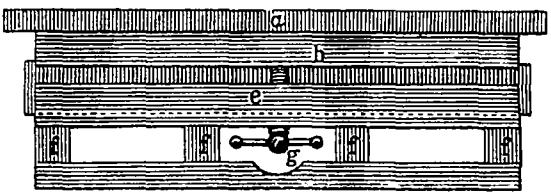
* Не **плоская**. [*Прим. ред.*]

4) *щеточный круг*, 6 футов в диаметре и 3 дюйма толщиною; для окончательной политуры щетки натираются водою и пемзою.

Амальгамирование. Покрывают левую сторону зеркальных листов непрозрачною металлической массой — амальгамой для того, чтобы эта сторона сильнее отражала лучи света.

В древнейшие времена обкладывали свинцовой фольгой, но она, по причине нечистоты ее красок, ее легкой окисляемости, не могла производить хорошего эффекта. Потом перешли к амальгаме из олова и ртути, которая относительно краски удовлетворяла требованиям, а потому, принятая сначала всеми, осталась и до сих пор. Но с этой амальгамой соединено весьма грустное последствие, именно то, что рабочие, вдыхая в себя большую массу ртутных паров, подвергаются неизлечимым болезням. В этом заключается причина, почему в новейшее время стали употреблять другую амальгаму — из серебра. Хотя опыты дали сперва не вполне удовлетворительные результаты, но в новейшее время весьма много успели, и нельзя сомневаться в том, что удастся преодолеть и последние трудности.

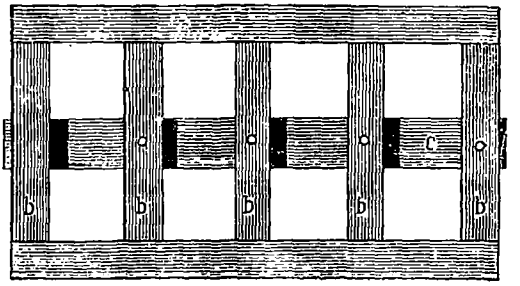
Амальгамирование оловом состоит, в сущности, из наложения амальгамы и удаления излишней ртути. При работе с жидкой ртутью необходимы те особенные приборы и манипуляции, которые



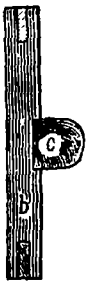
Фиг. 223. Стол для амальгамирования.

встречаются при амальгамировании стекол. Первый из них есть *амальгамировальный стол*, который должен быть устроен не только так, чтобы ртуть не могла теряться, но также и так, чтобы избыток ее мог быть сливаем. На этом основании он состоит из мраморной доски, снабженной со всех четырех сторон желобками, и на каждом углу которой находится сквозная дыра. Эта плита *a* (фиг. 223) неподвижно укреплена на раме *bbbb* (фиг. 224), сделанной из толстых брусьев. Рама, в свою очередь, лежит на полукруглой балке *c* (фиг. 225), которая нижнею закругленною частью лежит в вырезках *dd* (фиг. 226) второй рамы *e*, находящейся под первой, которая лежит на станке *ff* (фиг. 223). Балка *c* кладется не по средине *bb*, но так, что часть, принимаемая за заднюю, имеет маленький перевес против передней. Потому, чтобы предо-

хранить плиту от падения, требуется винт, который, с одной стороны, служит для поддержания плиты, а с другой — для того, чтобы давать ей произвольное наклонение вперед или назад. Впрочем, весьма часто поворотная точка столовой плиты находится в переднем краю стола, и вместо винта служит клин, который вбивается в противоположной стороне между доской и станком.



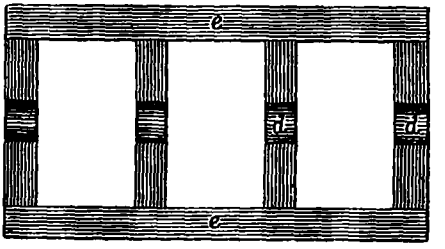
Фиг. 224.



Фиг. 225.

[Деталь] стола для амальгамирования.

Очевидно, что при таком устройстве амальгамировального стола вся излишняя ртуть будет стекать по желобкам и чрез находящиеся в углах отверстия в подставленные для ее собирания посуды; [и таким образом] вся ртуть, могущая стечь, может быть удалена посредством соответственного наклонения доски стола.



Фиг. 226. Нижняя рама.

Работа амальгамирования состоит в том, что на столовую плиту сперва накладывают столько листового олова (stanniol), чтобы оно одним дюймом было более стекла, подлежащего амальгамированию. Тогда листы выглаживают совершенно гладко, счищают щеткой и посредством доски, обложенной войлоком, натирают ртутью. Теперь таким образом приготовленная фольга обкладывается справа и слева, а также сзади соответственно длинными полосами зеркаль-

ного стекла, между тем как передняя сторона остается открытой; потом полосы придавливаются накладываемою на них железною тяжестью. Когда это будет произведено, то на олово наливают столько ртути, что ее уровень поднимается немного выше зеркальных полос. Теперь дело состоит в наложении амальгамируемого листа на ртуть таким образом, чтобы ни воздух, ни нечистота не могли бы между ними попасть. Для этой цели стекло вытирается нагретым чистым сукном, а над ртутью протягивается полоса белой бумаги, наклеенная на полотно, для удаления последней нечистоты с поверхности ртути. Тогда стеклянный лист вталкивают на поверхность или внутрь ртути так, что часть ртути от этого вытесняется.

Если наложение произведено без погрешности, тогда на лист накладывают железную тяжелую плиту, внизу обложенную войлоком, и оставляют его на 12 часов в горизонтальном положении. По прошествии этого времени столовая плита наклоняется несколько вперед чрез поворачивание винта *g*, и наклонение производится под постепенно увеличивающимся углом до тех пор, пока еще нечего опасаться падения доски. От этого излишняя ртуть стекает. Наконец, когда чрез этот прием амальгамирование приобретет достаточную прочность, снимают наложенную тяжесть, и лист ставится на покрытый бумагою пол почти отвесно, так, что можно собрать кусочки оловянной фольги, причем также произведется сток последнего остатка ртути.

Стоимость амальгамирования ртутью.[1] На амальгамирование, смотря по величине зеркала, полагают в Англии за квадратный фут от 20 до 77 коп.; в Бельгии — от $87^1/_2$ коп. до 1 руб. $87^1/_2$ коп. В Австрии, где ценность амальгамированных зеркал весом 49 200 пуд. (16 400 ц) была в 1856 г. на сумму 213 200 руб., издержки на амальгаму обходились 159 900 руб., в 70%, что только можно объяснить вообще малой толщиной и дешевой ценой зеркал.

Если принять вес квадратного фута средним числом за 2 фунта, то амальгамирование квадратного фута стоит приблизительно 21 коп.

Подкладка зеркал серебром [серебрение зеркал] производится различными способами, но все они сходятся в том, что стараются выделить серебро в виде сплошных, также блестящих частичек из раствора азотнокислой окиси серебра (или азотносеребряной соли или ляписа, приготовляемого чрез растворение серебра в азотной

---

[1] Стоимость эта К. Бегом, как видно в Вагнеровом «Jahresbericht über die Fortschritte und Leistungen der chemischen Technologie», 1859, стр. 288 и проч., весьма подробно исчислена.

кислоте и выпаривание раствора) посредством медленно раскисляющих средств.

Способ Петижана (Petitjean). Вливают на 10 г азотнокислой окиси серебра 62 г концентрированной аммиачной жидкости (нашатырного спирта) и 480 г дистиллированной воды. Когда произойдет растворение серебряной соли, прибавляют раствор 19 г виннокаменной кислоты в 44 г дистиллированной воды и, наконец, еще 150 г дистиллированной воды, и все это смешивают трясением или взбалтыванием. От образующегося осадка отливают, по истечении некоторого времени, светлую жидкость, а к осадку еще раз примешивают 150 г воды, снова отливают светлую жидкость, прибавляют к осадку 60 г воды и смешивают с полученным прежде раствором, который означается № 1. Раствор 2-го номера приготовляется таким же способом, как первый, с тем только различием, что растворяется удвоенное количество виннокаменной кислоты: вместо 19 г — 38 г.

Для серебрения употребляют плоскую, чугунную закрытую водяную баню, т. е. плоский водяной ящик с отогнутыми краями, который довольно велик для того, чтобы предварительно равномерно очищенная посеребряемая поверхность могла бы поместиться в нем. Тогда на очищенную поверхность наливают раствора № 1 до тех пор, пока жидкость образует слой до $^1/_{10}$ дюйма ($2^1/_2$ мм), и потом водяную баню нагревают до 60° Ц. После 15 или 20 минут серебряный слой осаждается на доске, а оставшаяся жидкость сливается и на ее место наливается раствор № 2. Когда он произведет свое действие, то жидкость опять сливается, доска сушится, и серебряный налет покрывается черным лаком.

Поуэр (Power) употребляет подобный же способ, но для раскисления серебра берет, вместо виннокаменной кислоты, алкоголь и уверяет, что при его способе нет необходимости в нагревании.

Способ Либиха (Liblg). Растворяют 10 г расплавленной азотнокислой окиси серебра в $12^4/_5$ куб. дюймов (200 куб. см) дистиллированной воды, прибавляют туда едкого аммиака столько, сколько нужно для произведения светлого раствора. Прибавляют к нему $28^4/_5$ куб. дюйма (450 куб. см) натрового щелока уд. веса в 1.035 и, наконец, столько воды, чтобы сложный объем составлял $92^3/_4$ куб. дюйма (1450 куб. см). Если при прибавлении щелока произойдет черно-коричневый осадок, то должно его уничтожить чрез прибавление едкого аммиака. Теперь смесь по каплям смешивают с разжиженным раствором азотнокислой окиси серебра до тех пор, пока произойдет прочный, твердый, серый осадок; в последний раз прибавляют столько воды, чтобы во всей смеси было 0.12 ведра ($1^1/_2$ л). Непосредственно пред употре-

блением примешивают в прежде сего полученную очищенную жидкость от $^1/_{10}$ до $^1/_8$ ее объема раствора молочного сахара, содержащего на 10 частей воды 1 часть молочного сахара.

Зеркальное стекло, подлежащее серебрению, погружается в эту смесь так, чтобы оно совершенно омочилось.

Для успеха работы необходимо, чтобы жидкость нисколько не содержала свободного аммиака и натровый щелок был бы свободен от хлористых металлов.

После серебрения поверхность покрывается медью посредством гальванизма.

Способ Лёве (Löwe). Так как трудно получить натровый щелок, свободный от хлористого натра, то Лёве употребил вместо его жженую известь; также для раскисления серебра употребляет он не молочный сахар, а виноградный (крахмальный). Он растворяет 50 г последнего в 5 л дистиллированной воды, смешивает с этим раствором 20 частей возможно чистой едкой извести, и для распущения ее взбалтывает долгое время в закрытом сосуде. Наконец, он цедит ее без доступа воздуха. С другой стороны, он растворяет 7 частей азотнокислой окиси серебра в 150—до 160 частях дистиллированной воды и прибавляет крепкого аммиака столько, сколько нужно для того, чтобы исчез прежде полученный осадок. Остаток последнего, действующий вредно, отнимается, как показал Либих, самым лучшим образом посредством азотнокислого серебра.

Для употребления смешивают на 1 объем серебряного раствора 6 объемов сахарно-известкового раствора.

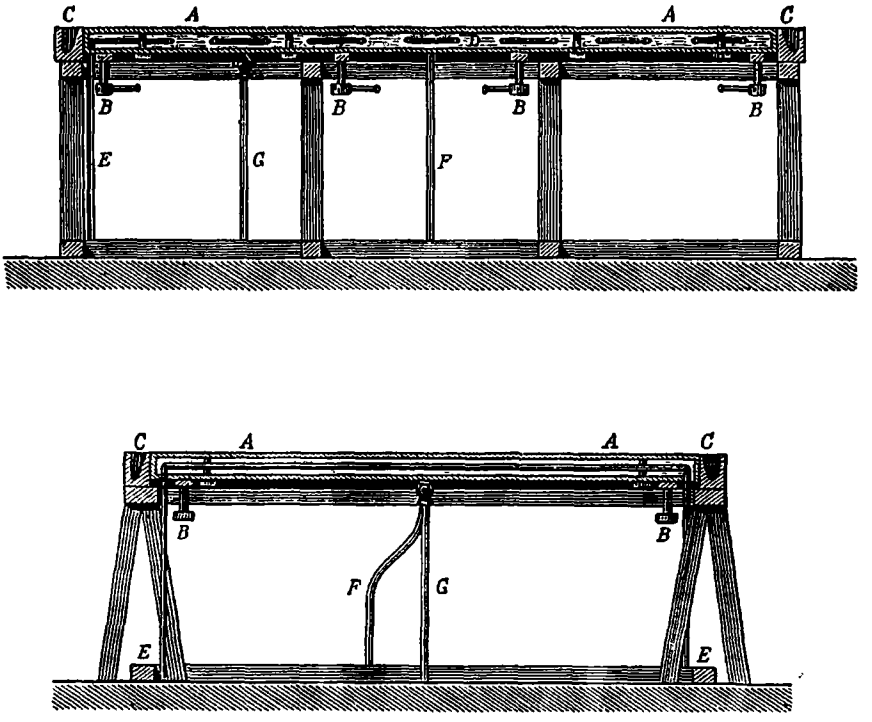
Применение теплоты как в этом, так и [в] способе Либиха, не необходимо.

Способ серебрения зеркальных стекол *Броссета* и К° в Париже описан *Леволем*.

Фиг. 227, 228, 229 и 230 показывают употребляемые снаряды в продольном и поперечном разрезе. *A* есть чугунная плита, под ней вода, которая нагревается паровой трубой; *B* — винты, посредством которых плиту можно поставить горизонтально; *C* — кругом доски идущие желобки, в которые стекает жидкость, содержащая серебро. Чрез *E* входит пар; чрез *F* стекает сгустившаяся вода; чрез *G* можно выпустить воду с плиты. *H* (фиг. 229) есть цилиндр, употребляемый для промывания. [Устроен он таким образом:] кругом деревянного шипа кладутся каучуковые трубки, а над ними укрепляется каучуковый лист [фиг. 230]. Цилиндр лежит в корыте, наполненном дистиллированной водой.

Поверхность зеркального стекла, предназначенная для посеребрения, трется сперва водой и белилами, потом оловянным пеплом, к которому прибавляется немного аммиачной окиси серебра, и,

наконец, смывается посредством каучукового цилиндра *H*. После этого зеркальное стекло кладется приготовленною поверхностью кверху на чугунную доску *A*, обтянутую мягким холстом и составляющую верхнюю часть закрытого ящика. Вода, находящаяся в нем, нагревается паровою трубою *D*, проходящею чрез нее, почти до 60° Ц.



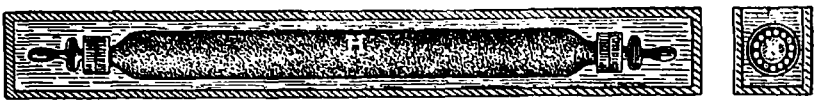
Фиг. 227 и 228.

Стол для серебрения зеркал.

Теперь на поверхность наливают равномерно столько осеребряющей жидкости, по Петижану № 1, сколько может держаться прилипанием, и оставляют ее на поверхности 15 минут. Потом чрез поворачивание винтов *BB* наклоняют весь снаряд для того, чтобы жидкость могла стечь по желобкам *CC*, тогда поверхность споласкивают дистиллированной водой, приводят ее в прежнее положение и обливают осеребряющей жидкостью № 2, которая

остается на ней 25 минут; по истечении этого времени ее снова наклоняют и омывают, как прежде. Потом посеребренную поверхность оставляют сохнуть в весьма наклоненном положении и в заключение намазывают скоро высыхающей масляной краской, приготовленной из сурика.

О ценности амальгамирования серебром [1] мы можем сказать только, что она, по уверению фабрикантов, меньше оловян-



Фиг. 229 и 230.

Валек для промывания.

ного амальгамирования. Женевская фабрика выставила на промышленной выставке в Берне в 1857 г. прейскурант, где вычислено, что амальгамирование серебром от 3.06 до 6.12 кв. фута ($^1/_4$ до $^1/_2$ кв. м) стоит 1 руб. 50 коп., а от 98 до 110.25 кв. фута (8—до 9 кв. м) 10 руб. Итак, на квадратный фут приходится от $10^1/_2$ до 25 коп.

Стеклянные поверхности	Цена на квадратный фут		
	ртутное амальгамирование	серебряное амальгамирование для производства не менее как в 215 кв. футов	
Ниже и до 5.4 кв. фута ($^1/_4$ кв. м.)	1 руб. $43^1/_3$ коп.	2 руб.	Эти цены будут при больших размерах еще меньше
От 5.4 » 10.7 » » (от $^1/_2$ до 1 » »)	1 » $91^1/_4$ »	2 »	
» 10.7 » 16.1 » » (» 1 » $1^1/_2$ » »)	2 » 39 »	2 »	
» 16.1 » 21.5 » » (» $1^1/_2$ » 2 » »)	2 » 87 »	3 »	
» 21.5 » 26.8 » » (» 2 » $2^1/_2$ » »)	3 » $34^3/_4$ »	3 »	
» 32.4 » 43 » » (» 3 » 4 » »)	4 » $78^1/_4$ »	3 » 75 коп.	
» 43 » 53.7 » » (» 4 » 5 » »)	5 » $73^3/_4$ »	3 » 75 »	
» 53.7 » 64.5 » » (» 5 » 6 » »)	6 » $69^1/_2$ »	3 » 75 »	

Вообще с увеличением зеркальной поверхности возвышается и цена амальгамированию, потому мы полагаем, при важности предмета, сообразным с целью привести здесь из показаний Бега сравнительные цены фабрик Уаньи (Oignies) и Петижана. Именно из этого видно, что при маленьких зеркалах выгодно ртутное, а при больших — серебряное амальгамирование.

[1] Относительно серебряного амальгамирования [т. е. о ценности серебрения зеркал] мы ссылаемся также на показания Бега.

Рисование на стекле, в общих чертах, не отличается от рисования на фарфоре ни в выборе красок, которые, разумеется, должны быть плавки, ни приемами, употребляемыми при нем. То же относится и к золочению, серебрению и платинированию. Подробности об этом роде отделки стекол можно найти в «Annales du Conservatoire des arts et métiers» 1862 г., № 7, статья Salvétat.

Замечания об устройстве стеклянных заводов

Чтобы дать начинающему возможность сделать общий обзор условий существования стеклянных заводов, мы присовокупим в заключение некоторые замечания об устройстве стеклянных фабрик.

Первый вопрос, который должен быть при этом разобран, есть вопрос, где выгодно устройство стеклянного завода.

Всякая промышленность, обрабатывающая сырые продукты, барыш от которых в сравнении с их ценностью довольно незначителен, прививается там, где можно найти эти сырые продукты. К этому классу промышленных ветвей принадлежит и стеклянное производство.

Но так как для обработки сырых продуктов необходимо значительное количество горючего материала, то поэтому решение в выборе места зависит от того, что будет дороже — перевозка сырых веществ или горючего материала.

Из того, что прежде было выведено о плавке стекла, следует, что ценность употребляемых при этом горючих материалов обходится дороже, нежели ценность сплавляемых. Поэтому прежняя стеклянная промышленность была развита в местах, обильных лесом, и заводы находились в средине лесов. При стеклянном производстве в местах, бедных лесом, в новейшее время можно рассчитывать на успех тогда только, когда употребляется каменный уголь или другие минеральные горючие вещества, и из этого следует, что стеклянные заводы в настоящее время могут быть устроены с выгодой только вблизи каменноугольных копей.

Впрочем, ценность доставки сплавляемых материалов, за исключением щелочей, довольно значительна, чтобы сделать производство невыгодным даже в местах, богатых лесом или вблизи каменноугольных копей, если хороший песок и известь будут привозиться издалека. При всех подобных расчетах должно брать во внимание — какой сорт стекла намерены фабриковать. Если дешевый, то для него песок найдется всюду, и потому, если есть сбыт,

то должно устраивать около места, богатого топливом (потому что дешевле провезти готовое стекло, чем топливо), а если дорогой, то должно предварительно сообразить и цену доставки хорошего песку.

Весьма необходимую потребность для стеклянного производства, как мы могли заметить, составляет хорошая глина; но недостаток оной вблизи не составляет достаточного основания отказаться от устройства стеклянной фабрики, когда все остальные условия благоприятны, так как годичное употребление глины, предполагая что она лучшего качества, составит не более от $^1/_{14}$ до $^1/_{15}$ веса сплавляемых материалов.

Второй вопрос занимают постройки, размеры которых наипростейшим образом вытекают из рассматривания необходимого для работы пространства.

При строении должно соблюдать, во избежание траты капитала, чтобы разные отделения были друг возле друга так, чтобы все работы могли быть производимы удобно и без потери времени.

Для всякого рода стеклянных фабрикаций нужно будет:

1) избрать место, на котором будут находиться печи, а они всегда делаются в особенном здании, в гуте, которая составляет главное здание фабрики. Достаточно, если последняя будет построена на широком каменном фундаменте, будет иметь стены из кирпича или камня толщиною от 1.1 до 1.7′ (28—42 см). Чтобы дать такой стене более прочности, снабжают ее на известном расстоянии подстенками. Сообразно с целью необходимо избегать во внутренности всех столярных работ, но во всяком случае должно, по крайней мере самые нижние, обыкновенно деревянные, перекладины стропил заменить железными полосами.

При основании здания следует обратить внимание на устройство вышеупомянутого воздухопроводного канала.

Крыша может быть плоская и покрыта толем, но должна быть устроена так, чтобы в гуте происходила сильная тяга воздуха. По этой причине пространство гуты должно быть возможно высоко — от полу до конька крыши, по крайней мере, 36 футов (10 м и 20 см) — и широко; самое сообразное с этою целью есть вышеупомянутое английское устройство.

Что касается до пространства гуты, то оно зависит от величины и числа печей, которые, как известно из предшествовавших описаний производства, различны при различных его отраслях. Потому мы, ссылаясь на подробные показания, на правила для вычисления отношений величин, также на прибавленные к рисункам указания размеров, заметим относительно печей то, что остановка в производстве, по случаю перестройки или поправки печи, может

быть устранена только посредством устройства одной запасной. Нужно заметить *относительно калильных печей* для полых стеклянных предметов, что все предметы, приготовляющиеся во время продолжения работы, если хотят, чтобы они охлаждались хорошо, должны помещаться в калильном пространстве. Потому, если не работают с помощью калильных горшков, то калильные печи должны быть в состоянии вместить всю работу. *Можно принимать за исходную точку, для предварительных вычислений, пространство, на котором могут поместиться 100 винных бутылок, и оно составит от 9 до 10 куб. футов.* Потому, сколько сотен винных бутылок может доставить сплавляемая в печи стеклянная масса, столько раз приготовляют в калильном пространстве по 10 куб. футов. При разделении пространства калильной печи принимают в рассуждение и то, чтобы всаживание предметов в заднюю часть печи могло удобно производиться, потому печь не должна быть глубока. По нашему мнению, длина в 6′ (почти 2 м) при глубине 4′ (1 м и 25 см), и высота в 3′ (почти 90 см) были бы соразмерны. Для каждой действующей плавильной печи легко вычислить необходимое число калильных печей.

Что касается до правильных печей, то число их зависит от величины плавильных печей и от системы, по которой в них производятся работы. В обыкновенной правильной печи с неподвижной лавой расправляются в 24 часа средним числом 200 холяв, и охлаждение продолжается, по крайней мере, от 3 до 4 дней. Поэтому можно вычислить потребное число этих печей. Правильные печи по новейшей системе должны быть делаемы в двойном количестве, печей с каналами — даже еще более, потому что охлаждение происходит быстрее, но за раз вмещается меньше предметов.

Расположение печей. Если дело идет о плавильной печи, то она должна быть построена в средине гуты, а калильные печи — против верстаков или во всех углах, или вдоль стен в таком расстоянии, чтобы промежуточное пространство было довольно широко и никаким образом не препятствовало бы движению работников. Должно делать промежуточное пространство не менее 10 — до 15′ (3 — до 5 м).

Если делается несколько плавильных печей, то расстояние между ними должно быть в 20′ и у каждой находиться поблизости потребное число калильных печей.

Калильные печи для литых зеркал располагаются в определенном, из вышеприведенных показаний, количестве вдоль стен гуты, между тем как плавильная печь ставится в конце поперек оной. Перед печью кладутся рельсы, по которым привозится литейный стол к устьям.

Печи для предварительного разогревания горшков и фриттования массы, или *ошевы*, прилегают или к плавильным печам, или

приделываются к стене гуты, в некотором расстоянии от оной; Для каждой плавильной печи нужно иметь одну или две такие печи.

При правильных печах гораздо важнее, чем при прочих побочных печах, то, что они должны занимать такое место, которое бы представляло не только достаточное пространство для спокойных работ, но и возможно меньше подвергало бы их пыли гуты.

Кроме всех прочих печей, при отоплении деревом необходимо иметь печь для сушки дров.

В гутах можно или должно для удобства завести:

2) *место для угля*, которое должно быть устроено так, чтобы все горючие материалы могли быть переносимы оттуда по возможности легко и скоро в топки и притом так, чтобы не марать гуту угольным мусором;

3) *комнату для смешения*, в которой отвешиваются сплавляемые материалы и смешиваются в вышеописанных ящиках или барабанах;

4) подле этой комнаты должна находиться небольшая *материальная*, в которой хранятся: глауберова соль, сода, марганец и тому подобное;

5) *место для хранения инструментов, форм* и т. п. может быть устроено также в здании гуты, если есть свободное место;

6) *место для поправки инструментов.* [1]

Здания, по возможности расположенные вблизи гуты или составляющие флигель оной, суть:

7) места для приготовления и сушения горшков и печных камней — *сушильная и гончарная*, также для хранения их; для помещения глины и для растолчения шамота устраивают особый амбар.

Будет сообразно с целью, если это здание будет иметь погреб или подземелье с отделением для сырой глины и с другим, чтобы глина находилась в запасе. Между обоими отделениями можно устроить третье, чтобы поставить туда машину для разбивания глины.

В этом здании на ровной земле устраивают амбар с толчеею и, по желанию, с месильной мельницей, занимающею по крайней мере 400 кв. футов. [2] Сюда примыкает маленькая комната для хранения шамота, и к этой — горшечная комната, имеющая также не менее 400 кв. футов и которая должна быть возможно светла. Вдоль стен устраивают в ней несколько столов для мешения массы, посредине же ставят несколько ящиков для приготовления смеси.

---

[1] В гуте для листовых стекол должна помещаться разрезальная комната.

[2] Если для производства толчен и мельницы употребляют водяную силу, в таком случае от нее зависит положение толчен; но если употребляют паровую машину, то она устраивается подле гончарной.

Кроме того, должно быть оставлено достаточное пространство для работы форм. Горшечная комната должна отопляться и иметь снаряд для вытаскивания [запасов глины] из подземелья.

Мы думаем, что все принадлежащие сюда пространства можно расположить одно возле другого таким образом, чтобы горшечное здание было устроено так, что в отдаленнейшем конце амбар составлял начало и комната для хранения горшков составляла бы конец. Все места мы бы соединили между собою проходящими чрез них рельсами. Если, из местных или других соображений, хотят построить этаж на здании, то устраивают в нем места, какие следует, и помещают снаряд для подъема так, чтобы горшки из горшечной комнаты можно было втаскивать наверх и из запасной комнаты спускать вниз.

Определение величины комнат, *запасной* и сушильной, выводят из того, что горшки должны быть переменяемы, по крайней мере, каждый месяц, и из того, что старое практическое правило предписывает употреблять горшки чрез год после их приготовления. Если бы имели одну печь с 8 горшками, то для 10 рабочих месяцев нужно запастись 80 горшками. Мы считаем 100, потому что остальное пространство может быть употреблено для хранения печного камня, который, как упоминалось прежде, имеется также в запасе для постройки печи. Если горшки имеют верхний диаметр в 32″ и отставляются один от других на дюйм, то можно положить, что 330′ будет длиною пространства, требуемого горшками для их помещения. Для этого устраивают досчатые подмостки [высотою] от 6 до 12″, отстоящие от стены на 2′ и между собою на 5′. Если высота здания от 20 до 30′, то в запасной комнате можно поместить свободно четверо подмосток и, следовательно, можно дать им длину до 75′. Впрочем, можно поставить двои подмостки одни под другими, если нужно сберечь место, и тогда будет достаточно половины длины.

В *сушильне* горшки оставляют стоять около 3 месяцев; следовательно, она должна вмещать 30 горшков, если для надежности приготовлять ежемесячно 10 новых горшков, и для помещения печного камня пространство в 40 горшков, т. е. должна иметь половину величины запасной комнаты.

Оба пространства отопляются и снабжаются вентиляцией, которая производит возобновление воздуха, не подвергая горшки тяге воздуха с одной только стороны. Нам кажется, что топки следовало бы сделать вдоль стен так, чтобы горячие газы проходили сперва в каналы сушильни и оттуда шли по каналам запасной комнаты, на конце которой выходили бы чрез трубу.

Чтобы произвести вентиляцию, мы окружили бы нагревательные каналы воздухопроводными, как употребляют в солодовнях, так же

как и там, устроить их так, чтобы нагретый воздух выходил из последних и чтобы можно было вводить более или менее холодного воздуха для уравнения температуры на 20 — до 25° Ц. Последнее необходимо в особенности в сушильне, потому что быстрое высыхание горшков для них весьма вредно.

Мы бы производили вентиляцию чрез воздушные трубы, устроенные посредине крыши каждого пространства и имеющие в квадрате около 18″. Мы думаем, что если бы здание, об употреблении и разделении которого мы только что говорили, образовало флигель или находилось в незначительном расстоянии прямоугольно к зданию гуты, то можно было бы заложить напротив него второй флигель или второе здание, в котором поместить:

8) *складочное место для сырых материалов и готовых товаров*, а также укупорочную комнату.

Относительно величины этого здания трудно дать что-нибудь определенное. Мы думаем, что укупорочная комната была бы достаточно велика, если бы была в 400 кв. футов. Если делают это здание в 30′ ширины, как в противолежащем, то в длину около 13′.

Величину *материальной комнаты* для склада больших запасов можно определить приблизительно чрез следующее рассуждение. Мы выходим из того предположения, что печь с 8 горшками в 18 пуд. (6 ц) делает ежемесячно при тщательном производстве 18 сплавов, следовательно плавит 2592 пуда (864 ц) стекла. Сырые материалы для (1 ц) 3 пуд. стекла занимают место во всяком случае 2 куб. фута, потому для месячного запаса нужно будет 1728 куб. футов, а если думаем запастись на три месяца, то будет до 5184 куб. футов. Если примем, что сырые материалы можно складывать одни на другие, то материальная комната при 30′ ширины здания и необходимом промежуточном пространстве должна быть длины от 30 до 40′. В ней должны быть сделаны особенные отделения для щелочей, для стеклянного боя, извести и песку.

Для складывания готовых изделий мы предполагаем также большое пространство, и все эти места располагаются на ровной земле одно вблизи другого так, чтобы материальная комната начиналась подле гуты, а рядом с ней товарная комната составляла бы конец, и расположение было бы таково, чтобы допускало непосредственно вывоз изделий.

В заводе для оконничных стекол, кроме этого, устраивается столярная для приготовления ящиков.

Против гуты мы советуем пристроить поперечно здание, которое:

9) делится на *контору* и квартиру управляющего;

10) *колодезь* или *фонтан*. Из первого воду можно выкачивать в построенный в гуте резервуар; от последнего проводится по гуте водопроводная труба, так что вода в последней всегда под рукой.

Наконец, в интересах фабрики, если рабочие живут вблизи, а потому устраивают *жилище и для рабочих*.

Мы заключаем впереди помещенные замечания общепринятым правилом, которое говорит так: *при устройстве стеклянных гут нужно принимать во внимание то, чтобы потом необходимые увеличивания могли быть произведены без больших затруднений*.

Замечания об управлении стеклянными заводами

Управление стеклянного завода, как всякого промышленного заведения, имеет чисто коммерческую и собственно промышленную сторону. Первую мы обойдем молчанием; в ней получают применение только общеизвестные купеческие правила. Но из последней мы выберем для решения только некоторые пункты, которые касаются до контроля расхода и продуктов. Если оба эти фактора, вместе с третьим — работой, контролируются верно, то можно рассчитывать на то, чтобы получить ясный взгляд на ход производства и чрез то основание для составления правильных счетов.

Употребляемые вещества. Горючие материалы. Мы заставили бы провозить каждую телегу, нагруженную топливом, чрез мост десятичных весов, как это делается на сахарных заводах с свекловицей. Мост этот ставится в ворота, составляющие единственный вход в фабрику и выход из нее. Груз телеги определяется заранее, а также замечается вес пустых, выходящих назад, телег.

Если дрова или угли покупаются мерою, как почти всегда делается, то вес единицы меры всякого сорта дров и углей можно определить предварительно.

От складочного места угли свозятся в проверенных на весах тачках к печи, и тут замечают, сколько употреблено их для сплавки и сколько для работы.

Также замечают, сколько издерживается его в ошевах и калильных печах (правильных печах).

Поэтому у каждой печи привешивается доска, на которой означается число привезенных телег. Остаток по окончании работы измеряется, и действительное употребление угля вносится в журнал.

Если сперва наблюдать долгое время над употреблением угля, то потом, даже [без личного] контроля, не могут случиться неправильности, не быв тотчас замеченными.

Сплавляемые материалы. С материалами, привозимыми в тачках, обходятся так же, как и с углями. Бочки весят порознь на находящихся в материальной комнате весах, и тара бочки отнимается,

Первые можно, так же как и угли, привозить в гуту в проверенных тачках или телегах, последние могут быть приняты за бочки.

В толчею сдаются только вещества свешанные, а вес истолченных определяется тачками или ящиками, вместимость которых определена точно.

Глина и шамот. Привозимая глина меряется так же, как и угли. Для обжигания глины выдается взвешенное ее количество, и получаемый шамот взвешивается, чрез что узнают содержание воды в глине.

Продукты. Приготовленные изделия всех родов не только сортируются по качеству и сосчитываются, но также и свешиваются.

О том, что все это должно вноситься в книгу надлежащим образом, наглядно составленную, не требуется напоминания.

Примером для этого может служить образец месячного обзора, который нам доставлен и который мы здесь прилагаем. Главные рубрики суть: *производство, потребление, издержки на работы и содержание и общие издержки.*

Месяц

(Число) *варок*; (сумма полученных в них) *продуктов.* (Вес) *сплавляемых материалов.* (Вес) *полученного стекла. Отношение* между сплавленными материалами и продуктом

- Потребление
  - Сплавление материалов
    - *Песок*
    - *Плавни*, как то: известь, сода, глауберовая соль и т. п. [1]
    - *Марганец*, *мышьяк* и т. п.

    Сумма:
  - *Топливо* [2]
  - *Горшки*
  - Материалы на упаковку
    - ящики
    - солома
    - гвозди и т. п.

    Сумма:
  - Материалы для завода
    - Глина и печной камень (правильные лавы)
    - Железо для колосников
    - Лопаты
    - Подпилки
    - Масло для освещения и т. п.

    Сумма:

[1] Сюда мы причисляем и *стеклянный бой.*

[2] Сюда включаются: a) для плавления, b) для работы, c) для каленицы для правильной печи, d) для ошевов.

Работа { Поштучная плата выдувальщикам, баночникам и т. п.
Месячная плата шуралям, возчикам топлива, гончарам и т. п.

Сумма:

Ремонт зданий { Поправки, кирпичная, железная и тому подобная работа

Сумма:

Общие издержки { Управляющему, главному мастеру, контора, содержание лошадей, кучер и т. п.

Сумма:

О растворимом стекле

В большей части камней кремнезем соединен с другими окислами и образует нерастворимые (в воде) соединения, например полевой шпат, слюду, горный лен, гранат и т. п. Такое же соединение представляет и стекло. Оно есть соединение кремнезема с известью и кали. Соединение кремнезема с одним кали образует вещество растворимое, — это и есть жидкое стекло, или полива. Подобно тому как серная кислота с одними окислами дает нерастворимые соли (так, гипс есть соль серной кислоты и извести), а с другими растворимые (так, медный купорос есть соль серной кислоты с окисью меди), так точно и кремнезем с множеством окислов дает каменистые, нерастворимые соединения, а с кали и натром дает растворимые соединения. Для приготовления такого стекла берут чистый песок, смешивают его с $^{2}/_{3}$ по весу поташа или соды и с $^{1}/_{10}$ угля, смесь стирают в порошок и сплавляют ее до совершенной жидкости.

Тогда углекислота, содержащаяся в поташе или соде, улетучива[ется] в виде пузырьков, а кремнезем соединя[ется] с кали или натром.

К смеси прибавля[ется] уголь для того, чтобы устранить вредное влияние нечистоты поташа или соды. После охлаждения сплава получается темная (от примеси угля) или опаловидная масса, похожая по виду и по твердости на стекло, масса хрупкая, с раковистым изломом, и с краев просвечивающая; расплавленная и не вполне застывшая, она очень тягуча, — ее можно вытягивать в нити. Из нее можно выделывать все предметы, как из обыкновенного стекла. Такую-то массу, или поташное, или натровое стекло, толкут в порошок, кипятят долгое время с водою и получают раствор. Ему дают отстояться и тогда сливают с осадка, и в таком виде он образует растворимое или Фуксово стекло, или стеклянную поливу. Этот раствор имеет щелочную реакцию и слабощелочной вкус.

Если такой раствор стекла нагреть до высушивания, то получается плотная стеклянная масса, которую снова можно растворить.

Если оставить раствор Фуксова стекла на воздухе, то углекислота воздуха соединится с кали и произойдет поташ, а кремнезем образует с водою студенистый осадок и раствор водного кремнезема. Если этот измененный раствор выпарить или высушить, то полученная масса не может уже вполне раствориться в воде, и останется высушенный кремнезем. Поэтому растворимое стекло должно сохранять в хорошо закупоренных сосудах. Если раствор жидкого стекла намазать на какое-нибудь тело, не имеющее на первое разлагающего влияния, то жидкое стекло скоро высыхает при обыкновенной температуре и производит лакообразную покрышку. Твердое, высушенное на воздухе жидкое стекло содержит еще около 12% воды. Если к раствору стекла прилить какой-нибудь кислоты, то кали или натр соединится с кислотой, а водный кремнезем получится отчасти в виде студени, отчасти же в виде раствора. Если к крепкому раствору стекла приливать кислоту (например соляную) по каплям, то водный кремнезем выделяется или немедленно, или спустя несколько секунд в виде густой студени. Если раствор был достаточно крепок, то вся масса образует после прилития кислоты густое полупрозрачное тесто, подобно свежеприготовленному крахмальному клейстеру; если же поступят обратно, а именно: к слабой соляной кислоте приливать понемногу слабого раствора стекла, то весь выделяющийся кремнезем остается в растворе. Этот кремнезем со временем выделяется из раствора. Его можно сделать нерастворимым: стоит только раствор выпарить досуха. Если к раствору Фуксова стекла прилить какой-нибудь соли, например известковой, то кали соединится с кислотою соли, а кремнезем с окисью образует осадок. Если, например, прилить азотнокислой извести, то кали дает с азотною кислотою азотнокислое кали, или селитру, а известь, соединившись с кремнеземом, дает твердый белый осадок кремнекислой извести.

Щелочные земли соединяются с кремнеземом и частью щелочи растворимого стекла [и] дают двойные соединения, совершенно нерастворимые в воде. Замечательно также действие нашатыря и других аммиачных солей. Смешивая раствор стекла с раствором нашатыря, получим осадок кремнезема (студенистый), потому что кали или натр стекла соединяются с кислотой аммиачной соли, а кремнезем не может соединяться с аммиаком, оттого и выделяется единовременно с образованием аммиака.

Вот главнейшие факты, упоминаемые во всех учебниках и необходимые для сведения при употреблении названного стекла. Употребление это весьма многоразлично. Вот что говорил об этом Г. Д. Галль:

«Если вы желаете предохранить от огня ваши дома, ваши амбары, ваши фабрики, то покрывайте в них стеклянною поливою

все, что может воспламеняться; если вы желаете, чтобы ваши церкви и храмы, ваши театры и другие великолепные здания, ваши памятники, статуи и барельефы устояли от разрушительного влияния времени, покрывайте их тою же поливою. Если вы хотите избавиться от гибельного действия сырости и предохранить от нее ваши жилища, скотные дворы и фабрики, то покрывайте их тем же стеклом; если вы любите чистоту и опрятность, от которых нередко зависит успех промышленного дела, то покрывайте жидким стеклом ваши молочные погреба, ваши винные, пивоварные, свеклосахарные заводы и все кадки и сосуды, в которых сберегаются различные жидкости; если вы желаете дать прочность стенной живописи и дорогим обоям, украшающим ваши покои, употребляйте для того стеклянную поливу; если вы желаете...»

Долго бы пришлось исчислять все применения, для каких советует употреблять ее г. Кульман; немного далее мы упомянем о главнейших из этих применений, а теперь пока мы заметим о том, отчего стали в последнее время так много говорить о веществе, известном уже с давних пор, первый исследователь которого уже предвидел многоразличное применение описанного им тела.

Указание свойств Фуксова стекла показало, что если им покрыть дерево, то оно, как всякий раствор, вопьется в дерево, в его поры, там высохнет и под влиянием углекислоты воздуха сделается нерастворимым. Значит, вся масса и внутренность пор, или скважин дерева, покроется тонким слоем водного кремнезема, вещества негорючего и твердого, негниющего. Поэтому такое дерево должно было быть прочным, негниющим, твердым и негорючим. Действительно, гниение и горение требуют, чтобы вещество имело непосредственное и прямое прикосновение с воздухом; а в дереве, покрытом стеклянною поливою, этого прямого прикосновения не может быть. И, действительно, опыт показал, что дерево, пропитанное стеклянною поливою, не горит, а только тлеет, и то с трудом, и весьма сильно сопротивляется гниению. Это свойство вызвало применение растворимого стекла в технике, и потому уже лет 20, 30 тому назад в Австрии и во Франции стали приготовлять в довольно больших размерах растворимое стекло. Впоследствии увидели, что применение растворимого стекла к сохранению дерева весьма ограниченно и неудовлетворительно. Вследствие нескольких неудачных применений растворимое стекло было вскоре забыто в технике. Один из фабрикантов, известный ученый Кульман, в Лилле, вновь и с большою силою поднял вопрос о растворимом стекле, указав лучший способ его приготовления, а также и многие новые применения для этого вещества; особенно же для придания твердости мягким камням и для окраски окон, стен и тому подобное особыми белилами (искусственным сернокислым

баритом), которые безопаснее и дешевле обыкновенных (свинцовых) белил. Либих, проезжая с парижской выставки, останавливался на фабрике Кульмана и был поражен тем, что видел там. Это было описано Либихом в мюнхенской газете, и слова ветерана химии заставили весьма многих обратить внимание на растворимое стекло. В Германии стали много писать об этом предмете, а во Франции и Бельгии употребление растворимого стекла стало развиваться довольно быстро. И у нас в России специальные журналы обратили также внимание на вещество, всех интересующее. В одном из заседаний Московского общества сельского хозяйства секретарь его, г. Маслов, обратил особенное внимание присутствовавших на растворимое стекло, и по поводу этого появилась брошюра, заглавие которой есть: *О жидком стекле или стеклянной поливе и способах ее употребления,* Москва, 1857. Ее составил г. П. А. из статьи г-на Галля, из письма Либиха, речи г-на Маслова и статьи г-на д-ра Маркварта (Dingl. Journ., 1856, июнь, 2 кн.). Мы присовокупим сюда еще извлечения из многих статей г-на Кульмана, помещавшихся в отчетах Парижской академии и во всех технических и химических журналах, и таким образом изложим приготовление и применение растворимого стекла.

Под именем *растворимого*, или *жидкого*, *стекла* разумеют растворимую в воде *кремнеземистую щелочь*. Уже в 1640 г. *Гельмонт* (Helmont) знал, что соединение песку и многих щелочей расплывается на воздухе. *Глаубер* в 1648 г. научал приготовлять этот же препарат из кремнезема и виннокаменной соли ([кислого виннокислого] кали) и дал ему имя «Liquor s. oleum silicum», а после его обозначали вообще названием *кремнеземной жидкости*. В 1825 г. Фукс открыл соединение кремнезема со щелочью, в котором кремнезем находится в большем количестве и которое, хотя растворяется в воде, но не расплывается на воздухе; соединение это стало известным под именем растворимого, или жидкого, стекла [и] получило практическое применение.

Различают четыре рода растворимого стекла:

a) калиевое,
b) натровое,
c) двойное и
d) растворимое стекло для фиксирования.

Калиевое жидкое стекло изготовляется посредством сплавления:

Толченого кварца или мелкого кварцевого песку	45 частей
Поташа	30 »
Толченого древесного угля	3 части

и растворения сплавленной и мелкоистолченной массы посредством кипячения с водою. Уголь прибавляют (правда, кажется,

очень много) для превращения сернокислых солей, находящихся в поташе и соде, в сернистые [и сернистокислые] металлы. Находящийся в жидкости сернистый калий или натрий и кальций делаются безвредными посредством кипячения их с окисью меди, или медной окалиной, или также с свинцовым глетом. Прибавка угля, кроме того, должна произвести совершенное выделение углекислоты посредством приведения последней в окись углерода и, кроме того, ускорять плавление. Оставшаяся углекислота обнаруживает всегда вредное влияние на жидкое стекло.

Натровое жидкое стекло приготовляется из:

Толченого кварца	45 частей
Обожженной соды	23 части
Угля	3 »

или, по Бюхнеру, оно изготовляется самым дешевейшим образом из:

Толченого кварца	100 частей
Обожженной глауберовой соли . . .	60 »
Угля	15—20 »

Кульман в Лилле приготовляет натровое жидкое стекло посредством растворения кремня в крепком натровом щелоке в железных котлах при давлении 7—8 атм. По показаниям Либиха, особенно выгодно вместо кремня употреблять землистые остатки (кремнеземистые скорлупы) инфузорий, состоящие из панцырей или раковинок особых инфузорий, называемых «дырочниками» (Foraminifera). Такая земля встречается иногда под почвой. Она в чистом виде дает известное шлифовальное вещество, называемое трепелом или трипелем.[1] Эту землю прокаливают, чтобы уничтожить органические вещества, и потом всыпают ее в натровый щелок, 1.5 уд. веса, или [в] калиевый щелок 1.135 уд. веса, кипятят до растворения земли, осветляют нечистый раствор жидкого стекла известковою водою и выпаривают его до потребной густоты.

Большая выгода способа Кульмана состоит в том, что 1) избегается плавка и весьма продолжительное кипячение стекла с водою, которое требует расходов на топливо, едва ли не больших, чем при способе Кульмана; 2) стеклянный раствор получается насыщенный кремнеземом и 3) меньше веществ теряется даром.

---

[1] По показаниям Викка, люнебургская инфузорная земля в верхних слоях состоит на 100 частей из:

Кремнезема	87.85
Углекислого кали	0.75
Окиси железа	0.73
Глинозема	0.13
Органических веществ	2.28
Воды	8.43

Двойное жидкое стекло (калиевое и натровое жидкое стекло), по показаниям Деберейнера, может быть изготовлено посредством сплавления:

Истолченного кварца	152 частей
Обожженной соды	54 части
Поташа	70 частей

По показаниям Фукса из:

Истолченного кварца	100 частей
Очищенного поташа	28 »
Обожженной соды	22 части
Истолченного древесного угля . . .	6 частей

Потом его можно получить: 1) посредством сплавления сегнетовой соли (двойной винной соли кали и натра) с кварцем; 2) из равных паев калиевой и натровой селитры и кварца; 3) из очищенного винного камня и натровой селитры и кварца. Этот род жидкого стекла гораздо легкоплавче, чем предшествующие. Для технических употреблений можно также смешивать:

3 объема крепкого раствора калиевого жидкого стекла с
2 объема[ми] » » натрового » »

Названием «Fixierungswasserglas» (растворимого стекла, служащего для закрепления или фиксирования) Фукс обозначает смесь совершенно насыщенного кремнеземом калиевого жидкого стекла с натровою кремнеземною жидкостью (получаемою посредством сплавления 3 частей обожженной соды и 2 частей толченого кварца). Оно применяется единственно только для закрепления красок при стереохромии.

Заметим здесь, что смесь 1 части кремнезема и 5 частей поташа вполне сплавляется весьма легко в краснокалильном жару. Смесь 3 частей кремнезема и 1 части поташа сплавляется медленно в сильно краснокалильном жару, а смесь 5 частей кремнезема и 1 части поташа уже не сплавляется, а только спекается.

Натровое (содовое) стекло дешевле калиевого (поташного) потому, во-первых, что сода в настоящее время (за границею) дешевле поташа, а во-вторых, потому, что для соответствующих соединений всегда потребно кали почти в $1^1/_2$ раза больше, чем натра, или поташа в $1^1/_5$ раза больше, чем соды.[1] Для приготовления было бы выгодно брать как можно меньше соды и поташа, а больше кремнезема и песку, потому что все свойства жидкого

[1] Это основывается на том, что пай натрия 23 меньше пая калия 39. Потому соответствующие количества кали и натра относятся между собою, как $(39+8):(23+8)=47:31$, почти $=1^1/_2:1$. Для поташа и соды отношение паев почти как $1^1/_5:1$.

стекла принадлежат кремнезему, а кали должно быть впоследствии удалено, или оно вредит предмету, на который наложена полива: например, портит цвет дерева, выступает на камне, растравляет материю. Но, к сожалению, нет возможности брать очень мало поташа или соды, потому что тогда образуется стекло, весьма мало растворимое в воде, т. е. негодное для употребления. Так как способ Фукса, состоящий в расплавлении поташа и песку, измельчении и кипячении сплава с водою, требует весьма продолжительного времени и не дает ручательства в том, что в растворе нет избытка натра, то гораздо выгоднее употреблять способ Кульмана, состоящий, как мы видели выше, в том, что кремни и тому подобные сорты кремнезема, размельченные, подвергают действию кипящего раствора натрового щелока в чугунном котле, закрытом плотною крышкою так, чтобы пары не могли улетучиваться. В этом котле укреплена мешалка для перемешивания песку со щелоком, а для предупреждения разрыва при котле делают предохранительный клапан, который соответствовал бы 7—8 атм. давления. Для приготовления натрового щелока (т. е. раствора натра в воде) берут, по общепринятому способу (так приготовляют щелок на мыловаренных заводах), соду и едкую известь. Щелок растворяет при нагревании и высоком давлении кремнезем, и, насыщаясь им, прямо образует поливу.

В торговле встречаются 33- и 66-градусные растворы жидкого стекла. Стекло, приготовляемое по Кульману, содержит обыкновенно на 65 частей кремнезема около 35 частей окиси калия или натрия.*

Растворы крепости 33%, 40% и 60%, т. е. во 100 частях раствора содержится или 33%, или 40%, или 60% твердых стеклянных частей, а остальное есть вода. Во многих случаях такие растворы должно разводить водою. Хороший и крепкий раствор, весьма годный для употребления, имеет уд. вес около 1.24. Приготовленную поливу разливают в бутылки и плотно закупоривают, чтобы не было доступа воздуха. Если же готовят растворимое стекло по первому, вначале нами описанному способу, то весьма часто его пускают в продажу в твердом виде, и такие куски прекрасно сохраняются; но при употреблении должно долгое время

---

* В настоящее время растворимое стекло как натриевое, так и калиевое готовится различных модулей, т. е. с различным соотношением в нем количества молекул SiO_2 и Na_2O или K_2O. Обычно изготовляют стекла с модулями от 1 до 4.2. В СССР большое распространение получили растворимые стекла с модулем 2.40—2.65 (так называемое «двойное», или «щелочное») и 3.4—3.5 («ординарное», или «нейтральное»). Растворимые стекла поступают в продажу или в виде твердого безводного продукта («силикат глыба»), или в виде гидратированного твердого стекла, или в виде растворов жидкого стекла. [*Прим. ред.*]

кипятить порошок их с водою. На фабрике в Вейсгрюне, лет 6 тому назад, пуд твердого стекла прода[вали] по 7 руб. сер., а пуд жидкого — по 2 руб. сер. В настоящее время цена жидкого стекла весьма уменьшилась.

Употребление жидкого стекла в технике состоит в том, что им связывают или пропитывают какие-либо предметы. Впервые оно было применено в мюнхенском королевском театре как *предохранительное средство от огня*, причем оно, покрывая предметы из дерева, холста и бумаги, предохраняет их от сгорания. К раствору жидкого стекла прибавляют какой-нибудь краски, как то: глины, мелу, костяной земли, растолченного стекла (именно свинцового стекла), истолченных доменного или кричного шлака, плавикового шпата, полевого шпата и т. д. Для покрывания им берут сначала негустой раствор, именно 33%; жидкое стекло разводится двойным количеством по весу дождевой воды, и кистью, смоченною в нем, смазывают предмет. Когда этот первый слой высохнет, кладут еще слой или даже два и несколько слоев, предварительно дождавшись того, когда предыдущий слой высохнет, на что требуется, по крайней мере, 24 часа. Для последующих слоев берут растворы более крепкие, состоящие из равных по весу частей стекла в 33% и дождевой воды. Когда кладут самый последний слой, то считают весьма полезным прибавлять к нему мелкоистолченного мела. Должно полагать, что и показали мне некоторые опыты в малом виде, что лучше всего последний слой покрывать спустя некоторое время раствором нашатыря, потому что он делает кремнезем свободным и насыщает щелочи. Предмет, покрытый таким растворимым стеклом, представляет различные отношения к самой поливе. В некоторых случаях, как, например, при покрышке дерева, происходит разложение поливы главным образом при содействии воздуха и именно заключающейся в нем углекислоты. Она соединяется со щелочью поливы и образует поташ или соду, а кремнезем в виде коры облекает те части, до которых успел проникнуть. В других случаях самый материал покрываемой вещи способствует затвердению поливы, образуя с нею твердое химическое соединение. Это случается, например, каждый раз, когда в покрываемой вещи есть известь, потому что она соединяется тогда с кремнеземом. Потому-то и прибавляют к последнему или верхнему слою поливы мела, чтобы образовать на поверхности тела кремнеземистую известь. Но, во всяком случае, примесь свободной углекислой щелочи, например соды, и сода, образующаяся при действии углекислоты воздуха на поливу, вредно действуют на покрываемый предмет или, по крайней мере, не приносят пользы, а напротив того, выветриваются и дают на поверхности налет. Посему было бы полезно удалять натр из про-

питанного предмета, или, по крайней мере, превращать его в безвредное тело. Кульман посоветовал употреблять для этой цели кремнефтористоводородную кислоту.[1] Она, как известно, есть одна из немногих кислот, дающих с щелочами труднорастворимые соединения. Предмет покрывают сначала жидким стеклом, а потом смачивают названною кислотою. Тогда последняя соединяется с щелочью поливы и образует, равно как кремнезем, плотную массу внутри или на поверхности тела. Тогда уже не будет образи[вы]ваться сода или поташ; следовательно, не будет выветривания и порчи покрываемого предмета. Этот способ, впрочем, довольно дорог,[2] и его, конечно, лучше заменять покрытием нашатырным раствором. При употреблении последнего под конец получается (если взято натровое стекло) водный кремнезем и поваренная соль (ее можно отмыть водою), которые останутся на предмете, и аммиак, который улетит вместе с паром воды. Теперь нам будут понятны все применения, которые может иметь жидкое стекло, или полива, или Фуксово стекло. Первое применение относится к дереву. Станем называть дерево, покрытое поливою, окремнелым деревом. Такое дерево, действительно, во многом сходно с природным окаменелым, окремнелым деревом, ибо последнее и есть дерево, проникнутое насквозь кремнеземом (или другим твердым телом). Окаменелые деревья лежат миллионы лет под землею и не портятся, и если бы мы могли получать столь же окаменелые деревья, то могли бы строить негорящие, весьма твердые, не гниющие, полирующиеся и вековые вещи, впрочем, лишенные многих свойств дерева (например упругости). Конечно, можно было бы подвергать окремнению только уже готовые предметы. Эту задачу предстоит решить практике со временем. Ныне употребляемое окремнение есть первый шаг к этому. Окремнелое дерево не горит, а тлеет, трудно гниет, легко чистится, не пропускает влажности и паров, а потому весьма полезно в тысяче случаев, о которых нет даже нужды упоминать; потому-то на многие поделки полезнее употреблять такое дерево, чем обыкновенное. Окремнелое дерево принимает другой цвет. Так, молодой дуб становится похожим на старый, темный. Вообще же окремнение вредит виду дерева, а потому лучше всего покрывать одновременно краскою и поливою. Такое дерево удобно мыть водою. Для окремнения дерева должно брать жидкий раствор, потому что в противном случае он неглубоко

---

[1] Для получения ее нагревают смесь плавикового шпата, песку и серной кислоты и происходящий газ проводят в воду. В воде образуется осадок кремнезема и раствор кремнефтористоводородной кислоты.

[2] Кульман называет покрытие предмета поливою «окремнением» (силикатизированием), а покрытие кремнефтористоводородною кислотою — «фторокремнением».

проникает в дерево, и такое дерево легко дает трещины. Теперь мы покажем, как жидкое стекло относится к некоторым неорганическим веществам, а потом перейдем и к другим применениям его.

Мел с жидким стеклом дает очень плотную массу, при высыхании получающую почти твердость мрамора. При этом не происходит никакого химического изменения, никакой перемены составных частей в кремнекислую известь и углекислое кали. Затвердение производится или действием силы сцепления, или тем, что жидкое стекло и углекислая известь прямо, т. е. не разлагаясь взаимно, вступают в слабое химическое соединение. Так же, как мел, к жидкому стеклу относится и мелкоистолченный *мрамор*.

Доломит, кажется, несколько превосходит известняк в связывающей силе; так как он значительно тверже известняка, то уже оттого масса, составленная из его порошка и жидкого стекла, представляет больше сопротивления внешним, механическим и химическим влияниям. Во всяком случае, он принадлежит к лучшим средствам для связывания жидкого стекла и для сделания его нерастворимым в воде. *Фосфорнокислая известь* (костяная земля) дает с жидким стеклом очень плотную массу, причем не происходит химического действия или изменения составных частей. Будучи стерто с гашеною известью, жидкое стекло скоро свертывается и медленно высыхает в довольно твердую массу. При этом образуется кремнекислая известь, а кали выделяется.

Истолченный кварц имеет мало сцепления с жидким стеклом. Но если кварц предварительно смешать с некоторым количеством распавшейся на воздухе извести, то получается очень плотная масса. Подобно истолченному кварцу относятся к жидкому стеклу обожженная *глина* и *фарфоровая земля*; напротив, пористые глиняные сосуды по напитании их жидким стеклом и по высушении делаются очень крепкими. *Окись цинка* (и цинковые белила) и *магнезия* особенно сильно действуют на жидкое стекло и притом, очевидно, химически, причем кремнезем и часть кали соединяются с окисью цинка или магнезией и, вместе с тем, образуется несколько углекислого кали. Магнезия принадлежит к сильным связывающим средствам жидкого стекла. *Гипс*, стертый с жидким стеклом, тотчас свертывается и при высыхании очень скоро выветривает большое количество сернокислого кали или натра. Масса по высыхании бывает немного тверже обыкновенного гипса. Такое отношение ясно показывает, что сделанные из гипса предметы нельзя напитывать жидким стеклом, чтобы сделать их твердыми и неизменяемыми на воздухе; потому что от свертывания гипса жидкое стекло не может проникать в них. Лучший результат дает *ангидрит* (безводная сернокислая известь) и, подобно ему относящийся, сильно обожженный гипс. Гидравлические *цементы* (например

портландский), замешанные на растворимом стекле, затвердевают весьма быстро.

Из вышеупомянутого весьма ясно, что второе, еще более важное применение поливы есть окремнение известняков. Если кусок мокрого и мягкого мела опустить на несколько времени в жидкое стекло, то мел станет твердым, непишущим, полирующимся. Это происходит, по мнению некоторых, от того, что известь мела образует с кремнеземом поливы нерастворимое вещество, которое вместе с самою поливою дает тело, совершенно сходное по сходству с обыкновенным стеклом; потому что в последнем, кроме кремнеземистого натра (полива), заключается еще кремнеземистая известь. Кроме того, и сама углекислая известь мела с кремнеземистою известью образует химическое соединение. Словом, масса каменеет. Итак, вы имеете рыхлый мел, пористый, крупчатый известняк, например вроде того, каким изобилуют окрестности Одессы, вы имеете мягкий доломит, наконец мягкую плиту. Из них вы легко выточите камни по форме, вам пригодной. Если сложите из них дом, то он будет сырой, холодный, непрочный; но вы прежде окремните ваши камни и тогда получите прочнейший дом. С поверхности вы можете его отполировать, нарезать на нем фигуры, придать всевозможные формы. Вам можно будет мыть стены вашего дома, — вам нечего бояться сырости, и чем дольше будет стоять ваш дом, тем прочнее и каменистее будет становиться. Способ приготовления искусственных камней очень прост: вымытый и слегка нагретый песок, смешанный с небольшим количеством обожженной извести, смачивается нагретым жидким стеклом до тех пор, пока образуется тесто, которое убивается в формы. После того как это тесто сделается в форме несколько плотным, оно вынимается из обложенной внутри листовым железом или намазанной маслом формы. И камень высыхает на доступном воздуху месте. Для того, чтобы при этом употреблять как можно меньше жидкого стекла, во внутренность массы можно закатывать маленькие комки. Посредством стараний Кульмана жидкое стекло во Франции нашло большое применение в строительном искусстве. В наших странах нет камня, годного для скульптурных украшений, но много мела, песку. Пропитайте мел поливою, смешайте с нею песок, прибавьте предварительно каких угодно красок, и вы дома можете получить и мраморовидные и яшмовидные камни всякого цвета. И это еще далеко не последняя услуга окремнелой извести. Известь служит, как известно, для скрепления (цементом) кирпичей и каменьев, для беления и крашения стен. В обоих случаях окремнелая известь пригоднее обыкновенной. Известь, смешанная с водою и песком, служит цементом, потому что при действии времени и под влиянием воздуха образует твердую каменистую

массу. Такой цемент выходит и плотнее, и прочнее, и действует быстрее тогда, когда к извести будет прибавлено растворимое стекло, потому что в последнем случае легко происходит кремнеземистая известь — вещество, как мы уже говорили, твердое и постоянное. Особенно важно употребление жидкого стекла в смеси с известью для подводных работ. Там не может быть употребляема обыкновенная известь, потому что она размывается водою, и для всех подобных построек употребляют дорогой цемент или гидравлическую известь, которая находится только в немногих местностях и потому дорого ценится.

Чаще всего для подводных работ употребляют смесь обыкновенной извести с цементом, т. е. таким веществом, которое образует с обыкновенною известью гидравлическую, твердеющую под водою известку. Такие цементы всегда содержат такое вещество, в котором есть глинозем и кремнезем, способные образовать с известью твердое нерастворимое соединение. Такой цемент образуют пуццолана, трас, даже простой кирпич и др. Но действие этих цементов тем лучше, чем больше в них кремнезема, могущего переходить в раствор; посему жидкое стекло с большим удобством и выгодою может заменять дорогую пуццолану и другие цементы. Для того смешивают 100 частей жженой извести с 10—12 частями сухого Фуксова стекла и смесь прямо употребляют для подводных работ. Этот способ получения гидравлической извести есть один из самых рациональных.

Стеклянная полива с большою пользою может итти для окраски стен домов и комнат. Обыкновенные, употребляемые в технике известковые, клеевые краски представляют многие неудобства, особенно же то, что они пачкают, не могут быть мыты, теряют вид от дождя, легко выцветают и потому требуют частой поправки. Примешивая к известковой краске жидкого стекла, мы получим после окраски почти стекловатую поверхность, которая превосходно удовлетворяет всем требованиям. Она имеет в особенности то важное достоинство, что может долго сохраняться и от мытья становится каждый раз как бы новою; притом, покрывая стену плотным слоем, она защищает дом от сырости, ветров и т. п. Для того, чтобы выкрасить стену такою краскою, поступают так: сперва покрывают стену слабым раствором поливы или, лучше, насосом опрыскивают всю стену. Высохшую стену покрывают смесью мела, жидкого стекла и краски, а иногда смесью одной краски с жидким стеклом. Последнее окрашивание повторяют несколько раз. Для белой краски употребляют мел или, лучше, цинковые белила. Употребляя смесь поливы с белилами, получают краску, весьма быстро высыхающую, а чтобы воспрепятствовать этому, прибавляют $^1/_4$—$^1/_2$ части порошка тяжелого шпата (барита,

т. е. сернокислой окиси бария). Разумеется, при кремнеземном крашении должно избегать всех красящих веществ, которые изменяются от щелочного свойства жидкого стекла, не могут быть также употребляемы металлические окиси, легко разлагаемые жидким стеклом. Потому при этом нельзя употреблять свинцовых белил, хромокислой окиси свинца, шелевой зелени, швейнфуртской зелени, берлинской лазури и многих других красок, но все-таки ряд употребимых красок достаточно полон. Пригодные краски суть хромокислый барит (баритовая желтая краска), хромокислая окись цинка (цинковая желтая краска), неапольская желтая краска, шмальта, ультрамарин (голубой и зеленый), сернистый кадмий, киноварь, сурик, колькотар, сосновая сажа и т. п.

Можно также выкрасить стену обыкновенною краскою или покрыть обоями и потом сверху покрыть стеклянною поливою.

Какой род жидкого стекла лучше употреблять для крашения, — это теперь еще не решено определенно. Калиевое жидкое стекло могло бы дать более крепости, чем натровое; последнее же во всяком случае имеет преимущество перед первым в том, что оно, будучи при одинаковом содержании жидкого стекла жиже, чем вязкое и густое калиевое жидкое стекло, может проникать в малейшие промежутки и расщелины. Двойное жидкое стекло, кажется, соединяет свойство обоих предыдущих родов и вообще могло бы заслуживать преимущество на основании дешевизны его.

На жидкостеклянных красках показывается то скорее, то позже налет в виде пыли, иногда легкая кристаллическая плесень. Это явление испугало многих и сделало жидкое стекло подозрительным. Однако это явление не столько опасно, сколько показывает, что процесс отвердения идет хорошо, — именно при этом выделяется несколько щелочи, и кремнезем, который тогда делается главным связывающим средством, может свободно действовать на связываемое тело. Этот налет может быть стерт мокрою губкой. Этот продукт выветривания всегда есть углекислый натр, даже тогда, когда жидкое стекло изготовлено с поташом, который всегда заключает больше или меньше натра.

Кульман рекомендует для крашения смесь крахмального клейстера и жидкого стекла (1 объем крахмального клейстера и 1 объем раствора жидкого стекла 35—40-градусного); последнее делает клейстер жиже и тем дает возможность равномерно накладывать краски. Эта смесь может еще быть полезнее для покрывания водяных красок всех родов, причем от этого происходит очень прочный и блестящий лак. [1]

[1] По этому случаю Кульман старался обратить внимание архитекторов и живописцев на действие извести и барита на крахмальный клейстер. Посредством этого действия можно чрезвычайно дешевые краски,

Красками, приготовленными на поливе, можно красить металлы, например железо, чугун, цинк, медь. Выкрашенные вещи можно безопасно нагревать; тогда кремнезем образует на металле соединение еще более плотное. Выкрашенные металлы, устраненные от доступа воздуха, защищаются таким образом от ржавчины. Особенно пригодно подобное окрашивание для печей и заслонок, для котлов, паровиков и т. п. Стеклянная полива может также служить для окраски и живописи на стекле, фарфоре, глиняных изделиях и т. п. Смесь краски и поливы, высыхая на стекле, оставляет окрашенный плотный слой, который часто не отмывается горячею водою. Для окрашивания стекла в молочный цвет смешивают поливу с порошком тяжелого шпата. Окрашенный этим путем предмет при прокаливании покрывается совершенною эмалью. Стеклянные, фарфоровые и металлические вещи могут быть скрепляемы посредством крепкого или густого раствора Фуксова стекла. Для того нагретые куски на месте слома смазывают поливою, прикладывают, связывают и дают стоять в теплом месте. Примешивая мелкоистолченные наждак, мумию или глину, можно получить чрезвычайно крепкую замазку, особенно, если спаянную ею вещь прокалить.

Далее жидкое стекло может быть употребляемо для изготовления не содержащей свинца глазури, вместо буры при паянии, для закаливания и сваривания стали, вместо мыла при стирке, как средства для удобрения, и жидкое стекло уже по своему виду (в сгущенном растворе) весьма сходно с раствором клея. Его можно назвать минеральным клеем. И действительно, жидкое стекло можно употреблять для склеивания бумаги, для подклейки тканей, для склеивания разбитых стеклянных, фарфоровых, глиняных и многих каменных предметов. Растворимое стекло есть отличное средство для сохранения архитектурных украшений, как показали многочисленные приложения, сделанные г-ном Роша (Rochas) в 1852 г. в Париже. Он употреблял растворимое стекло для этой цели в Лувре, в Соборе божией матери и других публичных зданиях, носящих много украшений. Для этой цели стену обливают сперва водою (из насоса), потом сушат и потом обдают дождем (из насоса) слабого раствора поливы, а для мягких известковых камней (из которых особенно легко резать украшения) берется раствор крепости в 5—7° Боме, для крепких камней в 7—9°. Обливание производят несколько раз все более и более слабым раствором, кончая обыкновенно раствором в 3° Боме.

именно состоящие из мела, каолина, алебастра, охры и т. п. и клейстера, привести в такое состояние, что они не будут смываться даже теплою водою.

Смесь жидкого стекла и красок может служить для печатания на бумаге (для обоев) и на материях. Для такого печатания употребляют или растворимое вещество, переходящее впоследствии в нерастворимое, или нерастворимое тело, которое в таком случае накладывают на поверхность тела и прикрепляют к ней. В том и другом случае для окраски потребно такое вещество, которое скрепляло бы ткань и краску, необходима так называемая протрава. Для нее обыкновенно употребляют раствор уксуснокислого глинозема, получаемый чрез смешение квасцов и свинцового сахара. Ткань пропитывают таким раствором и сушат. Тогда уксусная кислота улетучивается, а оставшийся глинозем не может уже быть отмыт от ткани. Пропитывая ее краскою, получим прочную краску, происходящую от того, что глинозем соединяется или удерживает краски. Для протрав можно употреблять и многие другие вещества, способные плотно приставать к ткани, соединяться с красками, переходить из растворимого соединения в нерастворимые и не вредящие ни ткани, ни краскам. Такие условия в отношении ко многим краскам имеет стеклянная полива. Кульман для окраски бумаги и тканей смешивал краски с поливою и печатал узоры, или покрывал ткань поливою и после печатал на ней краскою. Образующееся (от влияния воздуха на поливу) углекислое кали можно отмывать водою, чтобы оно не вредило ткани. Можно также насыщать кали и делать кремнезем свободным при содействии слабых кислот, например уксусной, соляной и др. Набойка некоторых красок выходит весьма прочною и обходится дешевле, чем всеми другими протравами. Это относится, например, к ультрамарину. Стеклянную поливу можно употреблять также для серебрения и золочения листками и порошком, для книгопечатания и для чернил. По совету Кульмана, смесь мелкоистолченного угля и поливы дает прекрасные чернила. Такие чернила легко получаются, если в раствор едкого щелока опустить кусок кожи и к полученной смеси угля и щелочи прибавить водного кремнезема.

Одно из самых интереснейших и значительнейших применений жидкого стекла, бесспорно, есть применение его к живописи, в новом роде фресковой живописи, которое названо Фуксом *стереохромиею*. При этом роде живописи жидкое стекло составляет связывающее средство красок и их грунта. Из произведенных Фуксом изысканий следует, что стереохромия может быть применима не только для стен, но с выгодою может быть накладываема и на другие основания, а также посредством ее может быть изготовляема и мольбертная живопись небольших размеров и, кроме того, что стереохромические изображения и крашения на некоторые основания могут быть наносимы непосредственно, т. е. без среднего грунта.

При собственно стереохромии или стенной и монументной живописи на *известковом грунте* должно особенно обращать внимание на фундамент, именно на известковый грунт, *нижний грунт* и *верхний грунт*. Существенное в этом составляет то, чтобы дать грунту постепенно одинаковые камнеобразные свойства и, так сказать, сплавить его со стеною. Первая подмазка, или нижний грунт, делается обыкновенно из обыкновенной известковой штукатурки, так что неровности стены сглаживаются и камни хорошо покрываются. Таким образом произведенную подмазку оставляют не только хорошо высохнуть, но еще на несколько дней оставляют действию воздуха затем, чтобы [известковый слой мог поглотить из воздуха углекислоту]. Поглощение углекислоты можно ускорить посредством смачивания известки раствором углекислого аммиака. Когда штукатурка совершенно высохнет, тогда для того, чтобы укрепить ее и сделать держащеюся на стене, употребляют жидкое стекло, которым она и напитывается. Для этого употребляют натровое или двойное жидкое стекло, разбавленное таким количеством натровой кремнеземной жидкости, что оно бывает не опаловым, но совершенно светлым. Когда нижний грунт будет таким образом укреплен, наносят *верхний грунт*, который должен принять изображение и который, будучи одинаковых свойств с нижним грунтом, наносится на него почти в линию толщиною, по возможности ровнее, и когда он высохнет, обтирается жестким песчаником затем, чтобы снять тонкий слой углекислой извести, который образовался при высыхании и который препятствует всасыванию раствора жидкого стекла, а вместе с тем и затем, чтобы дать поверхности потребную шероховатость. Фукс считает лучшим уничтожать известковую корку химическим средством, именно — разведенною фосфорною кислотою. Когда верхний грунт хорошо высохнет, его напитывают жидким стеклом для того, чтобы дать ему надлежащую плотность и сплавить его с нижним грунтом. На совершенно высохший верхний грунт наносятся краски просто с чистою водою, при частом вспрыскивании стен водою. Тогда ничего более не остается, как только надлежащим образом укрепить краски, на что определяется вышеупомянутое жидкое стекло для фиксирования; но так как краски держатся очень слабо и не допускают употребления кисти, то жидкое стекло вспрыскивается на стену в виде мелкого дождя или пыли посредством особой, изобретенной для того брызжущей машинки. Когда краски будут хорошо закреплены, рисунок будет готов. Наконец, спустя 2 дня он вытирается винным спиртом, чем снимаются грязь и пыль и вместе с ними и несколько сделавшиеся свободными щелочи.

Для красильного грунта Фукс рекомендует цемент из жидкого стекла, состоящий из смеси раствора жидкого стекла с истолченным

мрамором, доломитом, кварцевым песком и распавшейся на воздухе известкой. Как стереохромические краски употребляют цинковые белила, хромовую зелень (окиси хрома), кобальтовую зелень (Ринманову зелень), хромовую красную краску (основную хромокислую окись свинца), цинковую желтую краску, окись железа (светло-красную, темнокрасную, фиолетовую и бурую), сернистый кадмий, ультрамарин, охру (светлую охру, охру телесного цвета, золотистую охру), терра ди сиена, умбру и т. п. Киноварь отвергается, потому что она на воздухе делается бурою и, наконец, совершенно черною. Кобальтовый ультрамарин после закрепления кажется гораздо светлее и потому не употребляется в стереохромии.

Стереохромию должно рассматривать как новый род живописи, потому что при ней употребляется связывающее средство, совершенно отличное от подобных средств всех родов живописи. Ее отличие, не обращая внимания на художественное совершенство, находится в красильном грунте, причем он способен выдерживать всякий климат и противостоять многим еще опаснейшим влияниям дыма, кислых паров, разным переменам температуры, граду и т. п., которые были бы губительны для фресок. Жидкое стекло как связывающее средство, которым не только укрепляется красильный грунт, но вместе с ним сплавляются и окремняются краски, составляет существо этого рода живописи: от него значительно возвысилась фресковая живопись, грунт которой состоит из штукатурки. Художнику стереохромия представляет значительные выгоды, — при ней живопись находится совершенно в его распоряжении, и он бывает господин материала; между тем как при фресковой живописи он бывает в распоряжении этого рода живописи. Он может, по желанию, прерывать свою работу и снова продолжать ее спустя долгое или короткое время. С фресковой живописью она имеет общего и перед масляной живописью лучшего то, что изображения бывают не блестящи и зритель может рассматривать их во всяком положении.

Столь многочисленные применения жидкого стекла заставляют полагать, что оно со временем займет почетное место в ряду веществ, необходимых для промышленности. Употребление Фуксова стекла еще столь ново, что, без сомнения, его ожидают многие улучшения. Но не должно ошибаться в надеждах извлечь из него те выгоды, каких оно не может принести. Так почти всех — и прежде всего — поражает способность стеклянной поливы делать дерево несгораемым и негниющим. Но нам кажется, что в этом отношении должно ожидать от поливы наименьшей выгоды. Мы основываем наше мнение на следующем: 1) окремнение дерева обходится довольно дорого; 2) окремнелое дерево становится хрупким; 3) оно способно тлеть; 4) и медленно гниет; 5) вода вымывает со време-

нем часть поливы, хотя не может отмыть остальной части; 6) поташ или сода выветривается и притягивает влажность; 7) дерево теряет свой цвет и многие из свойств и т. д. Если окремнелое дерево и будет когда-либо введено во всеобщее употребление, то не иначе, как при возможности получить совершенно окаменелое дерево, притом легким способом. Полезно было бы окремнелое дерево вымывать водою. Тогда вода извлекла бы образующиеся углекислые щелочи и весь избыток поливы, так что не было бы бесполезной потери материала. Для подводных и подземных работ было бы весьма полезно употреблять окремнелое дерево точно так же, как и всякое дерево, пропитанное минеральными веществами, например берлинскою лазурью, гипсом и др. Скорее всего можно ожидать применения окремнелого дерева в тех местах, где есть большая опасность от пожара и где необходимо, однако, употребление дерева, и оно не может быть заменено камнем, например в банях, сушильнях и т. п. Гораздо большего ожидаем мы от других применений стеклянной поливы, особенно в отношении к окраске стен и тканей. Здесь открывается богатое поле для опытов и исследований. Главное, предлагаемое средство для укрепления красок гораздо дешевле известных нам до сих пор, особенно, если принять во внимание прочность, какую, например, дает полива стенным краскам.*

---

* Растворимое стекло в настоящее время нашло широкое применение в разнообразных областях промышленности: в строительном деле для пропитки разнообразных пористых материалов, в качестве вяжущего материала, для изготовления искусственных камней, для силикатирования шоссейных дорог, для силикатирования и укрепления грунтов при различного рода сооружениях, для создания огнеупорных и кислотоупорных цементов, в абразивной промышленности для изготовления шлифовальных кругов, в качестве диспергирующего вещества, как моющее средство, в бумажной, текстильной и других областях промышленности. [*Прим. ред.*]

ЛИТЕРАТУРНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

книг и статей по стеклоделию, употребленных при составлении этой книги или могущих служить для изучения этого предмета

История стеклоделия

Joh. Kunkel's vollständige Glasmacherkunst, 2 Theile, Nürnberg, 1785.
White history of inventions и сокращенно: Dingl. Journ. XXV, 61.
Krünitz. Ökonomische Enzyclopädie etc., XVIII, 585.
Schüler. Bericht über die Glaswaaren der Londoner Industrieausstellung 1851, Berlin, 1853, III, 275.
Pariser Ausstellungsbericht. Berlin, 1856, 445.

Статистика стеклоделия

Mac-Culloch. Statistical account of the British Empire. London, 1837.
Die französische Glasfabrikation im Jahre 1834. Dingl. Journ., LIV, 381.
В. Шмидт. Об русском стеклянном производстве. Сборник Мин. финансов, 1862.

Свойства стекла

Ueber das Trübwerden des Glases von *Splitgerber.* Dingl. Journ., CXIII, 28.
Ueber das Trübwerden des Glases von *Vogel* und *Reischauer.* Polytechn. Centralbl., 1859, 1286.
Leydolt (о кристалличности стекла). Poggendorff Annalen, LXXXVI, 1494.
Ueber Entglasung von *Pelouze.* Polytechn. Centralbl., 1835, 1099.
Dem Scheibenglase die Eigenschaft des Erblindens zu nehmen. Polytechn. Centralbl., 1855, 889.
Analysen von krystallisiertem und entglastem Glase von *Terreil.* Polytechn. Centralbl., 1858, 283.
Veränderung des Glases durch langes Liegen in der Erde. Dingl. Journ., LXXIX, 236.
Ueber die Dehnbarkeit des Glases von *Deuchar.* Dingl. Journ., X, 55.
Glasanalysen. Polytechn. Centralbl., 1850, 105; 1855, 1466; Dingl. Journ., LXXXVIII, 157; XCVII, 71; XXXIX, 27, 43.

О фабрикации стекла вообще

Ant. Neri. Ars vitraria. Amsterdam, 1668.
Encyclopédie méthodique. Arts et métiers, Glaces et Verres.
Dictionnaire technologique etc. Paris, 1822. Glaces et Verres.

Ure. Dictionary of Arts etc. London, 1846.
Karmarsch und *Heeren*. Technisches Wörterbuch. Zweite Auflage.
Versuch einer ausführlichen Anleitung zur Glasmacherkunst nach dem Französischen des Bürgers *Loysel* und nach eigenen Erfahrungen bearbeitet. I Theil. Frankfurt a. M., Andreasche Buchhandlung, 1802.
Desselben Werkes, II Theil, 1818.
Russische Glasfabrikation im Jahre 1829. Dingl. Journ., XXXIV, 31.
Amerikanische Glasfabrikation im Jahre 1830. Dingl. Journ., XXXV, 297.
Kirn. Ueber Glashüttenbetrieb im Böhmer Walde. Bairisches Gewerbeblatt, 1831, 239.
Douze leçons sur l'art de la verrerie par *Peligot*. Annales de Conservatoire des arts et métiers, 1862, Janv.
О смешении. Polytechn. Centralbl., 1848, 1044; 1850, 51, 105; 1852, 1395.
Prechtl, Encyclopédie, VI, 567.
Dumas, Chimie appliquée aux arts, VIII.
Wagner, Technologie, II, 1859, 294.
Stein. Die Glasfabrikation. Braunschweig, 1862. (Один из выпусков «Технологии» Боллея).
А. Чугунов. Исследование стекловаренного производства и современного состояния его в России. Казань, 1856.
В. В. Писарев. Руководство к производству листового зеленого стекла. Санктпетербург, 1855.
В. В. Писарев. Руководство к производству листового белого, богемского и др. стекол. Санктпетербург, 1857.

Окрашенные стекла

De Montamy. Traité des couleurs p. la peinture en émail. 1765.
Peter de Bleil. Die Kunst auf Glas zu mahlen. Nürnberg, 1779.
Thévénot (красное стекло), Bulletin de la Soc. d'encouragement, 1846, 487.
Bedford (о том же), Dingl. Journ., CII, 390.
Künstlicher Aventurin. Dingl. Journ., XCIX, 431.
Hämatinon von *Pettenkofer*. Polytechn. Centralbl., 1848, 605; 1857, 938.
Schwarzes Glas aus Kieselerde und Kohle nach *Prater*. Dingl. Journ., LXXXIII, 420.
Schwarzes Glas durch Schwefelmetalle nach *Splitgerber*. Polytechn. Centralbl., 1855, 1303.
Bereitung des Goldpurpurs. Dingl. Journ., LI, 375.
Rubinglas nach *Fuss*. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen, 1836, 20.
Ueber goldhaltiges Glas von *Splitgerber*. Dingl. Journ., XCII, 40.
Rose. Über rothes Glas. Polytechn. Centralbl., 1851, 250.
Schubart. Ueber rothes und blaues Glas. Dingl. Journ., XCIV, 282.
Ueber den Einfluss von Wärme und Licht auf die Farben des Glases von *Bontemps*. Polytechn. Centralbl., 1850, 105.
Faraday. Bulletin des sciences technologiques, T. II, 134.
Ueber die Färbung des Glases durch verschiedene Stoffe von *Bontemps*. Dingl. Journ., CXIV, 394; CXV, 431.
Chamblant (об обесцвечении стекла). Polytechn. Centralbl., 1857, 1008. Об узорчатом стекле. Polytechn. Centralbl., 1847, 187; 1848, 1052; 1852, 847.

Оптическое стекло

Bontemps. Dingl. Journ., LXXIX, 44; XCVII, 358.
Guinand. Dingl. Journ., LXXX, 35.
Daguet. Journ. f. prakt. Chem. von Erdmann, III, 218.

Плавильные печи

Nicholson und *Wadsworth*. Polytechn. Centralbl., 1847, 185.
Chance. Polytechn. Centralbl., 1848, 1049.
Deeley. Polytechn. Centralbl., 1852, 683.
Chance (антрацитовые). Polytechn. Centralbl., 1853, 1061.
Blinkhorn. Polytechn. Centralbl., 1854, 1187.
Mackay. Polytechn. Centralbl., 1854, 803.
Bellford (газовые печи). Polytechn. Centralbl., 1855, 360.
White. Polytechn. Centralbl., 1858, 1008.
Schinz. В сочинении: Die Warmekunst etc, Stuttgart, 1858, 540.
Kirn, Ueber Dimensionen der Oefen und Häfen für Holzfeuer. Journ. f. prakt. Chemie von Erdmann., XI, 34.

Добавочные печи

Chance (о каленицах). Polytechn. Centralbl., 1848, 1049.
Blinkhorn. Polytechn. Centralbl., 1854, 1188.
Farthing (о правильных печах). Polytechn. Centralbl., 1847, 1403.
Chance und *Bodger*. Polytechn. Centralbl., 1847, 186.
Deacon. Polytechn. Centralbl., 1847, 886.
Roscher. Polytechn. Centralbl., 1856, 618.
Poschinger. Polytechn. Centralbl., 1857, 394.
Coffan. Dingl. Journ., XLII, 348.
Change. Dingl. Journ., LXXXIX, 371.
Hutter. Brevets d'inventions, T. XXII, 363.
Leonard. Brevets d'inventions, T. XLVI, 214.
Schwarz (описание правильной печи с рельсами). Die Chemie und Industrie unserer Zeit. 1857.

Выработка

Vorrichtung zum Blasen von Glasflaschen mit Schraubengewinde. Polytechn. Centralbl., 1853, 924.
Knopp. Die Spiegelgiesserei in Ravenhead. Dingler's Journ., CIV, 185.
Robinet's Vorrichtung zum Blasen. Dingl. Journ., XLVI, 406; XLVIII, 77.
Gerke. Ueber englische Messingformen. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen, 1827, 103.
Gerke. Ueber Vereinigung der Formarbeit und Stuhlarbeit. Ebendaselbst, 1828, 197.
Mackay (оконное стекло). Polytechn. Centralbl., 1854, 803.
Walter (оконное стекло). Polytechn. Centralbl., 1858, 764.
Binet (оконное стекло). Polytechn. Centralbl., 1860, 458.
Bull. de la Soc., d'enc., 1859, 601.
Tafelglas, geriefles. Polytechn. Centralbl., 1853, 636.
Concave-Gläser aus ebenen Scheiben nach *Thompson* und *Ford*. Polytechn. Centralbl., 1852, 1168.
Giessen des Glases nach *Warren*. Polytechn. Centralbl., 1856, 329.
Spiegel- und Tafelglas. Polytechn. Centralbl., 1847, 185.
Spiegelglas nach *Hartley*. Polytechn. Centralbl., 1848, 1050.
Spiegelglas nach *Bessemer*. Dingl. Journ., LXXXVI, 182.
Spiegelglas nach *Grosfield*. Dingl. Journ., LXXXVI, 424.
Gewundene Röhren. Polytechn. Centralbl., 1847, 1404.
Perlenimitation nach *Geissler*. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen, 1860, 66.

Inkrustationen. Dingl. Journ., VII, 374; CXIII, 315; XIV, 418.
Bairisches Kunst- und Gewerbeblatt, 1826, 334, 345, 362, 377.
Filigranglas nach *Bontemps*. Dingl. Journ., XCVII, 358.
Reticulirtes Glas nach *Pohl*. Dingl. Journ., LXXXIX, 20.
Pellat. Curiosities on glassmaking. Dingl. Journ., XLIII, 343.

Окончательная обработка

Раскалывание стекла. Polytechn. Centralbl., 1847, 462.
Poole (машины для резания и шлифовки). Polytechn. Centralbl., 1855, 1123.
Ferrand (машины для резания и шлифовки). Polytechn. Centralbl., 1859, 1113.
Versilberung von Glasgefässen mit hohlen Wänden. Dingl. Journ., CXVIII, 37; Polytechn. Centralbl., 1851, 832.
Weickert (об серебрении стекла). Polytechn. Centralbl., 1851, 626.
Power. Polytechn. Centralbl., 1853, 1468.
v. Liebig. Polytechn. Centralbl., 1856, 733.
v. Liebig. Polytechn. Centralbl., 1859, 555.
Löwe. Polytechn. Centralbl., 1859, 1007.
Petitjean. Polytechn. Centralbl., 1859, 1245.
Petitjean und *Faraday*. Polytechn. Centralbl., 1857, 1100.
Wagner. Polytechn. Centralbl., 1858, 1439.
Delamotte und *de la Maisonfort*. Polytechn. Centralbl., 1859, 889.
Masse. Polytechn. Centralbl., 1859, 197.
Brossette u. *Comp*. Polytechn. Centralbl., 1860, 1461.
Beeg. Wagners Jahresb. über d. Fortschr. d. chem. Technologie, 1859, 283.
Salvetat (живопись на стекле). Annales des Conservatoires des arts et métiers, 1862, Janv., 553.

Имела значение для возбуждения добычи по Леблану.

139 О соде Любимова Там же. 1884
1013/26

130. О соде Любимова. Там же. 1884.
1013/26

Журнал Русского Физико-химического общества, т. XVI, 1884, стр. 277—279.

ВЫПИСКА

из протокола заседания Отделения химии Русского Физико-химического общества

1 марта 1884 г.

9. Д. Менделеев сообщает о том, что чрез П. К. Ушкова получил образец поступившей в продажу соды, добытой по аммиачному способу на заводе гг. *Любимова и Сольвея*. Завод находится на Каме, против Усолья, в местности, называемой Березняки. Открыл он действие с августа 1883 г. Перерабатывает местный рассол и ныне уже готовит около 1000 пуд. соды ежедневно, что составит в год постоянного хода около 6 тыс. т., т. е. всего лишь около трети существующей в России потребности на соду, которая поныне доставлялась от заграничных заводов.

Анализы продажной (взятой П. К. Ушковым прямо из бочки в московском складе) соды любимовского завода, произведенные в нашей лаборатории студентами П. Рубцовым и В. Семеновым (под наблюдением Н. Н. Любавина), дали следующие числа в процентах: $CO^2 = 39.42$, 40.54 и 40.61 (в двух различных пробах); $Cl = 2.57$; $SO^3 = 0.1$; $CaO = 0.13$, потеря при прокаливании 0.35%. Ни аммиачных солей, ни едкого натра не оказалось. Таким образом, продажная сода первого русского содового завода оказывается почти безводною, весьма богатою (около 95% Na^2CO^3) по содержанию угленатровой соли и вообще совершенно удовлетворяющею всяким обычным требованиям промышленности. Не подлежит сомнению, что полученная из нее кристаллическая соль будет даже при фабрикации в большом размере почти абсолютно чистою. Считая необходимым сообщить известие об осуществлении, наконец, давних русских пожеланий — иметь свою соду — и приветствуя усилия г-на Любимова поставить начатое им дело до такой степени твердо на русскую почву, что он обходится на заводе, лично руководя им, одними русскими техниками, Менделеев высказывает, что производство соды по леблановскому способу также, если еще не в большей мере, обещает хороший успех в России, потому что, во-первых, мы обладаем (за Волгой, около Тифлиса и проч.) готовою глауберовою солью в изобилии, а это дает возможность сократить

все затраты на производство соды по лебланновскому способу почти в 3 раза (относительно размеров основного капитала), во-вторых, потому что потребность в России ежегодно в 700 тыс. пуд. едкого натра восполняется ввозом из-за границы, а лебланновский способ прямо может давать едкий натр, и, в-третьих, потому что существует громадная потребность в таких продуктах, как соляная кислота и белильная известь (ежегодный ввоз иностранного товара около 500 тыс. пуд. на 2 с лишком млн. руб.), составляющих побочные производства содовых заводов, работающих соду из соли по лебланновскому способу. Нет сомнения, что удешевление соды и других продуктов содовых или истинных химических заводов отразится благоприятными результатами на ход многих других отечественных производств и повлечет за собой быстрый рост самого потребления соды, а потому соперничество лебланновского способа с аммиачным не должно страшить ревнителей развития русских промышленных предприятий.

Назначение аммиачно-содовых заводов состоит главнейше в пользовании природными чистыми рассолами и в производстве чистейшей угленатровой соли, спрашиваемой преимущественно мануфактурами. Назначение лебланновско-содовых заводов состоит ныне преимущественно в доставлении едкого натра, спрашиваемого множеством производств, а затем белильной извести, глауберовой соли и соляной кислоты. Переработка в едкий натр твердой ископаемой глауберовой соли, найденной близ (30 верст к востоку) Тифлиса, между хребтами Волчья Грива и Жандармская гора, на площади в 15 десятин, на дне бывшего озера, при толщине слоя от 5 до 10 футов, залегающего на глубине 7 футов от земной поверхности, как М[енделеев]у сообщал г. Бахметев, особенную представляет важность ввиду потребности массы едкого натра бакинскими нефтяными заводами и заслуживает особого внимания, по той причине, что доставленные г-ном Бахметевым образчики ископаемой глауберовой соли, по анализам, оказались с содержанием 43% Na^2SO^4, 55% воды, остальные 2% составляют подмесь земли и немногих посторонних веществ. Такая глауберовая соль прямо после прокаливания может итти на стеклянные и содовые заводы. Бахмутская каменная соль, находясь в соседстве с донецкими каменными углями, доставляет все благоприятные условия для развития обширного содового дела по чисто лебланновскому способу прямо из поваренной соли. Серу, нужную для такого производства, может доставить или сравнительно близкое море из Сицилии, или сравнительно близкая Волга, по которой может доставляться кхиутская (дагестанская) сера, потому что ее начали уже правильно разрабатывать, а также залежи каменноугольных колчеданов.

Документ хранится в Центральном Государственном военном историческом архиве, Москва, ф. 506, оп. 1, д. 754, лл. 118—119.

В ГЛАВНОЕ АРТИЛЛЕРИЙСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Получив при письме (№ 15943) от 20 июня 1891 г. сообщение генерала Н. П. Федорова об устройстве завода, готовящего азотную кислоту для производства нитроглицерина [...], с приложением 10 фототипированных чертежей, имею честь, после рассмотрения оных, сообщить.

1. Главную особенность составляет реторта для разложения. Обыкновенно она цельная, составленная из котла, крышки и шлема, стоячая (ось вращения вертикальна) или лежачая. Здесь она составная из: а) чаши, глубиною 490 мм, диаметром (все внутри) 1800 мм с выпускным центральным патрубком для спуска раствора кислой сернонатровой соли и с верхним к горизонтальной площади приточенным ободом, на который опирается кольцевая часть; б) толщина стенок отливки 50 мм; в) на обод чаши ставится коническое кольцо высотою 640 мм, диаметром внизу 1915 мм, а вверху 2040 мм, опять вверху расширенный обод с приточенною горизонтальною кольцевою поверхностью. Толщина стенок 36 мм, г) крышка с центральным шлемовым отверстием и боковым лазом.

Такое устройство реторты неоднократно описывалось, но мне неизвестно было, что подобную реторту применяют для получения азотной кислоты на французских заводах. Выгоды в легкой замене частей и удобства самой отливки несомненны, а также в возможности иметь прибор большой емкости (700 кг селитры = 42 пуда).

Для хорошей литейной не представится затруднений в отливке подобной реторты, и можно быть уверенным, что в России такие реторты могут, при надлежащем указании и значительном заказе, готовиться с легкостью. Для меня не представляется на взгляд никаких неудобств при пользовании подобными ретортами, а если это подтвердится, то выгодность их, сравнительно с обычными ретортами, имеющими меньшую емкость, очевидна.

2. Вторую существенную особенность, которая заключается в присланных чертежах, составляет способ выделения азотной кислоты из [неразборчивое слово] смеси азотной и серной кислот,

если только я правильно понимаю чертеж № 7, к которому никаких объяснений не приложено. Кислотная смесь дождем падает в цилиндр, продуваемый паром, что служит для удаления паров азотной кислоты, так что одна серная кислота (разбавленная водою) падает на дно цилиндра. Если это так, то практика такого разделения очень проста и очень выгодна. Это заслуживает подробных лабораторных испытаний, которые могут показать степень выгодности или неудобств такого приема.

3) Глиняные трубки, охладники и все прочее, судя по чертежам, не представляют существенных особенностей, но при устройстве казенных заводов, готовящих азотную кислоту для пироксилина, весьма полезно иметь подобные присланные чертежи, и потому копию с них не мешало бы препроводить устроителям новых казенных заводов азотной кислоты.

24 июня 1891 г. Профессор *Д. Менделеев.*

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. VIII, 1892, стр. 328—335.

ГЕНЕРАТОРНЫЙ ГАЗ

Генераторный газ — составляет такой вид горючих газов (см. Водяной газ и Газовое производство),* который применяется во множестве производств не только потому, что легко получается из всяких углеродистых сортов горючих веществ и дает возможность пользоваться всякими низшими родами топлива (например торфом, опилками, каменноугольною мелочью) для получения желаемых во множестве случаев (например в стеклоделии и в металлургии) высоких температур, не достигаемых при простой топке такими видами топлива (см. Горючие материалы),** но и потому, что генераторные газы сгорают вполне, развивая все возможное тепло, при смешении лишь с надлежащим количеством воздуха, тогда как всякие виды твердого топлива для такого сгорания требуют огромного избытка воздуха (см. Дым, Горючие материалы).

Образование таких генераторных газов происходит в простых горнах или небольших шахтных (вертикальных, более или менее цилиндрических) печах, называемых *генераторами*, которые можно рассматривать как части обычных печных топок, в которых горение совершается лишь наполовину. Возможность тех явлений, которые ведут к образованию генераторного газа, основывается на способности всяких видов угля и всяких видов углеродистого топлива образовать в первый момент горения лишь углекислый газ, CO^2, и уголь, а вместе с тем образовавшемуся углекислому газу с накаленным углем свойственно, при отсутствии избытка воздуха, образовать горючую окись углерода, CO (по уравнению: $CO^2 + C = 2CO$), которая и составляет часть генераторного газа (см. Окись углерода). Чтобы получить понятие о генераторном газе, мы изложим: I. Химические основания его образования; II. Сравнение генераторного газа с водяным; III. Исторический

---

* В этой и в последующих статьях сокращенным словом „см." Д. И. Менделеев направляет читателя к соответствующим статьям Энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона. [*Прим. ред.*]

** См. Менделеев Д. И., Соч., т. XI, 1949. [*Прим. ред.*]

очерк применения генераторного газа; IV. Устройство генераторов; V. Состав генераторных газов; VI. Применение регенерации и рекуперации к генераторному газу.

I. *Химические основания производства генераторного газа.* Все обычные виды горючих материалов (см.) содержат избыток углерода и водорода, т. е. количество содержащегося в них кислорода менее, чем следует для образования CO^2 и H^2O, и при накаливании все образуют сверх других продуктов уголь, который при горении в воздухе или кислороде сперва дает всегда исключительно один углекислый газ CO^2, но никогда не образует сразу окись углерода CO, хотя это есть низшая степень окисления. Она происходит только как вторичный продукт из углекислого газа. Если при обыкновенной температуре и при всякой ниже 550° Ц пропускать CO^2 чрез слой угля, реакции между ними не совершается, а при 550° и выше уголь и CO^2 переходят в окись углерода. При этом ($CO^2 + C = CO + CO$) из 2 объемов углекислого газа происходят 4 объема окиси углерода, и уголь переходит в газ. Когда в кислороде сгорает уголь в CO^2, то остывший до начальной температуры он занимает тот же объем, как и кислород, а когда образуется окись углерода, объем возрастает в два раза, что и видно из частичных формул названных газов: O^2, CO^2 и CO, потому что эти формулы соответствуют количествам, занимающим равные объемы. Превращение CO^2 в CO при действии угля и возвышенной температуре никогда не идет до конца, часть CO^2 остается. При 1000°, даже при продолжительном действии избытка угля, остается еще 3% CO^2 (Ланг), при низших температурах — более. Поэтому в генераторном газе всегда, кроме CO, есть CO^2. Если же слой накаленного угля, чрез который протекает CO^2, мал, то реакция не успевает проходить до указанного конца, даже при очень высокой температуре. Неполнота превращения CO^2 с C в CO указывает на то, что реакция эта обратима и определяется пределом (см. Равновесия и Пределы химических реакций), т. е., что окись углерода при накаливании способна распадаться на уголь и углекислый газ (см. Диссоциация). Реакции этого рода усложняются тем, что CO^2 распадается при накаливании на окись углерода и кислород, но размер этого распадения при высших, достигаемых в технике, температурах (до 2500°) не велик, — по Ле-Шателье, не превышает 5% (см. Газовые взрывы). Образование генераторного газа из угля, таким образом, основано на том, что воздух, протекая к нижним частям накаленного заранее угля, образует CO^2 и развивает тепло, достаточное для того, чтобы накалить уголь и CO^2, и они при взаимодействии в верхних слоях образуют окись углерода. Образование ее (от взаимодействия $C + CO^2$) сопровождается поглощением теплоты, которое нельзя измерять прямым опытом,

потому что калориметрические измерения при столь высоких температурах, при каких совершается указанная реакция, производимы быть не могут; но о поглощении тепла можно судить косвенно, зная количество тепла, отделяющееся при горении угля и окиси углерода в CO^2. Одна весовая часть угля, сгорая в CO^2, выделяет около 8080 калорий (единиц тепла, см.), а 1 весовая часть окиси углерода, сгорая, дает около 2430 калорий. Когда сгорает 1 весовая часть угля, происходит $3^2/_3$ весовых части CO^2, а для получения этого количества CO^2 должно взять $2^1/_3$ весовых части окиси углерода, т. е. 1 часть угля дает $2^1/_3$ весовых части CO. Такое количество окиси углерода, сгорая в CO^2, развивает: $2430 \times 2^1/_3$, или 5670 калорий. Отсюда уже очевидно, 1 весовая часть угля, сгорая в CO, развивает 8080 — 5670, или около 2410 калорий, а сгорая в CO^2 — 8080 калорий. Теперь уже можно расчесть поглощение тепла при реакции $C + CO^2$, например, на данное количество взятого угля. Но лучше и проще подобные расчеты вести на те весовые количества, которые отвечают химическим формулам, выражающим реакцию. Так как C = 12, O=16, CO=28, $CO^2 = 44$, то из предшествующего очевидно, что нижеуказанные реакции сопровождаются отделением:

Действуют	Калорий	К[1]	Происходят
$C + O$	$+ 2410 \cdot 12 = 28920$	или $+29$	CO
$C + O^2$	$+ 8080 \cdot 12 = 96960$	» $+97$	CO^2
$CO + O$	$+ 2430 \cdot 28 = 68040$	» $+68$	CO^2

Отсюда очевидно, что частичное (выражаемое формулой) количество CO^2, превращаясь в $CO + O$, поглотит 68 К, а C, соединяясь с O, отделяет 29 К, т. е. в сумме при реакции $C + CO^2$ поглотится 39 К тепла (поглощение выражено знаком минуса):

$$CO^2 + C - 68\,К + 29\,К = 2CO - 39\,К$$

Следовательно, при этом превращении тепло скрывается, поглощается или связывается, что и понятно уже из одного того, что твердый уголь переходит в газ и объем его возрастает, а при переходе в газ и возрастании объема происходит поглощение тепла.

Следовательно, генераторный газ, несомненно, заключает в себе скрытую энергию (запас тепла или движения), что и делает его пригодным для дела горючим материалом. Тем не менее в этом газе не будет содержаться всего того тепла, которое было во взятом для его получения угле, потому что, вполне сгорая, C дает

[1] Или больших (тысячных) калорий, в которых удобнее выражать отделение тепла, потому что точность определений не превосходит 1%.

97 К, а соответственное ему количество CO только 68 К. Другими словами, в генераторе, где происходит сперва CO^2, а потом CO, остается около $^1/_3$ тепла, содержащегося в угле. По данным непосредственных измерений (например Ле-Шателье, 1892), газы, выходящие из генератора, имеют температуру около 700—800°.[1] И если бы в газ превращалось в генераторах чисто углеродистое топливо, тогда бы такой горячий газ было бы очень выгодно прямо сожигать в печах, потому что вся теплота угля тогда пошла бы на пользу.[2] В действительности же генераторы применяются очень часто к топливу, содержащему много водорода (каковы дрова, торф, бурые угли и т. п.) и воду, а потому дающему много воды и продуктов сухой перегонки, происходящих от неполноты горения, совершающегося в генераторах. Так, обычное, особо не сушеное дерево (см. Горючие материалы) в генераторах дает около $^2/_3$ своего веса воды, а на накаливание водяного пара (вследствие его значительной теплоемкости) идет много тепла, чрез что температура, развиваемая горением генераторного газа, не

---

[1] Разочтем по способам, указанным в статье «Горючие материалы», высшую температуру генераторных газов, когда входит чистый уголь, принимая во внимание, что 1 весовая часть угля для превращения в CO требует $1^1/_3$ весовой части кислорода или 5.8 весовой части воздуха, т. е. образует 6.8 весовой части генераторного газа. При переходе 1 весовой части угля в CO развивается (см. выше) 2410 К. Следовательно, они передадутся 6.8 весовой части генераторного газа, которого теплоемкость около 0.25, а потому температура в генераторе не может возвыситься более как на $\frac{2410}{0.25 \times 6.8}$, или на 1418°, даже тогда, когда бы ни стенки, ни присыпаемый в генератор уголь, ни влажность, содержащаяся в нем, ни неполнота реакции не вели к потерям части тепла. Рассчитывая, так же как здесь (без всяких потерь), температуру, могущую развиться при горении генераторного газа, и принимая теплоемкость его продуктов горения (содержащих CO^2, которого теплоемкость сильно растет с нагреванием) = 0.27, получим следующее: 1) 1 весовая часть угля дает 6.8 весовой части генераторного газа, и там содержится $2^2/_3$ весовой части CO; 2) если 1 весовая часть CO развивает, сгорая, 2430 К, то $2^2/_3$ отделяют 5670 К; 3) при сгорании этого количества CO произойдет продуктов горения столько же, сколько от сгорания 1 весовой части угля, т. е. 12.60 весовых частей, и 4) следовательно, наибольшее повышение температуры равняется $\frac{5670}{0.27 \times 12.6}$, или 1638°.

[2] Когда в генераторе сожигается топливо, подобное коксу, торфяному углю или антрациту, тогда действительно выгодно прямо впускать горячий генераторный газ в топку, не охлаждая его предварительно для выделения смол и воды, как это выгодно делать при пользовании иными видами топлива, содержащими или дающими при горении воду. Топка антрацитом печей и паровиков, в сущности, обыкновенно и состоит в том, что сперва образуется в печи CO, которая затем с избытком воздуха дает пламя.

лишенного (чрез охлаждение) воды, ниже, чем доставляемая им же после выделения воды, т. е. после надлежащего охлаждения.[1]

II. *Сравнение генераторного газа с водяным.* Накаленный уголь не только с углекислым газом, но и с водяным паром дает горючий «водяной газ» (см.), и для техники очень важно сравнить оба газа, помимо их внешних условий производства и пользования (например простоты устройства приборов, легкости ведения производства, объема ведущих труб и т. п.), тем более, что надлежащее опытное сличение этих двух видов горючих газов как топлива составляет предмет очень сложный. Для простоты суждения мы представим, что оба газа готовятся из чистого угля. В действительности этого нет, но водяной газ может получаться с выгодой только из видов топлива (кокс, антрацит), очень богатых углеродом, тогда как генераторный газ — из всякого вида топлива, что дает ему уже весьма важное практическое преимущество. Для правильности сличения вообразим затем, что оба вида газа применяются после охлаждения, так что то тепло, которое развивается в генераторе, вовсе не применяется. Сличение произведем двояко: 1) взяв накаленный уже уголь в количестве 12 кг и предполагая, что чрез него проникает или CO^2 (это дает генераторный газ) или H^2O (это дает водяной газ), и в обоих случаях предположим, что в получающемся газе не содержится CO^2; 2) взяв холодный уголь и рассчитывая количество газа, происходящее из 100 кг угля. Первое сличение выражается прямо равенствами

$$C + CO^2 = CO + CO$$

и

$$C + H^2O = CO + H^2$$

Обоим равенствам отвечают одинаковые объемы газов, и оба поглощают (исходя для водяного газа из жидкой воды) почти одинаковое количество (39 и 40 К) тепла. Мало этого: происходящие газы, сгорая (после охлаждения), требуют одинаковых количеств кислорода и выделяют (если вода, происходящая из водорода, как в калориметрических определениях предполагается, — вся в жидком виде) одинаковые количества тепла, потому что равенствам

$$CO + CO + O^2 = CO^2 + CO^2,$$
$$CO + H^2 + O^2 = CO^2 + H^2O$$

отвечает выделение $(68 + 68 =)$ 136 К и $(68 + 69 =)$ 137 К. В действительности это разительное сходство обоих видов горючих

[1] Притом смолистые продукты сухой перегонки, содержащиеся в неохлажденном генераторном газе из торфа, дерева и т. п., сильно засоряют клапаны регенераторов.

газов исчезает, потому что вода, происходящая при горении водяного газа, остается в виде пара, а не в жидком состоянии, как в калориметрических определениях, а потому H^2 развивает тогда не 69 К, а только 58.4 К. Следовательно, 12 весовых частей (или С) угля дают в виде генераторного газа 136 К, а в виде водяного газа 126 К; это уже показывает, что генераторный газ не уступает водяному относительно способности утилизировать нагревательную способность угля, если представить воду и углекислоту готовыми и нагревание угля не принимать в расчет. Но так как вода находится готовою в природе повсюду, а CO^2 очень редко (в немногих местностях выделяется из земли или из минеральных ключей), и этот газ надо получать, расходуя тот же уголь, то действительное сличение практического значения обоих видов газа возможно только по второму из указанных способов. При этом должно принять во внимание, что при производстве генераторного газа уголь, расходуемый для получения CO^2, в то же время накаливает остальную часть угля до температуры (около 600°), необходимой для образования генераторного газа, а потому, если 12 частей угля, превращаясь в 28 частей окиси углерода, способны при ее горении развить 68 К тепла, то 100 кг угля, превращенные в генераторный газ, при его сожигании, способны развить $566^2/_3$ К. Чтобы расчесть теперь, сколько тепла можно получить в виде водяного газа, взяв в дело 100 кг угля, мы должны прежде всего узнать, сколько израсходуется этого угля для доведения его до температуры 1000°, необходимой для образования водяного газа. Для этого предположим, что часть угля особо сгорает вполне до CO^2 в воздухе и оставляет остальной уголь нагретым до 1000°, образуя продукты горения (дым) той же температуры. Приняв (и это близко к действительности): 1) что средняя теплоемкость угля от обыкновенной температуры до 1000° = 0.4 (согласно с данными Вебера), 2) что для полного сожигания 1 весовой части угля требуется не менее 18 весовых частей воздуха, 3) что средняя теплоемкость продуктов горения угля = 0.27 и 4) что уголь, вполне сгорая, дает 8000 единиц тепла, — получим, что требуется сжечь около 12 кг угля в CO^2, чтобы накалить 88 кг угля до 1000°[1] или около 14% по весу реагирующего угля. До этой же температуры должно накалить и водяной пар, чтобы реак-

[1] Действительно, 12 кг угля [выделяют] 96 000 кал., а для нагревания 88 кг угля на 1000° требуется $88 \times 0.4 \times 1000$, или около 35 000 кал. Если 1 весовая часть угля требует 18 весовых частей воздуха, то продуктов горения будет 19 весовых частей, а следовательно, от 12 кг угля получится 228 кг продуктов горения, для нагревания их на 1000° израсходуется $228 \times 0.27 \times 1000$, или около 61 000 кал., что в сумме дает расход тепла 96 000, отвечающих сгоранию 12 кг угля, никаких иных потерь тепла не предполагая. Около $^2/_3$ развившегося тепла будет в дыме.

ция между ним и углем направилась в сторону образования водяного газа (смеси H^2 с CO), а не смеси водорода с CO^2 (см. т. VI [Энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона], стр. 815). Испарение каждой 1 весовой части воды в паровом котле требует при доведении температуры пара до 100° (взяв воду при 20°) около 620 калорий, а нагревание паров от 100 до 1000° — около 540 калорий (принимая среднюю теплоемкость пара 0.6, а по Ле-Шателье она еще выше), следовательно, всего около 1160 калорий на каждую весовую часть воды, для чего должно сжечь более 0.2 весовой части угля. А так как для реагирования $C + H^2O$ на каждый килограмм угля требуется $1^1/_2$ кг водяных паров, то для нагрева воды и перегревания пара пойдет на каждый килограмм реагирующего угля около 0.3 кг угля, или около 30%.[1] Таким образом, оказывается, что из 100 кг угля, имеющихся в распоряжении, в реакцию образования водяного газа пойдет никак не более 70 кг угля, остальное сожжется для накаливания угля (около 10 кг) и воды (около 20 кг угля) до температуры реагирования. А по уравнению $C + H^2O = CO + H^2$, если на 12 частей угля получается такое количество водяного газа, которое дает 126 000 кал., то из 70 кг угля водяной газ даст около 735 000 кал. Это число более того (около 567 К), которое может развивать генераторный газ, полученный из 100 кг угля. Здесь видно преимущество водяного газа над генераторным. Оно еще более возрастает от того, что в действительности генераторный газ содержит много азота (см. далее, V [этой статьи]), а водяной, если и содержит его как случайную подмесь, то лишь в малом количестве, а потому этот последний может дать при горении в воздухе гораздо высшие температуры, чем генераторный газ (см. Горючие материалы). Притом в равном весе и в одинаковом объеме водяной газ содержит более горючих элементов и развиваемых ими единиц тепла, чем генераторный газ. Все эти преимущества водяного газа при множестве технических производств исчезают от той сложности, с которой доныне сопряжено его

---

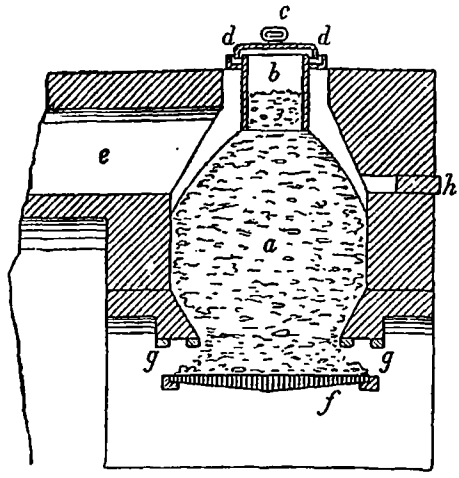
[1] В действительности водяной пар не перегревается до 1000°, а лишь до 400—600° (и то не всегда), но, входя в генератор, понижает температуру угля, что сводится к тому же расходу топлива. Точно так же в реальности уголь в генераторе водяного газа не сожигается в CO^2 для накаливания остальной массы до 1000°, а дает генераторный газ, применяемый для нагревания воды; но и это не изменяет сущности расчета, который приведен мною без допущения посторонних потерь, кроме одной, состоящей в том, что продукты горения от 12% угля приняты уходящими в нагретом состоянии. Их, однако, применяют как для парообразования, так и для перегрева паров, но общий расход топлива во всяком случае более разочтенного мною. Опыты Бунге (1881) показывают, что в водяном газе скопляется только 50% теплопроизводительности взятого кокса, а по моему расчету выходит около 70%.

правильное производство, и от того, что для него требуется изысканное хорошее топливо, например антрацит или кокс. По этой причине в заводских делах генераторный газ заслуживает предпочтения перед водяным газом, тем более, что генераторный газ готовится очень просто, а с регенеративным и рекуперативным (см. далее, VI [этой статьи]) устройствами генераторный газ легко дает температуры, в которых сплавляется платина. Но там (например для газовых двигателей и для освещения), где регенерация мало применима и необходимо иметь концентрированный горючий газ, — водяной газ имеет огромные преимущества.

Необходимо, однако, заметить, что, проводя в генератор водяные пары, можно простым и непрерывным способом обыкновенный генераторный газ получить в смеси с водяным газом. Поэтому Даусоновский газ (см.), как смесь водяного и генераторного, заслуживает особого внимания, и при изготовлении генераторного газа из видов топлива, богатых углеродом, по теории и практическому опыту, очень полезно пропускать к генератору вместе с воздухом водяные пары в надлежащем количестве (до 70% по весу угля), как это делается и в обыкновенных топках, питаемых горючими материалами, богатыми углеродом.

III. *Исторический очерк применения генераторного газа.* Доменные печи (см. это слово) для выплавки чугуна представляют первые виды приборов для получения горючей смеси азота и окиси углерода, потому что колошниковые газы, из таких печей выходящие, прежде не собиравшиеся, а прямо на месте сожигавшиеся, оказались (Оберто во Франции, 1811) способными питать топку паровых котлов и воздухонагревательных печей (Фабр Дюфур, 1837), для чего ныне всюду и применяются. Особые устройства для получения горючего газа того же рода, как из доменных печей, давно предлагавшиеся и отчасти применявшиеся (Томас во Франции, 1836; Бишоф в Германии, 1839), получили практическое значение в середине текущего столетия, особенно благодаря настойчивости Эбельмена во Франции и Ф. Сименса в Германии. Первые усилия были направлены преимущественно к тому, чтобы при помощи генераторов пользоваться такими низшими, мало пригодными для заводского дела видами топлива, каковы торф, хвоя, опилки и т. п. Оказалось, что с ними можно получать генераторный газ, достоинством не уступающий тому, который образуется коксом и дровами, и дающий при прямом сожигании температуры не ниже, а выше доставляемых древесным топливом. Это уже обратило всеобщее внимание на генераторный газ. Но оно значительно возросло с того времени, когда братья Сименс в 60-х годах предложили, а в 70-х годах широко применили генераторный газ для регенеративных печей (см. далее, VI [этой статьи]), в которых теплота теряющихся

(выходящих из рабочего пространства печи) продуктов горения применяется для предварительного нагревания воздуха и генераторного газа, потому что при таком способе применения, очень удобно прилагаемом к генераторным газам,[1] стали экономически выгодно получаться при их помощи возвышенные температуры, достаточные для прямой плавки стали и стекла, даже для сплавления платины, к чему вовсе не способны твердые виды топлива в обычных печах. Получаемые температуры достигались ранее или в горнах с лучшими сортами кокса и угля, или при употреблении кислорода. Этот род применения сильно расширил область применения генераторного газа и окончательно установил его важное техническое значение.

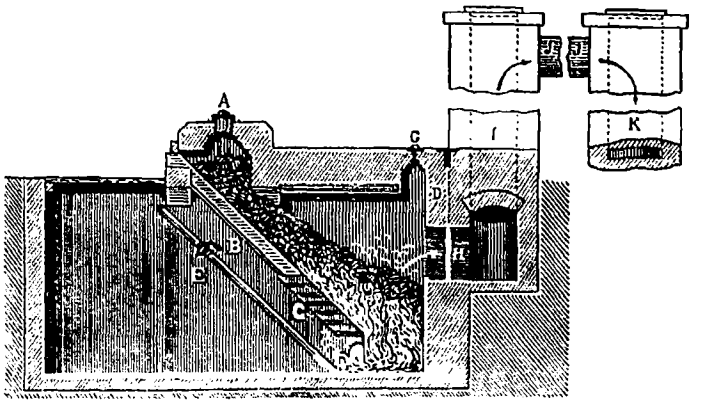


Фиг. 1. Генератор *a* наполняется чрез открытие *b* углем, который сгорает на горизонтальных колосниках *f*. Воздух входит чрез *gg*, и образовавшийся газ удаляется чрез *e*. Крышка *c* краями погружается в песок, насыпанный в жолобе *dd*, чтобы чрез *b* не выходил генераторный газ. Отверстие *h* служит для наблюдения за ходом горения.

IV. *Устройство генераторов* бывает весьма разнообразно, смотря по роду применяемого горючего материала и по способу пользования генераторным газом: с предварительным охлаждением или без него. В этих отношениях особенно должно отличать генераторы вертикальные с горизонтальною решеткою (фиг. 1) от генераторов наклонных с лестничною решеткою (фиг. 2). Для таких видов топлива, как каменный уголь, подходят и те и другие, для кокса применяются более всего вертикальные, а для низших родов топлива, особенно для опилок, угольной мелочи (оно, заполнив в вертикальном слое все пространство генератора, воспрепятствует тяге воздуха), торфа и бурых углей — лестничные генераторы, в которых слой обугливающегося топлива, однако, настолько высок, чтобы выделяющийся газ был по возможности лишен CO^2.

[1] К топкам, прямо питаемым твердыми видами топлива, принцип регенерации в его простейшей форме (накаливание кирпичных клеток) не применим, но можно применять только начало рекуперации, т. е. нагрева воздуха, входящего в топку.

Приток воздуха в генератор обыкновенно определяется тою тягою печной трубы, которая служит для входа другой части воздуха, служащей для сожигания генераторного газа, а потому размеры решетки и сечений каналов определяются по правилам устройства топок и трубы. Но обыкновенно генераторы устраивают небольших размеров и, если надо, то несколько одинаковых располагают друг около друга, сводя газы из всех в общий канал. Если генераторы питаются топливом, дающим много воды и продуктов сухой перегонки, а от генераторного газа требуется значительный жар в печи, тогда выводной канал делают длинным и в нем, про-



Фиг. 2. Генератор с наклонными колосниками *C* и вдуванием водяного пара. Генераторный газ выходит чрез *JK*.

пуская воду по трубам, производят сгущение воды и дегтя. Тогда самый генератор ставится обыкновенно вне здания с печью и поверх земли, т. е. на уровне печи, а в устройстве и ведении генератора стремятся достигнуть того, чтобы температура газов, выходящих из генератора, была возможно низкою (чтобы чрез охлаждение газов терять наименее тепла). Возможно низкая температура выходящих газов достигается только при помощи впускания в генератор водяных паров, которые, разлагаясь, поглощают теплоту генератора и дают в генераторных газах содержание водорода в большей, чем обыкновенно, пропорции. Для понижения же температуры генераторного газа служит сухая перегонка топлива, потому что она совершается при низких температурах (300—500°) и дает в генераторном газе содержание горючих углеводородов, увеличивающих теплопроизводительность газа. Но так как смолистые продукты сухой перегонки при охлаждении генераторного газа выделяются из него вместе с водою (их собирают и особо применяют), то

чрез это уменьшается теплопроизводительность газа, но ценность дегтя окупает эту утрату, так как смолы по цене дороже дающего их топлива и соответственного их количества. В описываемом случае чаще всего выгодно применять лестничные генераторы (фиг. 2), особенно, если в топливе (например бурых углях и торфе) много золы, легко удаляемой из таких генераторов. Однако в большинстве случаев, а особенно при пользовании видами топлива, богатыми углеродом, не только не полезно, а даже очень невыгодно охлаждать генераторные газы, а потому их проводят возможно короткими каналами. Тогда генераторы обыкновенно располагаются в зданин около печи под полом, чтобы облегчить тягу газа и засыпь топлива. Засыпь эта ведется (в отверстие *b*) чрез верхнюю крышку (*c*, фиг. 1), упирающуюся краями в кольцеобразное углубление (*dd*), засыпанное песком, а потому дающее затвор, не пропускающий газов. Чтобы при открывании этой крышки не изменять направления тяги, нередко под крышкой делают на некотором расстоянии задвижку, которую запирают при засыпи топлива и затем открывают, чтобы заставить прибавленное топливо упасть в генератор. Газ из генератора обыкновенно отводится широким каналом, направляющимся к топке. Перед самой топкой генераторные газы разделяются на ряды параллельных входных отверстий, внутрь которых входит засасываемый тягой воздух. Этим путем достигается совершенство смешения горючего газа с воздухом и полнота горения без всякого избытка воздуха или, в худшем случае, только с ничтожным его избытком. Золу и шлаки из генераторов необходимо очищать, чтобы решетка оставляла проход необходимому количеству воздуха, которого вхождение регулируется при помощи заслонки, помещаемой в выходном канале. Высота слоя засыпи топлива в генераторе всегда должна быть такова, чтобы газ проходил не менее как 40 см среди накаленного угля. Верхние же слои топлива от соседства накаленного угля подвергаются сухой перегонке и высушиванию. Однако в генераторы, назначаемые для металлургических целей, стеклоделия и тому подобных производств, требующих высокой температуры, применяют по возможности сухое топливо.

V. *Состав генераторных газов.* Если (как зимой и бывает) воздух, входящий в генератор, почти лишен влаги, то в его составе содержится 21% по объему, или $23^1/_3$% по весу кислорода, обыкновенно же около 23% по весу. Если представить генератор наполненным чистым углем и процесс образования CO полным, то на место каждых 16 весовых частей кислорода образуют[ся] 28 весовых частей окиси углерода, и, следовательно, вместо 23 весовых частей кислорода около 40 весовых частей окиси углерода, а потому

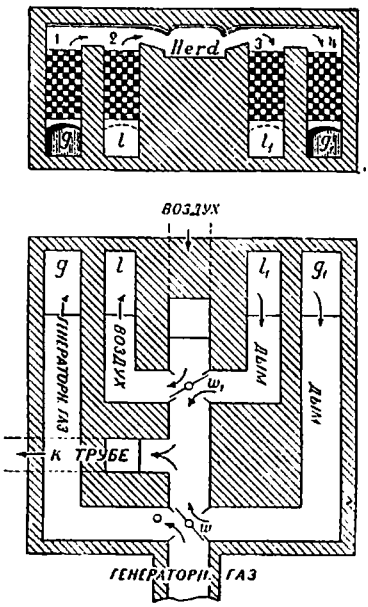
в весовом составе генераторного газа тогда было бы (около 40 частей CO и около 76 частей азота) 34% окиси углерода и около 65% азота или приблизительно $^1/_3$ по весу CO и около $^2/_3$ азота. А так как плотность обоих этих газов одинакова (частичный вес CO и N^2 также одинаков) = 28, а следовательно, плотность = 14 по отношению к водороду, то и объемный состав тот же, как весовой. Таков действительно состав генераторного газа, когда для получения его взят древесный уголь или кокс (по весу около 64.9% азота и около 34.0% CO). В таком газе обыкновенно не более 1—2% углекислого газа. Но когда для добычи генераторного газа берется дерево или торф, в нем содержится от 10 до 20% по весу (от 8 до 15 по объему) углекислого газа, что, без сомнения, зависит от того, что сухая перегонка дерева и торфа идут при 300—400°, т. е. ранее, чем CO^2 с C дает CO (выше 500°), и в газообразных продуктах перегонки дерева и торфа преобладает CO^2, которая, уходя в тягу ранее надлежащего накаливания, ускользает от реагирования с углем. Поэтому генераторные газы из дерева, торфа и тому подобных материалов дают вообще низшую степень жара и требуют особо внимательного устройства генератора и наблюдения за его ходом, чтобы все продукты перегонки успевали приходить в прикосновение с накаленным углем, что достигается в устройстве особо сильным наклоном (лестничным) колосников и низко помещенным вытяжным отверстием (до того, что газы в генераторе имеют нисходящее направление) и в наблюдении — присмотром за тем, чтобы около вытяжного отверстия скоплялась масса накаленного угля (и шлаков) и в то же время не было бы задержки в правильности тяги газа и засаривания колосников. Так как температура в генераторах ниже, чем должно для получения водяного газа, богатого окисью углерода, то другую причину появления углекислого газа в генераторном должно искать в том, что водяные пары реагируют с углем, образуя CO^2, как это бывает всегда, когда накаливание угля ниже 1000° ($C + 2H^2O = CO^2 + 2H^2$), а потому, когда взято углеродистое топливо, вредно впускать много водяных паров, так как с увеличением содержания водорода тогда возрастает и количество углекислого газа (см. Водяной и Даусоновский газ). Во всяком случае, в генераторном газе после охлаждения всегда по весу (от 55 до 65%) и объему (от 50 до 65%) преобладает азот, а количество окиси углерода изменяется от 20 до 35% по весу, количество CO^2 от 1 до 20% по весу, водорода обыкновенно по объему более, чем CO^2, а по весу редко более $1^1/_2$%, обыкновенно же менее $^1/_2$%. А когда взяты дрова или торф или впускался пар, то значительную долю неохлажденного генераторного газа составляют водяные пары.

Если, например, взято дерево, то вода превосходит половину его веса, а так как тогда в генераторе входит на 1 часть дерева около $2^1/_2$ частей воздуха, то в генераторном газе будет около 20% по весу водяного пара, большинство которого и удаляется чрез охлаждение.

VI. *Регенерация и рекуперация.* Само собою разумеется, что нагретый генераторный газ, сгорая в предварительно нагретом воздухе, разовьет высшую температуру, чем тогда, когда оба газа будут взяты в холодном состоянии. Повышение же температуры во множестве случаев составляет главную задачу успеха и выгодности производства. Так, например, в стеклоделии (см.) плавление, отстаивание нерастворимых подмесей и выделение пузырьков совершаются тем скорее и совершеннее, чем выше температура. Плавка стали идет тем быстрее, чем скорее достигаются необходимые для того температуры. В этих условиях продукты горения, произведя в печи свое действие, уходят в тягу, очевидно, в сильно накаленном состоянии. Их жаром нередко можно пользоваться для побочных целей, например для обжига, испарения, нагрева паровиков и т. п.; но еще чаще нельзя находить достаточно выгодного применения теряющемуся жару печей, долженствующих давать высокую температуру, а потому тогда весьма выгодно применять это тепло для предварительного нагревания воздуха и газа или, по крайней мере, одного воздуха. Когда нагревают (как в первоначальных печах Сименса) как воздух, так и генераторный газ теплом отработавших продуктов горения, тогда система называется регенеративною. Рекуперациею [1] называется нагрев теряющимся жаром одного воздуха, входящего в печь для окончательного горения. Рекуперация, очевидно, проще полной регенерации и применяется чаще ее уже потому, во-первых, что приложима ко всякому роду (например твердому) топлива и старше регенерации (особенно в применении к нагреву воздуха, вдуваемого в домну), а во-вторых, потому, что генераторные газы нередко можно впускать в печь чрез короткие каналы уже в накаленном виде, так как они оставляют генератор, имея температуру 700—900°. Но рекуперация дает с генераторным газом редко температуры выше 1200°, тогда как полная регенерация доставляет температуры выше 1600° (печи для плавки стали) и в них (в середине

[1] Нередко при употреблении генераторных газов называют регенерациею также и систему нагрева одного воздуха теплом теряющихся продуктов горения, если она производится в кирпичных кладках с перебрасываемыми клапанами, но французы ее зовут recouperation, что в последнее время стало распространяться. Так, в газовом производстве подвергается обыкновенно нагреву только воздух, втекающий в печь для нагрева реторт.

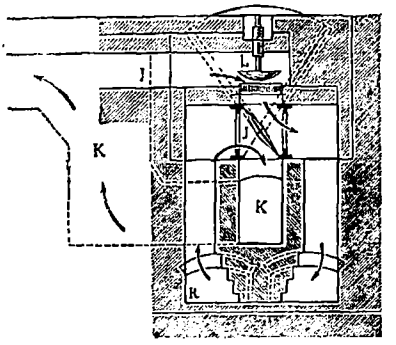
печи) даже платина легко плавится, а это требует 1775°. Так как охлажденные генераторные газы, горя в воздухе, имеющем обыкновенную температуру, легко дают жар около 1100° (медь и белый чугун плавятся), то подогрев генераторного газа и воздуха до 1000° может дать температуру около 2000°, и если она до такой высоты не поднимается, то этому причину должно искать не только в том, что по мере возрастания температуры всякие потери (лучеиспусканием и теплопроводностью) тепла возрастают, а также и в том, что с повышением температуры, сколько то поныне известно (см. Газовые взрывы), теплоемкость газов возрастает, и, следовательно, одинаковое количество тепла, им сообщаемое, производит все меньшее и меньшее повышение температуры, что, вероятно, связано с началом диссоционного распадения сложных (CO^2, H^2O, CO) газов пламени, диссоционное же разложение, поглощая теплоту, понижает температуру (см. Диссоциация).



Фиг. 3 и 4. Вертикальный и горизонтальный разрезы регенеративной топки генераторными газами. Из четырех регенераторов — два отводят продукты горения в трубу и два приводят генераторный газ и воздух.

Способ пользования теплом продуктов горения для подогревания воздуха и генераторного газа при регенерации, изобретенный Сименсом, состоит в том, что под печью (фиг. 3), обыкновенно ниже уровня пола, устраивают четыре «регенератора», расположенных попарно, и в них из огнепостоянного кирпича выкладывают рыхлые клетки так, чтобы в промежутках оставалось пространство не меньше сечения трубы для выхода продуктов горения. В одну из пар регенераторов впускают отработавшие, но еще сильно накаленные продукты горения печи. Чрез это кирпичная кладка накаливается и магазинирует тепло, уходящее в дым. В это время чрез третий из регенераторов входит генераторный газ, а чрез четвертый — воздух, необходимые для горения в печи. Проходя чрез регенераторы, они отнимают, возвращают (возрождают, откуда происходит и самое название «регенератор», т. е. возродитель) в печь тепло, переданное кирпичной кладке, предварительно нака-

ленной жаром дыма. Очевидно, что в то время, когда одна пара регенераторов накаливается, другая теряет тепло, а потому должно пары регенераторов переменять, и чем чаще производится эта смена, тем выше будет температура входящих в печь газов, но зато тем выше будет и температура уходящего из генераторов дыма (т. е. возврат уменьшится), а потому смена направлений или перебрасывание клапанов чередуется чрез определенные по опыту промежутки времени. После каждой смены та пара регенераторов, которая накаливалась и соединялась с дымовой трубой и печью, служит для входа генераторного газа из генератора и воздуха (из окружающего свободного пространства) в печь, а пара регенераторов, проводивших газ и воздух, теперь начинает накаливаться и проводить дым. Фиг. 3 и 4 уясняют общее распределение проводников дыма, генераторного газа и воздуха, а фиг. 5 показывает расположение распределительного клапана. Рекуперативное устройство или делается таким же, как регенеративное, только с двумя регенераторными кирпичными клетками — одною для входящего газа и другою для выходящего из печи дыма, — или же, для большей простоты обращения и для избежания перекидывания клапанов, просто выкладывают в четверть кирпича (кирпич на ребро) длинные каналы, проводящие воздух и окруженные пламенными дымовыми ходами, нагревающими эти воздушные каналы, или, наконец, наоборот, дым пускают по каналам, окружаемым воздухом, идущим в печь. Такое рекуперативное устройство возможно применять при всяких видах топлива.



Фиг. 5. Поворотный клапан регенеративной печи. Приток генераторного газа регулируется *L*; ниже поворотный клапан *J*, заставляющий газ входить чрез правый или чрез левый клапаны.

Известный русский металлург А. И. Скиндер, сообщая о применении дерева в генераторах на Урале, замечает: «при постройке генератора (особенно для дров) должно обращать большое внимание на плотность кладки, т. е. чтобы швы между кирпичами были по возможности тонки (кирпичи должно класть мокрыми и на жидкой глине, притирая один ряд к другому). При задувке печи, т. е. когда она пускается в ход, печь должна быть, не торопясь (дня в 3 или 4), прогрета так, чтобы решетки (кирпичи) регенератора и рабочее пространство печи были темнокрасного цвета;

прогрев этот делают, забрасывая дрова прямо в рабочее окно. Затем, при закрытом воздушном аппарате, нагружают генератор и зажигают; когда же огонь достаточно разгорится, ставят газовый клапан вертикально и пускают газ, тогда все продукты горения как генератора, так и дров (на поду печи), пойдут в трубу и вытеснят имеющийся в каналах воздух; после такой продувки можно уже безопасно пускать газы в печь и (перекинув клапаны) открыть воздушный аппарат. Несоблюдение этой предосторожности может повлечь за собой весьма опасный взрыв. Вообще работа на регенеративной печи с каменноугольным генератором идет спокойнее, чем при дровяном генераторе; при последнем требуется более внимания и опытности, иначе при избытке воздуха и углекислоты пламя в печи сделается совсем прозрачно, и печь, несмотря на свой белокалильный вид, перестает варить, выдавая посаженное в нее железо в шубе (т. е. покрытым корою окисла)».

В заключение необходимо обратить внимание на то, что уже многократно предлагалось (C. W. Siemens в Лондоне и другими) и испытывалось с успехом (но не разработано), — введение в самый генератор нагретого воздуха, вместе с водяными парами, что поднимает температуру внутри генератора, дает газ, богатый водородом и сильно накаленный, который проводится (без охлаждения) прямо в печь, куда втекает подогреваемый (в рекуперационных каналах) воздух; при этом сложное регенеративное устройство совершенно избегается, ход всего прибора непрерывный (нет перемен в направлении дыма), и получаются столь же высокие температуры, как при сложной регенерации. Но такая система топки генераторным газом, представляя немаловажные теоретические и опытные достоинства, может быть с выгодою прилагаема только к коксу или антрациту, но не к дереву или торфу, потому что последние дают много водяного газа, понижающего температуру печи чрез поглощение тепла и заставляющего вводить более, чем должно, воздуха, что также ведет к понижению температуры. Но при коксе или антраците вполне рационально избегать регенерации и довольствоваться рекуперациею, назначаемою для нагрева воздуха, входящего как в печь, так и в генератор.

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. VIII а, 1893, стр 747 — 751.

ГИПС

Гипс, представляя в химическом смысле малорастворимую водную, обыкновенно кристаллизованную (как в крупных, так и в мелких кристаллах) серноизвестковую соль $CaSO^4 2H^2O$ (20.9% воды), выделяющуюся из морской воды ранее осаждения (при испарении) других солей, весьма распространенную в природе (уд. вес 2.3, твердость около 7), иногда целыми пластами значительной толщины, в техническом отношении составляет весьма важный материал для производства удобрений (см. Гипсование почвы) *, штукатурных работ, искусственных камней и для отливки, водным путем, всяких форм, например при выделке глиняных и алебастровых изделий, украшений и фигур. Для этой цели он слабо обжигается, причем теряет свою кристаллизационную воду, превращается в мелкий порошок (образуя жженый гипс, или алебастр), смешивается с водою в жидковатое тесто и в таком виде, отливаясь в формы или налагаясь на другие предметы, застывает или отвердевает, слабо нагреваясь, что зависит от нового обратного соединения безводной серноизвестковой соли ($CaSO^4$) с кристаллизационною водою в первоначальной пропорции (20.9 воды на 79.1 $CaSO^4$). Безводное соединение, получаемое при слабом прокаливании, носит в торговле название жженого гипса, или *алебастра*, [1] а получаемые из него изделия — гипсовых или алебастровых. ** Необходимо с самого начала указать на то, что упомянутое обратное соединение безводной соли с водою, а потому и затвердевание, свойственно только продукту, полученному при слабой степени жара (не выше 250°) и обыкновенно

---

* См. прим. ред. на стр. 407.

[1] В Германии название Alabaster применяется преимущественно к природному зернистому, полупрозрачному сплошному гипсовому камню, прямо служащему для выделки ваз и других предметов украшения, но у нас алебастром называют жженый молотый гипс.

** В настоящее время путем различной термической обработки двуводного гипса получают целый ряд разновидностей гипсовых вяжущих веществ: строительный гипс, гипсо-ангидритовый цемент, высокотемпературный гипс (эстрих-гипс). [*Прим. ред.*].

содержащему еще 1—5% воды, продукт же, подвергшийся долгому и сильному накаливанию, становясь плотным (лишаясь рыхлого строения и изменяя поверхность отдельных зерен), теряет эту способность (становится «мертвым»), как нет ее у природного ангидрита $CaSO^4$, который, пребывая долго в воде, не поглощает ее.* Та серноизвестковая соль (состава $(CaSO^4)^2 \cdot H^2O$ или $CaSO^4$), которая осаждается в виде накипи из жесткой воды (см. т. VI, стр. 733**) в паровых котлах при температурах 110—150°, вовсе лишена способности при обыкновенной температуре поглощать воду и образовать с нею застывающее тесто. Сверх того, необходимо иметь в виду, что гипсовые изделия, ничем не пропитанные, сами по себе от воды и жара портятся, так как гипс растворяется в воде, хотя слабо, а в жару теряет связность, выделяя кристаллизационную воду. Поэтому гипсовые работы производятся исключительно внутри комнат и непригодны для крепкого сопротивления атмосферному влиянию. Притом гипс сам по себе, даже кристаллический, так мягок, что легко чертится ножом, а отлитые из него фигуры всегда пористы, потому что при отливке берется избыток воды, который испаряется. Для придания гипсовым изделиям твердости и способности полироваться к нему прибавляют разные подмеси, как о том говорится далее. Весьма важное свойство гипса состоит в том, что, затвердевая, он немного увеличивается в объеме (от кристаллизации) и вследствие этого отлично выполняет все подробности той формы, в которой идет отвердевание. Заметим еще, что при прокаливании гипс не должен прямо соприкасаться с горящими углями, потому что тогда он дает сернистый кальций (CaS) и при смешении с водою издает сероводородный запах, что свойственно гипсу, выжженному прямо в кострах. Применение гипса как цемента и как вещества для отливки и лепки украшений было известно с глубокой древности, со времен египетских фараонов. Индийцы, китайцы, арабы и вообще азиатские народы (см. Гаджа) пользуются им весьма часто.

---

* Уже при 107° $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ быстро выделяет 1.5 молекулы воды и превращается в $CaSO_4 \cdot 0.5H_2O$. В технике обжиг гипса ведут при температурах 130—190° (не выше 200°). При температурах не выше 200° происходит и дальнейшая потеря воды с образованием растворимого ангидрита. Растворимый ангидрит быстро схватывается, выделяя при этом значительное количество тепла. Как самостоятельное вяжущее вещество растворимый ангидрит не применяется. При температурах 200—300° растворимый ангидрит переходит в нерастворимый. При обжиге в интервале 300—450° получается безводный ангидрит, при 450—750° — намертво обожженный, который самостоятельно почти не схватывается и не твердеет. При температурах 800—1200° образуется высокотемпературный гипс (эстрих-гипс), характеризующийся медленным схватыванием. [*Прим. ред.*].

** Здесь Д. И. Менделеев ссылается на VI т. Энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона. [*Прим. ред.*].

Встречаясь в природе то в виде кристаллов, то в виде кристаллических полупрозрачных сплошных масс (селенит служит прямо для выделки разных украшений, подобно мрамору), то в виде волокнистых или зернистых, почти непрозрачных масс «гипсового камня», иногда целыми пластами, например у нас в таком случае по берегам Волги, в пермском, донецком, польском (Кельцы) и остзейском (около Риги) краях, гипс добывается или выламывается обычными способами (см. Каменоломни) и обыкновенно тут же обжигается и мелется. Но так как, во-первых, обожженный гипс долго не может сохраняться, потому что притягивает влагу воздуха и теряет в своей способности связывать и затвердевать, во-вторых, обжиг гипса требует низкой температуры, и при недостаточности обжига часть необожженного гипса играет ту же роль, как песок, прибавляемый к известке и штукатурке, и так как обожженный гипс легко толчется домашними средствами и мелкого зерна здесь вовсе нет надобности получать, то нередко и поныне обжигание гипса ведется домашними способами — [путем] обжига или в кучах, или [в] печах, вперемежку с мелкими дровами, не дающими углей, или в обыкновенных хлебопекарных печах.[1] Однако главн[ую] масс[у] выжига[ют] на местах добычи, складывая в особом каменном здании, играющем роль печи, прямо неплотные параллельные своды больших кусков гипса и засыпая поверх их массу гипсового камня сперва [в виде] крупных, потом [в] мелких [кусках], с тем, чтобы жар и дым от сухих дров, зажигаемых под сводами, распределялся с возможною равномерностью во всей массе камня.[2] На обжиг идет примерно $^1/_6$—$^1/_8$ по весу сухих дров. Когда обжиг ведут каменным углем, то его жгут в особых боковых печах (подобно тому, как при обжиге извести) и расходуют около $^1/_{20}$ угля. Там, где выжигают кокс, пользуются теряющимися при этом горючими газами. Для получения лучшего алебастра устраивают вертикальные железные казаны, нагреваемые снаружи дымом и имеющие внизу заслонку для выгреба выжженного камня. Только этим последним способом можно получить совершенно однородный продукт, обыкновенно же часть гипса недожигается, часть пережи-

---

[1] В печь, где сгорало около $2^1/_2$ пуд. дров, тотчас после загребания углей кладут около 8 пуд. гипса кусками, заслонку закрывают, а трубу оставляют открытою. По личному опыту я знаю, что этим путем получается отличный жженый гипс, если куски гипсового камня сперва хорошо высушены на поверхности той же обыкновенной (так называемой русской) печи. Штукатуры обжигают иногда *толченый* гипсовый камень в чугунах, на огне, при постоянном помешивании.

[2] При обжиге гипс садится, т. е. высота слоя уменьшается, примерно, на $^1/_6$ первоначальной, по чему отчасти судят о достаточности обжига.

гается. Во всяком случае при обжиге избегают, при помощи медленной шуровки топлива и избытка воздуха (см. Горючие материалы), получения высоких температур, которые безвозвратно портят гипс, тогда как недожженные куски можно отбирать и вновь обжигать, так как они легко отличаются от выжженного камня. Из того, что гипс начинает выделять воду уже около 100°, при 125° теряет $^3/_4$ воды (остается $H^2O \cdot 2CaSO^4$), а при достаточно продолжительном нагревании до 194° (Ле-Шателье) теряет всю свою кристаллизационную воду, можно уже видеть, что высокая температура вовсе не нужна для обжига гипса. Поэтому понятна легкая возможность обжигать гипс перегретым паром, имеющим температуру около 250°, как то предлагает Виолетт, причем легко сделать производство непрерывным, если бы спрос на готовый гипс не был ограничен. Отобранный — если надобно — для особо чистого сорта[1] обожженный гипс измельчается, но не очень мелко, потому что в этом нет надобности, в особых чугунных вертикальных конических мельницах, подобных кофейным, или под жерновами или бегунами, или, наконец, пестами в ступах, просеивается для придания однородности и укупоривается или в бочки, или в мешки. Достоинство покупного гипса определяют мягкостью зерна (отсутствием каменистых зерен), чистотою цвета и скоростью застывания теста, замешанного из 3 частей алебастра и 1 части воды, а также тем, что тесто, замешанное из 2 частей алебастра и 1 части воды, по застывании оказывается сухим наощупь (впитывает воду), если гипс добротен. Для более точного испытания прокаливают отвешенную пробу до 200° в тигле, причем вес должен убывать не более как [на] 3—5%, и испытывают отливку пробной палочки, которая должна обладать достаточным сцеплением и после высыхания известною звонкостью, а по весу (высушенная) равна весу гипса + 25% воды. Испортившийся от лежания гипс идет для удобрения лугов, особенно клеверных. При замешивании гипса с водою поступают всегда так, что в воду всыпают гипс (а не обратно) и, наполнив доверху, взмешивают лопаткою (деревянною; французы берут медную, если не желают иметь ржавых пятен от железной) и прямо тотчас применяют в дело. Для штукатурных работ в тесто всыпают еще известковый «раствор», т. е. смесь извести с песком и водою. Если взять один последний, то образуются трещины, а от прибавки (1 на 3 или более) гипса их не происходит, так как гипс, отвердевая,

---

[1] Куски закоптелые даже оскабливаются при отборке на алебастр, назначенный для отливки статуй и украшений. Все отбросы идут в штукатурный гипс.

расширяется, а известковый раствор «садится», т. е. уменьшается в объеме. Такая смесь известки с гипсом застывает тем медленнее, чем более взято известки и воды. Если желают иметь быстро застывающее гипсовое тесто, то берут на 2 части по весу алебастра не более 1 весовой части воды, а для более жидких растворов берут равные части по весу, т. е. на ведро воды только 30 фунтов алебастра. Обыкновенно для отливки берут на 4 части алебастра 3 части воды, так как при хорошем материале затвердевание тогда идет довольно быстро (длится менее 15 минут), вся вода впитывается (но потом избыток испаряется), отливка получается плотная, но нагрев незначителен. Если же желают иметь медленное застывание и полное воспроизведение мелких подробностей, хотя и не очень плотную массу отливки, тогда берут на 1 часть мелкого гипса до 2 частей воды. Хотя формование или отливка из гипса не представляет существенных трудностей, тем не менее оно требует выполнения определенных условий для успеха, тем более, что формы для отливки должны приготовляться обыкновенно из того же алебастра. Для того, чтобы дать общее понятие о некоторой сложности предмета, рассмотрим способ производства гипсовых отливок с бюста, вылепленного из глины художником, потому что глиняный оригинал мягок и не может выносить без порчи прикосновения твердых предметов. Сперва готовят «первую», или простую форму, которая служит только один раз для получения гипсового же оригинала, с которого уже легко изготовить, как со всякого (бронзового или иного) твердого предмета, окончательную, сложную или разъемную форму, могущую служить для многократных отливок. Глиняный оригинал облепляют гипсом или вполне весь,[1] или по частям, разделив всю поверхность оригинала на две или вообще на небольшое число частей, назначая грани деления на частях, лишенных трудных деталей, — например, в бюсте отдельно приготовляют всю переднюю часть изображения и всю затылочную. Гипс к глине не прилипает, и по застывании гипса глина легко отходит от него, но сохранить оригинал во всех подробностях обыкновенно нельзя (глиняный оригинал и не назначается для сохранения, но когда окончательная форма готова, из нее легко выдавить глиняную копию, которая может после обжига дать терракотовый бюст — размером не-

[1] Если первую форму делают не разъемную, цельную, то по ее затвердевании глину вынимают изнутри руками или вымывают водою, а если оригинал восковой, то воск плавят. При этом уже не получается никакого остатка от оригинала, тогда как при описываемом далее способе главные по трудности и значению части оригинала, например лицо в бюсте, могут быть сохранены, т. е. модель не вполне теряется.

много менее гипсового — от усушки), потому что при разъемке первой формы часть глины, сидящая в углублениях застывшей формы, отрывается.

Назначив грань раздела формы, на одну сторону оригинала сперва накладывают кистью смесь гипса с водою, а потом всю сторону закидывают заготовленною смесью воды с гипсом и продолжают, по мере затвердевания гипса, утолщать слой до желаемой степени, а около грани раздела уравнивают гипсовое тело так, чтобы здесь получилась вся желаемая толщина, а за грань гипс не переходил. Когда наметано столько гипса, сколько необходимо, и он затвердел, тогда грань оскабливают и на ней делают несколько круглых углублений, при помощи которых впоследствии обе половины формы можно составить вместе, совершенно так, как они помещаются на оригинале. Затем эту грань обмазывают кистью, погруженною в воду, в которой наболтана глина, — для того, чтобы обе половины формы легко было разнять по окончании работы. После смачивания глиною краев первой половины формы (не снимая ее с оригинала) готовят другую ее часть, забрасывая остальную часть формы гипсовым тестом, сперва свежим и жидким, и потом уже отчасти отвердевшим. Когда и эта половина затвердеет, тогда разнимают обе половины. Если раздел был избран надлежащим образом, то некоторые части глиняного оригинала (например лицо) остаются целыми, но вообще оригинал теряется, но получается верный отпечаток, из которого осторожно вынимают остатки глины и дают вполне высохнуть. Когда это произойдет, форму изнутри покрывают или смесью масла с мыльною водою или шеллаковым лаком, предохраняющим форму от приставания новых слоев гипса,[1] и обе половины складывают друг с другом как следует, скрепляя снаружи, чтобы не расходились при вливании гипса. Тогда вливают в форму жидкую смесь воды и гипса, утолщают новыми слоями, и получают внутри формы воспроизведение глиняного оригинала. Когда такой новый оригинал отвердеет вполне, тогда осторожно отбивают форму в тех местах, которые не могут сняться, как с барельефа, и по этому гипсовому оригиналу, исправив его, если то окажется необходимым, [изготовляют] уже надлежащую сложную или разъемную форму, в которой можно делать любое число оттисков. Нет надобности описывать понятные по существу дела подроб-

---

[1] Деревянные формы покрывают таким же лаком, металлические — смесью из масла и мыла, которую применяют и при всяких других отливках, потому что гипс не пристает к слою такой смазки. Очевидно, что слой должен быть очень тонок, чтобы форма предмета от него не изменилась.

ности разделения всякого твердого оригинала (например гипсового, мраморного, деревянного, каменного, металлического и других) на такие части, формы которых могут быть сняты с оттиска без его повреждения, потому что с барельефа застывшая форма снимается вполне, и всякая фигура может быть соответственными плоскостями разделена на ряд барельефов. Число частей формы, конечно, тем больше, чем далее удаляется оригинал от барельефа (каковы, например, медали или монеты), и искусство мастера состоит в том, чтобы выбрать для деления формы на отдельные части такие места, которые не имеют особого значения (на краях частей формы получается след, который сравнивается ножом), и в то же время получить наименьшее число частей формы, притом так, чтобы при складывании частей не нарушалась бы общая пропорция частей. Из предшествующего уже видно, что гипсовые формы бывают двоякого рода: с потерянным оригиналом и с сохраняющимся. Когда отливка сложна и тяжела, например в случае сложных больших статуй, тогда обыкновенно не все отливают сразу, а по частям, которые скрепляют хорошим гипсом при помощи железных или деревянных внутренних скреплений. Почти подобными же способами готовят гипсовые изображения с предметов животного и растительного царства. Если требуется, например, снять гипсовую маску с умершего, то волосы на голове, бороде и бровях и проч. сильно помадят и располагают так, чтобы они не залились гипсом и образовали барельеф, отверстия носа залепляют воском, все лицо смазывают маслом, обкладывают его с боков полотенцами, чтобы образовать барельеф, который и заполняют гипсом, начиная опять сперва жидким и кистью (затем иногда кладут слой кисеи), а потом быстро заливая образующуюся кору. С живых людей точно так же снимают как маски, так и всю головную форму, разделяя лицо на две, а всю голову на 4 части при помощи ниток, положенных на тело, которые вытягивают (разрезывая гипс) при застывании гипса, чтобы получить соответственное число барельефных частей формы, а в нос и рот вставляют трубки, достаточные для дыхания. Особенно легко этим способом снимают формы с рук и ног. Вместо гипсовых форм для отливки часто повторяющихся архитектурных выпуклых (горельефных) украшений часто применяют глиняные и металлические формы. Те же основания применяются в хирургии для нанесения гипсовых накладок на оперируемые части тела, если их, например при вывихе и переломе костей, следует удержать в неподвижном положении. Для этого забинтовывают сперва бинтами, смоченными в гипсовом растворе, а потом налагают гипс утолщенным слоем, придавая ему еще большую прочность прикладыванием лубка или других твердых предметов. Таким же свой-

ством гипса пользуются для получения гипсовых форм для глиняных, гальванопластических и разных иных изделий.

Отлитые гипсовые изделия в обычном виде мало прочны не только по слабости связи между частями (изделия легко бьются), но и вследствие мягкости поверхности (стирается и царапается всякими твердыми телами), ее ноздреватости (от испарившейся воды) и ее способности разрушаться (понемногу растворяться) от воды. По этим причинам гипсовые изделия недолговечны и плохо очищаются с поверхности, т. е. скоро теряют начальный вид, а потому остановимся на средствах, которыми в большей или меньшей степени устраняют указанные их недостатки, указав при этом, что простая прибавка песка или тому подобных твердых предметов не увеличивает прочности гипсовых изделий, потому что песок удерживается непрочно в массе гипса, и предметы крошатся, а покрытие гипса клеевыми красками, как это делается на штукатурке, придает поверхности мало прочности. С давних пор стало известно, что подмесь квасцов — и прямо сернокалиевой соли — придает гипсу и его поверхности твердость, недостающую ему самому. Вероятно, это основано на способности серноизвестковой соли образовать водные двойные соли, подобно тому, как это проявляется у солей магния (см.). Гипс, разведенный на растворе сернокалиевой соли, затвердевает быстрее, чем просто с водою, и дает массу более плотную, чем обыкновенно. Влияние квасцов, повидимому, еще яснее. Если обожженный гипсовый камень погрузить в раствор квасцов и потом обжечь сильнее обыкновенного, то после размола и смешения с водою получается масса, скоро твердеющая и обладающая значительно большею плотностью, чем обыкновенный гипс. Такой квасцованный гипс производят заводскими способами и применяют как обыкновенный. Того же результата достигают, смешивая гипс с жженными квасцами, причем избегается вторичное прокаливание. На 100 частей гипса берется не более 5 частей квасцов. Наиболее обыкновенный и давно (из Италии) известный способ придания гипсу плотного сложения и способности полироваться составляет образование его теста на клеевой воде. Размоченный клей растворяют в горячей воде (около $1^1/_2$ фунта клея на ведро воды) и на такой воде (остывшей) замешивают обыкновенный или квасцованный гипс. Такую штукатурку стен «под мрамор» наносят на смоченную подготовку и, по затвердевании притертого слоя, полируют пемзой, смачивая клеевою водою. Политуру кончают трепелом с водою, а по высыхании — маслом, чрез что достигается блестящая и очень прочная поверхность, которую нередко разделывают под цветные и полосатые сорты мрамора, прибавляя к массе соответственных красок и нанося их в надлежащем порядке в углубления не вполне остыв-

шей штукатурки. Гипс на клеевой воде затвердевает медленнее, чем на чистой. Некоторые соли, особенно бура, также замедляют затвердение гипса. Замешанный на смеси 1 объема насыщенного раствора буры с 4 объемами воды гипс затвердевает (по Casentini) только после 3—4 часов и приобретает значительную крепость. Если уже готовую штукатурку вспрыснуть раствором буры, то она становится, после затирания, тверже обыкновенной и отличается тем, что после оклейки обоями препятствует заводиться насекомым. Водонепроницаемость [1] гипсовых отливок достигается очень часто пропитыванием их в нагретом виде стеарином, воском или растворенным в бензине парафином. Статуэтки, пропитанные стеарином, имеют довольно своеобразный желтоватый оттенок (как изделия из слоновой кости), некоторую степень прозрачности и легко моются водою. Того же достигают иногда масляными лаками. Гипс, смешанный со снятым молоком и небольшим количеством извести, после отливки отличается белизною, неизменяемостью от воды и значительною плотностью. Прибавка спирта к воде, на которой размешивается гипс, придает ему плотность и способность после отливки уменьшаться в объеме, что, вероятно, происходит от того, что тогда кристаллизация гипса получается более мелкою и плотною. [2] Известно, что раствор гипса в воде (1 часть $CaSO^4$ растворяется в 525 частях воды при 0°, в 466 частях при 38° и в 571 части при 100°, а в пресыщенных растворах до 110 частей воды) осаждается от прибавки спирта. Поверхностное уплотнение гипсовых изделий достигается также при смачивании их баритовою водою (образуется сернобаритовая соль) и растворимым стеклом (образуется двойная кристаллическая соль). Хотя таким образом имеется много способов для придания гипсу большей против обычной плотности и связности, но тем не менее никакие гипсовые изделия не могут быть сравниваемы по вязкости и сцеплению с портландским цементом. К камням гипс пристает слабее, чем известка или цемент. К дереву гипс также пристает слабо, но на железе он довольно хорошо удерживается, особенно при разведении на растворах некоторых сернокислых солей. [3]

В заключение упомянем о том, что некоторое количество гипса применяется также для многих других видов промышленных целей,

[1] Гипс в отливках столь порист и так легко вбирает в себя воду, что употребляется в виде пластинок для отнятия (высасывания) воды из осадков; высушенные гипсовые пластинки по своей скважности пропускают воздух и другие газы.

[2] Утверждают также, что готовые отлитые гипсовые изделия явно уменьшаются в размерах при погружении в спирт.

[3] Двойные соли гипса с сернокислыми солями Na и K хорошо известны (Розе, Струве, Фрицше) и дают повод думать, что, разрабатывая (подобно тому, как это сделано Вант-Гофом и Розебумом для астраха-

например для прибавки в бумажную и фарфоровую массу, для разных замазок и т. п. При накаливании с углем он отдает ему свой кислород, и образуется сернистый кальций, из которого (см. Сера и Сода) можно получить серу. В гипсе (природном, водном) более 18% серы, но ее из него ныне нет способов выгодно добывать; однако в природе самородная сера получается чаще всего именно из гипса. *

нита $MnNa^2(SO^4)^24H^2O$, см. «Основы химии» 5-е изд., стр. 433 и 443) этот предмет, можно достичь новых усовершенствований в произведении гипсовых изделий для придания им недостающей твердости и связности, что особо желательно ввиду широкого распространения гипса в природе и легкости его формовки.

* Кроме того, природный гипс применяется как добавка к портланд-цементу для регулирования скорости схватывания, как сырье для получения серной кислоты и портланд-цементов, как сырье для гипсошлакового цемента, как сырье при производстве $(NH_4)_2SO_4$ и других химических веществ. [*Прим. ред.*].

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. VIIIа, 1893. стр. 806—809.

ГЛАЗУРЬ

Глазурь, или эмаль, есть тонкий, более или менее легкоплавкий и прозрачный слой стеклянного сплава, наносимый в порошковатом виде на поверхность изделий из глины и металлов, сплавляемый на самих изделиях и назначаемый для придания поверхности изделий неизменности (например глазированная, или эмалированная железная и чугунная посуда) или непроницаемости для жидкостей (например при нанесении глазури на фаянс, см.),* так и для украшения. Специально эмалью и финифтью называют, однако, чаще непрозрачную глазурь разных цветов, наносимую на металлические изделия в более толстом слое и служащую преимущественно для украшений;[1] но это различие между названиями глазури[2] и эмали не проводится строго ни в русском, ни на других языках. Глазурь ** на простейших глиняных изделиях, назначаемая для покрытия пористой их массы и для придания им сплошной стекловатой поверхности, называется у нас также «поливою». По составу всякие

---

* См. прим. ред. на стр. 407. [*Прим. ред.*].

[1] О применении эмали для украшения металлических изделий — см. Эмалевые украшения, а о применении для живописи на фарфоре — Фарфоровое производство.

[2] По-английски всякая глазурь называется enamel, т. е. эмалью. Вследствие подобия с покрытием стеклообразно глазурью или эмалью называют эмалированием, или нанесением глазури, покрытие внутренней поверхности бочек слоем поливы из раствора клея (часто с патокою или глицерином — чтобы при высыхании не трескался, и с квасцами — чтобы перевести в нерастворимый вид), если бочки назначены для перевозки и хранения таких жидкостей, как скипидар, керосин, спирт и т. п.

** В настоящее время глазурью называют стеклообразный сплав, наносимый на поверхность керамических изделий для придания им влаго- и газонепроницаемости, повышенной стойкости и блеска. Эмалью называют стеклообразный, прозрачный или заглушенный, материал, наносимый на поверхность металлических изделий, главным образом с целью защиты их от коррозии и с декоративной целью. [*Прим. ред.*].

глазури, эмали и поливы представляют не что иное, как стекло (см.), т. е. некристаллический сплав кремнекислых (содержащих кремнезем SiO^2) и борнокислых (содержащих B^2O^3) солей, оснований щелочных (как Na^2O, K^2O), щелочноземельных (например CaO, BaO), земельных (Al^2O^3) и металлических окислов, особенно окиси свинца, PbO, которая придает стеклу легкоплавкость, как и борная кислота. Непрозрачность глазурей достигается прибавкой или таких окислов, как окись олова SnO^2, или таких солей (как фосфорноизвестковая), которые в стекле при сплавлении не растворяются, а в нем распределяются (висят) с равномерностью. Так как глазурь есть стекло, то общие основания его производства, рассматриваемые в статье «Стеклянное производство», вполне применяются к глазури, и мы здесь рассмотрим лишь некоторые частности, характерные для глазурей разного рода.

От глазурной массы, кроме неизменности и твердости, принадлежащих стеклу, и кроме желаемого цвета и степени прозрачности, достигаемых прибавками, требуется, во-первых, известная степень плавкости, во-вторых, прочность связи с покрываемою поверхностью (глазурь не должна отскакивать при перемене температуры, должна обладать коэффициентом расширения, близким с материалом массы) и, в-третьих, отсутствие трещин. Важнейшую сторону предмета составляет придание составу глазури желаемой степени плавкости, потому что порошок глазури, так или иначе нанесенный на поверхность, закрепляется на ней чрез помещение предмета в печь или муфель, где достигается такая температура, которая, не изменяя предмета, заставляет глазурь вполне расплавляться и в жидком виде закрывать поры предмета и образовать на нем сплошную гладкую, более или менее блестящую поверхность. Понятно отсюда, что глазурь должна вполне плавиться при температур[ах] гораздо более низк[их], чем те, при которых металлические или глиняные предметы изменяют свою форму или начинают размягчаться. Уже поэтому в большинстве случаев «обжигание» или сплавление глазури стараются вести при возможно низких температурах, что обусловливается и соображениями экономического свойства. Только в немногих случаях, например при фарфоре (см.), применяются сравнительно тугоплавкие виды глазури. Тугоплавкость глазури достигается увеличением пропорции таких окислов, как CaO, Al^2O^3 и изъятием из смеси PbO, B^2O^3 и тому подобных окислов, увеличивающих легкоплавкость. [1]

---

[1] Первые из известных глазурей все были щелочно-кремнеземные. Только в XI ст. явились в Тоскане свинцовые глазури. Они укрепились и распространились всюду до нынешнего столетия, тогда, с одной сто-

Но и тогда, когда составляется тугоплавкая глазурь, необходимо в состав ее вводить щелочи (Na^2O и K^2O), потому что кремнеземистый их сплав (так называемое растворимое стекло) сильно содействует образованию некристаллического стекла, в котором растворяются другие окислы, и при застывании не кристаллизуется.

Материалами для глазури могут служить разнообразнейшие вещества, природные или заводские, содержащие вышеуказанные окислы. Некоторые материалы, входящие в глазурь, при сплавлении выделяют пары или газы, оставляя желаемый окисел, другие же входят в нее всеми своими составными началами. Так, для введения окиси свинца прибавляют часто не ее самое, а красный сурик, или высшую степень окисления свинца, для того, чтобы восстановительные газы печи не выделили свинца, а при сплавлении сурик оставляет ту окись свинца (выделив кислород), которая входит в глазурь. Для подобной же цели (окисления) в глазурь часто вводят селитру, хотя она дает глазури только щелочь, в ней содержащуюся, а наиболее ценные в ней элементы азотной кислоты при сплавлении улетучиваются и вследствие богатства кислородом препятствуют восстановительному действию газов печи и других случайных (органических) веществ. Однако, когда дело идет о нанесении глазури на дешевые, обыденные предметы, заботятся о том, чтобы в состав взошли лишь самые доступные материалы в такой пропорции, которая необходима для доставления желаемых качеств глазури. Такими материалами служат, кроме кремнезема (кварц, кремень, песок) и щелочных соединений в разных видах и кроме глины (см.), прежде всего некоторые сложные природные кремнеземистые вещества, особенно же полевой шпат (и сходные с ним минералы), добываемый преимущественно в Норвегии (Rarströnd C°) и применяемый повсюду на фарфоровую глазурь (как и в массу фарфора). Хотя полевой шпат (см.) при слабом белокалильном жаре плавится в прозрачное стекло, но один не пригоден для глазури, потому что легко расстекловывается или кристаллизуется, особенно подвергнутый температуре яркого белокалильного жара.

Глазурь на фарфоре обыкновенно составляется из полевого шпата, кремнезема и известково-магнезиальных соединений так, чтобы глазурь представляла состав, в котором на $10SiO^2$

роны, введение печей, дающих высокие температуры, позволило применять всякие трудноплавкие глазури, и, с другой стороны, благодаря примеру Англии, стало расширяться применение борных видов глазури, которые при отличной легкоплавкости позволяют придавать гончарным изделиям блестящую окраску и бо́льшую, чем свинцовые глазури, гигиеническую безопасность для обиходных изделий.

приходилось около: Al^2O^3, $^7/_8RO$ (где R = Ca и Mg) и $^1/_8K^2O$ или $^1/_8Na^2O$. Но даже и от одной прибавки кремнезема полевой шпат уже теряет способность расстекловываться, даже в таких случаях, если отношение окислов доходит до пропорции: $7SiO^2 \cdot Al^2O^3 \cdot K^2O$. Из того, что состав стекла без глубокого изменения свойств может изменяться в довольно широких, но определенных границах, можно уже заключить, что подобные изменения может претерпевать и состав глазури. Его ныне многие исследователи (Сегер, Бишов, Шумахер и другие) выражают химическими формулами; но это вовсе не значит, что глазурь есть определенное химическое соединение; как стекло, это есть сплав солеобразных соединений, который проще всего рассматривать как раствор более тугоплавких стеклообразных соединений в легкоплавких; но пропорция первых не должна превосходить известной нормы, чтобы при охлаждении и затвердении не происходило выделения части вещества в кристаллическом виде (расстекловывания, мутности, отсутствия ровной поверхности), а пропорция легкоплавких веществ не была такова, чтобы глазурь была мало прочною. Дело в том, что легкоплавкостью отличаются и ее в глазури увеличивают [...] тр[и] составны[е] начал[а], которые в отдельности дают мало прочную глазурь, а именно: 1) кремнеземистые соединения щелочей (K^2O и Na^2O), подобные растворимому стеклу; они от долгого действия горячей воды растворяются (глазурь сходит), а от кислот легко разъедаются, притом слишком щелочная глазурь легко дает трещины; [1] 2) кремнеземистые соединения окиси свинца, но они сами по себе, особенно при избытке окиси свинца, дают стекло мягкое, царапающееся ножом и разъедаемое кислотами (а потому такая чисто свинцовая глазурь вредна для сосудов, назначенных для приготовления пищи, ибо свинцовые соединения ядовиты); только при избытке кремнезема окись свинца дает стекло твердое и прочное по отношению к кислотам, в сплаве же с другими кремне- и борнокислыми солями (извести, щелочей и глинозема) свинцовая окись (вводится в глазурь в виде белил, сурика и глета) придает глазури блеск и легкоплавкость с такою легкостью, что ею пользуются в весьма большом числе случаев, [2]

---

[1] Трещины же в глазури не только лишают предметы должного вида и позволяют глазури легче сходить, но и служат местом задержки всяких ферментов, а потому особенно должно остерегаться держать и изготовлять пищу в сосудах с потрескавшеюся глазурью.

[2] Предложено, а отчасти и применено, замещение окиси свинца баритом (берется природный витерит в порошке), но кремнеземистые сплавы окиси бария, хотя менее тугоплавки, чем известковые, однако тугоплавче свинцовых и так же, как они, могут давать ядовитые начала в пищу, потому что соединения бария ядовиты.

особенно же для покрытия фаянсовых и вообще глиняных пористых изделий, назначаемых для украшений и для сухих предметов; 3) сам борный ангидрид B^2O^3 легче плавится, чем кремнезем SiO^2, а с основаниями, особенно щелочными (например с окисью натрия, в буре), дает легкоплавкие стекла, а потому применялся бы с большою выгодою во множестве случаев при составлении глазурей, если бы тому не препятствовала относительно высокая ценность этой составной части, часто вводимой в глазурь только в малой пропорции, исключительно для увеличения легкоплавкости; должно, однако, заметить, что борные стекла и глазури сами по себе мягки и легко разрушаются водою и кислотами, а потому и мало пригодны во многих случаях.

Если введение в состав глазури K^2O, Na^2O, PbO и B^2O^3 увеличивает легкоплавкость, но в то же время и непостоянство, * то введение CaO, MgO, Al^2O^3 и SiO^2 действует обыкновенно в иную сторону, а потому смешением окислов стремятся достичь как того, чтобы получился сплав надлежащей температуры плавления, так и должной прочности. ** Поэтому состав глазури в разных случаях очень неодинаков и подбирается по свойствам и назначению предметов, как это указывается в статьях: «Фарфор», «Фаянс», «Гончарные изделия» и др.

Здесь, для примера, укажем состав некоторых исследованных глазурей: CaO, $2Na^2O$, $6SiO^2$, равно как и глазурь, содержащая еще [в] $1^1/_2$ раза более SiO^2, плавятся в равномерное, твердое стекло и не расстекловываются; глазурь состава, близкого к $K^2O \cdot Na^2O \cdot CaO \cdot BaO \cdot 10SiO^2 \cdot 3B^2O^3$ применяется на прочной каменной посуде и составляется из 100 частей селитры KNO^3, 50 частей мрамора, 100 частей витерита $BaCO^3$, 200 частей кристаллической буры, 25 частей борной кислоты и 300 частей кварцевого песку. Для получения белой оловянной эмали на глиняных изделиях, назначаемых для приготовления пищи, прибавляют к бесцветной глазурной массе от 15 до 10% окиси олова, а когда покрывают изразцы, майолику и тому подобные предметы украшения, тогда приготовляют сплав из 1 части олова и 4—5 частей свинца, его превращают в смесь окислов обоих металлов (накаливая при притоке воздуха), полученную золу смешивают с соответственным

---

* Т. е. уменьшается химическая стойкость глазури. [*Прим. ред.*].

** Здесь имеется в виду не только химическая устойчивость или твердость глазури или эмали, но и прочность сцепления глазурного или эмалевого покрытия с основой. Прочность же закрепления покрытия, способность его выдерживать температурные изменения определяется соотношением коэффициентов термического расширения материалов основы и покрытия. В общем случае разность между коэффициентами этих материалов не должна превышать примерно 10%. [*Прим. ред.*].

количеством песку, глины и щелочи и наносят на изделия, или сперва особо сплавляют 1 объем названной золы с 2 объемами песку и $1^1/_2$ объемами соли, потом сплав измельчают и наносят на глиняные изделия, как сказано будет далее. Для эмалирования железной посуды сперва наносят слой грунта, а потом белую или синюю (с окислами кобальта) глазурь. Для грунта берут или: а) смесь 11 частей флинтглаза (см. Стекло), 1.7 части соды и 1 части борной кислоты, или б) 48 частей песку, 30 частей сурика, 30 частей соды и 10 частей борной кислоты (Сальвэта), или в) сплав из 30 частей полевого шпата и 25 частей борного ангидрида, и по измельчении его прибавляют 10 частей каолина (чтобы придать тесту некоторую вязкость) и немного магнезии, или же применяют подобные этим бесцветные или слабо окрашенные глазури, * а поверх их наносят белую глазурь, составленную, например, из 37.5 части кварца, 27.5 части буры, 50 частей окиси олова, 15 частей соды и 10 частей селитры. Для эмалей, наносимых на медь, серебро и золото, кроме красящих веществ (см. далее), основная глазурь составляется так, чтобы в ней содержалось около 40—55 частей кремнезема, около 30—40 частей окиси свинца и около 10—15 частей щелочей и лишь небольшие количества глинозема, извести и магнезии.

Для составления эмалевых красок, наносимых на фарфоровый бисквит в Севре, по Сальвэта, применяются следующие 14 сплавов, которые получают, смешивая:

	Серый цвет	Черный
Песку	1000	1000
Сурика	2000	2000
Борной извести [1]	500	500
Окиси кобальта	2	60
Черной окиси меди	12	100
Красной окиси железа	12	120
Углемарганцовой соли	24	120

Сплав первых трех составных начал в указанной пропорции составляет основу всех других цветных глазурей Севра, и мы его означим далее словом «сплав»:

---

* В состав грунтовой эмали, наносимой на поверхность изделий железных или чугунных, всегда вносятся окислы кобальта или никеля. Присутствие этих окислов считают необходимым для того, чтобы обеспечить прочное сцепление эмали с поверхностью металла. [*Прим. ред.*].

[1] Берут или искусственную, или природную очищенную соль, по возможности свободную от железных соединений. Из Перу соль эта вывозится в Европу. Основной минерал называется гайесином (hayessin). Можно брать вместо того буру или борнонатровую соль.

	Светлосиний или голубой	Синий
«Сплава»	3500	3500
Черной окиси кобальта	40	125

	Синевато-зеленый	Ярко-зеленый	Желто-зеленый
«Сплава»	3500	3500	3500
Окиси меди	125	500	50
Хромовокалиевой соли	—	—	12

	Желтый	Костяно-желтый	Охристый
«Сплава»	3500	3500	3500
Хромовокалиевой соли	25	—	—
Пятисернистой сурьмы	—	35	—
Водной окиси железа	—	70	200
Окиси цинка	—	35	—

	Фиолетово-бурый	Яркобурый
«Сплава»	3500	3500
Красной окиси железа	250	250
Углемарганцовой соли	125	125
Окиси кобальта	—	60

	Фиолетовый	Розовый
«Сплава»	3500	3500
Углемарганцовой соли	125	—
Окиси кобальта	До 6 частей	—
Рубинового стекла на кассиевом пурпуре	—	От 350 до 1000

Применение глазурей, содержащих борную кислоту, особенно развито в Англии, где один Стаффордшир для своих глиняных изделий (Минтон и другие) применяет ежегодно до 50 тыс. пуд. борной кислоты. Применение это широко распространяется не только потому, что глазури и эмали от борной кислоты приобретают легкоплавкость, но также и вследствие того, что многие цветные окислы сообщают борному стеклу более яркое окрашивание, чем чисто кремнеземистому. Но для обыкновенной глиняной посуды не прибегают к этой сравнительно дорогой составной части глазури, и берут чаще смеси глин, сурика и песку. В некоторых же случаях, когда готовят каменную посуду (масса не пористая, полусплавленная), обжигаемую при высокой температуре и не пропускающую воды, довольствуются тонким слоем глазури, получаемым при помощи поваренной соли. Ее бросают в печь. Она испаряется и, приходя в прикосновение с кремнеземом глиняного изделия и с водяными парами, всегда присутствующими в газах печи, вступает в двойное разложение, образуя на поверхности изделий кремненатровую соль или щелочное (растворимое) стекло, которое и дает глазурь. При этом образуется хлористый водород, уходящий с продуктами горения:

$$2NaCl + 2SiO^2 + H^2O = Na^2O \cdot 2SiO^2 + 2HCl.$$

По отношению к способам нанесения глазури должно заметить, что обыкновенно глазурь налагается на изделие в виде тонкого порошка, сухого или смешанного с водою или другими жидкостями. Для этого составные части глазурй, хотя бы стеклообразный сплав или полевой шпат (для легкости измельчения их накаливают и бросают в холодную воду), всегда измельчаются под жерновами, бегунами или в особых[1] мельницах и отмучиваются (см.) в более или менее тонкий порошок, и если применяются с водой, хорошо разбалтываются или затираются в воде. Такая водяная смесь наносится на изделие или кистью, или чрез погружение, если глазируемое глиняное изделие обладает пористостью и, всасывая воду, удерживает на своей поверхности порошок глазурной массы. Затем следует осторожное, медленное высушивание (чтобы слой глазури не отстал) и постепенное накаливание до температуры высшей, чем та, при которой плавится глазурь. Когда эмалируются железные или чугунные изделия, их поверхность очень тщательно очищают, и предмет нагревают примерно до 70°, густую (50% воды и 50% глазурной смеси *) смесь воды и глазурного порошка также нагревают примерно до 50° и ее наносят кистью так, чтобы образовался слой в $1^1/_2$—$2^1/_2$ мм толщиной. Когда такой слой грунтовки еще не просох, наносят слой верхней (белой или синей) эмали в виде сухого порошка при помощи сита или батистового мешочка, который держат на некоторой высоте над поверхностью.** Подобный же прием обсыпания порошком глазури применяется также и к необожженным глиняным изделиям, когда чрез один обжиг достигается и прокаливание изделия и сплавление на его поверхности глазурного слоя. Чтобы не являлось потеков или чтобы слой глазури был равномерен, необходимо, чтобы слой порошка глазури имел равномерную и малую толщину и сама глазурь обладала в жару достаточною степенью густоты или вязкости. В этом отношении известно, что свинцовая глазурь легче дает потеки, чем баритовая, а известково-натровая течет еще труднее баритовой, всех же труднее — магнезиальная (Seger, 1884).

В отношении к живописи и окраске глазурей и эмалей, применяемых в фарфоровом производстве, см. Фарфоровое производство.

---

[1] Для тонких и дорогих эмалей — в агатовых ступках.

* Для придания должной густоты в смесь добавляют небольшие количества глины. [*Прим. ред.*].

** Теперь таким методом не пользуются. Обычно первый грунтовой слой после нанесения его поливом обжигается, а затем на горячую еще деталь наносится пудровым способом (посыпанием) второй, внешний слой эмали. Так эмалируют чугунные изделия. [*Прим. ред.*].

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. VIIIa, 1893, стр. 839—849.

ГЛИНА

Глина (технич.) — общеизвестное землисто-порошковатое вещество, составляющее неизбежную составную часть поверхностного растительного слоя земли, образующее, в более или менее чистом виде или в смеси с песком (суглинки), известняком (мергели), слюдой и другими, повсюду встречающиеся толщи или слои осадочных (водных) пород всех геологических периодов и в измененном (метаморфическом) состоянии представляющие сланцевые (шиферные, глинисто-сланцевые и т. п.) твердые горные породы, входящие в состав множества горных кряжей и пластов земной коры. Таким образом, глина в разных видах и формах обильно распространена в природе и уже по этому одному с незапамятных времен служит людям для производства огромного множества разнообразнейших предметов, начиная от возведения построек до производства тончайших фарфоровых изделий. Для ознакомления со свойствами и с некоторыми приложениями глины в технике предлагаемая статья рассматривает: 1) химический состав глины, 2) образование ее в природе, 3) виды глины, 4) основные свойства, главные применения глины, 5) огнепостоянство глины * и 6) общие начала производства обожженных глиняных изделий.

I. *Состав глины.* Во всех сортах природной глины всегда содержатся: а) глинозем, т. е. окись алюминия Al^2O^3, как основное начало, извлекаемое крепкою серною кислотою, б) кремнезем, или окисел кремния SiO^2, как кислотное начало, извлекаемое после удаления Al^2O^3 щелочными растворами, и в) гидратная вода, H^2O, как вещество, удаляемое после высушивания при прокаливании. Все другие составные начала природных сортов глины (щелочи, известь, магнезия, окислы железа, титановая кислота и т. п.) должны быть считаемы за сопровождающие подмеси, потому что по мере очищения, например при отмучивании, обработке слабыми кислотами (на глину они не действуют) и т. п., их количество убывает,

---

* Огнеупорность глины. [*Прим. ред.*].

и в чистейших, белых сортах глины встречаются иногда только указанные три вещества. Поэтому глину должно считать водною или гидратною кремнеглиноземною солью (или водным кремнекислым глиноземом). Но в каком количественном отношении соединены здесь названные окислы, — сказать труднее. Уже вследствие того, что глина представляет мельчайший порошок, ни в чем всецело не растворяющийся и смешанный с порошковатыми формами других землистых веществ, очевидно, что глину нельзя ни получить в природе, ни приготовить искусственно в совершенно чистом виде, а потому о ее количественном составе можно сделать точный вывод только чрез изучение множества образцов разной степени очищения, что и выполнено Броньяром, Малагути, Бишофом и другими. По совокупности таких исследований ныне несомненно, что в чистейшем виде все глины содержат в состоянии высушивания (при 100°) до постоянного веса $Al^2O^3 \cdot 2SiO^2 \cdot 2H^2O$, * т. е. глина относится к числу основных солей (в средней соли на Al^2O^3 должно содержаться $3SiO^2$) глинозема. Состав этот требует (см. Веса атомов)** содержания: 39.5% глинозема, 46.5% кремнезема и 14.0% воды. К этому содержанию стремится в пределе достичь всякая глина тем более, чем менее содержится в ней подмесей, и наибольшую ценность и значение во множестве отношений имеют именно глины, наиболее близкие по составу к вышеуказанному, обыкновенные же глины содержат чаще всего подмесь песку в разной степени крупности зерен. Так, например, известная в России белая глуховская фарфоровая глина (Черниговская губ., Глуховского у.) в отмученном состоянии содержит около $37^1/_2\%$ Al^2O^3 и $46^1/_2\%$ SiO^2 и незначительное количество магнезии и щелочей, но почти не содержит железных окислов; известная английская белая глина, распространяемая во многие страны света (Dressel C°) и идущая в Россию в числе миллионов пудов ежегодно под именем «China-clay» (чайна-клай, китайская глина), или каолина, содержит в том (отмученном) виде, в котором находится в продаже: 37.9% Al^2O^3 (растворимого в крепкой серной кислоте), 44.2% SiO^2 (растворимого в щелочах), 12.5% потери при прокаливании (воды), 0.1% MgO, 0.2% CaO, 1.0% Fe^2O^3, 1.3% $K^2O + Na^2O$ и 3.4% песку (в нем 2.7 SiO^2, 0.3 Al^2O^3 и 0.5 других оснований), по анализам Бишофа. Но многие из известнейших глин, даже бесцветные (белые) и хорошо отмученные, содержат менее Al^2O^3 и хими-

* В настоящее время минералогический состав глины рассматривается как смесь различных минералов, среди которых наиболее важными являются: каолинит ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), галлуазит ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 3H_2O$), пирофиллит ($Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$); им сопутствуют кварц, слюда, рутил, пирит и др. [*Прим. ред.*].

** См. прим. ред. на стр. 407. [*Прим. ред.*].

чески связанной воды, потому что заключают подмесь или кварцевых или полевошпатовых зерен. Сумма их определяется по количеству остатка, остающегося после обработки глины серною кислотою и после кипячения остатка с раствором соды, в котором растворяется гидрат кремнезема, содержавшегося в глине. Анализируя (обрабатывают обыкновенно плавиковою кислотою) остаток, определяя в нем основания (глинозем и щелочи), по их количеству судят о содержании полевошпатовых подмесей, считая (хотя это и не всегда точно) состав их за Al^2O^3 (K, Na)$^2O \cdot 6SiO^2$, а отсюда заключают и о количестве подмеси кварца. Так, известная во Франции белая глина (каолин) из Saint Yrieux (Haute-Vienne) содержит от 10 до 45% остатка, состоящего преимущественно из полевого шпата, а известная в Германии глина из Sennewitz (около Halle) содержит около 36% подмеси кварца. Так как во многих случаях при обработке глины к ней прибавляют как полевой шпат, так и кварц (например при производстве фарфора), то указанные подмеси в практике могут быть даже полезными; тем не менее высшими сортами глины, особо ценимыми (до 60—80 коп. за пуд), должно считать возможно чистую, почти нацело растворяющуюся при последовательной обработке крепкою серною кислотою и содою, потому что для желаемых целей подмеси могут вводиться искусственно, а содержание их в естественных глинах подлежит изменению. Но и в чистейших сортах глины всегда содержатся растворяющиеся (вместе с Al^2O^3) в кислоте другие основания, особенно K^2O, Na^2O, CaO, MgO, Fe^2O^3, и общее их количество редко бывает менее $1^1/_2$—3%, иногда же, в обычных глинах, превосходит и десяток процентов. Значение этих подмесей особенно важно во многих случаях. Так, все они увеличивают плавкость глины, а окислы железа придают изделиям сверх того обыкновенно [1] и характерный цвет, свойственный кирпичу. Часть их, несомненно, содержится в виде самостоятельных подмесей, например бурого железняка (охры), известняка (мергели [2]) и т. п., и узнается в глине или при их отмучивании (по кусочкам или зернам большей крупности, чем глина), или при обработке глины слабыми растворами кислот (соляною или азотною). При выборе глины для

---

[1] Но несомненно, что при содержании значительного количества окислов железа некоторые глины дают не красные, а белые или серовато-желтые кирпичи, что зависит от распределения подмеси железных соединений. Так, Ольшевский исследовал одну глину, содержащую 10% окиси железа, и нашел, что в кирпичах, из нее приготовленных, содержатся черноватые зерна железного соединения, а красного окрашивания не получается. Киевские глины, дающие беловатые кирпичи, по анализам Богданова, также содержат 4—9% бурого железняка.

[2] См. Глауконит.

известных целей применения всегда обращается внимание на количество, качество и способ распределения этих подмесей. Так, например, для выделки кирпича очень важно, чтобы в глине не содержалось механической подмеси (кусочков) известняка, потому что такие кирпичи при обжиге дают много лома.[1] Вскипание с кислотами (выделение CO^2) легко может служить к открытию этой подмеси в глине. Вообще механические подмеси (корни растений, гальки, колчедан) препятствуют применению глины в большинстве случаев, но зато и отделяются легко при промывке водой, уносящей глину (см. Отмучивание), и имеют значение только для низших сортов глины (для кирпичей), так как последние, ради дешевизны, не подвергаются никакому виду очищения. В глине всех сортов, а особенно в некоторых, сопровождающих торф и бурые каменные угли, содержатся органические вещества, выгорающие при обжигании и способные изменяться от доступа воздуха, на чем и основано отчасти улучшение, замечаемое в глинах при их хранении на воздухе во влажном состоянии. Иногда глины окрашены от этих органических подмесей в различные оттенки темных цветов, пропадающие при обжиге. Вообще глина легко окрашивается подмесями и бывает синеватой, черноватой, зеленоватой и разных пестрых окрашиваний (отчего иные глины и применяются как краска, например охра, умбра и др.); но в чистом состоянии отличается белизною, так что непосредственно (как известка) служит для окраски, например, стен в белый цвет во многих местах Малороссии. [При прокаливании] органические вещества выгорают, но подмесь окислов железа служит к окрашиванию в желтоватые и красные цвета.

II. *Образование глины в природе.* Первоначальный источник образования глин составляют, без сомнения, кристаллические первозданные породы, содержащие полевошпатовые минералы, химически медленно изменяющиеся под влиянием атмосферных вод, по ним протекающих и извлекающих из них щелочи (кали, натр), щелочные земли (известь, магнезию) и отчасти кремнезем, всегда находимые в текучих водах, в воде горячих (гейзеров) и других горных источников. Не входя в геологические частности, достаточно указать на то, что чистейшие виды глины (каолин) встречаются преимущественно в среде вышеуказанных пород (гнейсов, гранитов, пегматитов и т. п.) с явным указанием образования из полевых

[1] Но если углекислая соль распределена вполне равномерно в глине и при обжигании была достигнута надлежащая (см. Цемент) степень жара, то получается кирпич очень прочный, особенно для водяных сооружений, потому что образуется подобный цементному состав, твердеющий от воды. Tetmajer доводил содержание углезвестковой соли в подобных кирпичах даже до 25% на 100 глины.

шпатов, которых обломки или части еще остаются вместе со слюдою (более стойкою, чем полевые шпаты, относительно атмосферной воды) и с кварцем в самой глине, и нередко можно видеть все следы перехода полевого шпата в глину. Химически этот переход для (альбита и ортоклаза) полевого шпата выражается равенством

$$\underset{\text{Полевой шпат}}{Al^2O^3 \cdot R^2O \cdot 6SiO^2} + \underset{\text{Вода}}{2H^2O} =$$

$$= \underset{\substack{\text{Нерастворимый}\\ \text{остаток глины}}}{Al^2O^3 \cdot 2SiO^2 \cdot 2H^2O} + \underset{\substack{\text{Растворимая}\\ \text{кремнещелочная}\\ \text{соль}}}{R^2O \cdot 4SiO^2}$$

где R есть щелочной металл (= K, Na). Для полевошпатовых, подобных анортиту, превращение еще проще и под влиянием углекислоты атмосферной воды еще удобнее может совершаться:

$$\underset{\text{Анортит}}{CaO \cdot Al^2O^3 \cdot 2SiO^2} + \underset{\substack{\text{Водная}\\ \text{углекислота}}}{2H^2CO^3} + \underset{\text{Вода}}{H_2O} =$$

$$= \underset{\text{Глина, остаток}}{Al^2O^3 \cdot 2SiO^2 \cdot 2H^2O} + \underset{\substack{\text{Двууглекислвестковая}\\ \text{соль в растворе}}}{CaH^2(CO^3)^2}$$

Такой процесс разрушения полевошпатовых пород идет и поныне, как видно из того, что воды, собирающиеся в среде первозданных пород, содержащих лишь щелочи, а не щелочные земли, каковы, например, породы, преобладающие в окрестностях Ладожского озера, содержат щелочей более, чем щелочных земель. Но не подлежит сомнению, что этот процесс еще в сильнейшей мере совершался в первичные эпохи жизни Земли, и этим путем совершенно ясно выражается происхождение массы глины, рассеянной всюду в земле. В немногих только случаях можно найти глины среди указанных первозданных пород, как находят у нас вдоль гранитного кряжа, идущего от Чернигова чрез Днепровские пороги, или в Пиренеях, или в Саксонии, в Марне (около Галле) и т. п. Прямо образовавшаяся на месте своего нахождения глина носит название каолина и часто отличается чистотою, хотя нередко в ней содержатся крупные остатки неразрушенных пород. В большинстве случаев, однако, сверх химического изменения горных пород, вода производит на них механическое действие как своим течением и вообще движением, так и замерзанием, от которого происходит растрескивание и вообще разъединение частей породы. Частицы глины, вследствие того, что составляют остаток химически измененного полевошпатового минерала, так мелки, что уносятся при всяком движении воды и ею переносятся в виде мути и ила гораздо далее, чем все другие более крупные

части пород. Все горные реки, идущие среди пород, заключающих образовавшиеся глины, поэтому несут муть глины. Но она, как всякая муть в тихих водах, садится, и вместе с нею осаждаются как мелкие частицы кварца и слюды, происходящие из тех же пород, так и часть веществ, осаждаемых водою из раствора, особенно окислы железа, углеизвестковая соль и т. п. Этим объясняют обычные подмеси глины и содержание в них различных количеств разнообразных подмесей. Обсохшие слои глины и ее смесей, становясь сушей и служа почвой, сами опять размываются водою, и глина опять может или сравнительно очищаться, или обогащаться подмесями всякого рода. Таким образом, совершенно понятна причина того, что глины в природе встречаются в разнообразнейшей степени чистоты, хотя основное их вещество, водою не изменяемое, остается во всех случаях одно и то же.

III. *Виды глины.* Из предшествующего уже ясно, что различие между глинами разных мест и свойств определяется исключительно подмесями, в них содержащимися, даже если не считать в числе них крупных или грубых механических подмесей, которые легко отделяются от глины при взбалтывании с водою (отмучивании) и при сливании, каковы гальки, корни и т. п. Резкого деления глин на виды или роды не может быть, потому что мелкие частицы подмесей могут варьировать до бесконечности. Но некоторые виды отличаются с легкостью и ясностью. Между ними первое место, во всех отношениях, принадлежит *фарфоровой глине*, или так называемому *каолину*. Это есть глина обыкновенно белого цвета, находится в среде первозданных пород и уже по этому одному бывает более чистая, чем другие сорты глины, переносившиеся вместе с другими породами водою, а потому сверх крупных подмесей содержащие обыкновенно много мелкого кремнезема (кварца), истертого до мелкоты и отмучиванием уже не вполне отделяемого от глины. По этой причине в первичном каолине более (до 38%) глинозема Al^2O^3, чем во всех других глинах, так как даже при подмеси полевого шпата (содержащего обыкновенно менее 25—30% Al^2O^3) содержание Al^2O^3 в глинах убывает. Название каолина китайское, потому что из Китая в Европу пришли первые фарфоровые изделия. Обыкновенно первичный, т. е. водою не унесенный с места своего происхождения, каолин прикрыт слюдянистыми породами и перемешан с полевошпатовыми. Добытый из земли, он на месте подвергается отделению чрез отмучивание, т. е. смешение с водою, разбалтывание в молочную смесь, кратковременное отстаивание и сливание мутной жидкости, которая дает осадок каолина; его выжимают, сушат и в этом виде пускают в торговлю. Куски каолина даже после пропитывания водою (смешение с нею идет для каолина труднее, чем для других глин)

более тощи на ощупь, чем куски вязкой, жирной, или *пластической, глины*, которые во влажном виде имеют свойство маслянистой мягкости и легко полируются при сглаживании ногтем. Такая глина наиболее прямо пригодна для лепки и после прокаливания обыкновенно более или менее крепнет. Ее называют трубочною землею, горшечною глиною, сукновальною, или валяльною, глиною и т. п., смотря по применению. Те из сортов этой глины, в которых содержится мало всяких оснований, кроме глинозема, и механическая подмесь кремнезема мала, т. е. те, которые, несмотря на присутствие подмесей, изменяющих цвет и вид, близки по составу к чистой глине, более редки, выдерживают жар всяких печей, не размягчаясь, и называются *огнепостоянными* глинами.*

От подмеси значительного количества водной окиси железа глины получают желто-бурый цвет и находят применение в красильном деле под названием *охры* или охристых глин. От содержания углеизвестковой соли (слабые кислоты производят вскипание) глина получает свойство менее жирного на ощупь землистого вещества, носящего название *мергеля*, или мергелистой глины и лёса, а если эта жидкость или сухость глины зависит от кремнезема, то глину называют *суглинком*.

При подмеси слюды и смол уплотненная глина древних образований называется глеем. Отличают также глины смолистые, разноцветные (например красные, идущие для карандашей и красок) и по разным подмесям, в них содержащимся; но такие сорты глин уже менее распространены и реже применяются. Всякие виды глины, содержащие много подмесей и значительно потерявшие чрез то пластичность, называются *тощими* или *сухими*. **

---

* По отношению к высоким температурам глины делятся на три группы: огнеупорные, тугоплавкие и легкоплавкие. Огнеупорными называют глины, огнеупорность которых не ниже 1580°, тугоплавкими называют глины с огнеупорностью, лежащею в пределах 1350—1580°. Легкоплавкие глины имеют огнеупорность ниже 1350°. Легкоплавкие глины содержат значительное количество механических примесей. В соответствии с этими примесями различают суглинки (глины, содержащие в виде примеси кварцевый песок), охристые (железистые) глины, содержащие примесь железа в форме окиси, мергелистые глины, содержащие значительную примесь $CaCO_3$ и др. [*Прим. ред.*].

** В зависимости от содержания глинозема в прокаленной глине — ее делят на 4 группы:

	Содержание Al_2O_3 в прокаленной глине, в %
Высокоосновная	40
Основная	30—40
Полукислая	15—30
Кислая	15

[*Прим. ред.*]

IV. *Свойства глины и пользование ими.* Глина в естественно плотном виде, проникнутая водою (20—50% веса глины), весит в 1.8—1.9 раза более, чем равный объем воды (т. е. вес кубической сажени 1067—1127 пудов). Когда глина высыхает, то уменьшается в объеме так, что линейные размеры сокращаются на 4—10%, тогда вес кубической меры глины равен 1.25—1.50 по отношению к весу воды; но получающаяся масса скважиста, * пристает к языку, впитывает воду и масло [1] и, погруженная в воду (сухая глина), выделяет массу воздушных пузырьков. Это зависит от того, что сами частицы глины обладают плотностью около 2.2 раза большею, чем вода. Глина, размокшая в воде и с нею равномерно перемешанная в тестообразную массу, способна (при смешении примерно 60—70 частей воды со 100 частями сухой глины) мяться, принимать всякие формы, резаться, слепляться, выдавливаться под прессом и сохранять приданную форму (при большем содержании воды смесь течет, жидка), что и называется *пластичностью*, или *лепкостью*, глины. Это самое основное ее свойство для всякого рода ее применений. А так как глина содержит лишь высшие степени окисления (в $Al^2O^3 \cdot 2SiO^2 \cdot 2H^2O$ около 56% кислорода), то она не способна ни окисляться, ни гореть, а в жару теряет только воду, в ней содержащуюся. Но в природной глине всегда содержатся органические подмеси. Они придают глине, особенно смоченной водою, своеобразный запах, а при накаливании окисляются и выгорают. Глиняный слой, намокший от воды, не пропускает ее, т. е. глина, в отличие от песка и многих других пород, отличается водонепроницаемостью, имеющею большое значение в природе для определения русла рек и, особенно, подземных ключей, а в строительном деле применяется для ограждения от притока воды и для удержания водохранилищ. Высохшая глина, хотя бы температура сушки доходила до 100°, после размачивания в воде опять получает все основные первоначальные свойства, т. е. дает муть с избытком воды, а с 60—80% (по весу совершенно сухой глины) воды — тестообразную, пластическую, липкую и мягкую массу, поддающуюся слабому давлению и после его прекращения сохраняющую полученные изменения формы, что и составляет ее первое драгоценное свойство, позволяющее готовить из глины разнообразные предметы. Глиняное тесто, высыхая после придания ему определенной формы, сокращается в своем объеме («усыхает») столь значительно, а в тонких частях и с поверхности ранее, чем в толстых, что при таком

---

* Т. е. пориста. [*Прим. ред.*].

[1] Оттого глина употребляется в сукноделии и для вывода жирных пятен.

высыхании часто глиняные изделия чрезвычайно легко дают глубокие или сквозные трещины и уродуются в форме. Потому скульпторы, лепящие из глины, обязаны держать во все время работы свое изделие во влажном состоянии чрез обрызгивание водою в защиту от скорого испарения. При употреблении глины для лепки, если желают, чтобы форма изделия хотя бы сократилась в линейных размерах, но сохранилась после высыхания, к глине прибавляют таких веществ, которые не обладают свойством глины сокращаться (таковы, например, песок, обожженная глина или шамот и т. п.), а когда высохшее глиняное изделие назначается для сохранения без обжигания (например для возведения глинобитных построек, сырцового кирпича, глиняных полов и т. п.), тогда, сверх песку, прибавляют еще и различные связывающие волокнистые вещества, например отбросы волоса, кострику, солому, навоз и т. п. Высохшее глиняное изделие уже крепко, т. е. вполне пригодно для всякого рода построек и предметов, к которым вода не имеет продолжительного прикосновения. Так, в сухом климате центральной Азии глиняные постройки живут целые века, а на хорошем каменном фундаменте под прочною кровлею, снабженною большими свесами, и в нашем климате здания из сырцовой мешаной глины вполне пригодны для жилья, если при сооружении их образовавшиеся трещины тщательно замазаны новыми слоями глины и вся постройка успела совершенно высохнуть до наступления морозов (от них непросохшая глина лопается, теряет связность, и здание распадается). Еще высшим достоинством и лучшею прочностью обладают здания, сложенные из высохшего заранее сырцового большемерного кирпича, укладываемого на глине, потому что больших трещин тогда не происходит и возведение здания может быть совершено быстро. Такие постройки, вследствие дешевизны, теплоты зимою, прочности и несгораемости стен и полов, если и они сделаны из глины, могли бы служить большим подспорьем в борьбе с пожарами, истребляющими ежегодно много деревянных крестьянских построек, если бы в деле прочности таких построек не играли громадной роли кровля и фундамент. Для первых, однако, сама глина доставляет отличный материал, в соединении с соломою, потому что маты или плетеные из соломы полотнища, пропитанные жидкою глиною, придают кровле дешевизну и легкость сооружения, при безопасности от огня, а при пропитывании высохшей кровли дегтем (например нефтяным) даже и прочность от действия сильнейших ливней. Но в наших климатах фундамент и целость здания, * около которых вода застаивается и где сырость почвы постоянно действует, непременно

* Надо понимать: фундамент и само здание. [*Прим. ред.*]

должны быть возведены из материалов, не изменяющихся и не размягчающихся от воды, тогда как высохшая глина впитывает воду и с ней размягчается. Это свойство сырца или высохшей глины ограничивает ее применимость и служит к тому, что с доисторических времен стали обжигать или прокаливать глину, так как она в этом состоянии не только водою уже не размачивается, но и приобретает еще высшую плотность, крепость и вообще малую изменяемость, очевидную из того, что изделия из обожженной глины, как камни, сохраняются в земле, на воздухе и в воде многие века без всяких изменений, если не подвергаются механическим влияниям, превосходящим предел их сопротивления. Изделия из мягкой глины, после высыхания, при постепенном накаливании выше 400° [1] или при «обжиге», во-первых, теряют содержащуюся в них воду, во-вторых, постепенно, по мере нагрева сокращаются в размерах от 9 до 15% * в своих линейных измерениях до того, что это сокращение послужило Веджвуту (см. т. V, ** стр. 698) к изобретению его пирометра (см. это слово), в-третьих, перестают размываться водою, отдавать серной кислоте свой глинозем и щелочным растворам кремнезем и, в-четвертых, оставаясь скважистыми, приобретают последовательно столь значительную твердость, что дают искры при ударе стали. Сокращение объемов при обжиге, или «спекание», зависит, очевидно, от образования безводного соединения $Al^2O^3 \cdot 2SiO^2$ и от того, что оно хотя и не плавится в жару печей (но при температуре горящего гремучего газа расплавляется, тогда как известь при этом не изменяется), но отчасти размягчается и, стягиваясь, уплотняется. *** Но при столь значительном сокращении, какое происходит при обжиге глины, изде-

---

[1] Обожженные при низких температурах теряют не всю воду и менее прочны.

* Общая усадка глины может быть от 5 до 20%; воздушная (т. е. усадка в процессе высыхания глины) составляет от 3 до 12%, огневая усадка, т. е. усадка в процессе обжига, составляет от 2 до 8%. [*Прим. ред.*]

** Здесь Д. И. Менделеев ссылается на V т. Энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона. [*Прим. ред.*]

*** В процессе обжига в глине происходят сложные превращения. Эндотермическая реакция дегидратации каолинита протекает в температурном интервале 400—600°: $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O \rightarrow Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 2H_2O$. По мнению одних исследователей, $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ устойчив до 900°; по мнению других — он распадается на окислы Al_2O_3 и SiO_2. При температурах свыше 950° происходит постепенное образование муллита $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, сначала скрыто кристаллического. При дальнейшем повышении температуры, по мере спекания глины (происходящего главным образом за счет примесей) и появления жидкой фазы, наблюдается рост кристаллов муллита. Этими сложными и еще до конца не изученными превращениями и обусловлена огневая усадка глины. [*Прим. ред.*]

лия из нее, при какой-либо неравномерности или в толщине частей, или в составе и плотности массы, чрезвычайно легко дают трещины и изменения формы, а потому к глине, назначенной для обжига, еще более, чем к сырцовой, необходимо прибавлять веществ, подобных кремнезему, в виде песка или кварца или заранее обожженной глины, т. е. так называемого шамота, чтобы уменьшить эту склонность давать трещины и изменять форму. Чем чище глина, тем более она может принять таких (тощих) подмесей, не теряя должной для производства степени вязкости или пластичности, необходимых как для придания смеси с водой прочной формы, особенно в тонких частях, так и связности или крепости после прокаливания. Такая подмесь кварца, как упомянуто выше, встречается в естественных глинах; но обыкновенно количество ее увеличива[ют], прибавляя или мелкий песок для простых изделий (кирпича, простой посуды и т. п.), или возможно чистый кварц в измельченном виде. Но от такой подмеси (SiO^2 в разных видах) глина может приобретать (см. выше) гораздо большую легкоплавкость, чем желательно, а потому, когда желают уменьшить сжимаемость глины в жару, не изменяя ее состава и тугоплавкости, что особенно важно при производстве огнепостоянных предметов (плавильных горшков, реторт, форм, клинкера и т. п.), тогда главною прибавкою служит измельченная шамотная масса, т. е. та же глина, но предварительно хорошо выжженная, или бой глиняных изделий. Но глиняные изделия, приготовленные с названными подмесями, после обычного обжигания остаются скважистыми, как кирпич, обыкновенные пористые цветные горшки или цилиндры гальванических элементов, а потому они могут служить для стройки, хранения твердых предметов и т. п., но вода, вино, масло и другие смачивающие жидкости протекают чрез пористые их стенки, [1] и они ради непроницаемости покрываются слоем стекловатой массы, т. е. поливы, или глазури (см.), хотя внутри и остаются скважистыми, а потому в изломе впитывают воду, прилипают к языку и тому подобное. Высший сорт таких изделий имеется под именем фаянса; кафели или изразцы и многие обычные гончарные изделия относятся тоже сюда. Но если к глине подмешаны вещества, размягчающиеся или даже расплавляющиеся в жару, но способные к этому лишь после того, как глина уже обожжена, то поры глины заполняются этим сплавленным веществом, обыкновенно более или менее

[1] Вода, проникая понемногу стенки таких сосудов из обожженной глины, испаряется с поверхности, а чрез это охлаждается и внутренняя вода; поэтому в жарких климатах, по примеру арабов, подобные сосуды, называемые алькорацца, применяются для охлаждения воды, идущей для питья.

действующим и на самые зерна глины, а потому тогда после обжигания получается нескважистая, более или менее просвечивающая сплошная, как бы стекловатая или каменная масса с раковистым изломом; ее черепки не пристают к языку, и стенки становятся непроницаемыми для воды и других жидкостей. Высший сорт изделий сего рода изобретен в Китае и известен под именем фарфора, в котором главную часть массы составляет подмесь полевого шпата; размягчаемость глины достигается примесью некоторого количества кварца,— например, в обыкновенном фарфоре приходится примерно на 60 частей глины около 20 частей полевого шпата и около 20 частей кварца. Если природный каолин (см. I [этой статьи]) уже содержит часть этих подмесей, то прибавляют только недостающее количество. Избыток глины и делает массу настолько пластичной, что из нее можно выделывать тончайшие предметы. Такой фарфор тверд и вязок, как камень, сталь его не царапает, и он требует очень высокого (до 1720°) * и долго длящегося обжига. Париан, или парас, есть такой же фарфор, но с избытком полевого шпата (до 65%), требует для обжига низшей температуры и применяется, по примеру английских заводчиков (Capeland, Minton и др.), для выделывания статуй, подражающих мрамору, с которым обожженная масса очень сходна по виду. В мягком фарфоре глина служит уже только для пластичности, и преобладает масса стекловатого свойства, составляемая или из песку, мелу, соды, селитры и т. п., как во французском мягком фарфоре, или из кварца, полевого шпата, костяной золы, гипса и т. п., как в английском мягком фарфоре. [1] Температура обжига здесь ниже. Такая масса в сущности уже составляет прямой переход к стеклу, и ее применение, бывшее значительным, когда не умели делать твердого фарфора, ныне сокращается, особенно потому, что получаемая масса гораздо мягче, чем у настоящего фарфора. Гораздо важнее все более и более распространяющееся применение изделий из сплошной непористой массы, имеющей все главные свойства фарфора и носящей название каменной посуды, употребляемой для всяких целей химических производств (реторт, труб и т. п.), для кухонной посуды, для половых плиток

---

* Указана слишком высокая температура, обычно 1320—1450°. [*Прим. ред.*]

[1] Барит ($BaSO^4$), или тяжелый шпат, и гипс, прибавляемые в твердый фарфор и вообще в массу для некоторых видов гончарных изделий (особенно в Англии), играют роль своими основаниями, входящими в состав плавкой части; элементы же серной кислоты ($SO^3 + O$) вытесняются кремнеземом и улетучиваются, но в таком фарфоре, когда взяты названные соли, остается еще некоторое количество сернокислых соединений.

(минтонские и метлахские плитки) и для подобных же предметов, требующих непроницаемости, твердости и неизменчивости от кислот и тому подобных свойств. Главный материал для таких изделий составляет хорошая жирная глина из числа тугоплавких, в смеси с глиною более легкоплавкою, а иногда (например в веджвудовской массе) отчасти и полевой шпат и различные другие вещества. Обжиг требуется долгий и сильный, как для фарфора. Получаемая масса непрозрачна и, смотря по степени чистоты исходных материалов, бывает разных цветов — от бесцветной (белой), как в лабораторных ступках и чашках, до окрашенной в кирпично-красный цвет, как в так называемом искусственном граните и тому подобных массах. Масса состоит, если можно так выразиться, из скелета неплавкой глины, пропитанного более легкоплавкою глиною, содержащею смесь глиняного вещества с кремнеземом и другими веществами, в состав которых (в отличие от фарфора) входит лишь мало щелочей, извести и тому подобных подмесей. Сравнительная дороговизна подобных изделий, могущих приготовляться из жирных глин, почти повсюду встречающихся, не говоря об украшениях и отделке, зависит как от большой однородности смешения, которая здесь, как и в фарфоре, вполне необходима, так и от той степени продолжительности действия высокой температуры, которая необходима для обжига каменной посуды. Плотный, полусплавленный кирпич, или клинкер, составляет простейший род гончарных изделий этого рода, в которых, судя уже по сказанному, свойства и достоинства могут изменяться весьма значительно от степени смешения глины с кварцем и шамотом, от равномерности смешения, степени обжига, его продолжительности и тому подобных условий. Каменные изделия иногда покрываются глазурью, но чаще обходятся без нее, потому что представляют массу сплошную, жидкостей не пропускающую.

V. *Огнепостоянство глины.* * Таким образом, важнейшие применения глины основываются на свойстве ее образовать с водою пластическую массу и на свойстве этой массы при прокаливании отвердевать в каменистое вещество. Но к ним необходимо прибавить огнепостоянство, как причину применимости глины к устройству всякого рода печей, очагов, горнов, плавильных горшков и тому подобных предметов, без которых не обходится ни одно жилое помещение и почти ни одно фабрично-заводское предприятие, потому что огонь и жар, повсюду применяемые, требуют прочных, не изменяющихся в жару и удобовозводимых специальных сооружений, для которых ни металлы, ни песок, ни известь, ни камни не доставляют столь подручного и удобного материала, как обож-

* Огнеупорность глины. [*Прим. ред.*]

женная глина, в жару не изменяющаяся и жар сосредоточивающая в желаемом месте уже потому, что она принадлежит к числу плохих проводников тепла. Так как количество передаваемого тепла Q внутрь однородного тела в единицу времени можно считать тем бо́льшим, чем больше разность $t_0 - t_1$ в двух его точках, находящихся на расстоянии d, чем больше площадь s, чрез которую происходит передача, и чем меньше расстояние d, т. е.:

$$Q = C(t_0 - t_1) \cdot \frac{s}{d},$$

где C есть коэффициент внутренней теплопроводности, изменяющийся с природою вещества, — то этот коэффициент C можно определить из опыта, приняв разность $t_0 - t_1 = 1°$. Такие коэффициенты определил Пекле, на основании опытов Депре для времени = 1 часу, для площади $s = 1$ кв. м и для расстояния $d = 1$ м: *

	C
Медь	69
Железо	28
Плотный известняк	1.7—2.1
Стекло	0.7—0.9
Обожженная глина	0.5—0.7
Дерево	0.1—0.2

Это показывает уже, что из обычных материалов глина уступает лишь дереву в способности сохранять тепло, а для устройства печей, по своим свойствам, составляет незаменимый материал по негорючести, малой теплопроводности и такой неизменяемости, которую не имеют ни стекло (оно плавится и трескается), ни известняк (в жару легко разлагается и крошится), ни другие камни. Не говоря о важном значении указанного свойства глины для сооружения стен, назначенных для сохранения тепла, весьма важно видеть в этом свойстве глины ее пригодность к устройству очагов. В простейшем виде это выражается в том, что стенки чисто металлического очага раскаливаются от огня до того, что около него невозможно оставаться, тогда как глиняная печь, доставляя внутри высшую степень жара, снаружи лишь слабо нагревается и, следовательно, сохраняет пламени наивысшую степень жара.

Так как в печных топках и горнах даже обыкновенных, например в домашних или служащих для топки паровых котлов, известные части пламени (например порог, см. Топки, Печи) имеют температуру, превосходящую 700—800°, а в печах, назначенных для

---

* Здесь коэффициент теплопроводности выражен в $\frac{\text{К}}{\text{м, град, час}}$. [*Прим. ред.*]

получения высоких температур, многие внутренние части топки достигают до температур гораздо высших (в газовых топках даже до температуры 1700°, см. Генераторные газы), то для их выкладки необходимы кирпич и глины, обладающие высокою степенью огнепостоянства. Обыкновенная глина, применяемая для производства кирпича, не удовлетворяет этому условию. Такие кирпичи или, оплавляясь по частям, крошатся, или прямо плавятся, потому что производятся из смеси глины с песком, а подобные смеси представляют даже при полной однородности температуру плавления или размягчения нередко гораздо меньшую, чем температура плавления серебра (950°). Однако издавна стало известно, что некоторые глины доставляют кирпичи, выдерживающие жар печей даже при самом высшем достигаемом в них жаре. Такие глины повсюду ценятся высоко и служат для производства огнепостоянного кирпича, тиглей и тому подобных изделий, вывозимых иногда в далекие страны. Наибольшею славою в этом отношении пользуются английские огнепостоянные кирпичи многих заводов и марок. Особо славятся кирпичи из Stourbridge, где глина в естественном состоянии содержит мало оснований (CaO—0.14; MgO—0.18; Fe^2O^3—1.9; $K^2O + Na^2O$ — 0.18%) и хотя содержит избыток кремнезема (65.1% при 22.2% Al^2O^3), но характеризуется большою однородностью и дает кирпичи, особо пригодные для печей, в пламени которых много щелочей, как, например, для горнов с древесным углем или для стеклоплавильных печей.[1] Ввоз в Россию товаров этого рода существует издавна для потребностей развивающейся промышленности, хотя во всех концах России, особенно на Урале, около Москвы (Гжель), в Боровичах (Тверской губ.), на Донце и в Черниговской губ. давно известны залежи глины, дающей превосходные огнепостоянные кирпичи, которые ныне и производятся у нас уже на многих заводах. Если обыкновенный кирпич (в пуде около 4 штук) ценится не выше 10 коп. за пуд (25 руб. за тысячу), то огнепостоянный (5, 6, даже более штук в пуде), по крайней мере, в 3, 4 или 5 раз дороже (до 100 руб. за тысячу, даже и выше). И хотя русское внутреннее производство возрастает, тем не менее еще в 1889 г. ввоз иностранного огнестойкого кирпича

---

[1] Приводим состав *прокаленных* глин, применяемых для изготовления стеклоплавильных горшков, а именно: 1) из Forges-les-Eaux (департамент Верхней Сены) во Франции, 2) из Stourbridge в Англии, 3) из Klingenberg в Германии:

	1	2	3
Кремнезема	71.6	71.7	57.4
Глинозема	26.0	22.3	38.0
Окиси железа	1.2	4.5	1.8
Извести	0.1	0.5	1.8
Щелочей	1.1	—	1.0

превосходит $2^1/_2$ млн пуд.,[1] из чего очевидна важность развития местного производства этого рода гончарных изделий. Ныне, когда изучение глины значительно двинулось вперед и когда понятие о причинах огнепостоянства глиняных изделий выяснилось, несомненно, что производство кирпича всякой степени устойчивости в жару может быть повсюду доводимо до желаемой степени совершенства, так как недостаток в природных свойствах глины можно даже при надобности исправлять, увеличивая содержание чистой глины или глинозема, или заменяя глину кварцевыми или известково-магнезиальными массами, как далее упомянуто.

Чистая глина ($Al^2O^3 \cdot 2SiO^2 \cdot 2H^2O$) дает кирпич, сопротивляющийся сильнейшему жару печей, однако должно заметить, во-первых, что она требует (даже при прибавке большого количества шамота) очень высокой и продолжительно действующей температуры, чтобы затем в печи уже более не сокращала своих объемов, во-вторых, сравнительно редка, а потому и дорога, и, в-третьих, дает кирпич пористый, так что внутрь его массы легко проникает щелочная зола многих видов топлива, что содействует глазированию, а затем и плавке поверхности. Нормальный огнепостоянный кирпич готовится из природных сортов глины, наиболее близких по составу к каолину. Зегер (Seger) в Берлине приготовляет (существуют в продаже) искусственным смешением тетраэдры определенного состава (36 нумеров), представляющие определенные (конечно, приближенные, считая температуру плавления Au = 1075° и Pt = 1775°) температуры плавления, и по составу таких смесей можно судить, исследовав данную глину, какую степень огнепостоянства будут иметь кирпичи, из нее приготовленные. Высшею тугоплавкостью, т. е. такою, которая не достигается в печах и при которой плавится платина, отличаются смеси чистого глинозема и кремнезема в пропорциях состава от $Al^2O^3 \cdot 2SiO^2$ (как в чистой глине) до $Al^2O^3 \cdot 6SiO^2$. Но уже при малой подмеси иных оснований (Fe^2O^3, K^2O, CaO и т. п.), особенно при избытке кремнезема, легкоплавкость увеличивается. Составу $Al^2O^3 \cdot 0.7\ CaO \cdot 0.3\ K^2O \cdot 10\ SiO^2$ отвечает уже температура 1410°, а состав $0.6\ Al^2O^3\ 0.4\ Fe^2O^3 \cdot 1.4\ CaO \cdot 0.6\ K^2O \cdot 8\ SiO^2$ плавится при 1150°. Бишоф и Рихтер показали, что малая подмесь к чистой глине эквивалентных количеств извести (56 частей), магнезии (40 частей), окиси железа (80 частей) и кали (94 части) почти одинаково понижает температуру плавления, т. е. [они] все одинаково вредны, но малая подмесь магнезии действует сильнее, чем такая же пропорция по

---

[1] Для возбуждения развития в России этого производства, по таможенному тарифу 1891 г., огнепостоянный кирпич обложен пошлиною в 4 коп. зол. с пуда.

весу окиси железа или щелочей. Таким образом, при отыскании огнепостоянной глины первое внимание должно быть обращено на содержание иных оснований, кроме глинозема. Если таких оснований мало, то избыток кремнезема не имеет большого значения, тем более, что сам кремнезем и его смеси с чистою глиною ($Al^2O^3 \cdot 2SiO^2$) не плавятся в жару печей. Но если, как обыкновенно и бывает в большинстве природных глин, в глине содержатся эти постоянные основания в пропорции сколько-либо значительной (например более 3% щелочей или щелочных земель), тогда присутствие избытка (противу $Al^2O^3 \cdot 2SiO^2$) кремнезема понижает температуру плавления. Так, состав $Al^2O^3 \cdot 1.4CaO \cdot 0.6K^2O \cdot 8SiO^2$ плавится подобно шлакам, стеклу или глазури (см.) и совершенно уже не подходит под понятие огнепостоянства. Таким образом, очевидно, что те природные глины способны дать огнепостоянный кирпич, которые содержат лишь немного (в сумме не более 2—3, много 4% на 100 частей природной серой глины) магнезии, извести, окислов железа и щелочей. А такие глины довольно значительно распространены, как видно, например, из того, что Богданов (1882), исследовав четыре сорта киевских глин, нашел между ними одну (малоокрашенную), в которой всех посторонних (кроме Al^2O^3) оснований было менее 1%, а на Донце и Урале очень обыкновенны глины, содержащие не более 2% указанных оснований. Так, в белой глине Домбровки (Донецкая область) Вейнберг (1885) нашел лишь следы Fe^2O^3 и в сумме только 1% щелочей и щелочных земель, и хотя в нерастворимой (в серной кислоте и щелочи) части этой глины много (43.9%) кремнезема, но вследствие малого содержания посторонних оснований глина эта, несомненно, даст очень огнепостоянный кирпич. На Донце, где в последние годы развивающаяся металлургическая деятельность стала требовать много огнепостоянного кирпича, поэтому (благодаря инициативе Ковалевского) стало возникать в разных местах местное производство, которое успевает покрывать возрастающий спрос. Если же посторонних оснований (CaO, Fe^2O^3, K^2O и т. п.) в глине мало, менее 2—3%, то глина, будучи огнепостоянною, тем лучше сопротивляется действию жара, чем она однороднее и богаче глиноземом, т. е. истинным глинистым веществом. Бишоф даже считал, хотя без достаточных на то оснований, что огнепостоянство глины пропорционально квадрату содержания глинозема.

При переделке естественной глины в огнепостоянные кирпичи, тигли и другие предметы нередко, сверх шамота, прибегают к прибавке песку и графита (см. Графитные тигли). Так, в известных гессенских тиглях до 70% SiO^2. Всякие прибавки и естественные подмеси в огнестойкой глине должны быть распределены с особою тщательностью или равномерностью, чтобы не было мест или

частей, содержащих более легкоплавкую массу, потому что тогда происходит местное разъедание или расплавление частей кирпича, что ведет за собою порчу топки. Еще важнее обратить внимание на воздействие огнепостоянного материала с теми веществами, которые приходят с ними в соприкосновение при накаливании. В этом отношении должно отличать, кроме средних или нормальных глиняных огнепостоянных материалов: а) кислые, содержащие избыток кремнезема или иногда почти чистый кремнезем, связанный небольшою подмесью (не более 2%) извести, в жару дающей сплав, с избытком кремнезема чрезвычайно тугоплавкий; некоторые природные песчаники также обладают большим огнепостоянством; искусственный же (с 2% CaO) песчаник, или *динас*, получается тщательным смешением крупнозернистого кварца с надлежащим количеством извести, просушкою и очень сильным и постепенным обжигом; динас в жару не уменьшается, а увеличивается в объеме, а потому более всего применяется в сводовые кладки; б) основные огнепостоянные материалы содержат известь и магнезию; сами по себе они хотя и совершенно не плавки, но лишены пластичности и связности, а потому кирпичи из них приготовляют с подмесью костяной золы, гипса, глины и т. п., а иногда и смолы, и подвергают сильному давлению перед сильным обжигом; но все же они служат недолго, часто должны сменяться, однако весьма важны при переделке и плавке стали («на щелочном поде») особенно для удаления подмеси фосфора по способу Томаса (см. Сталь). Упомянем еще о том, что для увеличения тугоплавкости к глинам иногда примешивают природный боксит, т. е. водный глинозем, чтобы увеличить содержание глинозема.

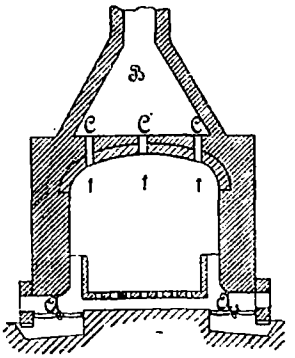
VI. *Производство обожженных глиняных изделий*, кроме выбора основных сырых материалов (глины, песка, полевого шпата, веществ для глазури и т. п.), состоит: 1) в приведении материалов в надлежащий вид, т. е. измельчение, отмучивание и т. п.; 2) в их смешении механическими способами; 3) в приготовлении теста (отжатие избытка воды и т. п.), назначаемого для формования; 4) в формовании на разного рода станках от руки, по формам и на прессах; 5) в сушении полученного изделия; 6) в его обжигании; 7) в наведении глазури, если она покрывает изделие, и 8) в его отделке красящими эмалями, позолотой и другими способами. В статьях «Гончарные изделия», «Глазурь», «Фаянс», «Фарфоровое производство», «Изразцы», «Черепица», «Пуговицы» и др. будут сообщены технические приемы, применяемые в разных отраслях керамики или технической обработки глины; здесь же мы коснемся только общих начал одного обжигания глиняных изделий, так как эта доля производства имеет после состава массы и придания изделиям желаемой формы наибольшее значе-

ние по существу дела, так как в цене важнейших гончарных изделий (кирпичей, каменной посуды, огнепостоянных изделий и др.) и в их достоинстве обжигание играет первостепенную роль по количеству расходуемого топлива и по степени жара, которому изделие должно подвергнуться.

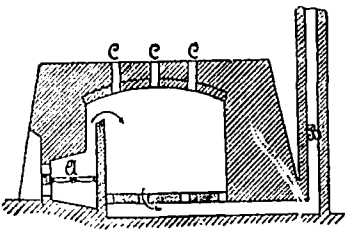
Наиболее же ценны и современным требованиям техники наиболее отвечают именно изделия, полученные при высших температурах обжига, каковы, например, огнепостоянные кирпичи, каменная посуда и фарфор.

Печи, применяемые для обжигания гончарных изделий, естественно, делятся на периодические и непрерывно действующие. Первоначально здесь, как и во всех отраслях техники, действовали лишь приборы первого рода, но принцип непрерывного действия доставляет во всех производствах (например в добыче серной кислоты, чугуна, бумаги и т. п.) такие выгоды, сами собою легко понятные уже из отсутствия утрат топлива на разогревание и времени — на охлаждение, что к числу важнейших успехов всего гончарного производства должно отнести введение непрерывно действующих печей. У них есть основной недостаток всех непрерывно идущих производств, а именно — потребность большого капитала на обзаведение и необходимость крупного потребления, т. е. несовместимость с мелким, ремесленно-заводским производством, которое определяет прерывность действия и приостановку производства при удовлетворении спроса или заказа; но в гончарном деле, быть может, лучше, чем в каком-либо ином, не подлежит сомнению, что наибольшую однородность продуктов и высшее их внутреннее качество можно ждать только от сосредоточенной специализации производства, чему доказательство видно уже в том, что столь прочных и крупных гончарных изделий (особенно реторт и всяких приборов для химической промышленности) высокого качества, какие ныне необходимы для техники, невозможно ожидать от мелкой кустарной промышленности, для которой навсегда останется своя область производства своеобразных глиняных изделий, более или менее приближающихся к художественным. Если же принять во внимание, что даже горшечники обыкновенно группируются в известной местности (благодаря местной глине), то обжиг в одной общей, непрерывно действующей печи и с этой стороны не может не быть желательным, так как здесь соблюдается экономия труда и материалов. Поэтому и видим, что непрерывно действующие печи, сперва применявшиеся (с 1858 г. печи Гофмана) исключительно для кирпича, постепенно распространяются на всякие другие гончарные изделия, а с введением газовой топки (см. Генераторные газы) в них достигаются столь высокие температуры, что можно с уверенностью предполагать, что недалеко то время,

когда всякие глиняные изделия будут обжигаться в подобного рода непрерывно действующих печах, подобно тому как пришло время, когда все железо производится в непрерывно действующих домнах, вся бумага делается на непрерывно действующих снарядах, дающих бесконечные полосы, вся серная кислота изготовляется в непре-

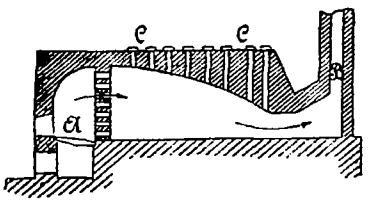


Фиг. 1. Печь для обжигания глиняных изделий. *aa* – топки. Пламя направляется вверх.



Фиг. 2. Такая же, как на фиг. 1, печь; пламя и горючие газы в рабочем пространстве печи опускаются вниз.

рывно идущих свинцовых камерах и т. д. Современная эпоха в этом отношении — переходная для гончарных изделий, и ныне встречаются всюду печи того и другого рода. Снабженные отдельными или расположенными сбоку топками, прерывно действующие гончарные печи, [если] не вход[ить] в их специальное описание (см. Гончарное и Фарфоровое производства) и не каса[ться] временных печей, устраиваемых для обжига кирпича (см.), могут быть подразделены на такие, в которых пламя имеет восходящее направление (фиг. 1), на такие, где оно нисходит или направляется в канал, расположенный под накаливаемым пространством (фиг. 2), и на такие, где пламя движется, как в отражательных печах, почти по горизонтальному направлению (фиг. 3). В многоэтажных печах, применяемых очень часто, верхние этажи назначаются для обжига при низшей температуре или для сушки. Во всяком случае, в периодических печах расставляемые в пламен-

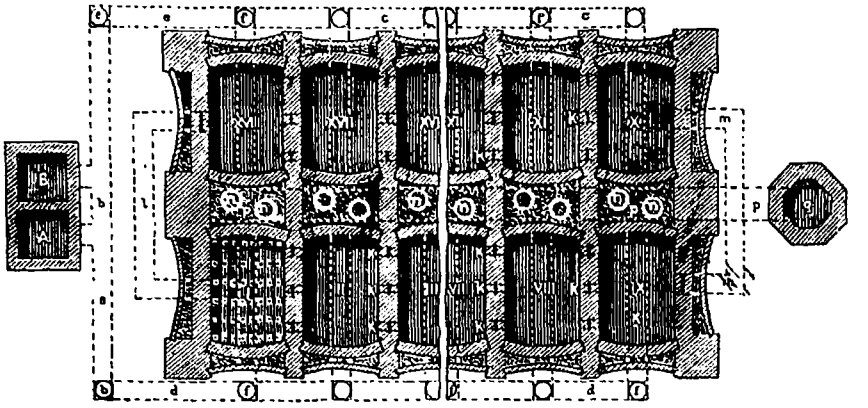


Фиг. 3. Такая же печь, как на фиг. 1 и 2; пламя в рабочем пространстве идет почти горизонтально.

ном пространстве изделия никогда не имеют равномерной температуры, что заставляет или ограничивать заполнение пространства, или помещать в одну и ту же печь предметы, требующие для обжига различной температуры.

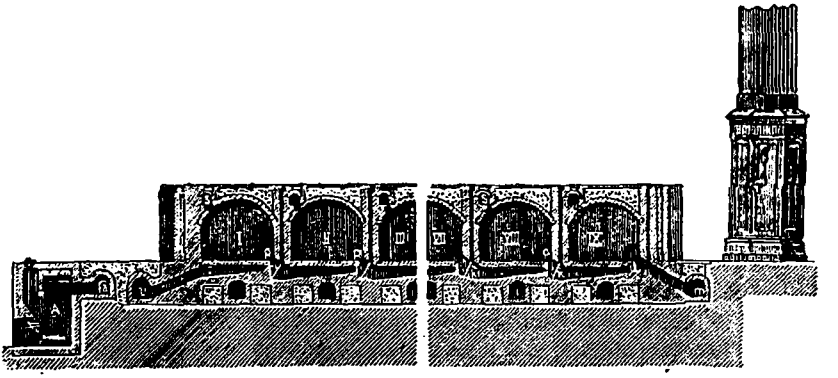
В непрерывно действующих печах Гофмана и в разных позднейших видоизменениях этих печей (особенно в газовых печах Мендгейма) сравнительно малый расход топлива (например на обжиг 1000 кирпичей, весящих около 250 пуд., идет не более 9 пуд. каменного угля или около 25 пуд. дров) определяется, во-первых, тем, что продукты горения из накаливаемого пространства прежде, чем попасть в центральную дымовую трубу, проходят в следующие такие же пространства, где служат для предварительного нагрева предметов, а во-вторых, тем, что потребный для горения в данном отделении воздух проходит чрез те отделения, где обжиг окончен, и, следовательно, теплота, сообщенная стенкам печи и обжигаемым предметам, не пропадает, а идет (регенерируется) вновь в пользу. Все отделения (обыкновенно более 14, до 20) расположены в одной плоскости в виде круга, эллипсиса или в двух параллельных рядах кругом центральной дымовой трубы, и если в одном из них идет горение, т. е. входит пламя от топлива, то в пяти или шести, уже заранее нагруженных, идет предварительное нагревание, а в стольких же отделениях совершается охлаждение, в то время как одно или два наиболее удаленных отделений разгружаются после обжига и охлаждения и нагружаются свежими предметами. Топка ведется в печах Гофмана твердым топливом, а потому у каждого отделения имеется своя топка, куда забрасывается топливо, но не входит воздух. Он поступает, как сказано выше, чрез те отделения, в которых обжиг кончен и совершается остывание. В печах Мендгейма имеются общие для всех отделений генераторы, дающие горючий газ, проводимый в одно соответственное отделение, где совершается горение, а продукты горения проходят чрез несколько следующих отделений прежде, чем уходят в вытяжную трубу. Само собою разумеется, что те отделения, в которых идет нагрузка и разгрузка, выключаются из общего круга и в них открываются закладываемые кирпичом и замазываемые глиною наружные отверстия; все же прочие отделения составляют соединенную систему, так что воздух, входящий в одно (наиболее уже охлажденное) отделение, служит для горения в том отделении, куда входит горючий газ, продукты же горения проходят чрез остальные отделения прежде, чем поступить из последнего отделения (где свежий товар только что вмещен) в дымовую трубу. Понятно, что такое устройство, отличаясь сложностью и требуя обширного пространства, покрываемого кровлею, стоит дорого (печь Мендгейма с 18—20 отделениями и с пространством,

достаточным для ежедневного обжига 10 тыс. огнепостоянных кирпичей или соответственного количества других гончарных изделий, стоит не менее 20 тыс. руб.; печь Гофмана раза в 3 дешевле);



Фиг. 4. Горизонтальный разрез (или план) непрерывно действующей печи Мендгейма, нагреваемой генераторными газами, полученными в генераторах *A* и *B*.

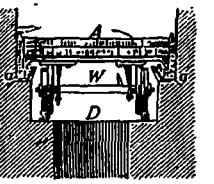
но при достаточном спросе на обжигаемые изделия подобная затрата явно окупается экономиею топлива, как видно из того, что во всех странах, в том числе и в России, печи этого рода еже-



Фиг. 5. Та же печь, как на фиг. 4, в вертикальном разрезе.

годно все более распространяются. На прилагаемых фиг. 4 и 5 изображена печь Мендгейма, употребляемая для обжига каменной посуды и огнеупорных кирпичей (в плане и продольном разрезе);

изображение печи Гофмана будет дано в статье «Кирпичное производство». Сверх упомянутых систем начинают распространяться непрерывно действующие печи с передвижением (на колесах по рельсам) обжигаемых предметов (фиг. 6) и с одною постоянною топкою. В печи Бока (Воск) прямой канал, длиною около 50 м, имеет посредине топку, и вдоль по каналу медленно движутся вагоны с обжигаемыми предметами (кирпичами) в направлении, противоположном движению воздуха и продуктов горения. Эта система, представляющая многие видимые выгоды, еще недостаточно испытана практически, чтобы можно было сказать, выгоднее ли окажется она, чем широко распространенные печи Гофмана и им подобные, в которых обжигаемые предметы остаются неподвижными, а переменяется место топки от одного отделения к другому. *



Фиг. 6. Поперечный разрез канала непрерывной печи Бока для обжига кирпича.

---

* В настоящее время в керамической промышленности применяют как периодические, так и непрерывно действующие печи: камерные, кольцевые, туннельные. Печи периодические являются наименее экономичными. Камерные печи потребляют топлива на 40% меньше, а туннельные газовые печи — на 70 % меньше, чем печи периодические. Кроме того, туннельные печи имеют наибольшую производительность, наименьшую продолжительность обжига, наилучшие условия труда. Зато периодические печи имеют хорошие регулировочные возможности в отношении температуры и характера газовой среды. [*Прим. ред.*]

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. XIV, 1895, стр. 22.

КАЛЕНИЕ

Каление, или накаливание, — так называется степень повышения температуры, при которой нагретое вещество светится в темноте; по мере повышения температуры яркость и оттенок испускаемого света повышаются. Большинство твердых тел начинает испускать едва видимый свет при температуре около 400—500°, но некоторые вещества, например окись цинка, плавиковый шпат и азотистый бор начинают светиться при температурах, едва превосходящих 300°. Таким образом, светимость при калении зависит от природы вещества, как и цвет, являющийся при калении; окись цинка начинает светить голубовато-зеленым цветом и его испускает при 500—600°, когда большинство других тел светит лишь буровато- или вишнево-красным цветом. [1] Причина таких особенностей отчасти понятна, потому что свечение зависит, в сущности, от колебаний эфирных атомов, а они колеблются только под влиянием движения, свойственного телесным атомам и частицам, при-

---

[1] Окиси лантана, циркония и тому подобных редких металлов при накаливании испускают очень яркий белый свет при низшей температуре, чем все другие известные твердые тела. Этим пользуются в газовых горелках Ауэра ф. Вельсбаха, помещая сетку из окислов названных металлов в бледногазовое пламя (как в горелках для накаливания, см. Горелки)*. Накаленные газы светят очень слабо, давая лучи лишь немногих длин волн (см. Спектральные исследования), и только при значительном сдавливании и накаливании испускают много света (см. Пламя и Яркость пламени).**

* См. прим. ред. на стр. 407.

** Своеобразный характер поведения окиси цинка и некоторых других веществ при нагревании долгое время приписывался наличию температурной люминесценции. В настоящее время советским исследователям удалось показать, что наблюдаемое голубовато-зеленое свечение ZnO является чисто температурным излучением. Спектральные особенности этого свечения обусловлены тем, что окись цинка и многие другие вещества обладают резко выраженной селективностью поглощения и их излучение не соответствует излучению черного тела при той же температуре. Яркий белый цвет так называемых ауэровских колпачков также объясняется тем, что они являются селективными излучателями. [*Прим. ред.*]

рода же их в разных телах различна, а потому и род движения, возбуждаемого калением их, не может быть одинаковым. Так как печи делаются из глины, то обыкновенно калильный жар определяют по цвету накаленной глины. Можно принять, что при температуре 500—600° является темнокрасное каление, от 600 до 800°— вишнево-красное, от 800 до 1000° — яркокрасное, затем следует желтокалильный жар, а от 1100 до 1200°— белокалильный, при температурах же выше 1500° — ярко белокалильный, доходящий при температуре плавления платины (1775°) до нестерпимой глазу, на близких расстояниях, яркости. Определяя количество или силу света (см. Фотометрия), испускаемого определенной поверхностью накаленной платины, Ле-Шателье устроил световой пирометр (см. это слово), дающий наиболее легкодоступный прием для определения высоких температур в заводских печах. Он тем примечательнее, что отвечает давно вошедшему в обычай определению напряженности калильного жара по цвету и степени светимости накаливаемого железа (см. Калильные цвета). Дрепер показал, что оттенки света, являющиеся при повышении температуры, прямо зависят от появления лучей света разных длин волн, и при белокалильном жаре накаленное тело испускает уже лучи всех видимых цветов, отчего и получается белый цвет. Пользуясь же законами изменения яркости накаливания и температуры и принимая в расчет расстояние, Ле-Шателье (1892) нашел, что в обычных электрических лампочках с накаливанием угля имеется температура около 1800°, а в электрических лампах с вольтовою дугою положительный полюс накаливается до 4100°, отрицательный — до 3000°. Тем же путем, хотя при далеком экс[тра]полировании, Ле-Шателье нашел, что на солнце температура близка к 7600°, с возможной погрешностью $\pm$ 1000°.

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. XXIa, 1897, стр. 699—701.

ОГНЕУПОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Так как обыкновенные кирпичи из глины не выдерживают сильного жара, могущего развиваться в печах при горении топлива (например белого каления — около 1300°), потому что или просто плавятся («текут», как говорится), или отчасти сплавляются и при остывании трескаются и крошатся, и так как достижение в печах высоких температур, превосходящих обычные (менее 1000°) и достигающих 1400° и даже 1800° (платина плавится при 1778°), становится совершенно необходимым для многих заводских производств (например в металлургии при плавке стали, в стеклоделии при обжиге фарфора и т. п.), то в промышленности весьма немаловажное значение имеет приготовление кирпичей, тиглей и печей или их частей (сводов, пода, порога) из таких огнеупорных веществ, которые могут по своей природе долго (и повторительно) сопротивляться действию жара, достигаемого горением топлива в печах, что и рассматривается в этой статье. Но предварительно необходимо заметить, что при помощи сильных динамомашин, т. е. действием [электрического] тока, за последние лет 10 стали достигать не только в лабораториях, но и на заводах температур еще более высоких, превосходящих 3000°, а таких степеней жара не выдерживают даже такие вещества, как известь и уголь, не говоря уже о глине, кварце и т. п.; уголь при 3500° улетучивается, известь плавится и тоже летит, как и кремнезем, а потому достигать таких степеней жара можно только в средине вольтовой дуги, образующейся в печи с набойкою из материалов, каждый раз возобновляемых, что служит одним из препятствий для практического пользования степенями жара, доставляемыми вольтовою дугою, тем более, что пары вещества набойки (угля, извести, кремнезема) при таких температурах не остаются без химического воздействия на обрабатываемые в вольтовой дуге вещества. Словом, под названием огнеупорных веществ подразумеваются (как звучит и в названии) лишь такие, которые не изменяются в огне при степенях жара, достигаемых при горении видов топлива в воздухе, а эти степени

жара ограничиваются 1500—1700° и редко (при сильно предварительно накаленном воздухе в регенеративных печах) температурами в 1800°, много 2000°, что мы и будем иметь в виду в дальнейшем изложении. В обыкновенных печах, вследствие избытка воздуха и состава топлива, особенно содержания водорода (так как он дает при горении воду, а ее пары, обладая большою относительною теплоемкостью, сильно уменьшают степень жара), редко получаются температуры, превосходящие 1000°, но с углем, нефтью, пылевидным топливом и горючими газами легко достигаются (особенно без избытка воздуха) температуры в 1600°, даже до 1800° Ц. Везде, где температура держится выше 1000° Ц, совершенно уже непригоден обыкновенный кирпич, который даже в обыкновенных комнатных печах, где (от большого избытка воздуха) редко температура превосходит 800° (поваренная соль не плавится, а ее температура плавления = 815° Ц), оплавляется и выкрошивается, а потому в жаровых частях, по возможности, заменяется огнеупорным. Огнеупорная глина и кирпичи из нее, поэтому, составляют предмет первой заводской надобности и предмет обширных производств и торговли. Они нужны и применяются даже при кладке комнатных печей (особенно сводов и пролетов в них), в заводских же печах неизбежны. В VIII * томе (стр. 844, Глина) ** и в XV * томе (стр. 129, Кирпичное производство) изложено все важнейшее, что следует сообщить о составе, свойствах и производстве огнепостоянных, или огнеупорных, кирпичей. Надо только прибавить, что сведения как о русских месторождениях (особенно Донецкой области) каолина, так и о природе (составе, действии реагентов и т. п.) глин вообще в последнее время значительно приумножились; в сочинении П. Земятченского (Каолиновые образования Южной России. СПб., 1896), в котором, между прочим, доказывается (особенно на основании опытов, относящихся до действия слабых растворов щелочей на глины), что в составе глин на пай Al^2O^3 содержится от $1^2/_3$ (вальдгеймский каолин — большая часть, глуховский — около половины, и др.) до $3^1/_2$ паев SiO^2, что большая часть каолинов содержит, как чаще всего и принимается, $Al^2O^3 \cdot 2SiO^2 \cdot 2H^2O$ (после высушивания при 100—250°) и что от 300 до 400°, а затем ранее 700° выделяется вся конституционная вода, количество которой зависит более от содержания SiO^2, чем от Al^2O^3.

Огнеупорные кирпичи и тигли (горшки) из глины, приготовляемые (ради того, чтобы при обжиге не давали трещин) обыкновенно с большею или меньшею подмесью (до 70%) шамота или ранее обожженной огнеупорной глины (в измельченном виде), также

---

* См. прим. ред. на стр. 407. [*Прим. ред.*]
** См. стр. 441 наст. тома. [*Прим. ред.*]

коксового или графитового порошка (см. т. IX *, стр. 571), а иногда и крупных зерен кварца, имеют широкое распространение для устройства заводских печей потому, что при нагревании разных веществ глинозем Al^2O^3 и кремнезем SiO^2 глины вступают с ними в соединения, образуя более или менее плавкие или хрупкие массы, отчего кладка или стенки разрушаются. Притом многие вещества, нагреваемые в прикосновении с глиною или в изготовленных из нее сосудах, сами изменяются или за счет нормальных составных начал глины (Al^2O^3 и SiO^2), или за счет подмесей, обычных в глине. Поэтому под именем огнеупорных материалов подразумеваются, сверх огнеупорной глины, многие другие вещества, начальные сведения о которых и составляют предмет этой статьи. Необходимо заметить, что выбор того или иного огнеупорного материала определяется не только температурою, для которой он назначается, и ценностью сооружения, но и химическими свойствами накаливаемого вещества, а также свойством золы или минеральных составных начал применяемого топлива (так как зола улетучивается с дымом и этим путем действует на огнеупорные материалы) и сверх того иногда (особенно в металлургических печах) желаемым воздействием стенок печи (пода) на накаливаемый предмет (например пользуются основными огнеупорными материалами для удаления из железа фосфора при «томасировании»). В этом отношении особое внимание обращается на различие огнеупорных материалов, восстановительных, основных и кислотных, и, например, там, где известковый или магнезиальный (основной) огнеупорный материал оказывается весьма пригодным по получающимся результатам, нельзя его заменять песчаником или вообще кислотным (кремнеземистым) огнеупорным материалом, хотя бы относительная ценность и способность сопротивляться жару или быстрым переменам температуры и говорили в пользу последнего из них. Мы отличаем далее четыре класса огнеупорных материалов: кварцевые, глиноземные, основные и углеродистые.

I. *Кварцевые огнеупорные материалы.* Там, где стенки печей приходят в прикосновение только с пламенем или металлами и нет прикосновения их (или очень мало) со щелочами и вообще с основными окислами, особенно для сводов отражательных печей и для кладок регенераторов (см.), — вполне соответственный огнеупорный материал доставляют природные и искусственные кварцевые (песчаниковые, кремнеземные) камни. Они совершенно не подходят там, где плавятся или накаливаются вещества, богатые щелочами, известью, окислами железа и тому подобными основаниями (в химическом смысле), потому что кремнезем, как кислотный окисел, дает с ними шлак (см.) или стекло (см.). Быстрых перемен температуры огнеупорные материалы этого рода не выдерживают,

трескаются. Природные песчаники (см.), песчаниковые агломераты и сланцы, имеющиеся как у нас на Урале и в других местностях, так и во Франции, Германии, Англии и проч., очень часто служат огнеупорными материалами, особенно при устройстве печей (горнов, сводов и т. п.) в чугунно-железном производстве. При кладке соблюдают, чтобы естественные наслоения камней расположились перпендикулярно к поверхности нагрева, иначе часто происходят трещины по слоям и порчи. Надо избегать природных песчаников с бурыми железистыми пятнами, потому что они также непрочны. Полная однородность строения в кварцевых огнеупорных материалах достигается только при искусственном их изготовлении, потому что при этом легко устраняются посторонние подмеси. Нередко из однообразных зерен возможно чистого кварца или песчаника, цементированных небольшим количеством огнеупорной глины, формуя и обжигая, готовят прекрасные искусственные камни, близкие по свойствам к природным песчаникам.[1] Но особое и весьма широкое применение в последние десятилетия получили искусственные кварцевые огнеупорные материалы, называемые *динас* (камень Dinas находится в долине Neath Glamorganshire). Динас готовится из зерен чистой кварцевой породы, скрепленных известью, пропорция которой обыкновенно едва превышает 1%. При довольно крупных зернах чистого кварца (песчаника, гальки) столь малое количество извести, достаточное, однако, для цементации и формовки, дает при обжиге (в белокалильном жаре) слой очень тугоплавкого шлака, соединяющего зерна, но затем неплавкого, по причине избытка кремнезема.*

II. *Глиноземные огнеупорные материалы.* Между ними огнеупорная глина занимает первое место. Она лучше кварцевых огнеупорных материалов сопротивляется действию основных веществ, например содержащих известь, и лучше основных огнеупорных материалов (III [этой статьи]) сопротивляется действию веществ, содержащих избыток кремнезема или иных кислотных окислов. Быстрые перемены температуры выдерживаются огнеупорными материалами этого класса лучше, чем динасом. Притом огнеупорные кирпичи этого класса

---

[1] На Урале для кладки доменных печей применяют иногда как огнеупорный материал достаточно мягкую тальковую породу, которую обрабатывают пилою в желаемые формы. Они содержат около 65% кремнезема, около 32% магнезии, воду и немного других окислов, и после обжига отлично сопротивляются жару, достигаемому в доменном производстве.

* Помимо известковой связки в настоящее время применяют иногда и другие связки: кремнеземистую, железистую связку, мартеновские шлаки и железную окалину (черный динас), и глинистую связку (глинодинас). [*Прим. ред.*]

наиболее легко изготовляются и наиболее распространены в торговле. Поэтому они и находят широчайшее практическое приложение,[1] особенно там, где температура не превосходит 1000—1300° Ц; там же, где она выше, или требуется особо тщательный выбор глины, или прибегают к огнеупорным материалам I и II классов. Здесь же следует упомянуть о том, что боксит (см.), как материал, богатый глиноземом, применяется в смеси с глиной для производства хороших огнеупорных кирпичей, и только его ценность препятствует расширению этого приложения. * Глина (см.) по своей пластичности служит цементирующим началом и для многих других огнеупорных материалов, например для кирпичей и тиглей из угля, графита и кварца.

III. *Основные огнеупорные материалы.* Металлические основные окислы, например окалина железа, столь жадно соединяются в плавильном жару с кремнеземом, что не только кварцевые огнеупорные материалы, но и глины не дают прочного материала для печей, служащих к их переработке. В этих условиях лучше всего служат огнеупорные материалы рассматриваемого класса. Для этой цели иногда, особенно при не очень высоких температурах, применяют самые окислы железа, делая из них облицовку или набойку пода печи; но это дает очень непрочный огнеупорный материал. Лучше сопротивляется жару хромистый железняк $FeO \cdot Cr^2O^8$, особенно чистый. ** Его употребляют чаще в мартеновских печах для плавки стали, и если бы цена этого материала не была высока, он нашел бы более обширное приложение.[2] Особенно же важное значение с 1878 г. между основными огнеупорными материалами получили известково-магнезиальные огнестойкие массы, примененные при получении бессемеровской стали из фосфористых руд по способу Томаса (Thomas u. Gilchrist), потому что этим путем оказалось возможным удалять фосфор, столь вредящий качествам стали и столь распространенный в железных рудах. Известь CaO

---

[1] Подробности приготовления [сообщаются] в статьях, указанных на стр. 467.

* В настоящее время глиноземистые огнеупорные материалы изготовляются из гидратов глинозема, из минералов силлиманитовой группы. Кроме того, изготовляются муллитовые корундовые огнеупоры. Окись алюминия (или боксит) может быть использована вместе с обожженным магнезитом для изготовления огнеупорных материалов шпинельного типа ($Al_2O_3 \cdot MgO$). [*Прим. ред.*]

** К огнеупорным материалам, содержащим Al_2O_3, относятся хромитовые и хромо-магнезитовые огнеупоры, содержащие кроме Al_2O_3 и Cr_2O_3 еще и MgO, Fe_2O_3, и SiO_2. [*Прим ред.*]

[2] Хромистый железняк в жару слабо реагирует и с кремнеземом, так что может применяться в разнообразных случаях, и его следует, как глину, причислить к «средним» (в химическом смысле) огнеупорным материалам.

и магнезия MgO не только в совершенно чистом виде, но и во взаимной смеси совершенно огнестойки, и даже небольшая подмесь (до 10%) кремнезема, глинозема и окислов железа не лишают их огнестойкости, а подмесь 2—3% глинозема и окислов железа даже разыскивается, потому что придает выделенным массам некоторую пластичность и связность при прокаливании, так как при этом зерна извести скрепляются размягчающимся в жару соединением ее с глиноземом и окисью железа. Чаще всего берут доломиты, содержащие мало (1—2%) кремнезема, глинозема (до 2%) и других подмесей и, следовательно, состоящие почти исключительно из смеси $CaCO^3$ с $MgCO^3$ (около 30% CaO и 20% MgO), предпочитая при этом избыток магнезии (а не извести). Доломит сильно обжигается в печах, подобных вагранкам (см.),* до того, чтобы спекшаяся масса потеряла способность быстро поглощать из воздуха воду и углекислоту, т. е. стала «жесткою».** Для 550 пуд. доломита расходуют 250—300 пуд. кокса, при напоре дутья около 80 мм водяного столба, что и дает надлежащую степень жара. В обожженном доломите обыкновенно около 55% извести, около 35% магнезии, около 5% кремнезема, остальные 10% содержат окислы железа, марганца и других. Его измельчают в ступах или под жерновами, смешивают с 2—8% дегтя и в виде полученной полупластической массы применяют или прямо для набойки (уколачиванием) пода печей и конверторов, или для формования в кирпичи, которые осторожно обжигают для того, чтобы из дегтя удалились летучие части и остался уголь, связывающий массу в сплошной кусок. Для приготовления—ради прочности—предпочиталась бы магнезия без извести, потому что она лучше (после должного прокаливания) сопротивляется действию кремнезема при накаливании, а при обыкновенной температуре влаги не поглощает, но чистая магнезия (MgO) дороже смесей ее с известью, доставляемых доломитами, всюду встречающимися, а потому магнезию только прибавляют к массе, когда желают придать ей большую прочность, причем магнезию готовят обыкновенно из магнезита (Штирия и другие места) обжигом, но иногда (способ Classon) доломитовую (обожженную) массу обрабатывают раствором хлористого магния, причем в раствор переходит известь ($MgCl^2 + CaO \cdot MgO = CaCl^2 + 2MgO$), а по способу Шейблера

---

* Или в шахтных, или во вращающихся печах. [*Прим. ред.*].

** Жесткость (под жесткостью здесь разумеется способность спека сохраняться на воздухе без рассыпания) спекшейся массы определяется не только степенью обжига, но и содержанием в ней окиси кальция, а также отношением $\frac{CaO}{SiO_2}$. [*Прим. ред.*]

из смеси $CaO \cdot MgO$ извлекают известь раствором патоки (10—15% сахара), которая не растворяет магнезии. [1]

IV. *Углеродистые огнеупорные материалы.* Графит, уголь и кокс в жару не плавятся, а потому пригодны как огнеупорные вещества везде, где высокая температура не сопровождается избытком воздуха, т. е. в условиях восстановительного пламени, причем не следует упускать из виду, что железо и сталь растворяют (цементуют) углерод во всех этих формах и что окислы железа (окалина) реагируют с углеродом. Графит идет преимущественно для тиглей, назначенных для плавки стали, а в последнее время (Burger, 1890) для доменных печей стали применять кирпичи из кокса. Сухой измельченный кокс смешивают с 20% каменноугольного (отваренного) дегтя, из смеси формуют кирпичи, их сушат до отвердения (недели две) в слабом жаре и затем обжигают в муфельной печи. Хотя цена данного веса таких кирпичей почти в 2 раза выше, чем из огнепостоянной глины, но так как вес данного объема почти в 2 раза менее, то стоимость кладки получается в обоих случаях одинаковая, и преимущество иногда принадлежит коксовым кирпичам.

При кладке огнеупорных кирпичей с особым тщанием ведется притирка, чтобы швы выходили возможно тонкими, и получающуюся при этом пыль (мелочь) обыкновенно смешивают с хорошо выбранной огнепостоянной глиной для получения скрепляющей массы. Для той же цели часто к глине прибавляют шамота или толченые и отсеянные отбросы огнепостоянного кирпича.*

---

[1] Известково-сахарный раствор, под влиянием углекислого газа, осаждает $CaCO_3$ и дает вновь патоку, так что одно и то же ее количество может служить многократно.

* В настоящее время к углеродистым огнеупорным материалам относят: собственно углеродистые (85—90% углерода), глинисто-графитовые (химический состав их: SiO_2 — 33—46%, Al_2O_3 — 12—30%, Fe_2O_3 — 0.2—1.5%; C — 20—50%) и карборундовые огнеупорные материалы, изготовляемые из карбида кремния (SiC). [*Прим. ред.*].

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. XXXIIIa, 1901, стр. 927—932.

ТРУБЫ ЗАВОДСКИЕ, ДЫМОВЫЕ

Если в былое время одноіс из первых величин, определяющих размеры достатка и государственных или общественных сборов, служил «дым» (см. т. XI, стр. 302 *), то в наше время, а именно в XIX в., число заводских дымовых труб может служить наглядным указателем развития фабрично-заводской промышленности, которою прежде всего определяется богатство местных жителей и всего края, так как фабрики и заводы, потребляя много топлива, ныне неизбежно должны снабжаться высокими дымоотводами, а в то же время, для выгодности своего существования, должны давать большие заработки жителям и производить массу товаров, дающих начало как для развития всех видов торговли, так и для сбора большей части государственных доходов, ложащихся ныне преимущественно или на фабрично-заводские продукты, обложенные акцизами (например спирт и тому подобные напитки, сахар, табак, спички, нефтяные товары), или на заграничный ввоз (таможенные сборы даже в Англии, стране фритредерской, составляют, например на 1899 г., 21 млн фунтов стерлингов на 108 млн всех государственных доходов, т. е. около 20%), или на торгово-промышленные обороты (в виде прямых налогов, гербовых и нотариальных сборов и т. п.), связанные с развитием фабрично-заводских дел. А одну из видимых, бросающихся в глаза отличительных особенностей почти всяких современных фабрик и заводов составляют высокие заводские дымовые трубы, назначаемые как для того, чтобы заставлять воздух в должном количестве и правильно входить в топки, особенно под паровики и в другие заводские приборы (например в камеры для производства серной кислоты, в помещения, где производят высушивание и т. п.), так и для того, чтобы отводить в верхние слои воздуха продукты горения и другие пары и газы, образующиеся на фабриках и заводах, наконец, и для того,

---

* Здесь и дальше в этой статье Д. И. Менделеев ссылается на соответствующие тома Энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона. [*Прим. ред.*].

чтобы заставлять эти пары и газы проникать чрез пространства (например чрез «коксовые башни», поглотительные баллоны и т. п.), служащие для их поглощения водою или иными поглощающими средствами. Таким образом, дымовые заводские трубы, служа целям промышленного развития и до некоторой степени его видимым указателем, будучи вовсе неизвестными древности и всему первобытному строю жизни (даже сельскохозяйственному [и] ремесленному) и мало распространенными даже еще в XVIII в., составляют широко распространенное явление новейшего периода культуры и оттого заслуживают внимания, которое усиливается как тем, что всякая заводская дымовая труба, представляя сооружение высотою от 10 до 30 м (5—15 саж.), выражает крупную затрату капитала, иногда достигающую (особенно при необходимости прочного укрепления почвы и при значительной высоте сооружения) нескольких десятков тысяч рублей, так и тем, что законодательства всех образованных стран предписывают для них определенные указания ради архитектурной безопасности высокого сооружения и ради санитарных условий соседних жителей. Поэтому немудрено, что литература предмета весьма обширна и что она, по относительной своей новизне, подвергается доныне разностороннему обсуждению, начиная с попыток устранения всего дорогого устройства заводских дымовых труб. Из двух целей, для которых назначены дымовые заводские трубы, одна — технически-экономическая (управление тягой печей и экономия топлива), а другая — санитарно-общественная. Сущность дела состоит здесь в соединении двух указанных целей. Управлять тягою печей можно было бы, помимо заводских дымовых труб, при помощи вдувания воздуха вентиляторами или нагнетательными насосами (как в доменном производстве, см.), и при большом скоплении топок экономические расчеты указывают выгодность даже тогда, когда в дыме теряется от 10 до 15% тепла, развиваемого топливом (см. Топки, т. XXXIII), хотя представляются трудности в использовании тепла дыма до крайних пределов его охлаждения. Но дым топок, даже сожигающих дрова, а тем паче каменн[ый] уг[оль], не только сам по себе, не содержа (или мало содержа) кислорода и заключая много углекислого газа, непригоден для непосредственного распространения среди населенных мест, но и содержит в себе всегда в большей или меньшей доле (при современном положении вещей) столь ядовитые составные части, как окись углерода и ацетилен, * которые даже в очень малых и случайных пропорциях вредны и даже прямо ядовиты. Сверх того, вместе с дымом выходит много водяных паров, а иногда и искры, как известно всем по примеру паровозов. Эти причины заставляют, помимо техниче-

* Ацетилен указан ошибочно; повидимому, — описка. [*Прим. ред.*]

ских требований, касающихся тяги воздуха в печах, требовать от заводских труб такой высоты, чтобы они превосходили высоту жилых помещений или соседних домов, а потому 10—30 м высоты составляет неизбежный размер заводских дымовых труб. Выйдя еще нагретым из верхнего отверстия труб, дым еще выше поднимается в воздухе и если под влиянием ветра или нисходящих токов воздуха (например около гор и других возвышенностей) движется горизонтально или даже падает, то, проходя высокий слой воздуха, с ним настолько перемешивается, что становится уже допустимою подмесью воздуха. Притом некоторые составные части дыма в воздухе, отчасти под влиянием его окислителей (озон, перекись водорода), окисляются, если не вполне, то хотя отчасти; например, несомненно, что сернистый газ дыма в воздухе переходит в серную кислоту, и если это совершается с вреднейшими органическими (углеродистыми) составными (недогоревшими) частями дыма, то они обезвреживаются. Таким образом, высота заводских труб определяется не одними условиями тяги, но и гигиенически-общественными, а потому многочисленные проекты общей замены заводских дымовых труб вдуванием воздуха в очаги тогда только могут обращать на себя какое-либо серьезное внимание, когда они сопровождаются условиями для обеспечения от вредного влияния дыма. В этом отношении внимания заслуживает лишь патент (1893) Р. Грегера (из Наградовище), предложившего собирать дым, получаемый из печей, питаемых воздухом, вдуваемым вентилятором, в резервуары, подобные газовым газгольдерам (т. VII, стр. 822) и запираемые водою, а затем, по выделении из дыма воды (от охлаждения дыма) и многих подмесей, проводить (опять как газгольдеры) оставшийся дым по подземным трубам в такое место, где его можно безопасно выпускать, освободив, если надобно, предварительно соответственными способами от вредных (ядовитых) подмесей. Должно полагать, что со временем, при вздорожании топлива (когда надо будет особо сильно заботиться о пользовании всем его теплом), в тех местах, где скопилось много фабрично-заводских топок (около городов или в них самих), будет применяться подобный этому способ избегнуть неудобств больших заводских труб, но, сколько мне известно, доныне нигде указанный прием (и ему подобные) не был применен в большом виде, так как он потребует еще более увеличить капитал для обзаводства, затратить много места на поверхности земли и вести сложный надзор за действием разных частей указанного приспособления. Итак, уже ради гигиенических целей ныне выгодно и необходимо возведение высоких заводских труб. Главный же для того повод дает необходимость получения тяги печей, так как горение топлива требует введения в очаг огромного количества воздуха (см. расчет воздуха в статье «Топки»).

В прилагаемой таблице* (соответствующей той, которая дана в статье «Топки») указано: 1) весовое (в килограммах) количество воздуха, теоретически потребное для полного сожигания 1 кг топлива, считая, что в 1 кг воздуха содержится 230 г кислорода; 2) практически вводимое (конечно, приближенно) количество воздуха по весу (количество по объему найдется, считая, что 1 куб. м воздуха весит 1.2 кг; см. Топки) и принимая, что при обычных видах топки для полноты горения необходимо вводить полуторное (по крайней мере, например, при топке паровых котлов, обыкновенно же более) количество воздуха, хотя при нефтяном и газовом топливе (а также пылевидном) количество воздуха может лишь на 10% превосходить теоретическую в нем потребность, и 3) число килограммовых единиц тепла, развиваемых топливом (при полном горении), за вычетом 7—8% на потерю чрез лучеиспускание и 13—12% на потерю в дыме (температура дыма около 250°), а всего, за вычетом 20% развиваемого тепла (считая воду топлива в парах):

Сгорает 1 кг топлива	Число килограмм[ов] воздуха, теоретически необходимое для полного сожигания	Практическое количество килограмм[ов] требуемого воздуха	Практически может передаться в печи единиц тепла
Дрова (20% влаги)	5.0	7.5	2720
Торф (с 10%-й влажностью, брикеты)	6.6	9.9	3540
Бурый уголь (8% влаги) . .	7.1	10.6	4010
Каменный уголь сухой . . .	9.7	14.5	5360
Газовый каменный уголь . .	10.7	16.0	6000
Коксовый каменный уголь .	11.1	16.6	6200
Антрацит	11.8	17.7	6000
Древесный уголь (10% влаги)	9.9	14.8	5480
Кокс (2% влаги)	10.2	15.3	5700
Нефтяные остатки	14.1	15.5	7900
Газ горючий природный . . .	15.0	16.5	9090
» водяной	4.3	4.7	3050
» паровоздушный	1.1	1.2	820
» воздушный (генераторный)	1.0	1.1	750

Нельзя при взгляде на указанные числа не заметить, что полезное количество тепла, развиваемое топливом (последний столбец), почти точно возрастает вместе с количеством воздуха, необходимого для сожигания топлива, а именно: на каждый килограмм воздуха, пошедшего для горения (числа первого столбца), развивается при твердом и жидком топливе около 550 единиц тепла,

* См. Менделеев Д. И., Соч., т. XI, 1949. [*Прим. ред.*]

а при газообразных видах топлива — от 600 до 700 единиц тепла.[1] Уже это одно, а также то, что в обычных условиях вес воздуха (и даже одного его кислорода), поступающего для горения, превосходит вес топлива, показывает не только громадное значение тяги воздуха в топках, но и то, что теплота, развивающаяся при горении, не менее определяется воздухом, чем топливом. А потому дымовые трубы должны быть рассматриваемы как источники или поставщики горючего, и хотя воздух сам по себе не стоит денег, но его приток к очагу горения, определяемый тягою трубы, достоин такого же полного внимания, как и снабжение горючими материалами. Тяга воздуха в трубах, расходуя от 10 до 20% (и более, если температура дыма выше 250°) топлива, очевидно, и стоит не менее, чем истопники и подвозчики топлива из склада к очагу, а потому устройство заводских дымовых труб должно быть обставлено с полною рациональностью. Пусть дана какая-либо часть фабрично-заводского дела, требующая сожигания в час такого количества твердого топлива,[2] чтобы оно передавало в печи 1 млн единиц тепла в час. Отсюда (по таблице) найдем, сколько надо для этого сжечь топлива данного сорта, а также найдем, что для горения его надо ввести воздуха в час около 1820 кг или (при весе 1.2 кг для кубического метра воздуха) около 1500 куб. м. Эту работу должны произвести дымовые трубы. Хотя теоретическая и практическая стороны устройства дымовых заводских труб изложены ранее (см. т. XI, стр. 299), но по большой практической важности предмета (достаточно сказать, что во всем мире сожигается ныне на заводах, фабриках, железных дорогах и на пароходах более 500 млн т топлива, ценностью, по крайней мере, на $2^1/_2$ млрд руб.) считаю не излишним сделать несколько добавлений, разъясняющих некоторые стороны дела. Известно, что дымовые трубы действуют как перевернутый сифон, отливающий

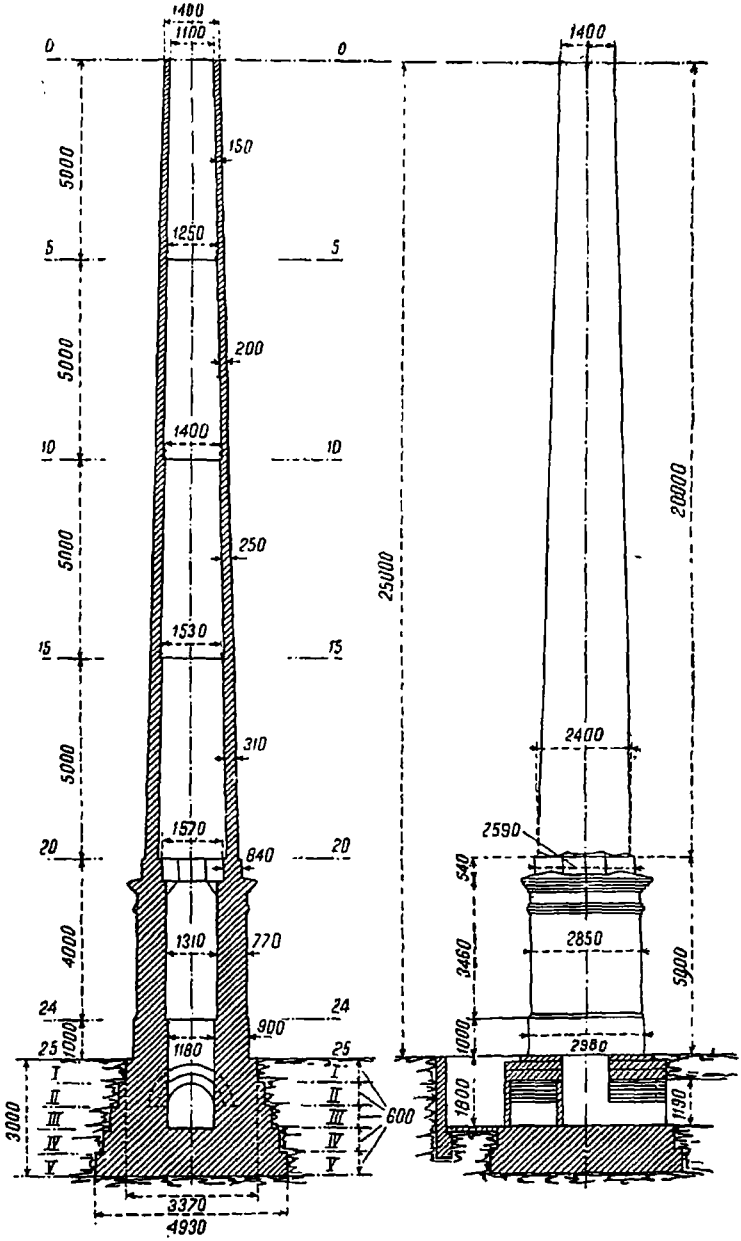
---

[1] Когда горит твердое тело, оно, превращаясь в газы дыма, поглощает теплоту, а потому и дает сравнительно менее тепла, чем горючий газ, расходующий то же количество воздуха.

[2] Зная потребное количество тепла и известную цену топлива, можно определить степень выгодности и количество видов топлива, руководясь таблицею, приведенною выше. Скажем, например, что в час следует испарить при температуре кипения 10 т (около 610 пуд., или 10 000 кг) воды из какого-либо раствора и что на килограмм испаряемой воды расходуется 670 единиц тепла. Очевидно, что надо израсходовать для этого 6.7 млн единиц тепла, что может быть достигнуто при сожигании в час или 2463 кг дров, или 1250 кг сухого каменного угля, или 1117 кг антрацита и т. п., но во всех этих случаях придется в час ввести в топку около 18 300 кг воздуха или примерно (вес кубического метра 1.2 кг) около 15 000 куб. м воздуха. Если его скорость = 3 м в секунду (скорость около 10 верст в час), то сечению, пропускающему воздух, должно дать размер 1.4 кв. м.

жидкость на основании ее весомости, или как насос — на основании разности давлений. Действительно, в дымовых трубах, как в сифоне, движение газов зависит от разностей веса или плотности холодного и нагретого воздуха, или на основании разности давлений, как в насосе. В примере это видно с ясностью. Представим трубу с поперечным сечением в 1 кв. м и высотою только в 10 м, наполненную нагретым дымом, содержащим пар и газообразные продукты горения.

Допустим, что они имеют такой состав, что при 0° и 760 мм давления кубический метр их весит 1.4 кг (в действительности — менее), и представим, что этот газ нагрет до 200° Ц. Тогда вес газа, наполняющего трубу, будет $\frac{10 \cdot 1.4}{1 + \alpha 200}$, где $\alpha = 0.00367$ (коэффициент расширения газов). Тогда вес дыма в трубе $= 8.0$ кг, а вес наружного атмосферного воздуха при том же объеме (10 куб. м) будет зимой около 14 кг, а летом около 12 кг, т. е. больше, и, следовательно, если труба открыта сверху и снизу, наружный воздух будет входить снизу и вытеснит воздух трубы, т. е. этот последний, как легчайший, будет подниматься, и если входящий воздух, пройдя чрез топку, опять будет нагрет, то движение установится, как в обращенном сифоне. С другой стороны, так как столб воздуха в 1 кв. м сечения трубы облегчен на 6—4 кг против свободного внешнего воздуха, то давление первого на каждый квадратный метр на 6—4 кг меньше, чем наружного (эта разность давлений равна давлению столба воды в 6—4 мм высотой) и, следовательно, здесь будет, как в насосе, уменьшение давления, и оттого труба действует как насос и около ее основания внутреннее давление менее, чем наружное или атмосферное. В указанных соображениях должно видеть основные начала, служащие для расчета тяги трубы, если принять в соображение не только сведения о свойствах газов, особенно об их движении, но и данные как о сопротивлениях, встречающихся для тока газов, идущих в трубе, так и о свойствах применяемого топлива. Заметим далее, что сопротивления, встречаемые движущимися чрез трубы газами, можно подвести, вместе с Шинцем и Феррини и другими, к четырем видам: 1) сопротивление слоя топлива, лежащего на колосниках в топке, и вообще начальное сопротивление в входных отверстиях, приводящих воздух; 2) сопротивление всяких сужений или уменьшений поперечных сечений, по которым идет воздух и дым; 3) сопротивление от трения дыма и газов о стенки дымовых ходов и самой трубы и 4) сопротивление от перемены направлений или от изгибов, в дымоходах неизбежных, ради удобства пользования теплом, развиваемым топливом. В практическом отношении должно при этом обратить внимание на то, что все исчисленные виды



Фиг. 1.

Круглая заводская труба

сопротивлений возрастают пропорционально квадрату скорости движения дыма в трубах и дымоходах, а потому необходимо стремиться к тому, чтобы скорость эта нигде — без нужды — не увеличивалась, т. е. нигде бы не было напрасных суживаний, ведущих к местному увеличению скоростей. На основании опыта принято, чтобы в самом малом сечении дымоходы представляли не меньшее, как от $^1/_4$ (для каменноугольного топлива) до $^1/_6$ (для торфа и тому подобных видов топлива) сравнительно со всею поверхностью колосников топок. Вообще же наименьшее сечение дымохода должно возрастать пропорционально количеству сожигаемого топлива и обратно пропорционально квадратному корню из высоты всей трубы; для исхода же расчета, по Дарсе, принимают, что при высоте трубы в 10 м, сожигая в час 3 кг каменного угля, необходимо для правильности тяги в дымоходах иметь не менее 1 кв. дм отверстия. Для других видов топлива расчет ведется, принимая во внимание объем продуктов горения, который находится по объему воздуха, потребного для горения (см. Горючие материалы). Скорость истечения дыма из верхнего отверстия трубы обыкновенно рассчитывается в $2—2^1/_2$ м в секунду, но нередко достигает лишь $1—1^1/_2$ м в секунду, хотя бывает и гораздо более 2 м. Очевидно, что произведение из скорости движения дыма на площадь сечения трубы равняется объему вытекающего дыма, а он прямо зависит от объема притекающего воздуха, который рассчитывается по количеству топлива, сожигаемого в единицу времени, и по потребности в смене воздуха в разных заводских приборах (например сушильнях). Потребность эта определяется размерами заводского производства. Что же касается до высоты заводских дымовых труб, то она явно связана с сечением трубы и, следовательно, со скоростью тока дыма, ибо последняя равняется $\sqrt{(H-h-w)\,2g}$, где h есть реальная высота трубы (т. е. разность высоты колосников, проводящих воздух, и верхнего отверстия трубы); w — сумма вышеисчисленных сопротивлений, встречаемых дымом, выраженная высотою столба воздуха, его уравновешивающего; g — напряжение тяжести, и H — высота столба воздуха, имеющего температуру и состав газов трубы и способного уравновесить столб внешнего воздуха, имеющего высоту трубы. Если бы не было сопротивлений, то для достижения желаемой скорости выхождения дыма высоту трубы следовало бы увеличивать пропорционально корню квадратному из разности $H-h$, а так как H почти равно $h(1+0.00367t)$, где t есть температура газов трубы, то возвышение трубы h следовало бы увеличивать пропорционально квадрату скорости тяги и в зависимости от температуры дыма, т. е. увеличивать высоту трубы весьма значительно, но так как вместе с этим возрастают сопро-

тивления и уменьшается температура дыма в трубе (от охлаждения у стенок), то практически приходится ограничивать высоту трубы и достигать проникновения в трубу желаемого количества воздуха чрез увеличение дымовых отверстий, что вместе с тем и облегчает (удешевляет) возведение трубы. Обыкновенно диаметр (лучше всего круглого) отверстия трубы изменяют в зависимости от количества топлива, сожигаемого в печи за определенное время, высоту же трубы соображают чаще всего с тем, чтобы вершина ее была свободна и выше соседних зданий, но во всяком случае редко заводские трубы делают ниже 20—30 м, так как при меньшей высоте пришлось бы во многих случаях сильно увеличивать сечения и иметь малую скорость горения, недостаточную для многих целей. Обыкновенно при поверхности колосников менее 15 кв. м высоту трубы делают не менее как в 20 и не более как в 35 раз превосходящею диаметр верхнего отверстия трубы. Для каменноугольного топлива принимают практически, что диаметр этого отверстия (в метрах) равен квадратному корню из числа килограммов каменного угля, сгорающего в час, деленному на 17, имея в виду, конечно, наибольшую часовую потребность в топливе, так как при меньшем количестве сгорающего топлива задвижки и клапаны позволяют в желаемой мере уменьшать пролет. В практическом отношении особенно важно обратить внимание на глубину и полную прочность фундамента и на чистоту и правильную форму и кладку кирпичей (для круглых труб берется фасонный кирпич надлежащей формы), так как внутри трубы давление менее, чем в воздухе, и чрез всякую малейшую щель затягивается наружный воздух, охлаждающий дым, а потому уменьшающий тягу. Ради же уменьшения трения внутренняя поверхность труб должна быть тщательно сравнена надлежащею смазкою. А так как внутри трубы температура высока, а снаружи в зимние холода очень низка, то легко могут образоваться трещины, за исправлением которых должно следить. Ради указанных обстоятельств иногда строят дымовые заводские трубы с двойными стенками с замкнутым между ними слоем воздуха. Не вдаваясь затем, по ограниченности места, в множество практических и теоретических подробностей, относящихся до фабрично-заводских труб, приведем рисунок (см. стр. 479) круглой трубы высотою в 25 м с отверстием в 1.1 м, а затем укажем литературу предмета: *Peclet*. Traité de la chaleur. 1861. *F. Grasnof*. Teoretische Maschinenlehre. 1875.—*Ferrini*. Technologie d. Wärme. 1878.—*Pietzch*. Der Fabrikschornstein. 1896.—*G. Lang*. Der Schornsteinbau. 1896. *Алымов*. Тяга печей. Морской сборник, 1864.

УПРАВЛЯЮЩИЙ
ГЛАВНОЮ ПАЛАТОЮ
МЕР И ВЕСОВ

28 ноября 1901 г.
№ 766

Документ хранится в Музее им. Д. И. Менделеева при Ленинградском Государственном ордена Ленина университете им. А. А. Жданова.

Его высокопревосходительству П. П. Тыртову

М. Г. высокоуважаемый

Павел Петрович!

Так как в настоящее время в Главной палате мер и весов имеется возможность приготовлять жидкий воздух в довольно значительных количествах и так как уже известно (и отчасти применяется при проведении туннелей), что жидкий воздух в смеси с углем дает сильные взрывы, то имею честь обратить внимание вашего высокопревосходительства на возможность и пользу производства опытов взрыва подобного рода особенно потому, что в морском деле, мне кажется, весьма важно пользоваться взрывами этого рода.

Здесь нужны опыты, во-первых, лабораторные, для чего, мне кажется, наиболее подходящим местом могла бы служить Морская научная техническая лаборатория, но, с другой стороны, особенно желательны опыты взрыва льда, которые могли бы производиться чинами Кронштадтских минных классов. Взрывы льда, по моему мнению, могут оказать большую услугу при выводе кораблей из льдов, если последние по своей толщине будут препятствовать или задерживать ледоколы.

Развитие опытов этого рода может, по моему мнению, много содействовать выяснению вопроса о применимости жидкого воздуха для действия орудий. А так как на современных кораблях очень часто имеются компрессоры, то в заготовлении потребного жидкого воздуха, повидимому, не может представиться существенных препятствий.

Что же касается до ценности взрывов или стрельбы жидким воздухом, то она не может быть даже отдаленно сравниваема с ценою каких-либо других взрывчатых веществ, так как самое в них дорогое представляет кислород, вводимый в пороха в виде элементов азотной кислоты; при употреблении же жидкого воздуха этот элемент заменится почти ничего не стоящим элементом жидкого воздуха, ибо сжижение воздуха обходится очень дешево.

Если вашему высокопревосходительству угодно будет получить от меня личные объяснения по этому предмету, я готов буду явиться к вам в назначенное вами время. Предлагая с своей стороны всякое содействие к начальной постановке исследований, имею в виду не только прямую пользу, могущую проистечь при исследованиях этого рода для морской обороны, но и тот большой научный интерес, который представляется в указанном вопросе.

Прошу ваше высокопревосходительство принять уверение в совершенном почтении и готовности к услугам.

Д. Менделеев.

Часть вторая

ТЕХНОЛОГИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Хозяйственная газета «Экономические записки». Еженедельное прибавление к журналу «Труды и. В. Э. Общества» № 37, 14 сентября 1857 г. стр. 289—295.

СУШЕНИЕ ЯИЧНОГО БЕЛКА

В такой стране, как Россия, есть много местностей, где невероятна дешевизна многих сельскохозяйственных произведений, как от недостатка сбыта, так и от легкости получения. В таких местностях по большей части весьма мало фабрик, мало разнообразности в промышленности. Это места, далекие от столиц и хороших путей сообщения. В этих краях земледелие приносит часто мало выгод, хотя бы и шло очень успешно. Благодетельно развивать там малые роды промышленности, особенно те промыслы, которые не требуют больших сведений и могут быть производимы домашними средствами. Это развитие может произвести множество разнообразнейших хороших последствий в хозяйственном отношении. Мы хотим описать здесь один из подобных промыслов, именно приготовление сухого яичного белка.

Это вещество употребляется в большом количестве в настоящее время для набивки многих нерастворимых красок (Körperfarben) на ткани. Такое употребление белка основано на известном свойстве его растворяться в воде и свертываться от нагревания до 70 или около того градусов Цельзия (56° Р). Особенно много идет белка для набивания прекрасной синей краски, ультрамарина, на ситцы, кисеи и т. п. Для этого краску смешивают с белком, накладывают на форму, набивают на ткань и погружают ткань в кипящую или сильно нагретую воду, или в струю паров. Сперва, хотя белок с краскою пристанет к ткани, однако без кипячения его можно смыть, узор испортится и краска отстанет; но после погружения в кипящую воду белок свернется и прикрепит краску к ткани, и тогда вода уже не смоет ни белка, ни краски. Этот способ набивки так прост (читатель вероятно знает о сложности набивки при употреблении протрав глиноземной, оловянной и других), так отчетлив и чист, что он все больше и больше распространяется на заводах, и теперь белком набивают уже многие краски. Не только за границею, но даже у нас, в Петербурге и Москве и других местах, этот способ набивания находится в большом развитии. Для того

употребляют большею частью сухой белок. Свежий яичный белок очень дорог в столицах и вообще на фабриках, потому что яйца трудно перевозить, они легко бьются и портятся. Притом свежий белок и не так удобен, как белок сушеный. Сушеный белок приготовляют из крови животных и из яичных белков. Первый род белка не так чист в сравнении с яичным белком, и фабриканты всегда приобретают последний, хотя цена его гораздо выше цены кровяного белка. Потому требование на сушеный яичный белок весьма велико. Сбыт этого вещества верен. Если бы развился этот промысел в России, то яичный белок составил бы новый предмет не только внутренней, но и заграничной торговли и дал бы возможность нашим (набивным) фабрикантам во многом соперничать с заграничными. Мы знаем, что в нынешнем 1857 г. было большое требование сушеного белка на наши фабрики [и] за границу, но его находилось очень мало, и потому цены стояли очень высоки.

Это происходит наверное от следующих причин: 1) от того, что внутри и вообще по тем краям России, где можно дешево закупать куриные яйца, не знают о существовании на свете торговли сушеным белком; 2) если же иные и знают об этом, то не берутся за дело, не умея, как поступить с ним, и думая, что для него нужно много хитрых приборов и знание неизвестных способов; 3) от того, что неизвестны выгоды, какие может принести сушение белка. Мы знаем, что петербургские фабриканты находили по временам выгодным для себя закупать в Петербурге свежие яйца и употреблять их, за недостатком привозного белка или по его дороговизне. Кто знает относительную ценность куриных яиц в С.-Петербургской губернии, например, и в Петербурге, тот поймет, что при выгоде сушения белка в Петербурге выгоды в Перми будут неимоверно больше. Тысяча яиц в Петербурге, в самое дешевое время, стоит до 9 руб., а в Тобольске не более 2 руб., в Оренбурге 4 руб.

Итак, выгодно получать во многих местах России сушеный белок в большом количестве для наших и заграничных фабрик. Это получение просто. Мы знаем о простоте его по тому, как делает это г. Каш для своей набивной фабрики в Петербурге. Способ его с успехом был употреблен г-ном Кузнецовым в Тобольске и г-ном Ляховым в Оренбургской губернии. Видевши простоту производства, мы решаемся предложить его, как выгодный промысел для многих краев России, и особенно выгодный для самих сельских хозяев, для простых мужиков, не говоря уже о помещиках и промышленниках, могущих закупать яйца в большом количестве. Мы думаем, что разведение лишнего числа куриц и самое сушение белка может быть делом сподручным при других сельских занятиях, хотя оно будет не менее выгодно и при большом обзаводстве. Цель нашей статьи довести до сведения публики о легком, мало распространенном и

выгодном промысле. С этою целью опишем сначала общие свойства белка и яиц вообще, далее перейдем к описанию сушения белка по способу, употребленному г-ном Каш, потом скажем об употреблении желтка и, наконец, — о выгодах всего производства.

Куриное яйцо состоит, как известно, из оболочек, или скорлупы, белка и желтка. Белка во всех птичьих яйцах больше, чем желтка, как показали недавние исследования Валансьена и Фреми.[1] Белок птичьих яиц состоит из белковинной жидкости, заключающейся в малых тонкостенных и прозрачных мешочках, или клеточках. У некоторых птиц количество этих клетчатых оболочек больше, у других меньше. Так, у всех плавающих птиц белок яиц заключает в себе гораздо больше оболочек, чем у куриных, например у курицы, тетерьки, фазана и др. Эти клетчатые оболочки теряют свою прозрачность и делаются тусклыми от одного действия холодной воды на белок. В горячей воде еще более увеличивается эта непрозрачность. Количество этих оболочек в белке очень незначительно у всех птиц. Редко вес оболочек равняется одной тысячной доле веса белка. Если собрать эти оболочки и сжечь их, то остается пепел, состоящий единственно почти из фосфорнокислой извести, которая, как известно, составляет главную часть костей. Жидкость белка содержит в себе очень много воды. Это можно доказать высушиванием белка до известной степени тепла. Высушивая при степени тепла в 40° Ц, мы уже лишим белок большого количества воды, заключавшейся в нем; при 60° теряется еще 4% воды, а при 100° Ц (при степени кипения воды) и более выпаряется еще часть воды. Если 100 фунт. куриного белка высушить при степени тепла 130° Ц, то останется только 11 фунт. твердого белка. У всех почти птиц замечается то же почти количество воды в белке. Заметим, что при дальнейшем нагревании не теряется уже более воды. Значит белок состоит примерно из 89% воды и из 11% твердых веществ.

При высушивании белка под колоколом воздушного насоса, при обыкновенной степени тепла, получим остаток, содержащий в себе 13% по весу взятого белка, как показывают опыты Шевреля и Лемана.

Это твердые части белка состоят из белковины, или альбумина, из щелочей (особенно натра) и из солей. Для получения щелочей и солей должно накаливать белок и сожигать его. Тогда белковина сгорит, оставивши все соли и щелочи в виде пепла. В 100 частях сухого белка находится обыкновенно около 7% пеплистых

---

[1] *A Valenciennes et Fremy.* Recherches sur la composition des oeufs et des muscles dans la série des animaux. Annales de chimie et physique, 3 série, 1857, T. L, p. 129.

не сгорающих веществ щелочей и солей. Эти соли состоят почти исключительно из обыкновенной соли с малою примесью фосфорнокислой извести, а щелочь есть натр. В природном свежем белке эти соли и щелочи растворены вместе с белковиною в воде. Такой свежий белок оказывает щелочное действие на все те вещества, посредством которых узнается присутствие щелочей.

Обратимся теперь к описанию самого альбумина, или белковины, главного вещества, образующего белок. Известно, что белок растворим в воде при обыкновенной степени тепла, но нагретый раз до 63° Ц белок теряет способность растворимости и превращается в крутой или свернувшийся белок, не растворимый уже в воде. Не станем останавливаться над предположениями и толкованиями причины свертывания белка, потому что для нас главным образом необходимо знать только то, что относится к растворимому белку. Впрочем, мы должны сказать, что белок имеет свойство свертываться не от одного действия жара, но также и от действия кислот. Сверх того, весьма важно то, что заметили в последнее время Валансьен и Фреми: они нашли, что способность свертываться не принадлежит всем сортам белка птичьих яиц. При нагревании белка куриных яиц он свертывается, образуя крутой белок; от прилития к белку крепкой водки (азотной или селитряной кислоты) весь белок осаждается в нерастворимом виде. Это свертывание и осаждение происходит и тогда, когда мы к куриному белку прильем много воды. Яйца всех куриных птиц имеют подобный же белок. Такой белок и необходим для фабрикации при печатании тканей. Но не у всех птиц он имеет эти свойства: у некоторых из них белок яиц, разведенный водою, не свертывается уже более от нагревания, а постоянно остается в растворе. Последний род белка бывает двух родов: один свертывается от действия азотной кислоты, другой не свертывается даже и от этого, а только по прошествии некоторого времени образует прозрачное и белое желе.

Все куриные яйца имеют белок, свертывающийся при степени тепла между 60 и 70° Ц даже тогда, когда к нему прибавлено много воды, даже тогда, когда его высушивали при степени тепла ниже 60° и вновь растворяли в воде. Только должно заметить, что эта способность свертываться ослабевает, когда белок долго бывает растворен в воде. Это ослабление зависит, вероятно, от того, что тогда белковина уже начинает изменяться. Впрочем, куриные яйца дольше других сохраняют свою способность свертываться. Так, например, белок яиц фазанов, разведенный водою, теряет способность свертываться гораздо скорее, чем белок куриных яиц. А как сохранение и способность свертываться именно необходимы для фабрикации, то, значит, куриные яйца имеют

предпочтение перед яйцами других птиц того же зоологического отдела (т. е. куриных, Gallinaceae). Белок плавающих птиц имеет свойства другие: он, разведенный 3 частями воды, уже не свертывается от нагревания, хотя и сохраняет еще способность свертываться от прилития крепкой водки. Это делает невозможным или малоудобным употребление в технике (для набивания красок) белка плавающих, ибо тогда белок разводят водою. Это обстоятельство заставляет оставаться при приготовлении куриного белка. А то в некоторых местах России можно было бы легко собирать по болотам яйца водяных птиц и приготовлять из них белок. Так, мы знаем, что во многих местах Западной и Восточной Сибири до того изобилен прилет и высиживание яиц водяных птиц, что несколько детей в день могут набрать целую лодку яиц. Мы, впрочем, не отвергаем возможности воспользоваться белком и из этих яиц, только должно предварительно испытать его употребление. Впрочем, есть явления, говорящие противу этой возможности употребления. Белок плавающих птиц, разведенный малым количеством воды, свертывается, но, свернувшись, он не имеет ни той непрозрачности, ни той твердости, ни той вязкости, как свернувшийся куриный белок. Это дает повод думать, что он плохо будет способствовать к удержанию красок на тканях. Впрочем, доброту его может решить только опыт.

Белок воробьиных птиц (певчих и не певчих, Passerineae) отличается от белка куриных и плавающих тем, что не свертывается ни от нагревания, ни от кислот: значит, он еще неудобнее для фабрикации сухого белка. Впрочем, малое число и величина яиц этих птиц и не позволяют употреблять их на фабриках.

Упомянутые исследования Валансьена и Фреми имеют важность не только для техники, но особенно для науки, ибо показывают, что способность свертываться не есть еще отличительная [черта] для белка, и потому показывает совпадение различных свойств белка яиц с различными зоологическими отделами птиц, т. е. с различными их формами и нравами. Эти исследования дают прямое указание на предпочтительное употребление куриного белка для получения сухой белковины.

Опишем же теперь приготовление и свойства растворимого альбумина, или белковины.

Для приготовления его в чистом виде, для удаления клетчатых оболочек, щелочей, солей и воды Вурц употребил следующий способ, общий для приготовления многих других растительных и животных веществ. Белок надобно смешать с 2 частями (принимая вес белка за меру) чистой воды и эту смесь перелить несколько раз. Переливание способствует разрушению стенок клеточек и переходу белковины и солей в раствор. Такую смесь процедить

сквозь пропускную (не клееную) бумагу, для отделения оболочек. К светлому раствору, содержащему в себе белковину, щелочи и соли, прилить раствора основной уксуснокислой окиси свинца.[1] Тогда в жидкости образуется обильный осадок белого цвета. Только должно немного приливать свинцовой соли, потому что осадок растворяется при избытке последней. Этот осадок состоит из смеси двух веществ: соединения белковины с окисью свинца и из свинцовых нерастворимых солей, например хлористого свинца. Первое соединение необходимо для нас; оно не растворимо в воде. Этот осадок отделить от жидкости, что можно сделать или процеживанием, или отстаиванием. Затем его смешать с водою и в эту смесь пропустить струю углекислого газа. Углекислота способна разложить соединение белковины с окисью свинца. При действии углекислоты окись свинца соединяется с последнею, образует нерастворимую углекислую окись свинца (или свинцовые белила), а белковина переходит в раствор. Кроме ее, перейдет в раствор только малая часть свинцовых солей. Значит, мы получим раствор чистой белковины с свинцовыми солями. При совершении разложения смесь сильно пенится. Жидкость отделить от осадка (от белил) процеживанием и после пропустить в нее серноводородный газ (в малом количестве) или прибавить несколько капель воды, насыщенной этим газом. Этот газ, не изменяя белковины, заставляет отделиться весь свинец, бывший в растворе, в виде черного осадка. Эту жидкость нельзя прямо отделить от осадка, а чтобы сделать это отделение удобнее, надобно осторожно нагреть ее до 60° Ц. При этой степени тепла малая часть белковины свертывается. Первые появившиеся клочья свернувшейся белковины поглощают в себя весь осадок, и тогда легко отделить его от светлой жидкости процеживанием. Эта жидкость состоит из раствора белковины, или альбумина, в воде. Этот раствор влить в плоский сосуд и дать выпариваться в нем при нагреве до 40° Ц.

Остаток есть чистый растворимый альбумин, или белковина.[2] В этом виде растворимая белковина образует вещество твердое, прозрачное, не кристаллическое, почти бесцветное и безвкусное. При сожигании это вещество оставляет только малый пеплистый остаток, значит, щелочи, соли и вообще пепел не входят в состав белковины, а суть только вещества, смешанные с нею в белке. Состав такой белковины был определен многократно. В ней со-

---

[1] Для приготовления этого раствора надобно облить глет (окись свинца) раствором свинцового сахара (т. е. средней уксуснокислой окиси свинца).

[2] *Würtz*, Comptes rendus hebdom. des séances de l'Acad. des Sciences, Paris, T. XVIII, p. 700. — Annales d. chimie et d. physique, 3 série, T. XII, p. 217. *Gerhardt*. Chimie organique, T. IV. p. 435,

держится углерод, водород, азот, сера и кислород. Содержание их (в 100 частях белковины) есть, средним числом из многих разложений, следующее:

Углерода	53.2
Водорода	7.2
Азота	15.7
Серы	2.0
Кислорода	21.9
Итого	100.0

Такой сухой альбумин, или белковина, растворяется в воде, но при этом всегда остается часть, не растворимая в воде. Раствор сухой белковины имеет многие те же свойства, как и белок (т. е. природный раствор белковины в яйцах), именно, он свертывается от прибавления кислот и от нагревания до 63° Ц. Только природный белок оказывает щелочные свойства, что зависит от примеси в нем щелочей и солей, а раствор сушеного чистого альбумина имеет легкие кислые свойства, как это нашел Вурц. Притом раствор чистой белковины никогда не образует столь плотного (крутого) свертка, как белок, и дает только студенистый осадок или клочья. Должно полагать, что это различие зависит от присутствия щелочи в природном белке.

Раствор белковины и белка начинает мутиться при нагревании до 59°.5 Ц и свертывается вполне при 63° Ц. Но когда белковина сильно разведена водою, тогда такой раствор можно кипятить, и при этом замечается только одна мутность, потому что количество белковины столь мало, что не может образовать одного сплошного тела, как в том случае, когда раствор крепок.

Мы не описываем свойств нерастворимого или свернувшегося белка, но заметим только, что точнейшие разложения показывают, что состав растворимого и нерастворимого альбумина совершенно одинаков.

Если белковину растворить в воде, или взять прямо яичный белок, или облить свернувшийся белок водою и поставить стоять в прикосновении с воздухом, то белковина изменяется в своем составе, разлагается химически и гниет. Такая белковина не годна для употребления.

Высушенная, растворимая белковина, напротив того, может неизменно лежать неопределенно долгое время на воздухе, может быть перевозима и т. п. и при сохранении не теряет своих свойств.

Вот причина, делающая необходимым сушение белка для фабричного употребления. Если употреблять прямо несушеный белок, то должно постоянно иметь на фабрике свежие яйца, должно заботиться об их хранении и прямо употреблять, лишь только отделен

из них белок; малое начало гниения делает белковину уже негодною. Раствор сушеной белковины, имея все необходимые свойства природного белка, может быть всегда легко получен из постоянного, легко сохраняемого вещества.

Нам остается заметить здесь еще одно свойство, общее белковине и многим растительным и животным веществам: начало гниения совершается трудно, но после начала оно быстро распространяется по всему объему. Потому при приготовлении сухой белковины должно заботиться о том, чтобы в обрабатываемую толщу не попало ни одного несвежего яйца: оно может способствовать порче многих других, вместе с которыми будет высушиваться. Притом, заметим, всякое гниение требует присутствия воды или влажности; если мы удалим воду из белка, высушив его, то оттого сделаем его негнющим. Желая сохранять такой высушенный белок, мы должны не допускать до него воды, и потому должно перевозить и сохранять его в бочках или других непромокаемых сосудах.

Зная эти свойства белковины и белка, мы легко поймем способ сушения и употребления белковины. Опишем способ сушения белка, употребляемый гг. Каш, Кузнецовым и Ляховым.

Для сушения белка должно отбирать самые свежие яйца и остерегаться брать хоть одно, издающее запах, показывающий начало гниения. Яйца разбивают и по известному способу отделяют из них белок от желтка. Желток собирают в одну чашку, или сосуд, а белок в другой. Когда наберется много белка, его процеживают сквозь полотно. Это служит для того, чтобы отделить частицы скорлупы, кожицу и зародыши, если они попадут в белок. Этих примесей, особенно последней, должно тщательно избегать, потому что они могут вредить достоинству белка и способствовать его гниению при сушении.

Немедленно вслед за тем разливают процеженный белок на обыкновенные тарелки так, чтоб в каждой находился тонкий слой белка; чем он тоньше, тем лучше сушится. Обыкновенная тарелка должна заключать в себе не более полуфунта белка. Когда этим производством займутся крестьяне, тогда, за недостатком у них тарелок, можно их заменить другими, плоскими, глазированными глиняными сосудами, например такими поддонниками, какие ставятся под цветочные горшки.

Белок, разлитый на тарелки, сушат в комнатах, которые мы тотчас опишем, при степени тепла в 40 или 45°, но не выше 48° Реомюрова термометра, т. е. при степени тепла средней между степенями плавления спермацета (выше ее) и желтого воска (ниже ее). Действительно, желтый воск плавится в жидкость при нагреве до 61° по термометру Цельзия или 49° по Реомюру. Должно наблюдать, чтобы степень тепла сушильни не была выше этой,

ибо в противном случае белок может свернуться и превратиться в нерастворимый. Для наблюдения в сушильне должно иметь несколько термометров и наблюдать, чтоб жар не был выше 48° Р. Если нет термометра, как это часто может быть в деревне, то должно в сушильне поставить несколько блюдечек с желтым (не белым) свежим воском. Должно смотреть, чтобы теплота сушильни не была достаточна для превращения желтого воска в жидкость. Вообще, чем ниже степень тепла сушения, тем безопаснее белок от свертывания, но зато тем дольше идет выпаривание. Тепло сушильни не должно быть ниже 35° или 40° Реомюра, потому что при низшей степени тепла испарение воды, т. е. сушение белка, идет очень медленно, и белок при этом тепле легко загнивает, тогда как при 35° Р или выше этого не может быть. Для того, чтобы узнать без термометра, выше ли или ниже 40° Р тепло сушильни, должно положить в ней кусок или несколько кусков спермацета: если он сплавится, т. е. сделается совершенно жидким, значит жар достаточен, если же он останется твердым, значит жар сушильни должно усилить. Действительно, спермацет плавится при 49° по Цельзиеву или при 39°.2 Реомюрова термометра.

Сушильнею может служить всякая запирающаяся комната с теплою печью, с отдушниками и с форточками, для того чтобы можно было по произволу увеличивать и уменьшать тепло комнаты. В комнате или избе, назначенной для сушения белка, полезно устроить постоянную тягу воздуха, чтобы ею уносилась влажность, накопляющаяся от выпаривания воды. Для помещения тарелок с белком должно устроить несколько рядов полок. Эти полки лучше всего делать из жердей, чтобы воздух легко проникал между полками и имел постоянное течение и чтобы дно тарелок было в постоянном прикосновении с нагретым воздухом.

Если позволяет место, то лучше всего отделить особую комнату для сушения белка. В ней устроить посредине печь, выгоднее других железную, и трубы ее обвести внутри около стен комнаты. Эта печь может при постоянной слабой топке служить в то же время и для тяги воздуха.

При недостатке помещения можно сушить белок в обыкновенной бане.

Во всяком случае должно постоянно наблюдать за температурою в сушильне и держать ее в тех пределах, какие указаны выше.

При подобном устройстве и предосторожностях сушение белка длится часов тридцать.

Белок должно считать высохшим и готовым, когда он сделается однообразно твердым. Высохший белок образует толщу прозрачную, светлоянтарного цвета, немного растрескавшуюся. Если

бывает взят толстый слой белка, то сушка идет под конец очень медленно, и белок получает коричневый оттенок.

Высохший белок легко отстает от тарелок. Для снимания употребляют деревянные лопаточки.

Описанный способ сушения с успехом был применен г-ном Каш и для сушки других веществ, особенно овощей, например для сушения кислой капусты.

Мы думаем, что из предложенного описания видна простота всей сушки и несложность необходимых для этого приборов и помещений. При показании и небольшом старании каждый крестьянин может заниматься сушкою белка.

Производство сушеного белка столь выгодно, что почти никогда не заботятся об извлечении выгод от желтка, а между тем его получается много. Желток яичный можно употреблять:

1) для пищи и кушанья; для этого употребления можно сохранять его в бутылках по известным способам, служащим для сохранения пищи от порчи;

2) в корм домашним животным и всего лучше в корм тем же курам, которые несут яйца, или на корм цыплятам;

3) на приготовление яичного масла, которое идет в аптеки и для делания прекрасного мыла.

Опишем простой способ, употребленный г-ном Каш для получения желточного, или яичного, масла.

Только что собранный желток разливают на сковороды и ставят в простую русскую натопленную печь и там запекают до того, что желток делается твердым. Так получают желточный блин. Такие блины, не содержащие в себе воды, легко сохранять на леднике или в подвале. Когда много скопится такого запеченного желтка, его рубят в мелкие кусочки сечкою в обыкновенном корыте. Изрубленную толщу просевают сквозь обыкновенное лычное решето. Просеянный желток снова подвергают нагреванию для вытапливания масла. Для того ставят на плиту жестяной сосуд и кладут в него просеянный желток. При нагревании постоянно перемешивают его, что продолжают до тех пор, пока проба, взятая между пальцами, не будет маслянисты. Тогда теплый еще желток кладут в мешки и прожимают или в прессе между нагретыми железными досками или просто жмут в обыкновенном жоме, употребляемом в деревнях для выжимания конопляного и льняного масла.

По способу Генри, описанному в «Polytechnische Centralhalle», 1857, стр. 351, для получения чистого яичного масла поступают так: желток наливают в серебряный сосуд и ставят сосуд в кипящую воду. Там держат желток до тех пор, пока не будет выжиматься из него между пальцами масло. Тогда желток кладут в тиковый мешок и прожимают прессом между двумя железными досками,

наполненными для тепла внутри горячею водою. Полученное масло процеживают и получают лимонно-желтое масло приятного вкуса, с запахом, свойственным желткам, не растворимое в воде и почти не растворимое в алькооле. При взбалтывании или долгом стоянии на воздухе яичное масло скоро теряет свой цвет, а потому его должно сохранять в плотно закрытых склянках.

Для получения мыла обмыливают яичное масло едким кали (или поташным щелоком), как это обыкновенно делается при получении мыла. В «Polytechnische Centralhalle», 1857, стр. 319 советуют смешивать 1 часть такого мыла с 10 частями высушенного желтка и приготовлять из этой смеси с духами мыло.

4) Желток, сверх того, употребляется перчаточниками. Для их употребления можно приготовлять следующую смесь: смешать в ступке 500 частей желтка, 8 частей поваренной соли и 24 части крахмала, хорошо растертую смесь высушить, как белок.

5) Желток можно так же сушить, как белок, и употреблять сушеный желток для пирожных и т. п. Сушеный желток может без вреда сохраняться в плотно закрытых сосудах.

Выжимки, остающиеся от получения желточного масла, составляют все-таки хороший корм для домашней птицы.

Обратимся теперь к ценности получаемых произведений. Из 5 тыс. яиц обыкновенно выходит пуд сухого белка, и они могут дать 30 фунт. яичного масла. Яйца, собранные в мае и апреле, дадут больше, а собранные в июне и июле немного меньше, потому что весенние яйца всегда полновеснее летних.

Цена тысячи яиц в Сибири, особенно Западной, не превышает 2 руб. Пять тысяч, необходимые для пуда сушеного белка, будут стоить 10 руб. Итак, примерный расход на получение пуда сухого белка в Сибири есть следующий:

5000 яиц	10 руб.
Топливо, работа и укупорка	3 »
Доставка в Петербург пуда белка . . .	3 »
Всего . . .	16 руб.

При этом мы получим, не считая желтка и желточного яичного масла, пуд сухого белка. Он стоит в Петербурге в настоящее время более 45 руб. Во всякое время охотно будут приобретать его по 35[1] руб. за пуд.

[1] Мы знаем, что г. Каш (фабрика которого находится в С.-Петербурге, по берегу Ждановки на Петербургской стороне, в доме Катани) всегда с охотою примет большое количество хорошего сушеного белка по 30 руб. за пуд и более.

Итак, барыш для сибиряка очевиден, не считая прибыли от желтка. В восточной России можно всегда приобретать яйца ценою по 5 руб. за тысячу. Тогда расход на яйца будет 25 руб., работа и укупорка 3 руб., доставка 1 руб. Всего 29 руб. Получить можно 35 руб. за белок да рублей 8 за желток.

Во всяком случае, барыш предлагаемой работы несомненен, тем более, что она сподручна при других занятиях и не требует ни больших капиталов, ни особых приготовительных знаний и построек.

Сушеный белок надобно пересылать или в бочках, или в плотных деревянных ящиках. Так идет он и за границу.

Окончим нашу статейку напоминанием, что мы имели в виду ознакомление народа с новым простым и выгодным промыслом и с этою целью приводили только простые приемы. Когда кто-либо вздумает завести большую фабрику для сушения белка, тогда, очевидно, должно будет употребить другие способы, должно будет постараться извлечь выгоду из всего.

ТЕХНОЛОГІЯ

ПО

ВАГНЕРУ.

ВЫПУСКЪ ПЕРВЫЙ.

Цѣна 2 руб. сер.

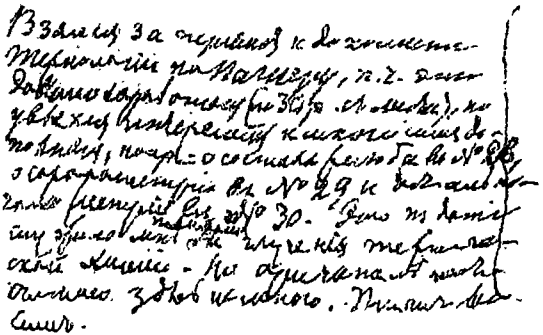
САНКТПЕТЕРБУРГЪ.
Изданіе товарищества «Общественная Польза».
1862.

Печатать позволяется с тем, чтобы по отпечатании представлено было в Цензурный комитет узаконенное число экземпляров.

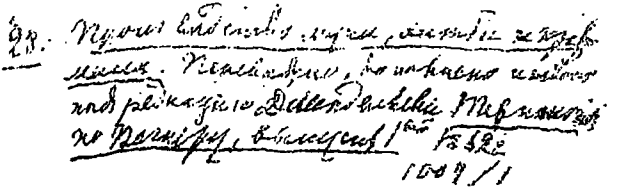
С.-Петербург. Мая 7 дня 1862 года

Цензор Оберт.

ТИПОГРАФИЯ ТОВАРИЩЕСТВА
„ОБЩЕСТВЕННАЯ ПОЛЬЗА"



Взялся за перевод и дополнение Технологии по Вагнеру, п[отому] ч[то] это давало заработок (по 30 р. с листа), но увлекся интересом и много сам дополнял, напр[имер]: о составе хлеба в № 28, о сахарометрии в № 29 и об алкоолометрии в № 30. Это издание служило мне поводом для изучения технической химии. Но оригинального считаю здесь немного. Писал все сам.



28. Производство муки, хлеба и крахмала. Переведено, дополнено и издано под редакциею Д. Менделеева Технология по Вагнеру, выпуск 1-й 1862 г.

1004/1

ПРОИЗВОДСТВО

МУКИ, ХЛѢБА И КРАХМАЛА.

Переведено, дополнено и издано подъ ред. [illegible]

Д. Менделѣева.

ОТ ИЗДАТЕЛЕЙ

Давно уже ощущается в нашей ученой литературе недостаток подробного теоретического и практического руководства по главнейшим техническим производствам, и мы полагаем, что предлагаемый перевод «Технологии Вагнера»[1] может отчасти восполнить этот недостаток. Перевод и дополнение этого подробного руководства принял на себя первоначально профессор С.-Петербурского университета М. В. Скобликов. Им была уже подготовлена к изданию первая часть и около половины второго тома, в то время как его постигла тяжелая болезнь, вследствие которой, к всеобщему сожалению, он и скончался. Это было причиной, что давно уже обещанный публике труд столь долго не являлся в печати.

В настоящее время общее заведывание переводом и дополнениями «Технологии Вагнера» принял на себя г. доцент С.-Петербурского университета Д. И. Менделеев. По его предложению, первоначально мы издаем те отделы, которые имеют наибольшее практическое значение в России, а именно, отделы, касающиеся разработки сельскохозяйственных продуктов. Все издание будет разделено на выпуски, которые будут заключать в себе ряд наиболее сродных между собою производств. Заранее нет возможности определить ни числа, ни общего объема всех выпусков, — примерно их будет около 20, каждый в 15—30 листов, все с необходимыми политипажами.

Так как эти выпуски будут значительно дополнены и многие из них даже вновь обработаны, то все наше издание выйдет под общим названием «Технология по Вагнеру».

Содержание первых шести выпусков.

Выпуск первый. Производство муки, хлеба и крахмала. Дополнения и переработка этого выпуска сделаны г-ном Менделеевым,

---

[1] Theorie und Praxis der Gewerbe. Hand- und Lehrbuch der Technologie v. Dr. Johannes-Rudolf *Wagner,* Leipzig. Последние выпуски немецкого текста (начало 4-го тома) явились в конце 1861 г.

в особенности по книге Вибе, цитированной в тексте. Чтобы судить до некоторой степени о количестве сделанных дополнений, достаточно указать на то, что по немецкому тексту Вагнера статьи о зерновых хлебах и о получении из них муки занимают четыре печатных листа (с 36 политипажами), по русскому дополненному тексту те же отделы занимают около 14 печатных листов (с 46 политипажами). Описание производств хлеба и крахмала дополнено весьма немного противу текста Вагнера.

Выпуск второй. Сахарное производство. Дополнения этого выпуска сделаны г-ном Менделеевым преимущественно по книгам Валькгофа, Шульца и Муспрата; статья же об оптической сахарометрии вновь составлена г-ном Менделеевым.

Выпуск третий. Производство *виноградных вин и пива* переведено и дополнено г-ном Павловым, а производство *спирта* и *водок* переведено и дополнено г-ном Менделеевым. Прилагаемая при этом выпуске подробная статья об *алкоолометрии* вновь составлена г-ном Менделеевым.

Перевод и дополнение трех следующих выпусков производятся г-ном Менделеевым.

Выпуск четвертый. Производство растительных и животных масл и жиров. Сохранение питательных веществ. Молочные производства. Производство табаку.

Выпуск пятый. О дереве и его механической обработке. О сухой перегонке дерева и других горючих материалов, преимущественно для получения жидких и твердых продуктов (смолы, дегтя, скипидара, фотогена, парафина, уксуса, древесного спирта и т. п.).

Выпуск шестой. О горючих материалах и об отоплении, преимущественно же о комнатном и фабричном отоплении, о способах рационального и экономического употребления разных сортов топлива при важнейших технических производствах и об устройстве и размерах разных частей печей.

Приступив к началу обширного издания, требующего больших расходов, мы будем надеяться, что наши специалисты не откажутся сообщить нам свои замечания на этот труд и тем доставят возможность избегнуть в последующих выпусках тех недостатков, которые, может быть, вкрались в первых, а вместе с тем укажут публике то место, которое этот дополненный перевод должен занять среди имеющихся у нас руководств по разным отраслям технических производств.

О ХЛЕБНЫХ ЗЕРНАХ

Средний состав человеческого тела виден из того, что в каждых 100 фунтах его веса:

Белковых веществ и сходных с ними	около	20	фунт.
Жирных и других безазотных веществ	»	3	»
Минеральных веществ или солей, составляющих золу или пепел	»	9	»
Воды	»	68	»

Все эти вещества более или менее быстро выбрасываются из тела. Вода и вещества безазотные выбрасываются (при дыхании) скорее, чем белковые вещества и соли. Пища должна дополнить то, что выброшено, иначе тело потеряет свой обыкновенный состав.

Пища настолько же необходима человеку, насколько вода и топливо нужны паровой машине. Необходимые составные части пищи одинаковы с составными частями человеческого тела: белковые вещества (например белковина яиц, творожина молока и т. п.), безазотные вещества (например крахмал, сахар, жиры и т. п.), вода и соли. Они необходимы, чтобы дополнить те из составных частей тела, которые изменяются, разрушаются, выдыхаются и выбрасываются вследствие движения, деятельности разных частей организма, словом, вследствие совокупности жизненных явлений. Работа паровой машины требует расхода на топливо и воду, работа электрического телеграфа определяется расходом на цинк или другой металл, действующий в гальванической батарее. Так же точно всякая человеческая работа, сознательная ли она или бессознательная (каково, например, биение сердца, дыхание и т. д.), требует расхода на питательные вещества, т. е. на вещества, из которых состоит тело и которые истребляются работою. К таким веществам и относятся именно те питательные начала, которые указаны выше. Белковые вещества входят в состав мускулов, перепонок и других частей тела. Во время жизни эти части постоянно изменяются. Для возобновления их и нужны белковые вещества,

которые составляют азотистую (или пластическую) часть пищи. Безазотистые вещества (содержащие углерод) необходимы для дыхания (которым выделяется углерод) и для образования жиров (сала и т. п.), без которых тело животных не существует. Вода, постоянно извергаемая в виде мочи и испарений кожи и легких, должна также необходимо быть возобновлена, потому что в теле человека до 70% этой составной части. Известные соли необходимы для пищи, потому что ими проникнуты все органы животных: они входят в состав костей и других частей и постоянно извергаются мочой, слюной и др. Всякое питательное вещество, принятое внутрь, только тогда послужит для пополнения истребленного организмом, когда перейдет в кровь, а из крови перейдет к мускулам, дыхательным органам и т. п. Кровь образуется из пищи только чрез всасывание растворенных питательных веществ из желудка и кишечного канала. А потому условием питательности данного вещества должна быть его растворимость, ибо всасываются только жидкости или растворы. Итак, *питательное вещество* есть такое, которое способно (перевариваться) переходить под влиянием желудочных соков в растворимое вещество, переносимое в виде крови для вознаграждения потерь, постоянно происходящих в разных частях живого организма.

Мучнистые зерна, превращенные сперва в муку, а потом в хлеб или сваренные с водою, составляют одни из важнейших питательных веществ жителей большей части земли, потому что содержат и белковые, и безазотистые вещества, и воду, и соли, и способны перевариваться, т. е. проникаться желудочными соками, растворяться и переходить в кровь.

Хлебные зерна молотьбою и веянием отделяют от соломы и шелухи, потому что солома и шелуха содержат преимущественно вещества неперевариме и потому для человека непитательные. Хлебные зерна сушат, потому что невысушенные они портятся, изменяются и дают неперевариме хлеб.

Хлебные зерна мелют, т. е. превращают в муку, чтобы сделать возможным приготовление теста. Сами по себе хлебные зерна не переварими в желудке человека, потому что облечены непроницаемою для желудочных соков и непитательною оболочкою. Измельченные зерна способнее для пищеварения, потому что тогда растворимые и питательные вещества могут иметь большее прикосновение с желудочными соками, чрез то растворяются и переходят в кровь. Чем мельче раздроблены зерна, очевидно, тем лучше — на том основано приготовление муки.

Полученную муку просеивают, чтобы отделить отруби, придающие хлебу неравномерность и содержащие непитательную зерновую оболочку. Мы увидим далее, что в экономическом отношении

это отсеивание отрубей не всегда выгодно, потому что вместе с непитательною оболочкою мука чрез отруби часто лишается значительного количества белкового вещества, лежащего около этой оболочки. Хорошая мельница должна, по возможности, хорошо отделять непитательную оболочку от питательного, мучнистого содержания зерен.

Мука чрез смешение с водою превращается в тесто, чтобы облегчить переваривание. В сухую муку желудочные соки так же бы худо и медленно проникали, как и в крахмал проникает вода. Осталось бы много комков, вовсе не пропитанных соками. Притом сухую муку невозможно было бы употреблять как питательное вещество. Желудочные соки проникли бы в муку, но она удержала бы их, как песок или губка удерживают влажность. Но и простое тесто, т. е. смесь воды и муки, составляет весьма тяжелую пищу, потому что доступ желудочных соков к внутренним частям проглоченных кусков и выход их оттуда был бы недоступен.

Для удобства пищеварения необходимо, чтобы тесто приняло ноздреватый вид, т. е. сделалось легко проницаемым для слюны, желудочного сока и т. п. Этого достигают, производя в хлебе спиртовое брожение от прибавления пивных дрожжей или закваски, т. е. старого бродившего хлеба. Углекислый газ, отделяющийся при этом из массы теста, разрыхляет его, образует в нем пузырьки, или ноздреватость; тесто, как говорят, подымается.

Чтобы прекратить начавшееся брожение, сделать постоянною рыхлость теста и чтобы изменить составные части муки и сделать их легче растворимыми, поднявшееся тесто пекут. При этом улетает часть воды, особенно с поверхности хлеба, где образуется корка, и тесто еще более поднимается как от нагревания бывшего в нем газа, так и от образующихся водяных паров и от разбухания составных частей муки.

Все эти способы обработки, которыми придают зернам хлеба питательность, увеличивая их растворимость, составляют издавна предмет производства. Многие из отдельных частей обработки хлебных зерен давно сделались предметом технических производств, т. е. производятся в большом виде, известными членами общества, для удовлетворения общей потребности. Особенно давно изготовление муки на мельницах, приводимых в движение животными, ветром и водою, сделалось всюду распространенным техническим производством.

Приготовление хлеба из муки должно сделаться со временем столь же мало распространенным в отдельных руках, оно должно соединиться в общественных пекарнях, как превращение зерен в муку стало производиться на мельницах и перестало производиться на ручных мельницах. Уже и в настоящее время хлебопечение в больших и малых городах сделалось специальностью, а потому приобрело уже вид технического производства.

Прежде чем перейдем к описанию приемов этих производств, остановимся на описании состава, свойств и значения главнейших зерновых растений и опишем переработку хлебных зерен в муку. Это необходимо как потому, что свойства хлеба теснейшим образом зависят от свойств и породы хлебного зерна и приготовленной из него муки, так и потому, что строгие исследования о хлебных зернах как питательном веществе произведены преимущественно над зернами, а не над тестом или мукою. А без этих строгих научных данных никакое производство не имеет твердой опоры для усовершенствования.

Хлебными зернами называют преимущественно семена злаков (Caerealia из семейства Gramineae), издавна разводимых. Дикие злаки дают тощие зерна. Свойства разводимых злаков зависят от того, что они уже многие столетия разводятся, отчего порода изменяется. Житом (или хлебами) называют тот род злаков, который в данной местности преимущественно служит для приготовления хлеба. Так, в северной России житом называют ячмень, в средней России, равно как и в северной и средней Германии, — рожь, в южных частях России, во Франции и Англии жито есть пшеница, в юго-западной Германии — полба, в Северной Америке — кукуруза, в Китае — рис. Разведение злаков, дающих хлебные зерна, составляет одно из главных условий благосостояния сельского хозяйства, потому что хлеб составляет главное питательное вещество,[1] а солома, остающаяся при молотьбе, служит для домашних животных и возвращается потом почве в виде навоза.

Разводимые хлебные злаки разделяют на озимые и яровые, как то общеизвестно. Ячмень, рожь, пшеница и полба бывают обоих видов; овес у нас есть только яровой хлеб, т. е. засевается весной и снимается в конце лета. Озимые хлеба всегда, при прочих с яровыми равных условиях почвы, климата и т. д., приносят больше зерен и соломы,[2] потому что засеянные с осени успевают больше куститься и потому дают больше колосьев, тогда как яровые хлеба, не успевая куститься, вытягиваются от весенней теплоты вверх.

Рассмотрим теперь главнейшие виды растений, дающих хлебные зерна, предварительно заметивши, что это изложение мы разделим на следующие отделы, по различию хлебов.

---

[1] Средним числом на каждого жителя приходится около 500 фунт. хлеба в год.

[2] Средним числом злаки дают на 1 часть по весу зерен 2 части соломы. Яровая солома почитается лучше озимой, овсяная солома лучше ячменной, пшеничной и ржаной. Питательность соломы почитают в 2 раза меньше, чем сена, т. е. для корма домашних животных 100 фунт. соломы заменяют около 50 фунт. сена.

Пшеница (ботанический вид Triticum vulgare, по-немецки Weizen, по-французски froment, по-английски wheat) и сходные с нею виды, дающие при обмоле голое зерно.

Полба (бот. Triticum spelta, нем. eigentliche Spelz, oder Weizen, oder Dinkel, франц. épeautre, англ. spet wheat) и сходные с нею: *однозернянка*, или полуполба, или оркиш (бот. Triticum monococcum, нем. Einkorn oder Peterskorn, франц. petit épeautre, англ. St. Peters corn) и *крахмалка*, или *эммер* (Ttiticum amyleum, нем. Emmer oder Reisdinkel, oder romanische Weizen, франц. grand épeautre ou blé de Jerusalem). Эти три вида дают после молотьбы зерна, покрытые пленкою, как обыкновенный овес и ячмень.

Рожь (бот. Secale cereale, нем. Roggen, франц. seigle, англ. rye).

Ячмень (бот. Hordeum vulgare, distichon, trifurcatum и др., нем. Gerbste, франц. orge, англ. barley).

Овес (бот. Avena: sativa, orientalis и др., нем. Hafer, франц. avoine, англ. oats).

Кукуруза, или *маис* (бот. Zea, Mais, altissima и др., нем. Mais, oder Welschkorn, oder türkischer Weizen, oder Kukuruz, франц. blé d'Espagne, ou blé de Turquie, англ. maize, indian corn).

Рис, или сарачинское пшено (бот. Oryza sativa, нем. Reis, франц. ris, англ. rice).

Кроме этих растений, дающих хлебные мучнистые зерна, есть несколько других растений, разводимых также для сбора мучнистых семян. Описавши зерновые злаки, мы упомянем и об этих растениях, имеющих большое значение в питательном и сельскохозяйственном отношении.

Пшеница

Разные породы пшеницы составляют лучший род из всех известных хлебных злаков, потому что пшеничный хлеб по белизне и рыхлости превосходит другие, а по питательности не уступает никаким другим. Оттого предпочтительно пред всеми другими хлебными злаками пшеница разводится там, где только условия климата и почвы допускают ее возделывание. Северная граница разведения обыкновенной яровой пшеницы в Европе идет чрез Шотландию (до 58° с. ш.), чрез южные части Швеции и Норвегии (до 64° с. ш.) и проходит в России около 61° с. ш.

Среднее количество тепла,[1] необходимое для созревания пшеницы, есть около 1500°Р. Она не сносит утренников, а потому распространение ее на севере ограничено. Недостаток необходимой влажности не позволяет пшенице созревать в тропических

[1] Для нахождения этой величины складывают средние температуры всех дней от всхода до созревания.

странах. Там разводят ее в горах. Почва под пшеницу должна быть достаточно, но не сильно, пропитана влажностью, по крайней мере до времени цветения, а потому ранние засухи определяют неурожай. В странах влажных глинистая и суглинистая почвы не годятся для пшеницы, а в странах сухих — песчаные, известковые и рыхлые. Почвы средней плотности в местах не очень влажных наиболее удобны для разведения пшеницы. Пшеница поглощает из почвы преимущественно следующие составные части: кали, фосфорную кислоту, известь, магнезию и кремнезем, что можно видеть из анализа пепла пшеничной соломы и пшеничных зерен:

	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
	в 100 частях пепла от соломы		в 100 частях пепла от зерен	
	по Буссенго	по Фромбергу	по Эрдману	по Петцольду
Кали	9.6	15.5	25.9	25.8
Натра	0.3	—	0.4	2.7
Извести	8.5	4.6	1.9	1.5
Магнезии	5.2	2.4	6.3	12.2
Окиси железа . . .	1.0	1.6	1.3	0.2
Фосфорной кислоты	3.2	2.9	60.4	57.3
Серной кислоты . .	1.0	10.6	—	0.04
Хлор. солей	0.6	1.6	—	—
Кремнезема	70.2	60.6	3.4	0.3

	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10
	в 100 частях пепла [1]		в 100 частях пепла пшеницы		в 100 частях пепла	
	от зерен	от соломы	одесской, зерна	мариольской, зерна	от соломы	[от] зерен
					анализы Вебера	
Кали	3.0	11	30.3	35.8	23.2	0.7
Натра	1.7	0.4	1.0	9.1	3.1	—
Извести . . .	4.0	6.0	3.1	2.0	3.3	6.9
Магнезии . .	12.5	1.4	14.3	14.1	11.7	1.7
Окиси железа	0.5	0.1	0.9	—	1.1	1.6
Фосфорной [кислоты] .	6.7	7.0	45.8	34.4	46.4	5.0
Серной кислоты . . .	1.0	2.5	—	0.2	—	0.7
Хлор. солей .	—	—	—	—	10.0	—
Кремнезема .	3.0	71.0	4.5	4.0	1.2	67.9

[1] Creeping Wheat, анализы Th. Way и G. Ogston. Среднее. Их же анализы и два следующих.

Количество золы около 5% в соломе и в зернах около 1.7. Итак, для соломы требуется особенно много кремнезема, а для семян почти то же количество фосфорной кислоты.

В рациональном хозяйстве поля не удобряют прямо на пшеницу, а ее засевают после клевера, бобовых растений, гречихи и т. п. Количество засеваемых семян должно быть от 6 мер до $1^1/_2$ четверти на десятину. Если засевание производится поздно осенью или при других условиях, не благоприятствующих развитию молодого растения, то сеют чаще, чем тогда, [когда] условия всхода благоприятны.

Вывод пшеницы на десятину изменяется от множества условий, как само собою понятно. Урожай в 9—15 четвертей с десятины считается хорошим. Относительно времени жатвы пшеницы взгляды сельских хозяев различны. В Англии тогда жнут пшеницу, когда зерна ее перестали быть молочными, но еще раздавливаются между пальцами. Белую пшеницу оставляют стоять немного дольше, чем красную. Опыты Ганнама дают следующие поучительные результаты для решения вопроса о времени жатвы пшеницы. Ганнам снимал с одного и того же поля с пяти равных участков пшеницу, которая была вымолочена в феврале:

№	Время жатвы (новый стиль)	Зрелость	Время увоза (новый стиль)	Количество полученных по весу	
				зерна	соломы
1	12 августа . .	Очень зелено	26 августа	72.5	137
2	19 » . .	Зеленое	31 »	67.4	139
3	26 » . .	Незрелое	5 сентября	95.6	125
4	30 » . .	Почти зрелое	9 »	100.0	116
5	9 сентября .	Сов[ершенно] зрелое	16 »	91.0	110

Снятые зерна при помоле на одной и той же мельнице дали:

	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Хорошей муки	75.18	76.6	81.0	77.3	73.0
Худой »	7.18	7.18	5.5	7.6	11.1
Отрубей	17.66	16.18	13.5	15.0	15,9

Из этих опытов видно, что жатва незрелой и не совершенно зрелой пшеницы выгодна как относительно умолота, так и относительно выхода муки. Притом ранний сбор дает солому не столь жесткую и потому более питательную для скота, жатва

производится при более вероятных условиях погоды и не может произойти убыли семян от опадения.

В муке, полученной при опытах Ганнама, Ионсон нашел:

	20 дней до зрелости	10 дней до зрелости	В зрелой
Воды	15.7	15.5	15.9
Белковых веществ	9.3	9.9	9.6

Следовательно, разность в выходе зерен не зависит от разности во влажности, содержащейся в зернах и муке. Напротив того, можно полагать, что из недозрелой пшеницы получается мука, более богатая белковыми веществами, которые, как мы видели, суть одни из существеннейших питательных веществ.

Между многими породами[1] настоящей (непленчатой) пшеницы различают: обыкновенную (Triticum vulgare), английскую (Tr. turgidum), твердозернистую (Tr. durum), калмыцкую (Tr. breviarl-statum), польскую (Tr. polonicum). Последняя, под названием египетской ржи, разводится в западной России и в южных приволжских ее губерниях, и особенно на юге Европы. Калмыцкая разводится в Сибири. Твердозернистая пшеница идет особенно на макароны и крупу, разводится особенно в Италии, Франции, у нас на черноземной полосе. Сюда относятся, кажется, и наши так называемые: белотурка, турка, таганрогская, арнаутка и другие яровые пшеницы Новороссийского края, вывозимые в значительном количестве из портов Черного моря. Почти все ее породы разводятся как яровые. Разные сорты английской пшеницы распространены повсеместно в Западной Европе, особенно в виде озимого хлеба. Солома ее груба, зиму хорошо переносит. У нас мало разводится. Обыкновенная пшеница сносливее других; разводится от самых северных пределов во всей Европе, как яровая (гирка, черноколоска и др.), так и озимая. Солома остистой белой яровой пшеницы этого сорта идет на шляпы.

Состав пшеничных зерен, как и зерен всех хлебных злаков, есть: клетчатка, крахмал, камедь и сахар, масла, белковые вещества, пепел и вода. Так как этот состав имеет важнейшее значение для питательности зерен, то мы рассмотрим сперва эти вещества

---

[1] Для различия пород хлебных злаков мы можем указать из русских книг: Описание сельскохозяйственных растений. Соч. *Лангеталя*, перевод *Н. Панова*, М., 1853, отд. I. — Общепонятное руководство к сельскому хозяйству, *Преображенского*, М. 1855, т. III. В сочинениях *Hamm*, Grundzüge der Landwirtschaft, т. I, *Bibra*, Die Getreidearten, можно найти ту же самую старую систему пород. Первые три сочинения снабжены рисунками колосьев разных пород. Последнее отличается краткостью своего обзора.

в отдельности, а потом скажем об их распределении в зернах и о составе муки.

Количество *клетчатки* в обмолотной высушенной пшенице не превышает 8%. Клетчатка имеет состав $C^6H^{10}O^5$.[1] Она составляет наружную оболочку растительных клеточек, волоконцев и других частей растения. Хлопчатая и писчая бумага состоят почти из чистой клетчатки. Клетчатка не растворима ни в воде, ни в спирте, ни в слабых кислотах, ни в слабых щелочах. Она нисколько не питательна для человека, хотя может давать растворимое вещество — патоку, — служащее для питания как безазотистая пища. Такое превращение в патоку происходит с клетчаткою при продолжительном действии слабых кислот, например слабой серной кислоты, также иногда от действия крепких кислот. Но в желудке человека не происходит подобное превращение, а потому клетчатка не питательна. Должно заметить, что разные сорты клетчатки, смотря по плотности своей, более или менее легко превращаются в патоку, а потому во многих нежных растениях, может быть, и находится клетчатка, способная при действии желудочных соков превращаться в патоку, растворяться и переходить в кровь. Но клетчатка хлебных зерен не имеет этого свойства. Доказательством этому служит то, что она извергается почти в неизмененном виде из желудка. Клетчатка способна растворяться только в некоторых крепких кислотах и в так называемом реактиве Швейцера. Этот последний есть раствор окиси меди в крепком аммиаке. Определение количества клетчатки в зернах основывается обыкновенно на том, что она не растворима ни в воде, ни в спирте, ни в эфире, ни в слабых кислотах и щелочах, тогда как все другие составные вещества зерен растворяются в этих жидкостях. Но при этом способе определения обыкновенно получают неточные числа для количеств клетчатки, потому что должно обрабатывать зерна нагретою кислотою, а тогда часть клетчатки переходит в патоку, растворяется, и потому определение ее количества, как вещества нерастворимого, неверно. Определение клетчатки посредством реактива Швейцера сопряжено с большими затруднениями, а потому лучшим способом для получения всей клетчатки из хлебных зерен остается способ, данный Поджиале (Poggiale). Способ этот состоит в том, что измельченные зерна обрабатывают сперва эфиром, потом спиртом и водою, наконец раствором щелочи. Остаток содержит немного белковых веществ, крахмал и клетчатку. Этот остаток смешивают с водою и настоем солода, который, как это известно из производства пива и хлебного вина, способен производить особое превращение крахмала. Трудность определения клетчатки и состоит именно

[1] Паи новой системы, т. е. C = 12, H = 1, O = 16.

в трудности отделения клетчатки от крахмала, потому что крахмал так же нерастворим в воде, как и клетчатка. По общему способу растворение его производилось слабыми кислотами, которые легко превращают крахмал в патоку и декстрин. Но гораздо лучше произвести это разделение настоем солода, который, не изменяя клетчатку, легко превращает крахмал в растворимые вещества. А потому остаток от обработки зерен смешивают с настоем солода (диастазом), оставляют в теплом месте, процеживают, промывают, сушат и взвешивают. Нерастворенное — будет почти чистая клетчатка. По этому способу Поджиале нашел в зернах египетской пшеницы (Бехери):

	Анализ № 11
Воды	12.175
Крахмала и декстрина	65.440
Белковых веществ	10.335
Жира	2.300
Пепла	1.895
Клетчатки	7.855
	100.000

Для доказательства того, что определение клетчатки по прежнему способу неверно, можно привести не только то, что обыкновенно определяли меньше клетчатки, но и то, что клетчатка, остающаяся от зерен, при действии кислот легко теряет до 20%, потому что превращается тогда в патоку. По прежнему способу в отрубях находили до 10% клетчатки, а Поджиале получил до 30%.

Клетчатка расположена в зернах преимущественно на поверхности. Поверхность зерен покрыта оболочками, которые легко отделить, размачивая зерна в воде. Существует много оболочек, которые и отделяют от белой внутренности зерен при просеивании муки. Оболочки зерна содержат преимущественно пред другими частями зерна клетчатку. Оттого в отрубях более клетчатки, чем в муке. Вес зерновой оболочки составляет около 4% веса всего зерна, но количество отрубей всегда бывает больше, потому что ни одна мельница до сих пор не может вполне отделить оболочки от мучнистого вещества зерен. Мучнистая внутренняя часть зерен содержит не более 2% клетчатки. Чтобы яснее показать эти выводы, приводим несколько анализов.

	№ 12	№ 13	№ 14
Клетчатки	4.2	72.2	70.6
Крахмала, декстрина и др.	63.3		
Белковых веществ	14.4	11.2	13.2
Жирных	1.9	1.1	1.3
Пепла	1.7	?	?
Воды	14.2	15.5	14.3

№ 12 — средний вывод из нескольких анализов пшеницы, с которой снят верхний слой, по Поджиале.

№ 13 — тонкая мука с хорошей мельницы из Нюрнберга, по анализу Бибра.

№ 14 — грубая мука оттуда же, анализ Бибра.

	№ 15	№ 16	№ 17	№ 18	№ 19
Клетчатки	9.7	13.3	12.4	9.2	30.8
Декстрина, крахмала и проч.	53.0	54.1	56.7	67.3	31.6
Белковых веществ	14.9	3.12	10.1		13.5
Жирных	3.6	—	—	4.1	2.9
Пепла	5.7	4.3	5.7	5.6	6.5
Воды	13.9	15.0	15.1	13.8	14.1

Анализы пшеничных отрубей № 15 Миллона, № 16 Вольфа, № 17 Ритгаузена, № 18 Кекуле и № 19 Удемана.

Малое содержание клетчатки и большое содержание декстрина, патоки и проч. в анализах № 15, 16, 17 и 18 показывает, что при них не принято было предосторожностей противу превращения клетчатки в патоку и декстрин. Приведенные выше анализы ясно показывают, что клетчатка всего пшеничного зерна почти вполне переходит в отруби. Действительно, полагая, что в отрубях содержится до 30% клетчатки и что количество отрубей = 20% количества зерна, найдем, что в зерне около 6.7% клетчатки. Действительно, Удеман нашел в высушенных (при 100°) зернах пшеницы 7.2% клетчатки, а Поджиале 7.8 [%]; следовательно, в муке, отсеянной от отрубей, должно заключаться не более 0.7% клетчатки. А потому и понятно, что в обыкновенных анализах муки она не принимается в расчет.

Итак, отсевание отрубей весьма выгодно в том отношении, что удаляет из муки клетчатку, как вещество непитательное.

Главную часть пшеничных зерен составляет *крахмал*. Это есть вещество питательное, хотя не растворимое ни в воде, ни в спирте, ни в эфире, ни в щелочах. Но оно легко переходит в растворимые вещества под влиянием жара, кислот, солода и желудочных соков. В таком состоянии измененный крахмал переходит в кровь. Вещества, в которые превращается крахмал, суть декстрин и патока, как о том будет сказано в статье о крахмале, находящейся в этой же книжке.* Количество крахмала в хлебных зернах и

---

* Здесь не помещается. См.: Технология по Вагнеру, вып. 1, СПб., 1862. [*Прим. ред.*].

особенно в муке можно определить, извлекая из них сперва весь декстрин и сахар водою и потом кипятя остаток с слабою соляною кислотою. На 10 частей муки берут 300 частей воды и 6 частей соляной кислоты. Столь слабая соляная кислота почти не превращает клетчатки в патоку, но весь крахмал переходит в декстрин и патоку. Кипячение продолжают до тех пор, пока остаток не будет давать с иодом синего окрашивания. Это синее окрашивание от иода есть признак крахмала. Ни декстрин, ни патока, ни клетчатка, ни белковые вещества не дают такого окрашивания. Когда иод не производит окрашивания, жидкость охлаждают, процеживают и, прибавивши немного серной кислоты, кипятят, чтобы весь декстрин превратить в патоку. Количество образовавшейся патоки можно определить многими способами, описанными в статье об патоке и о сахаре (что будет объяснено в следующей книге).* По количеству определенной патоки легко найти и количество бывшего крахмала. Крахмал имеет состав $C^6H^{10}O^5$, а патока $C^6H^{12}O^6$. Следовательно, из 81 части крахмала происходит 90 частей (по весу) патоки или, что все равно, 100 частей соответствуют ровно 90 частям крахмала. Этот длинный путь определения количества крахмала обыкновенно заменяется более простым, а именно — определением по остатку. Когда нам известно количество A взятого вещества (муки или зерен), сумма B количеств патоки, декстрина, жира, клетчатки, белковых веществ и пепла, в муке или зернах заключающихся, то разность $A - B$ покажет количество крахмала.

Третий способ определения количества крахмала есть следующий: тесто промывают струею воды. Крахмал уносится и оседает. Его собирают, сушат при 120°, взвешивают и определяют содержание в нем белковых веществ, которые и откидываются от веса.

Многочисленные опыты показывают, что количество крахмала весьма различно в разных сортах пшеницы. Оно изменяется от 80 до 45%. Так, английская пшеница обыкновенно содержит более крахмала, чем немецкая и русская. Чем больше крахмала содержит зерно, тем чище и более выходит муки, но зато и тем тяжелее хлеб, из нее получающийся. Действие климата, повидимому, не оказывает влияния на процентное количество крахмала и других составных частей зерна, хотя и уменьшает урожай. Это видно, например, из анализов пшеницы, сделанных Фелингом и Файстом. Они взяли пшеничные зерна от жатвы плодородного 1850 г. и от жатвы неплодородного 1851 г. Оба сорта

---

* См.: Технология по Вагнеру, вып. 2, СПб., 1862. [*Прим. ред.*].

зерен из одной и той же местности и анализированы были одним способом:

	№ 20 1850 г.	№ 21 1851 г.
Воды	14.78	16.08
Белковых веществ	13.24	12.59
Крахмала и жира	81.95	82.12
Клетчатки	2.84	3.32
Пепла	1.97	1.97

В зернах, снятых с одного и того же поля и различающихся своею плотностью, заметно большое различие в количестве крахмала. Так, тяжелые (сотня таких зерен весила 3.2 г) и легкие пшеничные зерна (100 весят 1.32 г) по анализам Миттенцвея содержат:

	№ 22, тяжелые	№ 23, легкие
Воды	15.64	15.56
Клетчатки	2.54	6.04
Пепла	1.57	1.80
Белковых веществ	11.84	12.97
Жира	2.61	2.39
Патоки	1.41	2.40
Крахмала	64.38	58.84

А потому мука и хлеб, приготовленные из легких зерен, хотя почти так же питательны, как и приготовленные из тяжелых зерен, но мука из них выходит не столь белою. Для посева, как известно, легкие зерна не употребляются, что и понятно: тяжелое зерно содержит около 0.0200 г крахмала, а легкое около 0.0078 г крахмала, судя по предыдущим данным. Следовательно, тяжелое зерно дает для развития зародыша гораздо более пищи, чем легкое.

В неизмененных пшеничных зернах уже заключаются те растворимые вещества, которые способны образоваться из крахмала (и клетчатки) при действии кислот, при смешении с солодом, при прорастании зерна и других обстоятельствах. Эти вещества суть *сахаристое и камедистое* вещества. То сахаристое вещество, которое образуется из крахмала, носит в химии название мальтозы, или крахмальной глюкозы, а в промышленности известно под именем патоки. Свойства и питательность патоки известны каждому. То камедистое вещество, которое заключается в зернах и может быть получено из крахмала, весьма сходно с аравийской камедью и вишневым клеем, хотя и различается от них некоторыми признаками. Его называют декстрином. Оно растворимо в воде и способно от действия кислот, солода и др. превращаться в патоку. Состав обоих веществ близок к составу крахмала и клетчатки.

Патока имеет в сухом виде состав $C^6H^{12}O^6$, а декстрин $C^6H^{10}O^5$. Количество обоих вообще незначительно и, обыкновенно, не превышает 8%, как видно из многих анализов Бибра и Пелиго. Так как крахмал при печении хлеба в желудке и в кишечном канале переходит в патоку и декстрин, то относительно питательности патока и декстрин пшеничных зерен совершенно тождественны с крахмалом. Они извлекаются из измельченных зерен водою (вместе с белковиною) и определяются в виде этого раствора. Патоку отделяют от декстрина на основании того, что только первая растворима в спирте. Обыкновенно при анализе зерен патоку и декстрин определяют вместе с крахмалом, что упрощает анализ, и вывод из такого анализа совершенно хорошо применим к практике, потому что, как мы сказали, питательность, состав и прочее патоки, декстрина и крахмала почти тождественны. Притом при анализе весьма трудно избежать того, чтобы при самом начале часть крахмала уже не перешла в декстрин или патоку.

Маслянистые вещества составляют одну из существеннейших составных частей хлебных зерен. Для извлечения масла зерна измельчают, хорошо просушивают при 100° Ц (при температуре кипячения воды) и потом обливают эфиром, с которым и оставляют стоять несколько времени. Эфир, извлекая маслянистые вещества, вовсе не растворяет других составных частей зерна. Потому эфирный настой зерен сливают и выпаривают. Эфир легко улетучивается, и масло остается, потому что пшеничное масло, как все жирные вещества, не летуче. Когда эфир удален, масло просушивают при 120°, чтобы удалить всю воду, могущую остаться в масле, и остаток взвешивают. Из многочисленных анализов видно, что количество маслянистого вещества в пшеничных зернах изменяется от 1.5 до 3.0%. Это масло пшеничных зерен ничем не отличается от обыкновенных растительных жиров. Оно питательно, как все подобные жирные вещества, и подобно им переходит в кровь и отлагается в виде жира во многих частях тела. Но количество масла в пшеничных зернах, а особенно в муке, столь мало, что относительно питательности это масло имеет весьма малое значение. Гораздо важнее значение этого масла для приготовления теста и для хлебопечения, как показал Пелиго. Масло хлебных зерен придает белковым веществам (клейковине) муки вязкость, что необходимо для приготовления хлебного теста — для того, чтобы тесто поднялось и хорошо пропеклось. Доказательством этому служит, между прочим, следующее наблюдение. Пшеничная мука, из которой удалено все масло эфиром, дает тесто не вязкое, что происходит от особого изменения[1] белкового

[1] Не зависит ли это от обработки эфиром?

вещества зерен. Действительно, обыкновенное тесто, подставленное под струю воды, выделяет крахмал и оставляет тягучую, клейкую массу белковых веществ, которые потому-то и называют клейковиною. Тесто, из которого удалено масло, при обработке струею воды оставляет белковые вещества в виде зернистом и не тягучем. Такая клейковина сама разносится водою и дает оттого воду мутную, как эмульсия. А как вязкость хлебного теста необходима для выхода хорошего теста и так как она зависит от вязкости белковых веществ, в хлебе находящихся, то, значит, с потерею вязкости клейковины выйдет худой хлеб. Из того следует, что малая примесь масла в хлебных зернах имеет большое значение. Потому-то к хорошим сортам муки, заключающим, как мы сейчас покажем, мало масла, прибавляют его при приготовлении хлеба. Прибавление к тесту молока имеет то же значение, потому что молоко содержит маслянистые частицы. Эта примесь маслянистых веществ должна сделать клейковину более вязкою и хлеб более рыхлым, следовательно улучшает достоинство хлеба.

Количество масла в зернах пшеницы зависит, повидимому, от почвы, что видно из следующих анализов Кнаппа:

Пшеница с неудобренного поля содержала	1.4%
Пшеница с поля, удобренного гуано и древесным углем	1.9
Пшеница с поля, удобренного искусственным гуано и пеплом	2.2
Пшеница с поля, удобренного мочою и древесною золою	2.2
Пшеница с поля, удобренного мочою и глауберовою солью	2.0
Пшеница с поля, удобренного мочою и поваренной солью	2.7
Пшеница с поля, удобренного мочою и английской селитрой	2.3

Маслянистые вещества весьма неравномерно распространены в хлебных зернах, доказательством чему служит то, что лучшие сорты муки, составляющие внутренность хлебного зерна, содержат менее масла, чем худшие, получающиеся из более наружных частей зерна. Самые внешние части зерен, образующие отруби, заключают в себе еще более маслянистого вещества. Следовательно, количество масла в пшеничных зернах увеличивается от средины к поверхности. Это видно из того, что при анализе муки одного помола нашли:

В первом сорте муки	1.05% масла
во втором » »	2.36 »
в третьем » » (состоящем из муки и отрубей)	3.6 »

По анализам №№ 13 и 14 (стр. 516) видно, что тонкая (т. е. лучшая, первый сорт) мука содержит 1.1% маслянистых (жирных) веществ, а более грубая мука 1.3%. Из анализов №№ 15—18 видно, что в отрубях около 4.0% жирного вещества. Цельные зерна пшеницы (анализы №№ 22, 23, 11 и др.) содержат около $2^1/_2$ [%] жирного вещества.

Значение крахмала, патоки и жира для питания, повидимому, одинаково. Эти питательные вещества, называемые общим именем *безазотных веществ*, служат, с одной стороны, для образования жира, находящегося в теле, а с другой стороны, — для образования той углекислоты, которая выделяется телом преимущественно в легких. Что безазотные вещества превращаются в теле в выдыхаемый углекислый газ, доказательством тому служат многие опыты и тот факт, что в теле весьма мало таких веществ, а между тем без них жизни быть не может.

Самую существенную и важнейшую часть зерен образуют *белковые вещества*. Крахмал хлебных зерен может быть заменен, хотя не совершенно равным ему, гораздо более дешевым крахмалом картофеля, но картофель содержит только около $2^1/_2$% белковых веществ, а пшеница около 13% белковых веществ, потому картофель не может соперничать с пшеницею и тому подобными веществами относительно питательности, ибо, как мы уже выше говорили, пища животных непременно должна заключать белковые вещества как такие, из которых составлены части тела животных. Животные сами по себе даже из веществ, содержащих много азота, не способны творить белковых веществ, — следовательно, они должны получить эти вещества в пище. Относительно содержания белковых веществ с пшеницей могут соперничать только мясо, разные сорты которого содержат около 20—30% белковых веществ, семена бобовых растений, содержащие около 25% белковых веществ, и еще немногие другие хлебные зерна. Ни рис (8%), ни маис (до 11%), ни один из плодов (около 1%) и корней, употребляемых в пищу, не может соперничать с вышеназванными веществами относительно количества белковых веществ. А эти белковые вещества и составляют главную часть (исключая воды) крови, мускулов и т. п. Действительно, кровь содержит около:

Воды	78.8
Белковых веществ (и кровяных крупинок)	20.0
Жирных веществ	0.4
Солей	0.8

Следовательно, пища должна необходимо содержать белковые вещества, способные переходить в кровь. Белковые вещества хлебных зерен столь сходны с белковыми веществами крови и мяса,

что при действии желудочных соков легко переходят в раствор и всасываются в кровяные жилы, т. е. из пищи переходят в кровь. Белковые вещества, при всем своем разнообразии в свойствах, имеют почти постоянный химический состав:

Углерода	53.7
Водорода	7.0
Азота	15.6
Серы	1.1
Кислорода	22.6
	100.0

Из этого видно, что главное отличие белковых веществ от всех вышеназванных составных частей хлебных зерен состоит в содержании азота (и серы). Весьма важно для практики это замечание о содержании азота, потому что оно дает простое средство определить количество белковых веществ, заключающихся в зернах.[1] Для этого стоит узнать, сколько азота содержит зерно. Весь этот азот входит в зерно в виде белкового вещества. Потому количество азота пропорционально количеству белкового вещества. А как в 100 частях белкового вещества 15.6 части азота, то, значит, каждая часть азота соответствует 6.4 части белкового вещества.[2] Так, например, в пшеничных отрубях Бибра нашел 2.78% азота. Из этого следует, что 100 частей отрубей содержат 2.78×6.4, т. е. 17.8% белковых веществ. И действительно, Бибра выделил из отрубей 17.9% белковых веществ. Пелиго, давший этот способ определения содержания белковых веществ, подтвердил точность его многими анализами. Определение же азота производится по общим способам, которые употребляются для того при анализе органических веществ. Для этого сожигают органическое вещество, накаливая его в смеси с окисью меди в трубке, наполненной углекислотою. При этом на счет кислорода окиси меди сгорают и весь углерод и весь водород, бывшие в составных частях зерна, а азот, смешанный с углекислотою, выделяется в виде газа. Этот газ собирают в измерительную трубку. Примесь углекислоты удаляют едким кали. Остается один азот, по объему которого и определяют его вес. Определение азота можно произвести проще, накаливая смесь муки с известью и едким натром. Тогда весь азот выделяется в виде аммиака, который и улавливают в сосуд с известным количеством растворенной кислоты (например щавелевой). Аммиак насыщает часть взятой кислоты. Определяя обыкновенными (кислотомерительными или асидометрическими) способами количество свободной кислоты до опыта и после опыта,

[1] Прежде обыкновенно определяли количество белковых веществ по количеству нерастворимой клейковины, что очень не точно.

[2] $100 : 15.6 = x : 1$, откуда $x = 6.4$.

найдем количество кислоты, насытившейся аммиаком. А это количество может служить для определения количества аммиака и азота. 100 частей щавелевой кислоты $H^2C^2O^4$ насыщаются 37.78 частями аммиака NH^3, которые соответствуют 31.11 частям азота. Так, например, если нашли, что при анализе 0.570 г пшеничной муки насыщалось 0.0450 г щавелевой кислоты, это значит, что образовалось 0.0170 г аммиака или содержалось 0.0140 г азота, т. е. 2.46% азота или 15.7% белкового вещества.

В зернах пшеницы содержится не одно белковое вещество, а несколько различных. Между белковыми веществами различают обыкновенно три главных сорта: *белковина* (альбумин) в воде растворима, от нагревания раствора и от сильных кислот свертывается. Кровь заключает в своей сыворотке значительное количество этого белкового вещества. Яичный белок есть почти чистый раствор несвернувшегося белка. Крутое яйцо содержит свернувшийся белок. *Творожина* (казеин) находится в молоке, сыре (твороге), в бобах и проч. Она свертывается от действия кислот, но раствор ее не свертывается от нагревания. *Волокнина* (фибрин) находится вместе с белковиною в крови и скоро свертывается сама собою при выпуске крови из жил. Она известна только в этом нерастворимом или свернувшемся виде. Такая волокнина составляет главную часть мяса или мускулов животных. Итак, каждое белковое вещество способно свертываться, т. е. переходить из растворимого состояния в нерастворимое. Как все три вида белковых веществ, так и состояния их (например свернувшаяся и несвернувшаяся белковина) не отличаются между собою ни по составу, ни по главным свойствам. А эти главные свойства белковых веществ состоят: a) в способности их гнить, выделяя дурной запах (аммиака и сернистого водорода), если они оставлены на воздухе и с водою; b) в способности их вообще легко изменяться в свойствах и составе, почему их называют иногда протеиновыми веществами;[1] c) в способности растворяться в щелочах и некоторых кислотах; d) в способности растворяться от действия желудочных соков и переходить в кровь. Многие исследования показали, что можно превращать каждый вид белкового вещества в каждый другой вид. Из этого следует, что разность в свойствах разных белковых веществ не имеет весьма большого значения для питательности белковой пищи.* Заметим здесь, что кожа, кости,

[1] От Протея, изменчивого мифического существа.

* Это мнение в настоящее время нельзя считать правильным: с усовершенствованием методики определения аминокислот и изучения пищевых достоинств различных белков доказано, что отсутствие в составе белковой пищи некоторых аминокислот ведет к тяжелым последствиям и даже гибели подопытных животных. [*Прим. ред.*].

хрящи, клей, рога и тому подобные животные вещества, весьма сходные по многим свойствам с белковыми веществами, не могут образовать их, потому что в теле животных они происходят чрез разрушение белковых веществ, имеют совершенно другой состав, чем белковые вещества, и потому не служат для образования белковины и волокнины крови, и питательность их весьма мала.

В хлебных зернах заключается весьма легко отделяемая белковина. Чтобы получить ее, муку обливают водою, оставляют стоять и смесь процеживают. Процедившаяся вода содержит в растворе смесь белковины, декстрина и патоки. Кипятя раствор, можно видеть, что оседают клочья свернувшейся белковины. Для определения количества белковины в зернах водяной настой муки выпаривают досуха, взвешивают и в остатке определяют количество азота, т. е. и количество белковины. Разность между весом всего сухого остатка и весом белковины покажет количество патоки и декстрина, которые извлекаются из зерен водою.

Количество белковины в пшенице обыкновенно не превышает 4%. Кроме белковины, свертывающейся от кипячения, вода извлекает из пшеничных зерен еще белковое вещество, не свертывающееся от кипячения.

Все те белковые вещества, заключающиеся в хлебных зернах, которые в воде не растворимы и с нею только разбухают, называются *клейковиною*, или клебером, или глютиною (от немецкого названия Kleber и от французского glutine). Для отделения клейковины пшеничную муку смешивают с водою и катают в тесто. Такое тесто, размяв в руках, подставляют (в мешке) под струю воды, которая уносит крахмал и другие составные части теста. Остаток есть клейковина. Высушивши и взвесивши ее, определяют ее относительное содержание в муке. Клейковина, полученная из пшеничного теста, образует однообразную, желтоватую, упругую массу, если мука имеет хорошие качества. Упругость и вязкость клейковины есть необходимое условие для получения хорошего хлеба, потому одно из средств испытания муки есть получение из нее клейковины, что очень легко. Клейковина от слежавшейся, проросшей, затхлой и вообще такой муки, которая не дает рыхлого хлеба и легко образует запек, имеет вид зернистой массы, мало упруга, не однообразна и трудно отделяется от крахмала. Эти свойства имеет, например, клейковина из муки молотой так, что она сильно нагрелась на мельнице от большой скорости вращения жернова. Состав клейковины есть состав белковых веществ, смешанных с небольшим количеством примесей. Слабый раствор едкого кали, крепкая уксусная кислота и вода, содержащая $^{15}/_{10000}$ соляной кислоты, растворяют клейковину. Спирт, особенно нагретый, растворяет 1 часть клейковины. Та часть, которая в спирте

растворяется, называется глютином (Glutine végétale). Горячий спиртовой раствор мутится при охлаждении. То, что оседает, называют растительною творожиною; то, что остается в растворе и после охлаждения, — растительным клеем (Бибра).[1] Раствор всего глютина мутится от прибавления воды. Глютин разделяет многие свойства творожины; например, он легко растворяется в аммиаке и осаждается кислотами. Осажденный глютин имеет все свойства свернувшейся творожины и потому называется иногда казеином хлебных зерен.

Та же часть клейковины, которая не растворяется даже в кипящем спирте, весьма сходна с волокниною крови и называется потому *растительным фибрином*. Итак, в пшеничных зернах заключаются следующие белковые вещества:

Растительная белковина, растворима в холодной воде,
» казеин, или глютина (и клей) } нерастворимы в воде,
» фибрин, или волокнина } образуют клейковину.

Разделение их, из всего вышесказанного, очень просто. В пшеничных зернах более других белковых веществ заключается растительного фибрина. Повидимому, в оболочке зерна заключается наибольшее количество белковины. Внутренние части зерна, дающие лучшую по виду муку, содержат менее белковых веществ, чем внешние части зерна (исключая самую наружную оболочку). Эти выводы можно сделать из сравнения нижеприведенных анализов:

	№ 24, лучшая мука	№ 25, более грубая	№ 26, другой сорт лучшей муки
Воды	15.54	14.25	14.45
Белковины	1.34	1.45	1.38
Глютины	1.03	0.75	1.29
Фибрина и др.	8.59	11.64	8.24
Крахмала	63.65	61.79	65.34
Сахара и камеди	8.58	8.85	8.12
Белковых веществ всех вместе	11.16	13.19	10.91
Клейковины вымывается	7.66	6.59	7.85

Эти анализы сделал Бибра. Мука №№ 25 и 24 взята при одном и том же помоле:

	№ 27, пшеничные отруби, анализ Бибра	№ 28, то же, Удеман	№ 29, то же, 3-й сорт
Воды	12.70	14.07	14.40
Белковины	3.52	—	—
Глютины	0.22	—	—
Фибрина и др.	14.18	—	—
Крахмала	21.76	26.11	29.31
Всех белковых веществ	17.92	13.46	15.41

[1] В клейковине хорошей муки Бибра нашел 71% фибрина, 16% клея, 7% казеина и 6% жира.

Из этих и многих других анализов можно заключить, что количества крахмала и белковых веществ находятся в обратном друг к другу отношении: в муке с увеличением количества крахмала уменьшается количество белковых веществ и обратно. А как белковые вещества составляют главнейшую питательную (пластическую) часть хлеба и содержатся преимущественно в менее чистой муке, то из этого и должно заключить, что менее чистая мука питательнее самой белой. В этом смысле обыкновенно и говорят, что отсеивание отрубей уменьшает питательность муки и ее количество. Но взамен убыли общего количества белкового вещества лучшие сорты муки богаты клейковиною, которая обусловливает хлебопечение (№№ 24 и 25).

Количество белковых веществ весьма изменчиво в разных сортах пшеничных зерен, что зависит, по всей вероятности, единственно от качества почвы и удобрений. Лучшим доказательством этого может служить то, что Буссенго и Ле-Бель нашли в пшенице гораздо более белковых веществ, чем все прочие исследователи.

	В 100 частях зерен		В 100 частях муки
	отрубей	муки	белковых веществ
Мекксская пшеница	32.0	68.0	23.8
Барто-пшеница	13.2	86.8	22.7
Озимая	38.5	61.5	18.3
Данцигская	21.0	76.0	22.7
Сицилийская	18.0	82.0	22.1
Русская	19.5	80.5	24.3

Это объясняется тем, что анализы эти были сделаны не над пшеницею с полей, а над зернами, выращенными в парижском Jardin des plantes, где, несомненно, все условия почвы и влажности благоприятствовали росту пшеницы гораздо более, чем в полях.

Один и тот же сорт пшеницы разведен был Буссенго в поле и в саду. Полевые зерна содержали 14.3% клейковины, а садовые 21.9, из чего ясно, что почва имеет весьма большое значение для содержания белковых веществ. Бекк нашел для зерен североамериканской пшеницы:

	№ 30	
	от	до
Воды	10.87	14.0
Белковых веществ	7.23	16.35
Крахмала	63.10	74.12
Декстрина, клетчатки и т. п.	6.40	14.90

Русская пшеница, возделываемая на черноземе, особенно арнаутка, почитается богатою белковыми веществами (хотя на то и нет достаточно строгих данных), английская бедна ими. Немецкие, французские и американские сорты пшеницы имеют почти один состав, и именно средний по содержанию крахмала и белковых веществ, что видно, например, из анализов Крокера и Горсфорда:

	Крахмала	Белковых веществ	Воды	Пепла
Пшеничная мука из Вены № 1	56.33	16.51	13.85	0.70
» » » » № 2	56.62	11.69	13.65	0.66
» » » » № 3	50.20	19.17	12.73	1.01
Talavera-Weizen из Гогенгейма .	47.57	13.98	15.43	2.80
Whitington-Weizen оттуда же . .	45.13	14.72	13.93	3.13
Сандомирка	45.21	14.51	15.48	2.40

Следующие результаты анализов Пелиго дополняют предыдущую таблицу:

	№ 31, blé Herisson, 1842 г.	№ 32, poulard roux, 1840 г.	№ 33, poulard bleu conique, 1844 г.	№ 34, mitadin du midi	№ 35, польская пшеница
Воды	13.2	13.9	14.4	13.6	13.2
Жирных веществ	1.2	1.0	1.0	1.1	1.5
Нерастворимых в воде белков .	10.0	8.7	13.8	14.4	19.8
Белковины . . .	1.7	1.9	1.8	1.6	1.7
Декстрина	6.8	7.8	7.2	6.4	6.8
Крахмала	67.1	66.7	59.9	59.8	55.1
Клетчатки[1] . . .	—	—	1.5	1.4	—
Солей	—	—	1.9	1.7	1.9

	№ 36, венгерская пшеница	№ 37, египетская пшеница	№ 38, испанская пшеница	№ 39, одесская пшеница	№ 40, таганрогская пшеница
Воды	14.5	13.5	15.2	15.2	14.8
Жирных веществ	1.1	1.1	1.8	1.5	1.9
Нерастворимых в воде белков .	11.8	19.1	8.9	12.7	12.2
Белковины . . .	1.6	1.5	1.8	1.6	1.4
Декстрина	5.4	6.0	7.3	6.3	7.9
Крахмала	66.6	58.8	63.6	61.3	57.9
Клетчатки[1] . . .	—	—	—	—	2.3
Солей	—	—	1.4	1.4	1.6

В промышленном отношении весьма важно знать содержание *воды* в хлебных зернах и муке, потому что различие в содержании воды должно иметь большое влияние на цену зерен и муки.

[1] Количество клетчатки весьма мало.

Ничего не стоющая вода при продаже на вес может иметь большое значение. Чтобы определить содержание воды, поглощенной данною пшеницею или мукою, их должно взвесить и нагреть до 100 или 120° по Цельзию, чтобы вода улетучилась. Убыль в весе покажет количество воды, потому что зерна почти не заключают никаких других летучих веществ, кроме воды. Многочисленные анализы показывают, что пшеничные зерна содержат постоянно от 13 до 16% воды, которую теряют при высушивании до 100°, если лежали на воздухе [1]. Это постоянство количества влажности весьма выгодно для промышленности, потому что позволяет по весу зерен судить о количестве купленного питательного вещества. Определение по объему, как то производится у нас, не имеет этого достоинства, как мы вскоре покажем. В 100 частях пшеницы Удеман нашел:

	№ 41 В 100 частях пшеницы	
	лежавшей на воздухе	высушенной при 100°
Крахмала	57.0	67.9
Декстрина	4.5	5.4
Глютина	0.42	0.5
Белковых веществ, растворимых в воде	1.81	2.2
Фибрина	9.27	11.0
Жирных веществ	1.8	2.1
Клетчатки	6.1	7.2
Пепла	1.7	2.0
Воды	16.0	—
Других веществ и потери	1.4	1.7

Числа второго столбца, очевидно, вычислены по числам первого столбца.

Мука содержит почти такое же количество влажности, как и сами зерна. Она должна, впрочем, быть более богата влажностью, чем зерна, потому что способность зерен удерживать (гигроскопическую) влажность зависит от крахмала, а мука содержит больше крахмала (в 100 частях), чем зерна.

---

[1] Вероятно при высушивании до 120° зерна еще потеряют часть воды, потому что крахмал удерживает много воды и при 100° (см. о крахмале). *

* См.: Технология по Вагнеру, вып. 1, СПб., 1862. [*Прим. ред.*]

Нам остается теперь упомянуть о *пепле*, или золе, остающемся при сожигании муки и зерен. Он, как всякий пепел, или зола, содержит негорючие и нелетучие так называемые минеральные вещества. Всякое растение содержит эти вещества в большем или меньшем количестве. Оно поглощает их из почвы в виде растворов. Зная состав пепла данного растения, мы можем рационально поступать при удобрении полей для этого растения. Так, например, зная, что пшеничные зерна содержат много кали и фосфорной кислоты, особенно последней, мы не можем надеяться получить урожая зерен, если долго будем разводить пшеницу на одном и том же поле. Положим, что каждый год с поля свозятся только зерна, все же в каждом зерне увозится фосфорная кислота, бывшая в нем. Очевидно, что настанет время, когда в почве уже недостаточно будет фосфорной кислоты для развития пшеничных зерен. Чтобы продолжить урожаи, нужно не только отнимать от почвы, но и возвращать ей взятое — в виде удобрения. Чтобы знать, что надо возвратить, должно знать, что отнимается от почвы в виде растения. Это-то и показывают анализы пепла растений. Определение состава пепла растений, употребляемых в пищу, имеет еще и другое важное значение. Кровь, в которую превращаются питательные вещества, мясо, кости и все части тела содержат минеральные (или пепел составляющие) вещества. Они, как и все составные начала тела, уносятся из организма. Большая часть минеральных веществ уносится из тела в виде мочи. Следовательно, пища должна вознаграждать потерю этих веществ и потому должна содержать минеральные вещества и именно те, которые содержатся в крови и уносятся мочою. Эти вещества суть по преимуществу соли, и главным образом соли калия, натрия, магнезии, окиси железа и извести, фосфорнокислые соли и соли, содержащие хлор. Если кормить животное пищею, весьма богатою белковыми и безазотными веществами, но нисколько не содержащими солей, то животное умрет, как от голода, и названные вещества не будут перевариваться. Зола, или пепел, крови происходит от золы, или пепла, хлеба, мяса, овощей, соли и т. д., поглощаемых в пище. Лучшие питательные вещества должны содержать почти те же минеральные вещества, как и кровь. Пшеница и многие другие хлебные зерна и в этом отношении удовлетворяют условиям питательности. Особенно две составные части крови: фосфорная кислота и щелочь (в избытке) должны непременно заключаться в пище, потому что они-то и делают белковые вещества растворимыми. В 100 частях золы человеческой крови около

32% фосфорной кислоты и
58% щелочей: кали, натра, извести.

В пепле пшеницы (анализы №№ 3—9)

от 30 до 60% фосфорной кислоты и
» 60 » 30% щелочей.

Следовательно, в этом отношении пшеничная пища весьма питательна, потому что именно содержит необходимейшие для крови минеральные вещества. Но кровь содержит много хлористых и известковых солей, которых очень мало в пшенице. Поваренная соль, в значительном количестве употребляемая в пищу, отчасти вознаграждает этот недостаток, потому что вносит в кровь хлористые соли, а молоко, мясо и многие овощи дополняют недостаток извести. Должно заметить, что минеральные вещества находятся в зерне в соединении с белковыми и другими составными началами. Чтобы определить количество золы (пепла или минеральных веществ) хлебных зерен, их сожигают: все горючие вещества сгорают, а остаются негорючие примеси, или пепел. Это сожигание требует больших предосторожностей, потому что пепел легко уносится газами, образующимися при горении. Для того предложено много способов, описание которых, равно как и описание способов самого анализа, мы не можем привести здесь. Все необходимое для этой цели можно найти в каждой подробной аналитической химии. Относительное количество пепла в зернах пшеницы не более $2^1/_4$ и не менее $1^1/_2\%$ на 100 частей сухих (высушенных при 100°) зерен. Обыкновенно на 100 частей зерен находят около 1.6% золы, а на 100 частей сухих зерен около 2.0% золы.[1] Это число, повидимому, не изменяется ни от почвы, ни от состава зерен. Так, например, одна и та же порода пшеницы (Hopston wheat) содержала:

	Количество пепла
На песчаной почве	1.61
То же	1.71
На глинистой почве	1.63
То же	1.69

как показали опыты Way и Ogston, которые по поручению Лондонского (Royal Agricultural Society) королевского земледельческого общества произвели одну из весьма полных работ над пеплом питательных растений. Они показали, что количество пепла в зернах весьма мало изменяется и настолько же изменяется от различия породы, как и от различия почв. Количество фосфорной кислоты в пепле зерен и муки определяет качество белковых

[1] В шелухе пшеничных зерен около 10% пепла и в нем до 80% кремнезема, отчего зависит, конечно, и жесткость этой шелухи.

веществ, в зерне заключающихся, как это видно особенно из многих анализов, сделанных Мейером (1858). В 100 частях сухих пшеничных зерен:

	Фосфорной кислоты	Азота
Озимая пшеница из Шлейсгейма . . .	1.185	2.29
Арнаутка оттуда же	1.053	1.93
Озимая пшеница из Трисдорфа	1.163	2.31
» » » Гельшгейма . . .	1.156	2.31
» » » Трисдорфа	1.149	2.26
» » » Гейсфельда	1.125	2.32
» » » Литцендорфа . . .	1.060	2.18
» » » Менхсгофена . . .	1.027	2.24
» » оттуда же	1.009	2.21
» » из Мартингсгоге . . .	0.997	2.19
» » » Бренберга	0.935	2.01

Как видно, количества азота (т. е. и белковых веществ) и фосфорной кислоты довольно постоянны. Средним числом можно положить, что в пшенице (в 100 частях сухих зерен) находится 1.1 части фосфора и 2.2 части азота, или на 1 часть фосфора 2 части азота. В зернах, которые заключают больше растворимого белкового вещества, это отношение изменяется, и именно приходится на 1 часть фосфорной кислоты более 2 частей азота (до 3 в бобовых). А известно, что фосфорная кислота способна образовать с белковыми веществами особые соединения, потому и должно полагать, что растворимые белковые вещества содержат менее фосфорной кислоты, чем такие нерастворимые вещества, как клейковина.[1] Из анализов Мейера видно также, что разные сорты пшеничной муки содержат различное количество фосфорной кислоты, а именно — белые сорты менее, чем более грубые сорты. Это подтверждает мнение о зависимости между белковыми веществами и фосфорными солями, потому что, как мы уже видели, белая мука содержит меньше белковых веществ, чем более грубая. Потому-то и относительно солей низшие сорты муки питательнее, чем самые высшие. Зола отрубей состоит преимущественно из фосфорных солей, а не из кремнеземных солей, как зола кожуры, остей, соломы и т. п. Количество золы в отрубях больше, чем в муке, что опять показывает невыгоду откидывания отрубей.

Рассмотревши состав пшеничных зерен, скажем теперь о их *плотности* и весе сыпучих мер. Плотность зерен показывает, во сколько раз они тяжелее воды. Для определения плотности можно

---

[1] Оттого, может быть, щелочи способны растворять белковые вещества. Мускулы содержат избыток фосфорной кислоты.

употреблять следующий всем доступный способ, дающий достаточно точный результат. Берут склянку с узким горлом и притертою стеклянною пробкою (скляночку от духов). Положим, что вес ее $= p$. В такую склянку вливают чистой (дождевой или, еще лучше, перегнанной и прокипяченной, после прокипячения охлажденной до обыкновенной температуры) воды до самого верха и тогда вставляют стеклянную пробку, но так, чтобы в склянке не осталось нисколько (ни одного пузырька) воздуха. Склянку тщательно снаружи вытирают, стараясь не разогревать руками. Вытертую склянку взвешивают на хороших весах и находят, положим, вес склянки с водою $= P$. Значит, вес воды в склянке $= P - p$. Откупоривши склянку, всыпают в нее отвешенное количество зерен, наблюдая, чтобы вместе с ними не попали пузырьки воздуха. Когда насыпано будет все количество зерен, то склянку вновь, как прежде, запирают пробкою, обтирают и взвешивают. Положим, что вес всыпанных зерен был $= q$,[1] а вес склянки с зернами и водою $= Q$. Зная эти величины, легко найти плотность зерен. Для этого должно разделить вес зерен q на вес воды, вытесненной зернами. А этот вес равен весу воды $(P - p)$, наполняющей весь сосуд, без веса воды, оставшейся в сосуде при взвешивании сосуда с зернами и водою. Этот же последний вес равен весу Q без веса сосуда p и веса зерен q. Следовательно, вес вытесненной воды $= P - p - (Q - p - q)$ или равен $P - Q + q$, а потому плотность зерен мы получим, если разделим их вес q на сумму весов склянки с водою P и зерен q, без веса склянки с водою и зернами Q. Следовательно, плотность зерен равна

$$\frac{q}{P + q - Q}.$$

Итак, для нахождения плотности нужно сделать три взвешивания: q — зерен, P — склянки с водою и Q — склянки с водою и зернами. Например, взято $10^1/_4$ золотников зерен пшеницы, вес склянки с водою равен $23^1/_2$ золотникам и вес склянки с зернами и водою равен 26 золотникам. Это значит, что $q = 10.25$ золотника, $P = 23.50$ золотника, и $Q = 26.00$ золотника, а потому плотность испытуемых зерен будет равна

$$\frac{q}{P + q - Q}, \text{ или } \frac{10.25}{23.5 + 10.25 - 26.00}, \text{ или } \frac{10.25}{7.75}.$$

---

[1] Чем больше зерен, тем точнее опыт, а потому надо брать столько зерен, чтобы осталось по возможности мало воды в склянке.

Разделивши 10.25 на 7.75, получим 1.323. Эта величина и показывает плотность взятых зерен. Заметим, что для довольно точного результата весы должны показывать до 1/1000 веса, или на фунт 1/10 золотника, когда определяемые веса q, P и Q не менее 10 золотников.

Вес одного стакана или одной мерки, или четверти, или вообще какой-либо сыпучей меры зерен зависит не от одной плотности их, но и от формы зерен, способа насыпания, от влажности и т. п. Уже по этому одному он не имеет большого значения для определения достоинства зерен, тогда как плотность их показывает их достоинство. Между прочим, многие исследователи нашли, что чем плотнее зерно, тем больше в нем белковых веществ (или азота), т. е. тем оно питательнее. Так, по исследованиям Рейсета:

Название сорта пшеницы	Невысушенная пшеница			В 100 частях высушенной пшеницы		
	плотность	вес одной меры	воды при 100°	пепла	азота	белковых веществ
		(в золотниках)				
Пулард, полузрелая	1.290	739.6	14.10	2.14	1.71	10.68
Белая, английская зрелая	1.347	767.4	14.47	1.88	1.88	11.75
Из Шармуаз . .	1.350	774.2	14.97	2.10	1.87	11.68
Баркерова пшеница, введенная, 1851 г. .	1.371	793.0	16.51	1.88	1.83	11.43
Белая русская, разведенная в Невшателе .	1.378	816.0	15.00	1.97	2.03	12.68
Неаполитанская белая, яровая, 1851 г.	1.381	801.1	14.13	2.11	2.23	13.93
Виктория, яровая	1.381	745.1	15.49	2.02	2.45	15.31

Итак, ни продавать, ни покупать зерна по мере невыгодно: иногда хорошие тяжелые зерна занимают малый объем, иногда гораздо больший. Знание же плотности зерен может дать некоторое ручательство за достоинство пшеничных зерен. Зерна, наиболее богатые белковыми веществами, имеют плотность от 1.40 до 1,37.

Из многочисленных исследований Бибра приводим следующую таблицу:

	Азота		Плотность	
	от	до	от	до
Южногерманская пшеница озимая . . .	2.85	1.63	1.43	1.33
» » яровая . . .	2.39	1.55	1.50	1.30
Северогерманская » (Tritic. vulgare mutic.)	2.92	1.57	1.54	1.34
Шотландская пшеница	2.34	1.77	1.52	1.39
Испанская »	3.86	1.80	1.54	1.36
Русская яровая (Tr. durum) из Саратова	3.47		1.45	
Русская яровая (Tr. vulgare aestivum) Енисейск	2.65		1.37	
Пшеница из Рязани	2.37		1.40	
Яровая (Tr. vulgare aestivum) саратовская	1.67		1.37	
Алжирская	2.48	1.40	1.59	1.30
Австрийская	1.60			

Повидимому, нет строгого отношения между плотностью зерен и содержанием белкового вещества.

В практике обыкновенно цена зерен определяется главным образом количеством белой муки, которую дают зерна при помоле на одной и той же мельнице. Это делается потому, что белая мука ценится выше серой, а отруби весьма малоценны. А как белизна муки и теста, от нее происходящего, зависит главным образом от богатства крахмалом, то, значит, цена муки не пропорциональна количеству питательнейших белковых веществ. На этом основаны все усилия получить из зерен наиболее белой муки, чего и достигают усовершенствованием мельниц, как мы скажем при их описании. Заметим здесь, что разные сорты пшеницы, по преимуществу, различаются именно количеством муки и отрубей, которые они дают. Но строгих сравнений почти нельзя делать в этом отношении, потому что отношение между количествами разных сортов муки и отрубей зависит не только от сорта зерен, но преимущественно от достоинства мельниц. Как бы то ни было, но все же выход муки и отрубей имеет столь большое практическое значение, что мы приводим несколько наблюдений относительно этого предмета.

Достоинство пшеничных зерен в практике обыкновенно определяют по форме, виду и цвету зерен. Лучшими сортами для засева и хлебопечения считают пшеницу, зерна которой полны, гладки, однообразного цвета, однообразной величины, полупрозрачны. Зерна не просвечивающие содержат обыкновенно много крахмала и дают много хорошей муки, но такая мука содержит мало клейковины и

плохо подымается. Белые зерна обыкновенно считаются крахмалистыми, красные клейковинными, а потому белые ценятся выше. Наша арнаутка и турка дают почти прозрачные твердые желтоватые зерна.

Принимают, что 100 частей пшеничного растения дают средним числом:

Зерен	23%
Мякины	4
Соломы	58
Жнива	15

Десятина дает при хорошем урожае около 12—15 четвертей зерна, или от 120 до 150 пуд., потому что средним числом четверть пшеницы весит 10 пуд.

В Мюнхене получают средним числом на 86 частей пшеничной муки до 11% отрубей, потеря при помоле простирается до 3%. По опытам Кречмара, из 100 частей зерна получается средним числом:

Муки	84.0
Отрубей	9.5
Потери	6.5

Опыты, сделанные в Виртемберге, показали, что 100 частей пшеницы дают:

Муки	77.60
Отрубей	10.60
Mehlgebühr oder Milter	6.25
Потери	5.55

В Париже обыкновенно получают:

Белой муки	69
Черной »	6
Отрубей	19
Потери	6

По показаниям Меж-Мурье, отношение получающихся веществ следующее:

	Не совершенно зрелые	Зрелые зерна	
Белой муки	73.89	74.30	72.06
Серой »	15.95	12.39	14.25
Отрубей	10.14	13.31	13.69

Другие подробности об этом предмете мы рассмотрим при описании превращения зерен в муку, а теперь вкратце опишем другие главнейшие виды хлебных зерен.

Полба и с нею сходные

Эти сорты пшеницы получаются после молотьбы с пленкою (кожурою), как зерно овса, а потому перед помолом эти зерна должны быть обрушены для удаления пленки.

Полба, подобно самой пшенице, имеет много разновидностей: с остями и без остей, с белым (например порода Vögeles Dinkel) и красным (например порода тирольская) колосом, озимая и яровая. Она весьма распространена в южной Германии. В России она мало распространена (в волжских губерниях). Ее разведение более надежно, чем разведение настоящей пшеницы, хотя полба требует тепла не менее (даже более), чем сама пшеница, потому что полба менее требовательна на почву и климат, а главное — она сносливее выносит неравности климата, чем сама пшеница.

100 частей зерен после обрушивания дают средним числом:

Обрушенных зерен	73 части
Кожуры (мякины)	24 »
Пыли	3 »

Или вообще $^1/_4$ зерна состоит из кожуры жесткой, непитательной и потому предварительно отбрасываемой.

100 частей обрушенной полбы при помоле дают обыкновенно:

Муки	83—90 частей
Отрубей	9—15 »
Пыли	3—6 »

Буссенго нашел, что в полбе:

	В 100 частях зерен		В 100 частях муки белкового вещества
	отрубей	муки	
Белые зерна	26.9	73.1	22.1
Красные зерна	21.9	78.1	24.1

Но этот анализ нельзя считать верным, потому что он показывает слишком большое содержание белкового вещества. Новейшие анализы показывают, что полба имеет состав весьма сходный с составом пшеницы, и если есть преимущество в содержании белковых

веществ, то очень незначительное. Фелинг и Файст нашли в 100 частях обрушенных полбенных зерен, высушенных при 100°:

	Из Офенгаузена		Из Кирхберга	
	№ 42, 1850 г.	№ 43, 1851 г.	№ 44, 1850 г.	№ 45, 1851 г.
Белковых веществ	13.71	17.46	14.12	14.16
Крахмала и жира	82.92	78.60	82.90	82.30
Клетчатки	1.26	1.84	0.92	1.41
Золы	2.11	2.10	2.06	2.13
Воды в 100 частях несушеных зерен	12.67	14.33	15.06	14.86

Анализы Бибра дают для полбенной муки не меньшее содержание белковых веществ (если взять во внимание то, что предыдущие анализы отнесены к сухой, а следующие к сырой полбе):

	№ 46, мука из немецкой полбы	№ 47, мука из полбы средней Франции
Воды	14.38	14.42
Белковых веществ	10.45	9.68
Сахара	1.41	1.74
Камеди	2.48	3.20
Жирных веществ	1.32	1.40
Крахмала [1]	69.96	69.55
Дает клейковины	6.19	6.13

Это показывает, что на 100 частей сухих зерен полбы должно считать, по анализу Бибра, 12.1 и 11.6% белковых веществ. Из этого видно, что полба не богаче пшеницы белковыми веществами. Но, повидимому, она богаче пшеницы крахмалом. Это может объяснить, почему полбенная мука дает более тяжелое тесто, чем настоящее пшеничное. Из полбы часто готовят крупу.

Однозернянка, или полуполба, получила свое название от того, что в каждом колоске ее сидит только по одному зерну. Она разводится преимущественно в нагорных странах: в Швейцарии, Виртемберге, в баденском Шварцвальде и частью в западной Франции. Колос ее сжатый, прямой, остистый. Она снослива к нагорному климату и каменистой почве, но период ее развития очень длинен. Солома ее очень жестка, зерна с кожурою. Хлеб из нее невкусен,

[1] Бибра не принял во внимание пепла и клетчатки, и потому количество крахмала должно считать меньше.

но она дает хорошую крупу и хороший корм лошадям. 100 частей зерен по обрушивании дают около 75 частей зерна. Эти зерна дают:

Муки	84
Отрубей и потери	14

155 фунт. (или 1 шеффель) виртембергской однозернянки дают, по наблюдению Шверца, 114 фунт. (75 частей) зерен, [из них] 95 [фунт.] муки и 16 [фунт.] отрубей.

По Метцгеру,

100 л однозернянки весят	40.8 кг

которые дают:

Зерен	30.0 кг

Из них выходит:

Муки	25.0 кг
Отрубей	4.4 »

Буссенго получил из 100 частей зерен

79.2 части муки и
20.8 » отрубей

А из 100 частей муки он получил 24.8 части белковых веществ. Горсфорд и Крокер нашли при анализе необрушенной однозернянки, собранной в окрестностях Гиссена и высушенной до 100°:

	№ 48
Белковых веществ	13.20
Крахмала и т. п.	54.63
Клетчатки	24.89
Золы	2.10

Из этого можно примерно заключить, что 100 частей высушенных обрушенных зерен заключают около 17.0% белковых веществ, а невысушенные около 12% белковых веществ.

Крахмалка, или эммер, разводится в Виртемберге, Пфальце и Швейцарии, но немного, и то больше для крупы. Колос у него сжатый, плевы стоят плотно, обыкновенно с остями, зерна трехгранные. Разводят и озимый и яровой эммер; но последний чаще, чем первый, и различают белый, красный и черный. Муку дает гораздо хуже пшеничной и хуже полбенной. По опытам Шверца, из 184 фунт. (1 шеффель) виртембергского эммера получается:

Зерен	138 фунт.
Муки	120 »
Отрубей	18 »

Реннгард нашел в 100 частях обрушенных зерен:

	№ 49
Воды	15.25
Белковых веществ	10.34
Крахмала и жира	69.32
Клетчатки	2.30
Пепла	2.02

Рожь

После пшеницы рожь составляет главнейший хлебный злак умеренных стран. Она выносит гораздо более северный климат и потому преимущественно распространена в странах более северных, чем пшеница. Это зависит не от того, что рожь для своего созревания требует меньшей суммы тепла, а от того, что она сноснвее к ночному и утреннему холоду и к туманам северных стран. Действительно, при опытах в Горыгорецке Рего нашел, что число градусов тепла, необходимых для яровой ржи от времени всхода до созревания зерен средним числом (в 102 дня в 14°.6) 1489°, тогда как для яровой пшеницы арнаутки было потребно (103 дня в 14°.1) 1452°; для яровой белой, усатой полбы (113 дней в 13°.6) 1532° и для ярового, белого эммера (111 дней в 13°.1) 1454°. Разведение ржи особенно распространено в средней полосе России (до 63° с. ш. на востоке и до 65° на западе), в Финляндии (в средней части, граничащей с севера Улеаборгом), в северной Германии и на возвышенностях Швейцарии (до высоты 4000 футов над ур. м.). В Швеции ее разводят до 70° с. ш. Умеренный холодный климат особенно благоприятен разведению ржи, потому что она не боится, даже любит весенние холода и требует тепла только в течение $3^1/_2$ — 4 месяцев. Осенние холода вредят ей тогда только, когда холодная погода застанет ее до налива зерен. Относительно почвы рожь предпочтительно родится на легкой глинистопесчаной почве. Для распространения ржи весьма важно то, что она родится на песчаных и легких почвах, хотя в этом случае и требует тщательной обработки.

Между породами ржи различают яровую (ярица) и озимую (например куст[ист]ая, ваза, Иванова рожь). Первая разводится редко, особенно же когда померзнет озимая рожь. Яровая рожь дает меньшие зерна и более мягкую солому, чем озимая. Кроме обыкновенной озимой ржи отличают еще кустистую рожь, которая при редком раннем посеве сильно кустится. Она дает очень хорошие урожаи и длинную солому на тучных полях. Ее преимущественно разводят в гористых местностях Западной Европы и во многих губерниях России. Клейковатая рожь отличается толстою

оболочкою и темным зерном. Ее много разводят в России на черноземной почве, потому что она дает хорошие урожаи. Кроме этих различают еще и многие другие породы ржи.

Рожь четырех сортов дала по опытам, произведенным в Эльдене в 1852 г.:

Посев на гектар, [1] в гектолитрах	Снято с гектара, в килограммах	
	зерен	соломы и мякины
2.16	2004	5380
2.16	1713	4961
2.16	1768	5388
2.4	2229	5051

Засевают обыкновенно от 10 мер до 2 четвертей на десятину. Обыкновенный урожай ржи 5—10 четвертей с десятины; 15—20 четвертей есть очень хороший урожай.

100 частей растения (ржи) дают обыкновенно:

Зерен	24.4
Соломы и мякины	59.5
Жнива	16.1

Количество соломы считают обыкновенно в $2^1/_4$ раза больше количества зерен. Четверть ржаных зерен весит около пуда.

Ржаные зерна дают обыкновенно около 1.6% пепла или, высушенные, до 2%. В 100 частях пепла ржаных зерен содержится:

	№ 50	№ 51	№ 52
Кали	31.89	11.43	33.83
Натра	4.33	18.89	0.39
Извести	2.84	7.05	2.61
Магнезии	9.86	10.57	12.81
Окиси железа	0.80	1.90	1.04
Фосфорной кислоты	46.03	57.81	39.92
Кремнезема	1.42	0.69	9.22
Серной кислоты	0.17	0.51	0.18

№ 50, рожь из Гиссена, анализ Фрезениуса, Вилля и Бишона; № 51, рожь из Элеве, анализ тех же; № 52, рожь из Киддерминстера, анализ Way и Ogston.

---

[1] Гектар немного более $^1/_{10}$ десятины; гектолитр = 3.8 четверика; килограмм = 2.44 фунта.

Из этого видно, что для ржи, как и для пшеницы, потребна почва, содержащая кали и натр, магнезию и фосфорную кислоту, и что состав ржаной золы столь же близок к составу кровяной золы, как и состав пшеничной золы. Как относительно минеральных веществ, так и относительно других составных частей, зерна ржи весьма близки к зернам пшеницы. Фелинг и Файст нашли в ржаных зернах, высушенных при 100°, следующее отношение составных веществ:

	№ 53	№ 54	№ 55	№ 56	№ 57	№ 58	№ 59
	кустистая рожь из Гогенгейма, 1850 г.	Из Оксенгаузена		Из Кирхберга		Из Эллвангена	
		1851 г.	1850 г.	1850 г.	1851 г.	1850 г.	1851 г.
Белковых веществ . .	15.83	13.29	12.32	13.20	13.83	14.20	10.40
Крахмала и жира . . .	78.58	82.07	83.70	83.59	81.85	81.51	85.25
Клетчатки	3.29	2.59	2.08	1.24	2.33	2.47	2.33
Пепла	2.30	2.05	1.90	1.97	1.99	1.82	2.02
В 100 частях зерен воды, улетучивающейся при 100°	14.04	14.66	12.62	14.07	14.70	14.66	14.49

Должно заметить здесь, что в Германии 1850 г. был плодоносным, а 1851 г. неурожайным. Из этих анализов видно, что количество влажности ржаных зерен средним числом = 14%, так же как и количество влажности пшеничных зерен. Количество белковых веществ в несушеных зернах поэтому можно положить изменяющимся от 9 до 18%. Ни в одном из известных анализов ржаных (несушеных) *зерен* количество белковых веществ не превышает 12—13%, из чего можно *было бы* заключить о малой питательности ржи. Действительно, так и утверждается в большинстве руководств, которые обыкновенно приписывают ржаному хлебу меньшую питательность, чем пшеничному. Но строгое сличение данных опровергает этот вывод и дает повод думать, что только в зернах ржи заметна разница с зернами пшеницы по количеству белковых веществ, потому что в ржаной муке нашли столько же и даже больше белковых веществ, чем в пшеничной муке. Это показывает, что белковые вещества в ржаном зерне распределены равномернее, чем в пшеничном, и что ржаные отруби и оболочки составляют вещество менее богатое белковыми веще-

ствами, чем пшеничные отруби. Эти выводы подтверждают нижеследующими анализами.

Состав *зерен* тяжелых (каждое зерно весит 0.025 г) и легких (зерно весит 0.0129 г), по анализам Ал. Мюллера:

	№ 60, тяжелые зерна	№ 61, легкие зерна
Воды	18.34	16.46
Клетчатки	3.52	4.64
Пепла	1.40	1.80
Белковых веществ	9.08	10.06
Жирных	2.33	2.81
Сахара	0.36	0.62
Крахмала	64.97	63.59

Фюрстенбергер (№ 62) и Поджиале (№ 63) нашли в ржаных зернах:

	№ 62		№ 63
Декстрина	3.78	}	66.5
Крахмала	65.32		
Клейковины	3.96	} 7.30	8.8
Белковины	3.34		
Жира	1.92		2.0
Воды	14.8		15.5
Клетчатки	6.07		6.4

Исследования Мейера показали, что в 100 частях сухих ржаных зерен от 2.88 до 1.91 [части] азота и от 1.014 до 0.903 фосфорной кислоты; Бибра нашел от 3.64 до 1.50 азота и плотность зерен от 1.50 до 1.38.

Из 100 частей ржаных зерен получают:

Муки	85 частей
Отрубей	9—10 »
Потери	5—6 »

Брейт показывает, что 100 частей ржи дают:

Муки разных сортов	76.3
Отрубей	12.0
Пыли	5.4
Milter,	6.3

По анализам Горсфорда и Крокера, ржаная мука содержит:

	№ 64	№ 65
	Венская мука	
	первый сорт	второй сорт
Воды	13.78	14.68
Белковых веществ	10.34	15.96
Крахмала и т. п.	52.39	46.49
Золы	1.33	1.07

В сухой ржаной муке Эйнгоф нашел 12.76 [%] белковых веществ
» » » » Грейф » 15.8 » »
» » » » Буссенго » 10.5 » »

Анализируя три сорта несушеной ржаной муки, Бибра нашел в них:

Белковины	1.565	2.800	2.799
Глютина	2.800	2.753	2.537
Фибрина	7.361	7.735	7.374

Или всех белковых веществ:

11.726	13.288	12.710

Это показывает, что ржаная мука не беднее пшеничной белковыми веществами, но гораздо беднее ее крахмалом. Ржаные отруби обратно: богаче пшеничных крахмалом и беднее белковыми веществами. По анализам Удемана, ржаные отруби содержат:

	№ 66
Воды	14.55
Белковых веществ	14.50
Сахара и камеди	7.79
Жира	1.86
Клетчатки	21.35
Крахмала	38.19
Пепла	3.53

Итак, ржаной хлеб нельзя считать менее питательным, чем пшеничный, а меньшее количество крахмала делает ржаной хлеб легче переваримым. Различие в хлебе из ржаной и пшеничной муки зависит главным образом от различия в клейковине обоих сортов хлеба. Пшеница дает полупрозрачную вязкую и упругую клейковину, а рожь, смешанная с водою и промытая под струею воды, оставляет зернистую, не столь упругую и не столь вязкую клейковину. От этой причины зависит то, что ржаной хлеб менее порист или не так рыхл, как пшеничный. В этом смысле ржаной хлеб труднее переварим, чем пшеничный.

Ржаная мука, как известно, никогда не бывает столь бела, как пшеничная. О причине, по которой ржаная мука дает черный, а пшеничная белый хлеб, мы знаем еще очень мало. То, что известно об этом предмете, будет указано при хлебопечении. *

Ячмень

Между зернами, употребляемыми для приготовления хлеба, ячмень занимает одно из последних мест, потому что содержит, сравнительно с другими сортами хлебных зерен, мало азотистых веществ, как это видно из следующих анализов, сделанных с обрушенными зернами.

Наибольшее количество белковых веществ нашли Фелинг и Файст, разлагавшие ячменные зерна иерусалимского ячменя из Гогенгейма (№№ 67 и 68), ячменя из Охсенгаузена (№ 69), Кирхберга (№ 70) и Эльвангена (№№ 71 и 72). Нижеприведенные числа относятся к 100 частям сухих (высушенных при 100°) зерен:

	№ 67 1850 г.	№ 68 1851 г.	№ 69 1851 г.	№ 70 1850 г.	№ 71 1850 г.	№ 72 1851 г.
Белковых веществ . . .	15.73	13.76	12.01	13.14	12.16	12.88
Крахмала, камеди и т. п.	78.60	78.55	81.08	79.81	81.04	79.53
Клетчатки	2.85	4.96	4.13	4.13	4.18	4.55
Золы	2.82	2.73	2.78	2.92	2.62	3.04
Количество воды в несушеных зернах . .	13.97	13.73	15.19	15.60	15.17	13.91

Следовательно, на 100 частей несушеных зерен приходится от 13 до 10% белковых веществ. Обыкновенно находят еще меньшее содержание белковых веществ. Так, Лавес (№ 73) и Томсон (№ 74) нашли в невысушенных зернах, лежавших на воздухе:

	№ 73	№ 74
Воды	16.3	13.1
Белковых веществ	8.75	10.46
Крахмала, клетчатки, декстрина	72.65	73.75
Золы	2.30	2.69

Риттгаузен нашел в ячмене, собранном в 1854 г. в окрестностях Лейпцига:

	№ 75, озимый ячмень	№ 76, перловый ячмень
Воды	16.14	14.18
Пепла, или золы	2.27	2.60
Клетчатки	8.48	6.43
Белковых веществ	8.50	11.16
Крахмала, декстрина и проч.	64.61	65.63

* См.: Технология по Вагнеру, вып. 1, СПб., 1862. [*Прим. ред.*]

Удеман нашел в ячменных зернах:

	№ 77			
	100 частей невысушенных зерен		100 частей высушенных зерен	
Крахмала	53.8		65.7	
Декстрина	4.5		5.7	
Глютины	0.28		0.3	
Белковины	0.28		0.3	
Белковых веществ, растворимых в воде, но от кипячения не свертывающихся	1.55	9.70	1.9	11.8
Нерастворимых белковых веществ	7.59		9.3	
Жирного вещества	2.1		2.5	
Клетчатки	7.7		9.4	
Пепла, или золы	2.5		3.1	
Вытяжных веществ и т. п.	1.6		2.0	
Воды	18.1		—	

Бибра нашел, что количество азота на ячменных зернах сильно изменяется от 2.50 (голый ячмень) до 0.43 (черный, голый ячмень — Victoria).

Чтобы судить о возможном богатстве ячменной муки белковыми веществами, должно заметить, что, по анализу Поджиале (№ 78), зерна ячменя содержат около 10% оболочек, почти начисто состоящих из клетчатки. Эти оболочки, очевидно, отбрасываются при просевании муки:

	№ 78
Крахмала и декстрина	60.3
Белковых веществ	10.7
Жирных	2.4
Золы	2.6
Клетчатки	8.8
Воды	15.2

Если откинем 8.8% клетчатки, то в 100 частях зерна (без оболочки) должно бы заключаться до 11.7% белкового вещества. Обыкновенная ячменная мука содержит меньше белкового вещества, потому что в отрубях остается много белкового вещества. Это видно не только из анализов Эйнгофа (№ 79), сделанных над ячменною мукою, но из анализов Бибра (№ 80) ячменных отрубей:

	№ 79	№ 80, отруби	В 100 частях тех же отрубей без клетчатки
Клетчатки	7.29 (?)	19.40	—
Белковых веществ	29.9	14.38	18.01
Крахмала, сахара	72.39	53.75	67.11
Декстрина		—	—
Золы	11.03	12.0	14.88
Воды			

Но анализы, сделанные Бибра над мукой двурядного ячменя (Hordeum distychon) из Нюрнберга (№ 81) и из Канеля (№ 82),

показывают гораздо большее содержание белковых веществ:

	№ 81	№ 82
Воды	14.00	15.00
Белковых веществ	14.39	12.99
Декстрина	6.33	6.74
Сахара	3.04	3.20
Жира	2.23	2.17
Крахмала	60.01	59.90

Если бы эти два последние анализа можно было считать положительно верными,[1] то тогда должно было бы думать, что мука некоторых сортов южного ячменя не уступает и даже превосходит в питательности пшеничную муку.

Анализы золы ячменных зерен ясно показывают, что относительно минеральных составных частей ячмень ни в каком случае не может заменить пшеницы или ржи, потому что содержит гораздо менее фосфорной кислоты и очень много кремнезема. По анализам Way и Ogston 100 частей пепла содержат:

	№ 83	№ 84	№ 85	№ 86	№ 87
	Зерна				Шелуха или мякина
Кали	21.14	20.77	27.43	31.55	7.70
Натра	—	4.56	0.05	1.06	0.63
Извести	1.65	1.48	2.79	1.21	10.67
Магнезии	7.26	7.45	8.67	10.17	1.26
Окиси железа	2.13	0.51	0.09	1.02	1.46
Серной кислоты	1.91	0.79	2.72	0.27	2.99
Кремнезема	30.68	32.73	23.60	24.56	70.77
Фосфорной кислоты	28.53	31.96	26.01	28.64	1.99
Хлористых солей	5.66	—	8.90	1.47	1.10
Золы в зернах (невысушенных)	2.14	2.25	2.43	2.12	14.10

Анализы Эрдмана (№ 88), Вельтмана (№ 89) и Мосмана (№ 90) дали сходные с этими результаты для состава пепла ячменных зерен:

	№ 88	№ 89	№ 90
Кали	20.9	17.0	17.5
Натра	—	5.9	6.3
Извести	1.7	2.7	3.1
Магнезии	6.9	7.2	6.8
Окиси железа	2.1	0.5	0.5
Фосфорной кислоты	38.5	30.5	31.0
Серной »	—	1.4	1.5
Кремнезема	29.1	33.1	33.7
Хлора	—	1.3	1.3

[1] Бибра во многих своих анализах хлебных зерен упускает из виду определение пепла, а в муке определение клетчатки.

Бибра тоже нашел от 23.5 до 28% кремнезема в золе ячменя.

Ячмень разводится в более или менее значительном количестве повсеместно, потому что идет как главный материал для приготовления солода на пивоваренные, на винокуренные заводы и на подмесь к ржаной муке в (кислосладком) хлебе.

Большое содержание крахмала делает ячмень выгодным для винокурения во многих местах, богатых рожью и другими хлебными злаками. В южных странах ячмень идет на корм домашних животных. Кроме того, ячмень идет в значительном количестве на приготовление ячменной крупы. Обрушенные и особым образом округленные твердые зерна лучших сортов ячменя идут для приготовления так называемой перловой крупы. Из ячменя приготовляют суррогат кофе, иногда готовят крахмал, отличающийся хорошими качествами, хотя и уступающий пшеничному. Ячменные зерна идут на муку преимущественно только в самых северных и высоких нагорных странах, потому что в этих странах ячмень удается лучше всех других хлебных зерен. Причиною этому служит главным образом то, что ячмень, сравнительно с пшеницею и рожью, требует меньше тепла. Так, по 9-летним наблюдениям, сделанным в Горыгорецком институте, шестистрочный яровой ячмень требует 1276° тепла, т. е. созревает 88 дней (считая от всхода), которых средняя температура была 14°.5. В самых северных частях Финляндии ячмень засевают в конце мая и собирают в половине августа, так что там среднее число дней созревания ячменя (например в Кеми) около 75 дней, считая от всхода до созревания и жатвы. Это свойство ячменя делает его драгоценнейшим хлебным злаком северных стран, чему способствует сносливость ячменя относительно перемен климата и свойств почвы.

Судя по числу и положению рядов зерен в колосе, различают многие сорты ячменя:

a) *Обыкновенный* четырехрядный, или четырехстрочный, ячмень (Hordeum vulgare), который также называют шестистрочным ячменем, разводят чаще других видов. Зерна сидят обыкновенно в шести рядах и при молотьбе или выпадают, или остаются с мякиною или кожурою, которую при помоле на муку должно обрушить, потому что мякина эта вовсе не питательна.

Сюда относят разновидности: шестистрочный озимый ячмень остается с мякиною, обыкновенный яровой ячмень, разводимый у нас голый, или небесный, ячмень, зерна которого при помоле вываливаются, как зерна пшеницы, из кожуры или мякины; гималайский ячмень, дающий голые кругловатые и зеленоватые зерна. Эти два вида ячменя дают муку лучше, чем другие.

b) *Двурядный*, или двухстрочный, ячмень. Зерна его стоят в двух рядах и плотно сидят в кожуре или мякине. Колос длинный,

сплюснутый с параллельными остями. Этот вид ячменя разводят особенно для приготовления солода.

с) *Трехзубчатый*, или трехлопастный, ячмень отличается отсутствием остей. Колоски (мякина или кожура, в которой сидят зерна) сверху снабжены тремя лопастями. По виду колосьев он сходен с пшеницею. Из него сделали особый ботанический вид Crithо aegiceras.

Из новых разновидностей введены: *кавалерский* ячмень, который выгоден по большому урожаю зерен; *иерусалимский* ячмень, едва отличающийся от обыкновенного голосеменного ячменя, и *шотландский* ячмень, который предпочтительно употребляют для круп, потому что он дает большие зерна, содержащие много крахмала.

Ячмень обыкновенно сеют на теплую глинистую и глинисто-песчаную почвы. Лучше других под ячмень идет известково-глинистая почва. Ячмень засевают то яровой, то озимый. Озимый ячмень удается лучше в умеренном и влажном климате, чем в сухом. Посев производят в конце августа нов. ст. или в начале сентября нов. ст., по крайней мере в Германии. Жатва в начале июля нов. ст. Посев ярового ячменя в умеренных странах приходится во второй половине апреля нового стиля.

Обыкновенно 100 частей ячменного растения дают:

Зерен	27.3
Соломы мягкой	54.0
Жнива	18.7

Урожай ячменя обыкновенно сам-четыре — семь, засев около 15 четвериков на десятину. По опытам Митчеля (при засеве 4 гл на гектар), урожай ячменя:

Ячмень	Посев (новый стиль)	Время зрелости (новый стиль)	Жатва, в килограммах	
			зерен	соломы
Обыкновенный	10 апреля	29 августа	2189	2903
Кавалерский	10 »	7 сентября	2080	3018
Обыкновенный	28 »	21 »	2548	3273
Кавалерский	28 »	21 »	2585	3432
Обыкновенный	5 мая	21 »	2090	3711
Кавалерский	5 »	21 »	2445	4093

Из этого видно, что посевы около 28 апреля выгоднее других (для 1849 г. и в испытанной местности). Тот же Митчель пробовал урожай разных сортов ячменя на хорошей почве, засеявши все сорты 25 апреля.

Ячмень	Время зрелости (новый стиль)	Зерен на каждый гектар, в килограммах	Вес 1 гл. в килограммах
Черный	20 сентября	2197	53.6
Шестирядный	10 »	1309	56.6
Шотландский	12 »	3353	64.6
Обыкновенный	8 »	3418	63.6
Кавалерский	15 »	3372	65.3
»	15 »	3484	66.0

Из чего видно, что кавалерский ячмень есть самый добротный как по мере зерен с десятины, так и [по] весу одной меры.

По Буссенго и Эйнгофу, ячменные зерна (100 частей) дают:

Муки	68.6	70.05
Отрубей	18.4	18.75

Овес

Овес реже других разводимых злаков идет для приготовления хлеба: хлеб из него тяжелый, невкусный. Его муку употребляют разве для некоторых сортов кушанья — для супа, киселя и т. д. Зерна же его имеют огромное потребление для корма домашних травоядных животных, например лошадей, домашней птицы. Заметим уже здесь, что овес хотя богат белковыми веществами, но не употребляется для хлебопечения, потому что не может давать вязкого теста, что зависит от особенностей белкового вещества, в нем заключающегося.

В ботаническом отношении различают два вида овса:

a) *Метельчатый* овес — обыкновенный (Avena sativa). Колоски такого овса сидят на ножках, равномерно распределенных во все стороны от оси, так что эти ножки образуют нечто вроде мутовки. Некоторые его породы снабжены остями, другие без остей. Он бывает белый, черный, бурый и голубой. На этих и некоторых других признаках основано деление этого вида на многие породы. Обыкновенный озимый овес, разводимый в Англии и Франции (зимних морозов не переносит), отличается тяжестью зерен и хорошим урожаем. Наиболее других распространен обыкновенный яровой овес. Сибирская, или камчатская, порода овса отличается желтыми тяжелыми и толстыми зернами и толстой мякиной. Так называемый картофельный, или поздний, овес дает белые круглые и короткие зерна с полной кожурою или мякиною.

b) *Одногривый* (знаменевидный), или *восточный*, овес (Avena orientalis) со сплюснутой метелкой, зерна которой висят все с одной стороны, так что целая метелка имеет вид знамени или флага. Он сослив к весенним морозам и дает хорошие урожаи. Кроме того, различают *горный*, или *короткий*, овес (Avena brevis) и *голый*, или *татарский*, овес (Avena nuda). Первый легко

отличать по его малым, круглым зернам по двум остям каждого колоска и длинным ножкам колосков; последний же, в отличие от всех других пород овса, дает при обмолачивании голое зерно, без кожуры или мякины.

Овес сносливее всех других хлебных злаков особенно относительно почвы. Он требует почти такое же количество тепла, как и рожь. Судя по 9-летним опытам в Горыгорецком институте, яровой и английский овес средним числом созревают в 104 дня (считая от всхода), которых средняя температура = 14°.3, следовательно, требует до 1487° тепла. Оттого северная граница разведения овса близка к границе разведения ржи. В Швеции разводится до 67° с. ш. Относительно же почвы овес превосходит сносливостью и пшеницу, для которой нужна глинистая почва, и рожь, требующую песчаной почвы, и ячмень, требующий смешанной почвы. Овес переносит всякую почву, исключая голой, твердой песчаной почвы и известковой. Даже мшистая и подсохшая болотная почвы не вредят овсу.

Опыты Шобера показывают относительный урожай разных пород овса (посев был = 5.66 гл на гектар), в килограммах:

Овес	На гектаре уродилось		Вес гектолитра
	зерен	соломы и мякины	
Однозерный	2321	4182	51.0
»	2397	4335	51.0
»	2244	4641	50.75
Черный	2468	3907	56.5
Ютландский	2300	4024	61.16
Английский (гопетоун)	2040	5610	60.80
То же	2270	3978	59.25

Гэ (Нау) в 1850 г. испытал в Шотландии следующие сорты овса:

	[Зерен]		
	[посев на 1 гектар, в гектолитрах]	[уродилось, в килограммах]	[вес 1 гектолитра, в килограммах]
Картофельный овес	5.4	3211	52.5
Sheriff oats	4.6	3062	52.5
Berlie	5.6	2533	51.2
Hopeton	6.0	2294	50.0
Blainslie	6.1	2170	46.4
Sandy	5.5	2092	50.0
Angus	5.0	2092	48.8
Barbachla	6.9	1815	45.1

Отношение между весом мякины и мучнистых зерен весьма значительно изменяется в разных породах овса, чего не замечается в других зернах, которые при молотьбе не выпадают из кожуры. Не только породы овса, но, повидимому, способ обработки, время года, почва, удобрение и др. имеют значительное влияние на количество мякины в обмолотом овсе. Оттого показания разных исследователей весьма различны в отношении:

			Зерна	Мякины
Поджиале	получил	. . . . .	73.50	26.50
Буссенго	»	. . . . .	78.00	22.00
Фогель	»	. . . . .	66.00	34.00
Нортон	»	среднее	76.28	23.68
»	»	наибольшее	[71.80]	28.20
»	»	наименьшее	[77.80]	22.20
Фелькер	»	в черном английском овсе . .	71.50	28.50
»	»	» белом шотландском » . .	66.25	33.75

Way и Ogston в золе овсяных зерен нашли:

	№ 91	№ 92	№ 93	№ 94	№ 95	№ 96, от мякины
	Зерна			Овса		
	гопе-тоун	карто-фель-ного	поль-ского	поль-ского	неиз-вестной породы	
Кали	17.80	19.70	24.30	16.35	13.97	13.1
Натра	3.84	1.35	3.84	5.26	1.50	4.06
Извести	0.54	1.31	3.54	8.35	4.22	8.62
Магнезии	7.33	8.25	7.33	5.90	8.82	2.58
Окиси железа	0.49	0.27	0.69	0.09	0.36	1.42
Серной кислоты	1.10	0.10	1.74	4.01	0.13	2.98
Кремнезема	38.48	50.03	41.89	43.20	49.44	59.9
Фосфорной кислоты	26.46	18.87	14.49	16.19	21.53	0.26
Количество пепла в свежих зернах	2.27	2.45	2.65	3.31	2.75	7.84

Эти анализы ясно показывают, что овес относительно минеральных своих составных частей сходен с ячменем и, подобно ему, уступает пшенице и ржи в питательности.

Главную особенность состава овсяных зерен составляет большое количество растворимого белкового вещества. Мы видели из нескольких предшествовавших анализов, что пшеница и ячмень содержат белковое вещество, не растворимое в воде. В них было очень мало растворимого в воде белкового вещества. В овсе, напротив того, весьма мало нерастворимого белкового вещества, зато много такого белкового вещества, которое растворимо в хо-

лодной воде, не свертывается от кипячения и свертывается от действия кислот. Это вещество, значит, сходно с творожиною или казеином молока. Его назвали авенином (от латинского avena — овес), хотя здесь, как и во многих подобных случаях, вовсе ни к чему не служит новое название. Относительное содержание разных белковых веществ будет видно из нижеприведенных анализов. Общее содержание азота в обмолотых зернах Нортон нашел = 2.18%, что соответствует около 13.7% белковых веществ. В мякине Нортон нашел:

Азота	0.30
Белковых веществ	1.88

В зернах без мякины (считая с водою):

Азота	2.82
Белковых веществ	17.77

Это уже показывает богатство овсяной муки азотом. Многие сорты овса еще богаче. Так, по анализам того же Нортона, зерна содержат:

	Азота	Белковых веществ
Гопетоунский овес (Hopeton oats)	2.19—2.35	14.1—14.8
Картофельный » (Potato »)	2.76—2.82	17.4—17.8
Овес из Барнборох в Витонщире	2.49—5.51	15.7—22.1
Императорский овес из Нью-Йорка	3.0	18.9

Более подробные исследования состава овсяных зерен подтверждают эти числа. Так, по анализам Нортона, гопетоунский овес (№ 97) и картофельный овес (№ 98) из Нортумберлэнда, а по анализам Фромберга (№ 99), гопетоунский овес из Эршира содержат в 100 частях зерен (без мякины), высушенных при 100°:

	№ 97		№ 98		№ 99	
Крахмала	65.24	71.9	65.60	68.7	64.80—64.79	69.8 и 69.0
Сахара	4.51		0.80		2.58— 2.09	
Камеди	2.10		2.28		2.41— 2.12	
Масла	5.44		7.38		6.97— 6.41	
Белкового вещества: Творожины . . .	15.76	19.7	16.29	19.9	16.26—17.72	19.0 и 20.8
Белков	1.46		2.17		1.29— 1.76	
Клея	2.47		1.45		1.46— 1.33	
Кожицы	1.18		2.28		2.39— 2.84	
Солей и потери	2.84		1.76		1.84— 0.94	

Старые анализы Буссенго дают почти такое же содержание белковых веществ. Поджиале нашел в свежих зернах французского овса:

	№ 100
Воды	14.2
Крахмала и декстрина	61.9
Белковых веществ	11.2, в сухих до 12.8
Жирных веществ	6.1
Клетчатки	3.5

Для немецких сортов овса, возделанных в Гогенгейме, Горсфорд и Крокер нашли такое же количество белковых веществ, как и в английских сортах (100 частей зерен с оболочками, высушенных при 100°):

	№ 101	№ 103	№ 103	№ 104
	Овес			
	озимый обыкновенный	иерусалимский	сибирский	белый метельчатый
Белковых веществ	17.70	14.72	17.99	12.17
Крахмала	38.31	42.34	34.41	84.74
Оболочек, камеди, сахара	42.33	42.46	45.67	
Золы	5.52	2.84	4.14	6.23
Влажности в несушеных семенах было	13.80	16.79	12.94	9.46

Фелинг и Файст сообщили еще следующие анализы овса с оболочками и не лишенного гигроскопической влажности:

	№ 105	№ 106	№ 107	№ 108	№ 109	№ 110	№ 111	№ 112
	Овес из							
	Гогенгейма		Охсенгаузена		Кирхберга		Эйльвангена	
	1850 г.	1851 г.	1850 г.	1851 г.	1850 г.	1851 г.	1850 г.	1851 г.
Воды	12.7	14.1	12.5	13.0	13.2	13.4	13.7	12.5
Белковых веществ	15.5	14.1	12.3	11.6	11.5	13.0	12.0	10.6
Крахмала и т. п.	70.2	73.1	74.2	75.3	75.2	73.6	75.1	76.4
Клетчатки	11.3	9.9	10.3	10.3	10 3	10.3	10.2	10.0
Пепла	2.7	2.8	3.0	2.6	2.8	2.9	2.6	2.6

Судя по тому, что количество клетчатки по этим анализам около 10% и влажности около 13%, должно полагать, что высушенные и обрушенные зерна содержат от 20 до 14.5% белковых веществ, что и согласно с другими анализами.

Соображая известные анализы овса невысушенного и необрушенного (с мякиною) и высушенного и обрушенного, должно принять, что средний состав овсяной муки следующий:

Воды		12%
Золы		2.5
Жирного вещества		6.5
Крахмала, клетчатки		63.0
Камеди и сахара		
Белковых веществ	растворимых в воде 14.0	16.0
	нерастворимых » » 2.0	

В целом зерне Бибра нашел от 3.26 до 1.57[%] азота, плотность от 1.42 до 1.28.

Бибра нашел в овсяной муке 19.487 и 15.971[%] белкового вещества.

Это показывает большую питательность овсяной муки и ее особенности. Большое содержание масла придает овсяной муке особые свойства наощупь и особый вкус. А значительное количество растворимого белкового вещества и малое содержание клейковины делают овсяную муку неспособною для хлебопечения. Действительно, для подъема хлеба необходима вязкая и нерастворимая клейковина, какою изобилует пшеница. Тесто из овсяной муки не сохраняет формы и не подымается от дрождей, потому что пузырьки газов легко прорывают его.

В Шотландии и некоторых других странах и до сих пор овсяная мука составляет главную пищу ее рабочего сословия. Ее употребляют или в виде киселя, или в виде муки (толокна), или в смеси из нее с другими сортами муки приготовляют хлеб.

Кукуруза, или маис

Кукуруза возделывалась в Америке, когда ее открыли. И до сих пор она составляет главный хлебный злак Южной Америки. Оттуда она и завезена в Европу, сперва в Испанию, а потом во Францию и южную Германию, особенно в XVII и XVIII ст.

Число ее разновидностей весьма велико, и они легко получаются, потому что маис перерождается с климатом. В теплых странах Америки он достигает высоты $2^1/_2$ саж. В умеренных же странах по северной границе своего распространения он достигает высоты разве в $^1/_2$ саж. В теплых странах он созревает в 6—7 месяцев, в умеренных в 3—4 месяца. Обыкновенно его зерна желтого цвета, но есть разновидности, дающие маис белого, красного и синего цветов. Маис легко разводится в теплых частях умеренного пояса Европы, например у нас на юге России, в средней Германии и т. д., но в Англии он гибнет; мука его дает

тесто, как пшеничная мука. Оно под струей воды дает остаток клейковины, большая часть которой растворима в спирте. Следовательно, белковое вещество маиса есть глютин. Биксио нашел, что $^1/_8$ белкового вещества маиса состоит из этого глютина.

Нижеприведенные анализы показывают состав маисовых зерен [в %]. Анализ № 113 сделан Пайеном с высушенными при 100° зернами, № 114 — анализ невысушенных зерен по Гельригелю, № 115 — по Поджиале, №№ 116, 117 и 118 — по анализам Польсона.

	№ 113	№ 114	№ 115	№ 116	№ 117	№ 118
Белковых веществ . . .	12.3	8.87	9.9	8.9	8.7	8.9
Крахмала	71.2	58.0	64.5	54.8	54.5	54.8
Сахара и декстрина . .	0.4	5.28		2.9	2.3	2.9
Клетчатки	5.9	4.88	4.0	15.9	16.5	14.9
Жирных веществ . . .	9.0	9.16	6.7	4.4	4.7	4.4
Пепла	1.2	3.23	1.4	1.8	1.6	1.6
Воды в невысушенных зернах	15.0	10.58	13.5	11.8	11.5	13.2

По анализам Степфа (№ 119) и Горсфорда и Крокера (№ 120), маисовая мука имеет состав:

	№ 119	№ 120
Воды	10.6	13.36
Белковых веществ . . .	7.2	11.33
Жирных » . . .	3.8	?
Пепла	?	0.86
Крахмала и др.	77.2	67.13

Анализы золы кукурузы сделаны были Степфом (№ 121), Фромбергом (№ 122) и Летелье (№ 123):

	№ 121	№ 122	№ 123
Кали	28.8	26.63	30.8
Натра	3.5	4.54	—
Магнезии	14.9	15.44	17.0
Извести	6.32	1.59	1.0
Фосфорной кислоты . .	34.97	39.66	50.0
Кремнезема	1.51	2.09	0.8
Окиси железа		0.60	—
Серной кислоты		5.54	—

Эти последние данные показывают богатство маиса фосфорною кислотою, щелочами и магнезиею, что сближает маис с лучшими сортами хлебных злаков. Но должно сознаться, что сведения о составе маисовых зерен еще недостаточно полны, причину чего должно искать, конечно, в том, что в Европе он мало употребляется. В Америке, Северной и Южной, из маисовой муки

делают хлебы, часто смешивая ее с пшеничною. В других странах из нее готовят род каши (такова, например, полента итальянцев) и муку, которую мешают к другим сортам.

Рис, или сарачинское пшено

Нет сомнения, что из всех хлебных злаков рис питает наибольшую массу земного народонаселения, хотя и не дает теста и хлеба, потому что содержит очень мало клейковины и вообще белковых веществ. Рис, как известно, составляет главное питательное вещество жителей теплых стран, особенно многолюдных стран Азии. Рис требует не только влажной, но даже просто водянистой почвы, а к прочим свойствам ее он не взыскателен. Рис не переделывают на муку, а только обрушивают или превращают в крупу, очищая от мякины. Мякина риса составляет около $^1/_3$ обмолоченных зерен.

В торговле различают следующие главные сорты риса:

1. Египетский рис. Большие, белые зерна этого риса обыкновенно смешиваются на Востоке с солью, для сохранения от насекомых.

В северной Европе этот рис в торговле не встречается.

2) Североамериканский рис. Привозится в Европу особенно из Каролины.

3) Остиндский рис. Идет из разных частей Ост-Индии и с Зондских островов и потребляется преимущественно в Англии.

4) Итальянский рис, самый обыкновенный в Европе.

Рисовая зола содержит:

	№ 124, рис из Бехельбронна	
	семя	мякина
Кали	18.48	1.60
Натра	10.67	1.58
Магнезии	11.69	1.96
Извести	1.27	1.01
Фосфорной кислоты	53.36	1.86
Серной кислоты	—	0.92
Кремнезема	3.35	89.71
Окиси железа	0.45	0.54

Уже из одного анализа золы видно, как мало питательна должна быть мякина или кожура рисовых зерен. Малая питательность риса в отношении к минеральным составным частям опре-

деляется еще и тем, что рис содержит менее 1% пепла, что не замечается ни у одного из других хлебных злаков. Ионсон, нашедший, что обмолоченные зерна риса состоят из

20.9 части мякины и
79.1 части мучнистого зерна,

показал, что ни в одном из (очищенных от мякины) сортов остиндского и американского риса нет более 0.8% золы:

	Воды	Золы
Мадрасский рис	13.5	0.85
Бенгальский »	13.1	0.45
Рис Патна	13.1	0.36
Каролинский рис	13.0	0.33
Мука из него	14.6	0.35

По анализам Пайена (№ 125), рис содержит в 100 частях высушенных зерен:

	№ 125
Крахмала	86.9
Белковых веществ	7.5
Жирных »	0.8
Сахара и камеди	0.5
Клетчатки	3.4
Солей или золы	0.9

Все прочие анализы подтверждают это богатство риса крахмалом и эту бедность белковыми веществами, жирами и солями. Так, Поджиале (№ 126) в свежих несушеных рисовых зернах нашел:

	№ 126
Крахмала и декстрина	74.5
Белковых веществ	7.8
Жирных веществ	0.2
Золы	0.3
Воды	13.7

Бракконо в каролинском (№ 127) и итальянском (№ 128) рисе (высушенном) нашел:

	№ 127	№ 128
Жирного масла	0.1	0.2
Сахара и декстрина	1.0	Следы
Крахмала	85.0	84.0
Белковых веществ[1]	3.6	3.6
Клетчатки	4.7	4.8
Золы и потери	5.3	7.4

[1] Вероятно, здесь говорится только об одной нерастворимой части белковых веществ. Другая часть, вероятно, в потере.

Бибра, анализируя два сорта (№№ 129 и 130) рисовой муки, нашел в них ту же бедность белковыми веществами:

	№ 129	№ 130
Воды	14.00	14.30
Белковины и растворимых белковых веществ	0.59	0.63
Творожины (глютины)	0.71	9.10
Фибрина	6.52	6.70
Декстрина и сахара	1.97	2.30
Жира	0.90	0.87
Крахмала	75.91	75.09
Содержание азота	1.12	1.35

В зернах риса Бибра нашел от 1.17 до 0.77% азота (плотность 1.44—1.37). ...[1] Между растениями, которых семена идут на пищу человеку, первое место, после злаков, занимает греча или гречиха, потом стручковые растения. Гораздо ниже питательность других растительных веществ: картофеля, репы, моркови и тому подобных корнеплодных и шишковатых растений, а также всякой зелени и плодов. Сказавши несколько об гречe и стручковых растениях, приведем таблицу состава, а следовательно, и питательности, корней, зелени и плодов, что покажет высокое место, какое семена занимают между всеми питательными веществами растительного происхождения.

Гречиха.

Гречиха (бот. Polygonum fagopyrum и Polygonum tataricum) весьма распространена в России. Она может считаться представителем так называемых листоростных растений, которые, в отличие от злаков, имеют большую поверхность листьев и потому этими листьями поглощают много питательных веществ из воздуха. Оттого гречиха удается на всякой почти почве, даже на тощих и сухих песчаных и известковых почвах.

Различают два главные вида гречихи: обыкновенная гречиха (Polygonum fagopyrum) и татарская гречиха (P. tataricum).

Последняя отличается от обыкновенной гречихи малыми зелеными листьями, твердыми и маленькими зернами, снабженными по краям зубцами. Мука из татарской гречихи хуже, чем из обыкновенной, чернее ее, тяжелее и горче.

Относительно климата гречиха столь же снослива, как и ячмень; ее разводят до 72° с. ш. Из десятилетней сложности горыгорец-

[1] Кроме исчисленных семян злаков употребляют еще просо, сорго, дурри (в Африке) и др., но так как употребление их ограничено и сведения о них малы, то мы не говорим о них подробнее.

ких опытов видно, что созревание гречихи, считая от ее всхода, происходит в 87 дней, средняя температура которых 14.°2. Следовательно, гречиха требует тепла даже меньше, чем ячмень, именно 1233°.

По исследованию Ценнска, гречишные зерна, высушенные при 100°, содержат:

	№ 131
Оболочек	26.9
Белковых веществ	10.7
Крахмала	52.3
Сахара и камеди	8.3
Жира	0.3

Горсфорд и Крокер получили при анализе татарской гречихи из Гогенгейма (№ 132) и венской гречневой муки (№ 133) следующие числа:

	№ 132	№ 133
Белковых веществ	9.94	6.88
Крахмала	44.12	65.05
Клетчатки, сахара, камеди	46.26	36.46
Золы	2.30	1.09

Кноблох нашел в 100 частях гречишных зерен средним числом:

	№ 134	
	невысушенных	сухих
Крахмала	51.91	60.50
Клетчатки	23.12	26.94
Белковых веществ	8.58	10.00
Золы	2.20	2.56
Воды	14.19	—

Наконец, Бибра нашел в крупе из гречихи:

	№ 135, мелкозернистая крупа	№ 136, крупная крупа
Воды	12.75	13.75
Белковины	0.34	0.43
Глютины	1.08	1.30
Фибрина	1.22	1.83
Камеди и сахара	3.76	4.29
Жира	0.94	1.30
Крахмала, клетчатки	79.89	78.09
Всего белковых веществ	2.64	3.56

Эти анализы показывают, что гречневая крупа и гречневая мука, в таком количестве употребляемые в России, составляют одни из довольно хороших питательных веществ относительно содержания

белковых и безазотистых веществ. По крайней мере, в этом отношении они могут соперничать с рисом, в особенности судя по анализам №№ 131—134. Анализы Бибра дали уже чресчур мало белковых веществ.

Бишоп (№ 137) и Бибра (№№ 138—141) нашли в золе гречихи (№№ 137, 140 и 141) и гречневой крупы (№№ 138 и 139):

	№ 137	№ 138	№ 139	№ 140	№ 141
Кали	8.74	24.54	26.43	20.77	25.36
Натра	20.10	7.75	4.00	9.03	3.20
Магнезии	10.38	11.69	14.10	12.34	14.53
Извести	6.66	1.74	2.86	4.80	1.79
Фосфорной кислоты	50.07	49.45	46.76	46.71	49.22
Серной »	2.16	1.36	2.00	2.05	2.13
Кремнезема	0.69	1.94	1.88	0.08	0.06
Окиси железа и потерь	1.55	1.53	2.07	2.30	1.87
Хлора	—	—	—	2.00	1.90
100 частей зерна содержат пепла	2.125	0.60[1]	0.93[2]	1.05	1.08

Из этих чисел видно, что зола гречихи ничем не уступает золе лучших зерновых злаков относительно питательности.

Стручковые и другие растения, употребляемые в пищу

Чтобы дать понятие о питательности разных других растительных веществ, приводим несколько таблиц, показывающих состав таких растений. Все нижеприведенные анализы отнесены к невысушенным, но подсохшим продуктам, какие обыкновенно находятся в продаже:

	№ 142	№ 143	№ 144	№ 145	№ 146	№ 147
Крахмала и декстрина	63.3	45.4	44.2	57.7	44.0	26.6
Белковых веществ	14.4	22.8	24.2	21.7	29.0	38.3
Жирных »	1.9	2.7	1.6	1.9	1.5	7.9
Пепла, или золы	1.7	3.6	3.6	2.9	2.4	2.8
Клетчатки	4.2	6.2	12.6	3.2	7.7	14.6
Воды	15.5	19.3	14.0	12.7	15.4	10.2

№ 142 — средний состав пшеничных зерен, лишенных верхней оболочки.

№ 143 — обыкновенные бобы белые. Оболочка семян составляет около 7.5% веса всего семени.

---

[1] Без песка, который от жернова мельницы.
[2] То же.

№ 144 — бобы. Оболочки составляют 15%.
№ 145 — обыкновенный горох. Оболочки составляют 9.5%.
№ 146 — чечевица. Кожица = 8.5%.
№ 147 — лупинус. Оболочка = 23.5%.

Все эти анализы сделаны Поджиале. Они ясно показывают питательность бобовых семян. Состав золы этих семян также весьма сходен с составом золы крови.

	№ 148	№ 149	№ 150	№ 151	№ 152	№ 153	№ 154
Сахара	6.44	4.55	10.59	10.70	2.25	6.83	7.00
Кислот	1.84	1.33	0.82	0.56	1.33	0.85	0.07
Пектиновых веществ[1]	0.91	0.55	0.97	0.66	6.87	7.52	4.62
Белковых веществ	0.49	0.57	0.62	1.01	0.43	0.45	0.26
Золы	0.57	0.60	0.34	0.60	0.55	0.36	0.28
Оболочек и зерен / Клетчатки	4.48	5.80	1.77	6.10	3.33	1.59	3.81
Воды	85.27	87.12	84.87	79.7	86.24	82.04	83.95

№ 148 — красная малина средней величины.
№ 149 — лесная земляника.
№ 150 — зрелые виноградные ягоды, из которых получается вино клейнбергер.
№ 151 — сладкие черные вишни.
№ 152 — темнокрасные сливы.
№ 153 — яблоки: большие ранеты.
№ 154 — груши.

Все эти анализы сделаны Фрезениусом и его учениками. Два нижеприведенные анализа (№№ 155 и 156) принадлежат Р. Гофману.

	№ 155		№ 156		№ 157
	a	b	a	b	
Воды	85.52	—	62.33	—	76.08
Белковых веществ	2.83	19.54	2.08	5.52	2.2
Безазотистых веществ	9.88	71.40	30.30	80.72	20.2
Кроме: клетчатки	0.46		0.13		
пепла	1.31	9.06	5.17	13.76	1.0

№ 155 — капустные листья: a — свежие, b — сухие.
№ 156 — свекловичные листья: a — свежие, b — высушенные.
№ 157 — свекловица. Средний состав корней.

Из этих анализов видно, что капуста представляет сравнительно очень хорошее питательное вещество. В нижеследующей

[1] Или растительные слизистые вещества. Они не содержат азота и служат в питании, вероятно, вместо сахара, крахмала, жира и т. п.

таблице приведен состав пепла некоторых из растений, употребляемых в пищу.

	№ 144	№ 145	№ 157	№ 155
	Way и Ogston		Griepenkerl	Schienkamp
Кали	43.52	41.70	51.10	17.05
Натра	2.40	—	—	—
Извести	4.70	4.78	2.45	25.88
Магнезии	5.62	5.78	2.94	15.09
Окиси железа	0.12	0.18	0.35	2.86
Серной кислоты . . .	0.18	4.47	2.30	—
Кремнезема	0.74	0.68	0.19	6.58
Углекислоты	2.80	0.82	—	—
Фосфорной кислоты .	30.64	36.50	10.77	23.91
Хлористых солей . . .	3.17	5.60	29.89	8.63

Последние и многие другие анализы показывают, что бобы, горох и т. п. богаты фосфорною кислотою и вообще содержат те же почти минеральные составные части, как и злаки. Что касается до корней зелени, то они богаты щелочами. Особенно важно заметить богатство капусты (№ 155) известью, которой очень мало в хлебной золе.

Теперь заметим, что из всех частей растений семена обыкновенно суть самые богатые содержанием белкового вещества. Это не случайность, а необходимость, потому что белковое вещество входит в состав каждой растительной клеточки, и молодое растение, выходя из семени, питается только элементами, в нем заключающимися.

Пока растение не пустит корни и не развернет листья, до тех пор оно не способно перерабатывать газообразную и минеральную пищу в необходимые вещества. А потому всякое семя заключает достаточно пищи для первого периода развития зародыша. Точно то же относится, конечно, и до яиц животных.

О МЕЛЬНИЦАХ И ПОМОЛЕ ЗЕРЕН

Помол зерен имеет главною целью раздробление зерен и отделение наружной, клетчатой, а потому непитательной оболочки хлебных зерен.

Помол бывает двух главных родов: на муку и на крупу. Последний так мало отличается от первого, что мы об нем скажем только несколько слов, описавши способ помола на муку.

Чтобы точнее понять сущность производства, должно сказать о наслоении зерновых оболочек. Каждое зерно злака сидит в твердой пленке, богатой кремнеземом, часто снабженной остью, или усом. Мы уже знаем, что при молотьбе рожь, пшеница, голый овес и прочие зерна выходят из этой пленки (или мякины, кожуры). Веяние отделяет от зерен эти пленки. Другие зерна в умолоте остаются в своих пленках: полба, ячмень, овес и др. Такие зерна обрушивают, т. е. сдирают с них пленку, пропуская их в мельнице между жерновами, которые ставят так далеко друг от друга, чтобы зерна не раздавились, а только облупились или чтобы только раскололась пленка, их окружающая. Отставшую или отскочившую плеву отделяют веянием.

Итак, мы имеем зерно без плевы. Такое зерно состоит из семени, облеченного кожицею, состоящею из многих слоев. Все наружные слои оболочек называются у злаков не семенною, а плодовою оболочкою (pericarpium). Только самые внутренние слои оболочек суть настоящие семенные оболочки. Таким образом, главных слоев, например в пшеничном зерне, пять:[1]

Плодовая оболочка	Наружный	слой (epicarpium) бесцветный, однообразный, № 2.
	Средний	» (sarcocarpium) желтоватый, клетчатый, № 3.
	Внутренний	» (endocarpium), тонкий, клетчатый, № 4.
Семенная оболочка	Наружная	скорлупа (testa), нежная желтая кожица, № 5.
	Внутренняя	бесцветная зародышная кожица, № 6.

[1] Их можно различить, размачивая зерна в воде, щелоке и кислотах и сдирая оболочки тонким ножом.

С самой наружи пшеничного зерна находится (первая после пленок) кожица, снабженная сверху пушком (epidermis), № 6. За всеми этими оболочками внутри лежит (мучнистый белок) та смесь крахмала и белковых веществ, которая и составляет питательные части зерен. Все же оболочки не питательны. Отделить их есть первая и главная цель помола.

Если 100 частей (по весу) пшеничных зерен оставить на несколько часов в воде, потом высушить и смолоть на крупу, т. е. грубо, то часть оболочек отстанет от внутреннего ядра. Отделивши муку и крупу, оставшиеся отруби смелем опять, просеем и смелем снова и так далее до шести раз. Тогда останется до 18 частей отрубей. Но не должно думать, что это только одни оболочки: вес их меньше этого. Эти отсеянные отруби состоят из оболочек и ближайших к ним слоев семени. А эти самые наружные части семени (а не зерна) состоят из больших клеток, содержащих очень мало крахмала и очень много белкового вещества. Этот слой семени так плотно пристает к оболочкам семени и плода, что до сих пор нет средства отделить их друг от друга механическим путем на мельницах. Всякие отруби с самых лучших мельниц неизбежно содержат наружный слой белкового вещества семени. Эта-то потеря белкового вещества в виде отрубей и была причиною появления целого ряда исследований, старавшихся доказать, что отруби вредно и невыгодно отсеивать. Другие утверждали противное. Вопрос, повидимому, решается окончательно исследованиями Меж-Мурье, о которых мы скажем подробнее при хлебопечении, когда будем рассматривать вопрос об отрубях. Теперь заметим только, что Меж-Мурье нашел, что отруби придают хлебу темный цвет только потому, что именно содержат тот слой оболочек, который мы означили № 6. А потому и ясно, что для получения белого хлеба или нужно уничтожить действие веществ этого слоя, или необходимо брать муку, не содержащую его. Первый способ еще новый, мало распространенный способ. Второй давно замечен практикой и на нем-то именно основаны все усовершенствования в мельницах и в помоле. Ближайшая практическая или, правильнее, промышленная цель, к которой стремится мучное производство, особенно пшеницы, состоит в том, *чтобы из данного количества зерен получить по возможности большее количество белой или тонкой муки*. Полное отделение одних наружных оболочек было бы невыгодно, как можно понять из всего предыдущего, потому что тогда бы отруби состояли только из этих оболочек и мука бы содержала то вещество, которое делает тесто темным. Это отделение притом и невозможно.

В самом существе промышленного требования заключается, значит, условие, чтобы на мельнице не было столь мелкого пере-

мола, при котором к муке подмешаются те части отрубей, которые делают муку темною. В этом отношении: чем грубее помол, тем лучше. При мелком помоле и часть оболочек измельчится в муку.

С другой стороны, при грубом помоле отруби удержат много мучнистого вещества, могущего давать хорошую муку.

Итак, практика должна держаться средины и уметь, по произволу, увеличивать и уменьшать крупность помола. А как крупность или мелкость помола зависят от строгости механизма, в особенности от жерновов и от такого устройства мельницы, при котором легко управлять крупностью или мелкотою помола, то это условие и показывает ясно одну из целей усовершенствования мельниц.

Разные части семени, дающие муку, смотря по тому, ближе ли они лежат к наружи, или дальше отстоят от нее, обладают неодинаковою хрупкостью или неодинаковым сцеплением. Вязкость оболочек и наружного слоя белкового вещества семени, особенно если семя было смочено водою или паром, благоприятствует тому, что они под жерновом не измельчаются столь мелко, как внутренние части семени. Потому-то столь часто зерна перед помолом смачивают. Но чрез это смачивание мука часто портится. Чтобы достигнуть точного отделения внутренних частей зерен от наружных, весьма часто сперва мелют на крупу, т. е. крупно. Тогда внутренние части, как наиболее хрупкие и белые, дают белую муку, наружные мучнистые части превращаются в крупу, а оболочки отскакивают и не успевают разламываться, т. е. не подмешиваются к муке, а остаются в виде листочков. Отделивши отруби, крупу мелют еще раз и мельче прежнего. Вновь отсеивают отруби и вновь мелют на муку. Этот-то способ и дает муку разных сортов, т. е. смешанную с бóльшим или меньшим количеством оболочек. При простом помоле, прямо на муку, никогда не может получиться столь хорошая мука, как при повторенном или дробном помоле, потому что для получения хорошей муки нужно молоть мелко, а тогда и отруби частью измельчатся, следовательно войдут в состав муки. Чтобы отделять каждый раз муку от отрубей, служат разного рода пеклевальные снаряды, или сита.

Считаем необходим[ым] заметить здесь, что по новым исследованиям, особенно по Меж-Мурье, видно, что желание иметь белый пшеничный хлеб не совпадает с сохранением питательнейших частей зерна для пищи и с условиями удобоваримости хлеба. Меж-Мурье показал, что оболочка № 6[1] способна превращать белый хлеб

[1] Ее можно получить из пшеничных зерен следующим образом: зерна размачивают в соленой воде. Тогда легко сдираются все слои до шестого, а № 6 остается на семени. Слой этот не содержит ни клейковины, ни крахмала, а особое вещество (цереалит), о котором будем говорить впоследствии.

в черный, клейковину переводить из твердого и упругого состояния ее в жидкое, растворимое; что та же оболочка заставляет крахмал подвергаться окисанию и разрушению, что действие ее не останавливается при нагревании до 100°; что соли меди, щелочи и квасцы прекращают ее действие (потому-то часто прибавляли их к тесту). Эти свойства оболочки № 6 делают подмесь ее к хлебу весьма важною, потому что хлеб, содержащий ее, переваривается очень легко, потому что скоро переходит в растворимое состояние. Высшие сорты пшеничной (крупичатой) муки от того перевариваются гораздо труднее, что не содержат оболочки № 6. Серая пшеничная мука переваривается легко, потому что содержит часть оболочек и между ними № 6. Животные, которых кормили одним чисто белым хлебом, без № 6, вскоре умирали, тогда как серый пшеничный хлеб, с оболочкою № 6, один был достаточен для питания и сохранения жизни животного. С другой стороны, подмешивание оболочки № 6 к муке влечет за собою: подмесь соседних с нею непитательных и бесполезных оболочек, разрушение значительного количества питательных веществ при самом хлебопечении, кислый вкус хлеба, черный цвет его и проч. Потому-то полное решение вопроса об роли оболочки № 6 в приготовлении хлеба должно ждать от дальнейших исследований.

Итак, превращение зерен в муку состоит в двух главных приемах: в раздроблении зерен и просевании. В мелком, домашнем хозяйстве оба эти приема совершенно разделены, и обыкновенно помол бывает простой, и отсевание, а иногда и само размельчение зерен, производится ручною работою.

Так же было и в древние времена. Несомненно, что измельчение зерен производилось сперва между камнями и в ступах работою человека. Тот ручной жернов, который находится иногда, еще и до сих пор, в употреблении [...] в некоторых бедных гористых странах Западной Европы, есть, конечно, одно из давних изобретений, потому что механизм его очень прост: два круглых камня фута в два диаметром — один лежачий, другой движущийся (бегун). В центре верхнего жернова отверстие, чрез которое сыплется зерно. К окружности верхнего камня прикреплена жердь, укрепленная в потолок. Вращая жердь, заставляют бегун размалывать зерна. Мука высыпается на окружности камня и просевается. От этого простейшего устройства мельничного постава до самой сложной, так называемой американской машинной мельницы переход постепенен, но громаден, хотя принцип остается тот же. На ручной мельнице один работник намелет худой муки с отрубями много-много человек на 30. На лучшей американской мельнице, приводимой в движение паром, человек 20 рабочих намелют хорошей муки на 100—150 тыс. человек; следовательно, каждый

рабочий намелет на 5 тыс. человек. На обыкновенной мельнице получают до 50% хорошей муки, на американской до 75%.

Описание устройства мельниц разделено в последующем изложении на следующие отдельные части:

О двигателях, какие употребляются для движения постава, для просевания и тому подобных частей всего производства.

Об обыкновенном устройстве мельниц: a) о жерновах, или поставах, и b) о ситах, или пеклевальных снарядах.

Об устройстве американских мельниц, а именно: a) об расположении исполнительных снарядов, b) об очищении зерен, c) об движении зерен и муки, d) об охлаждении муки и *e*) об расчете мельниц.

О цилиндрических мельницах.

О разных способах помола, или способах в данной мельнице из данных зерен получить наибольшее количество белой муки.

О мельницах для обрушивания и превращения в крупу.

Свойства и испытание муки.[1]

О мельничных двигателях

Невыгода ручной работы, или вообще работы человека, столь понятна, что незачем о том и распространяться. Ручные мельницы употребляются разве при крайней нужде, отдаленности и тому подобных причинах. Да, кроме того, употребляют иногда ручные мельницы для помола зерен на крупу, если требуется ее незначительное количество. Ручные мельницы употребляются и до сих пор в значительном количестве, если не для помола хлебных зерен на муку, то для других целей: для приготовления горчицы, для кофе и т. п. Все такие мельницы делятся на два главные рода: металлические и каменные. Представителем первых служит всюду

---

[1] Для желающих устроить водяные мельницы рекомендуем сочинение В. В. Писарева «Общепонятное руководство к устройству мукомольных мельниц, приводимых в движение водою или силою животных»; СПб., изд. 1-е, 1860; изд. 2-е, 1861. В этом сочинении рассмотрены и описаны простейшие способы устройства водяных мельниц, начиная с разведки местности и кончая подробностями относительно расположения и устройства частей. Кроме того, можно по совету Вагнера предложить: *Hartman.* Handbuch des Maschinen- und Fabrikwesens, II, 2, 1025. — *A. von Burg* в Энциклопедии Прехтеля, статья «Mühlen», часть X, 1. — *Weinholz*, Handbuch des Mühlenbaukunst. 1840. — *K. Kuhnert.* Lehrbuch des Mühlenbaukunst. 1836, 2 части. — *Schlegel.* Vollständ. Mühlenbaukunst. Leipzig, 1849.

От себя мы рекомендуем, между прочим, статью «Moulin» в «Cours complet d'agriculture, sous la direction de Vivien», т. IV; также статьи *Ф. Майера* в полном собрании его сочинений, Москва, 1851; большое сочинение *Вибе* под названием: Die Mahlmühlen (с атласом), Stuttgart, 1861, и несколько статей в «Armangaud Publications industrielles».

распространенная кофейная меленка. Остроборoздчатый конус вращается в полом конусе. Здесь зерна режутся, крошатся, а не раздираются или мнутся, — оттого на таких мельницах и нельзя молоть хлебные зерна без того, чтобы не раздробить оболочки.

Из ручных мельниц выгоднее других мельница Овида. Она есть уменьшенная водяная мельница. Вот ее устройство. На горизонтальном валу, который двумя рукоятками с обеих сторон вращают два человека, насажено вертикальное большое зубчатое колесо. Его зубцы зацепляют за шестерню (малое зубчатое колесо), насаженную на вертикальную ось. Эта ось свободно проходит в отверстие нижнего неподвижного жернова и скреплена с верхним жерновом, так что вращение оси приводит верхний жернов в движение. Жернова диаметром около 2 футов, высотою каждый около 6 дюймов. Оба жернова окружены просторною коробкою, чтобы мука не пылила. Для засыпки зерен над ящиком устроен такой же точно ковш или воронка, какой будет описан и при обыкновенной мельнице. Сбоку в ящике, окружающем жернова, сделано отверстие для выхода муки. В дне ящика сделан наклон к этому отверстию, так что смолотая мука будет непременно высыпаться в это отверстие. Вертикальная ось, на которой насажены бегун (верхний жернов) и шестерня, может быть посредством особого винта, находящегося снизу, поднята или опущена. Чрез это расстояние между жерновами может быть увеличено или уменьшено для разного помола. Насечка жерновов обыкновенная. Бегун должен делать около 100 оборотов в минуту, а как руками в минуту делают обыкновенно около 30 оборотов вóрота, столь малого, каков он делается в этом случае, то число зубцов на шестерне должно быть примерно в $3^1/_2$ раза менее числа зубцов большого зубчатого колеса. Обыкновенно на нем около 36 зубцов, а на шестерне 13 зубцов. Все устройство может быть сделано почти всюду домашними средствами, потому что зубчатое колесо может быть простое деревянное с горизонтальными зубцами (или так называемое лобовое, как на фиг. 1 колесо *D*), а шестерня может быть (как там же) простая с вертикальными деревянными палочками (цевками). Вполне устроенная, такая мельница, с хорошими жерновами и с многими усовершенствованиями, стоит в Париже около 1000 франков (около 250 руб.). При домашней постройке она не может обойтись дороже 60 руб., не считая жерновов. Такая усовершенствованная ручная мельница мелет двумя работниками в час около $1^1/_2$ пуда муки.

Иногда такая мельница может быть полезна в хозяйстве, особенно в отдаленных от поселения местах, для помола крупы и т. п.

Какова бы ни была ручная мельница, она все-таки невыгодна, потому что требует много личного труда. В техническом отноше-

нии она есть прибор весьма несовершенный, потому что жернов ее не довольно тяжел и движение рукояткою недостаточно однообразно, а потому и мука неравномерна, и отруби получаются слишком богатые питательными веществами.

Уже в древности известны были многие мельницы, приводимые в движение животными и водою. Сила животных может быть при некоторых местных обстоятельствах (например в зимнее время и при недостатке другой работы или другого двигателя) с выгодою применена к помолу зерен. Для того устраивают вертикальный вал, вращающийся на шипах. В этом вертикальном вале укрепляют два или более горизонтальных бревна, к которым приделывают постромки для животных. Животные, ходя кругом вала, приводят в движение вал и весь механизм, с ним соединенный. Соединение необходимо произвести, посадивши на вал большое (и тем большее, чем медленнее ходят животные) зубчатое колесо, зубцы которого соединены с шестерней веретена (оси), на которой прикреплен бегун. Обыкновенно сцепление еще более сложно, потому что необходимо большое увеличение скорости. Бегун должен делать по меньшей мере 60 оборотов в минуту, а животные едва сделают в это время 2 оборота. Положим, что на шестерне той оси, на которой сидит бегун, 10 зубцов и его окружность (обыкновенно при деревянной шестерне она больше этого) около 30 дюймов. Тогда при простом сцеплении большое колесо должно иметь 300 зубцов, если лошади делают 2 оборота в минуту, чтобы бегун сделал 60 оборотов в минуту. А имея 300 зубцов, колесо должно иметь в окружности (не менее) 900 дюймов или в диаметре более 4 саж., что было бы весьма громоздко и дорого. А потому в подобных обстоятельствах привод делают сложный. Колесо, которое двигается лошадьми (положим, с 121 зубцом), сцепляют со второю осью (шестерня которой, положим, имеет 24 зубца). На этой оси насаживают колесо (положим, с 60 зубцами), которое уже сцепляют с шестернею бегуна (если она имеет 10 зубцов, то бегун и сделает 60 оборотов в минуту). Итак, приводя мельницу в движение животными, должно иметь сложный привод. Его обыкновенно у нас делают из дерева, а потому при передаче движения теряют весьма много силы даром, на трение зубцов, на качание неплотных осей и т. п. Другая невыгода такого двигателя — его неравномерность, что имеет непременным следствием неравномерность помола. Притом, как известно, животные, употребляемые для такой работы, скоро портятся.

В новейшее время в Англии и Америке устроены многие подвижные конные мельницы, иногда весьма пригодные к практике, потому что часто выгоднее привезти мельницу к складу зерен, чем привезти зерна к мельнице и отвезти их обратно. В таком

случае устраивают подвижную мельницу на колесах. Вертикальное веретено, на котором сидит бегун, снабжено снизу коническою шестернею (металлическою), которая сцепляется с вертикальным металлическим же колесом, насаженным на горизонтальной оси. На этой же оси посажен барабан, на который можно надевать бесконечный ремень, идущий от конного привода (или от локомобиля). Веретено бегуна опирается своею пятою в конец рычага или на винт, которые можно подымать и опускать, чтобы сближать или удалять жернова.[1] В час на каждую лошадь средним числом можно считать 3—5 четвериков перемола на муку.

Понятие о *ветряных мельницах* завезено в Европу крестоносцами, которые видели эти мельницы на Востоке. В настоящее время они более или менее всюду разведены, где нельзя по каким-либо причинам заменить их водяными или паровыми мельницами. Ветряные мельницы представляют, конечно, многие незаменимые удобства, а именно: дешевизну, всеобщее распространение двигателя и простоту устройства. Но они имеют и многие важные недостатки. Главный из этих недостатков лежит в природе самого двигателя, а именно — в неравномерности ветра. Иногда его вовсе нет, и тогда мельница должна стоять; иногда его мало, и тогда нельзя молоть, потому что бегун будет тихо ходить и зерна будут давиться, а не молоться. В иной раз ветру так много, что вращение бегуна чересчур быстро, и тогда мука перемнется и сильно перегреется. Но многие из этих недостатков легко устранить, если внимательно рассмотреть сущность дела, а потому ветряные мельницы составляют, по дешевизне двигателя, один из мукомольных приборов, которые всегда останутся и будут совершенствоваться. Только лучшие американские мельницы со всеми надлежащими усовершенствованиями могут вытеснить ветряную мельницу, если только первые будут всюду заведены. При малом годовом помоле, при затруднениях для устройства водяных мельниц, при незначительном основном капитале и при дороговизне всяких машин — что не редкость у нас в России во многих местах — надо непременно обратить внимание на ветряные мельницы. Ветряные мельницы и при прочих равных с водяными мельницами условиях, особенно при одинаковых жерновах (поставах), обыкновенно дают худшую муку, особенно в общей сложности целого года. Это зависит главным образом от неравномерности движения бегуна, т. е. от неравной скорости движения крыльев. Этого должно

---

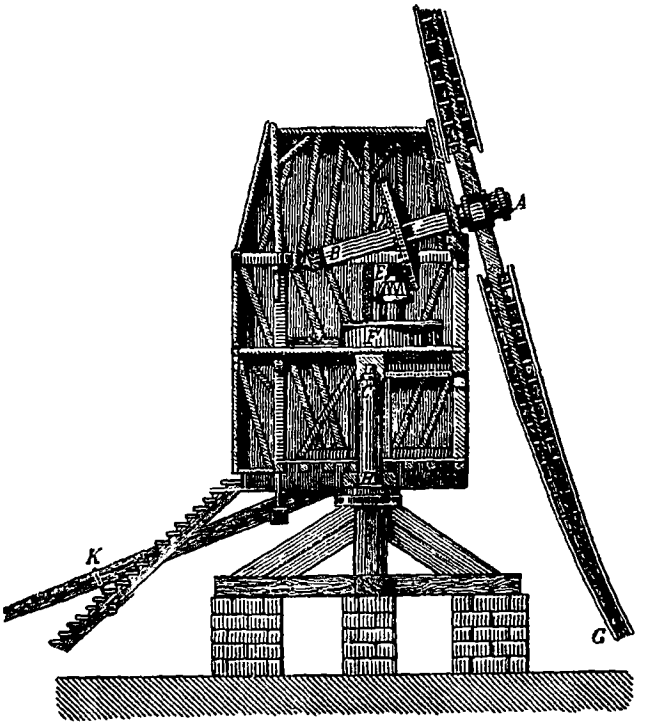
[1] Чтобы показать примерную ценность таких мельниц, приводим, что трехконная мельница с чугунным станком, с английскими (из Derbyshire) жерновами в 3 фута диаметром, стоит около 300 руб., с французскими жерновами (из Burr) около 400.

особенно избегать, а избегнувши этого, легко достичь вполне удовлетворительных результатов помола. Мы опишем сперва общее устройство обыкновенной ветряной мельницы, а потом упомянем о средствах, могущих уменьшать или увеличивать скорость вращения такой мельницы.

Одно из главных отличий в условиях ветряной и водяной мельниц состоит в том, что движение колеса последней происходит вследствие действия ограниченной струи воды на некоторые из частей колеса; в ветряной же мельнице движение крыльев происходит в том самом воздухе, неограниченная струя которого обыкновенно однообразно действует на все части колеса. Оттого плоскость, в которой вращается водяное колесо, всегда почти находится по направлению движения воды, а плоскость, в которой обращается ветряное колесо, всегда почти перпендикулярна к направлению ветра. Другое главное отличие обоих родов мельниц состоит в том, что движение воды по жолобу имеет постоянное направление, потому весь механизм может быть раз навсегда поставлен по известному направлению. Для ветряных мельниц, напротив того, направление движения ветра изменяется. Оттого необходимо при обыкновенном устройстве крыльев иметь возможность переменять их направление. Этого достигают или повертывая всю мельницу по направлению к ветру крыльями, или только перевертывая к ветру кровлю, в которой находится ось вращения крыльев. Первый способ называют немецким, второй голландским. Оба они употребляются повсюду. Первый род мельниц есть самый обыкновенный. Такие мельницы называют еще мельницами на козлах, потому что они вращаются на неподвижной подставке, называемой *козлами*. Голландские мельницы называются также шатровыми, потому что шатром называют верхнюю вращающуюся часть всего здания. Последний способ особенно применим к большим каменным мельницам, которые заключают в себе несколько поставов, сложные механизмы для сеяния и т. п., но он требует гораздо большей тщательности в устройстве всего механизма, потому его часто избегают. При обыкновенных деревянных мельницах немецкий способ устройства мельниц дешевле и проще, а потому практичнее для тех малых хозяйств, для которых по преимуществу и предназначены ветряные мельницы. Такие мельницы почти всегда бывают об одном поставе. Устройство такой мельницы видно из прилагаемого рисунка (фиг. 1).

Деревянный крыловый вал AB в конце B оканчивается металлическою цапфою, которая может легко вращаться в неподвижной втулке и должна быть смазана для уменьшения трения. Направление вала должно быть наклонное, что придает прочность всему устройству и уменьшает трение вала в наружной втулке, которая

находится около места прикрепления крыльев. Общее наклонение вала к горизонтальной линии делают от 8 до 15, даже до 20°. От этого наклонения выигрывается не только в трении, но и в прочности и устойчивости мельницы. Тяжесть крыльев и их давление приходятся не на краю всего вала, а около его средины. Оттого и движение всей мельницы облегчается. Притом ветер



Фиг. 1. Немецкая ветряная мельница.

весьма часто дует не по горизонтальной линии, а по наклонной к земле или, как говорится, *падает*. Обыкновенно вал делается деревянный и обкладывается железом во втулке и около цапфы, но для уменьшения трения, для придания прочности и точности движения всему механизму весьма полезно делать его чугунным. На переднем конце (на голове) вала прикрепляются четыре или редко шесть более крепких, но тонких и по возможности легких деревянных брусьев. Они прикрепляются перпендикулярно к валу и служат основой для крыльев. Их называют *махами* (Wind-ruthen, bras); длина их обыкновенно 20—40 футов, толщина [площадь сечения] около вала 1 фут на 7—9 дюймов, а к концам они сужи-

ваются. Самое устройство крыльев весьма различно в разных странах. Крыло ветряной мельницы, во всяком случае, есть подражание перу птиц. Крыло состоит, во всяком случае, из маха, к которому прикреплены поперечные *иглицы*, или перья, начиная не от головки вала, а отступивши от нее на $^1/_6$ — $^1/_7$ длины маха. Длина первых иглиц (т. е. ширина крыла) обыкновенно равна $^1/_6$ — $^1/_7$ длины маха. Иглицы скрепляются на своих свободных краях жердями. Иглицы укрепляются в махе или так, что мах делит иглицу на две равных части, или так, что иглицы делятся махом на две неравные части, и тогда та часть иглицы, которая обращена к мельнице, делается длиннее (в $1^1/_2$—3 раза) той, которая обращена к ветру. Для укрепления длинных махов весьма часто на конце вала ставят железный шест, и от конца его проводят цепи к средине махов, отчего они не гнутся от ветра. Иногда крылья делают широкими и короткими, но это неудобно, потому что требует крепких поперечных жердочек, и чрез то увеличивает вес крыльев и уменьшает их прочность. Обыкновенно во Франции каждое крыло делается длиною около 6 саж. и шириною около 1 саж. и 1 арш. Эти крылья в северной Франции устраиваются следующим образом. На немного погнутых махалах, прикрепленных к валу, устраивают неравносторонние крылья (как обыкновенная бородка пера), а именно: та часть крыла, которая обращена к ветру,[1] делается деревянною (из легких деревянных дранок или луба), та часть, которая обращена к мельнице, делается из жердочек или решетки, укрепленной в махале. На этой решетке натягивают полотно. Полотняная плоскость в 5 раз больше деревянной. Итак, махало служит местом, где соединяются и прикрепляются деревянная и полотняная площади крыла, как ствол пера служит для прикрепления обеих бородок. Здесь обе эти площади сходятся под углом (как и обе бородки пера), обращенным против ветра. Этот угол двух площадей довольно значителен при начале крыльев, а чем дальше от вала, тем угол становится все меньше и меньше, так что при конце крыла обе площади — полотняная и деревянная — сливаются в одну плоскость. Вся полотняная поверхность крыла образует изогнутую поверхность, потому что жердочки, на которых она лежит, находятся не в одинаковом наклонении к валу и к плотности вращения крыльев, или махал. Ближайшие к валу жердочки (на первой сажени не делают их) укрепляются под углом в 30° к плоскости вращения, а при конце крыла жердочки, а следовательно, и вся (полотняная и деревянная) поверхность крыла наклонены к плоскости вращения только на 12—6°. Этот угол

[1] Считаю излишним говорить о том, что плоскость каждого крыла стоит наклонно к плоскости вращения махов. Одно ребро его плоскости обращено к ветру, другое — к мельнице.

изменяют от 12 до 6°, смотря по изменению угла наклонения вала (от 8 до15°). Величина поверхности крыла определяется тою силою, какую должна иметь мельница, как мы о том скажем после. Крылья на немецких мельницах имеют обыкновенно несколько меньшую поверхность и другое распределение плоскостей. Обыкновенно они делаются к концу у́же, чем в начале. Обе половинки крыла, наветренная и обращенная к мельнице, у них одинаковы, как это видно и в приложенном рисунке (фиг. 1). Этого достигают очень легко, укрепляя в махале *G* поперечные иглицы так, чтобы середина каждой иглицы была на махе. Свободные концы жердочек скрепляют тонкой планкой и по всей таким образом составленной решетке натягивают парусину. Каждая поперечная иглица лежит не в одной плоскости со своими соседними иглицами. Они образуют при начале крыла (около вала) больший угол с плоскостью вращения (или с валом меньший), чем при конце крыла, так что натянутое на них полотно имеет слабо винтовую поверхность. Это общее начало устройства крыльев ветряных мельниц основано на том, что около вала[1] скорость вращения крыльев меньше, чем при их конце, где сильно наклоненные крылья представляли бы притом большое сопротивление движению. Таким образом в мельницах разных родов замечают или совершенно плоские крылья, или вогнутые, или искривленные.

Посредством бревна *K* (фиг. 1) мельницу можно поворачивать около оси *CH* по направлению к ветру так, чтобы направление ветра совпадало с направлением вала от *A* к *B*. Тогда ветер, ударяя в наклоненные плоскости крыльев, давит их вкось. Часть силы идет на простое давление по валу от *A* к *B*, следовательно падает на цапфу. Другая же часть силы ветра приводит крылья в круговое движение. На валу *AB* насажено зубчатое лобовое колесо *D* (фиг. 1), которое сцеплено с шестерней (с наклонными цевками) *E*. Эта шестерня сидит на веретене или на оси, нижний конец которой укреплен под нижним жерновом, а верхний — в перекладине, идущей перпендикулярно валу *AB*. К той же оси прикреплен и бегун. Расчет зубцов шестерни и колеса *D* в ветряной мельнице очень прост. Необходимо, чтобы бегун делал в минуту 60—100 оборотов; так, например, если крыло ветряной мельницы при среднем ветре делает около 15 оборотов в минуту, то число зубцов колеса *D* должно быть в 4—5 раз больше числа цевок шестерни *E*. Для увеличения прочности и точности механизма и для уменьшения бесполезных потерь от трения и качания весьма важно иметь чугунные передаточные колеса, и хотя это сильно увеличивает основной капитал мельницы, но с избытком вознаграждается там, где мельница имеет достаточно работы.

[1] На первой сажени их не садят и не делают крыла.

Чтобы избежать передвижения мельницы при перемене ветра, иногда устраивают так называемые польские ветряные мельницы, с горизонтальными крыльями и вертикальным валом. Это устройство представляет многие удобства при постройке и расположении механизмов, но неудобно потому, что здесь все действие ветра в каждый момент ограничено только одним крылом, оттого поверхность каждого крыла должна быть увеличена, и число крыльев не может быть больше четырех (иначе одно крыло закрывало бы доступ ветра к другому крылу). Крылья в таких мельницах устраиваются таким образом, что при повороте на ветер крылья становятся вертикально, а при повороте против ветра крылья горизонтально опускаются, как клапаны, и таким образом не представляют сопротивления ни движению, ни ветру. Эти мельницы имели бы много достоинств, если бы были так усовершенствованы, чтобы могли давать равномерное движение, а то они обыкновенно гораздо медленнее и неравномернее движутся, чем обыкновенные, и оттого менее их удобны.

Для успеха в помоле всякая мельница необходимо должна представлять равномерно скорое движение. При всей равномерности двигателя движение бегуна может быть неравномерно, если сам бегун дурно устроен, т. е. если посажен неровно, так что нижняя сторона его не горизонтальна и не параллельна нижнему жернову. Тогда с одного бока будет трение больше, чем с другого, и мука выйдет неровная, следовательно помол худой. Второе условие неравномерности обыкновенно лежит в весьма плохом устройстве всех частей привода. Если ось, или вал, или колесо D, или шестерня E посажены неверно, криво, то, конечно, движение бегуна будет неравномерно. Это произойдет тем скорее еще, когда ось или вал качаются. Устранить эти первые недостатки необходимо при самом начале устройства ветряной мельницы. На худом поставе, с худыми жерновами и плохим приводом нельзя никаким двигателем получить хорошей муки. Устроивши все внутренние части мельницы прочно и верно, можно достичь и на ветряной мельнице хороших результатов. Для этого необходимо только держаться нескольких правил, весьма простых для выполнения. Первое место между этими правилами относится до устройства самих крыльев. Крылья должны быть устраиваемы с гораздо большею ветряною поверхностью, чем в наших обыкновенных ветряных мельницах. Необходимо, чтобы каждое крыло при наклоне от 30 до 6° имело бы поверхность до 60 кв. арш. (т. е. при длине в $4^1/_2$ саж. и при ширине 10 футов). Тогда слабый ветер достаточен для одного постава обыкновенной величины при 4 крыльях. Увеличение ветряной поверхности необходимо для того, чтобы при легком ветре полные крылья приводили бегун в дви-

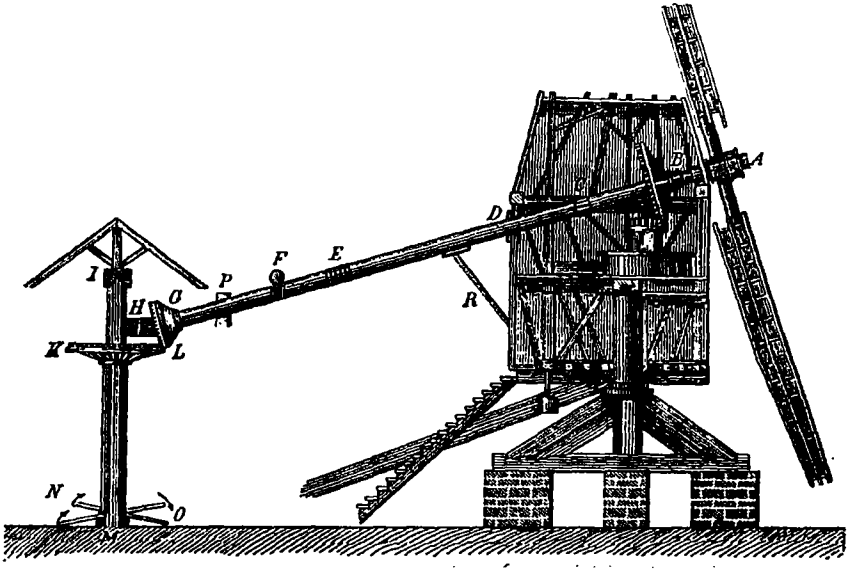
жение надлежащей скорости. Тогда работа при сильном ветре может быть сделана надлежащею, убавляя плоскость крыльев. Целая плоскость крыльев должна быть устроена для слабого ветра, а при сильном ветре часть полотна крыльев (или часть деревянной плоскости крыльев) должна быть снята или поставлена ребром. Чрез это самым простым способом уравнивается скорость вращения крыльев и бегуна. А потому полезно, чтобы крылья, имея большую поверхность, состояли, по крайней мере отчасти, из полотняной поверхности, которую легко снимать и вновь прибавлять. Отношение между числом зубцов колеса и числом цевок шестерни должно быть основано на вышеуказанном, т. е. должно быть сделано так, чтобы при слабом ветре (например при скорости ветра в $1^1/_2 - 2$ саж. в секунду [1]) число оборотов бегуна было потребное для хорошего помола. Наглядным путем мельник может уже определить, сколько снять полотна, чтобы при данном ветре пустить бегун с надлежащею скоростью. При более тихом ветре работать вовсе не следует. Для того чтобы иметь всегда под руками возможность увеличивать и уменьшать быстроту вращения крыльев, а следовательно, и уравнивать ход бегуна, могут служить и другие средства. Самым простым средством для этого может служить увеличение или уменьшение сопротивления движению вала. Для этого можно увеличивать тяжесть, которую должен вращать вал, или трение, которое должно преодолевать. Для того может служить простой нажимной тормоз у оси главного колеса. Но при всех этих приемах необходимы большое внимание и опытность со стороны мельника, чего не всегда можно ожидать. Лучшим способом для равномерности движения бегуна должно считать соединение двух способов: уменьшение поверхности крыльев и центробежный умеритель. Главную роль должно играть уменьшение плоскости, а для окончательного уравнения скорости необходимо на оси или веретене, на котором сидят шестерня и бегун, устроить самоуправляющий центробежный уравнитель вроде тех, какие употребляются при паровых машинах. Этот уравнитель особенно полезен при порывистом ветре. Главное же правило для ветряной мельницы должно быть то, чтобы бегун двигался с надлежащею скоростью при слабом ветре при полных крыльях и при наименьшем сопротивлении всех остальных добавочных частей прибора. Для того необходимо и выполнение первого условия — верное устройство частей, которое уменьшает трение и позволяет слабому ветру передавать надлежащее движение бегуна. При полном отсутствии ветра и при самом слабом неравномерном — чтобы не стояла мельница без работы — необходимо

[1] Эту скорость ветра можно легко определить по полету пуха.

соединить ветряную мельницу с приводом для движения лошадьми или волами, — там, где это возможно. Тогда капитал, затраченный на устройство хороших приводов и дорогих поставов, будет приносить постоянный доход. Это приспособление очень просто и устраивается разными способами. Следующий способ, повидимому, проще других. Вал *A* (фиг. 2) должно сделать составной, — так, чтобы его можно было разнимать около места прикрепления у втулки при *B*.

Этот разъем должно сделать не квадратный, а круглый с болтом, так что, когда болт вставлен, колесо *B* должно вращаться при вращении крыльев, а когда болт вынут, то крылья отделены от колеса, и притом в самой скрепе будет втулка для вращения вала с лобовым колесом (но без крыльев, которые должно закрепить). В стене мельницы, по направлению от *A* к *C*, должно сделать отверстие, чрез которое должно пропустить и в котором укрепить вал *CE* от конного привода. Этот вал должно соединить с валом *AB* скрепою или муфтою *C*, или каким-либо другим средством. Этот новый вал должен, очевидно, вращаться со скоростью вращения крыльев, чтобы привести бегун в настоящее движение. Свободный конец нового вала скрепляется в *E* с валом *EG*, лежащим на *G* и снабженном шестерней. Конец вала вращается на шипе, лежащем в неподвижной перекладине. Если этот целый вал *BCEG* сцепить с колесом *KL*, приводимым в движение лошадьми, то мельница и будет приведена в движение. Положим, что мельница устроена так, что при вращении крыльев 12 раз в минуту бегун будет иметь требуемое движение. Положим, далее, что круг, который описывают лошади, имеет диаметр $3^1/_2$ саж. и лошади ходят со скоростью $1^1/_2$ арш. в секунду, следовательно 30 саж. в минуту. А как окружность круга, которого диаметр $3^1/_2$ саж., равна около 11 саж., то, значит, колесо *KL*, приводимое лошадьми в движение, сделает в минуту 3 оборота. Мы уже сказали, что для помола необходимо, чтобы новый вал сделал 12 оборотов в минуту, следовательно шестерня *G*, на нем насаженная, должна иметь в 3 раза меньше цевок, чем лобовое колесо *KL*, вращаемое лошадьми. Так, если на последнем 72 зубца, то на шестерне должно быть 24 зубца. При подобном устройстве придется сделать только одно новое колесо и одну новую шестерню и три скрепы: одну у *B*, другую у *C*, третью при *E*; следовательно, все устройство обойдется недорого, если местность богата длинными бревнами. Оно может быть применено ко всякой почти мельнице, уже готовой, если она имеет наклонную ось вращения, нисколько не изменяя ни ее веса, ни внутреннего устройства. Чтобы прекратить действие лошадей, должно разнять сообщение у *E* и по блоку *F* поднять добавочный вал *EG*. Разнявши скрепу *C* и сообщая

ось *BC* болтом с крыльями, можно заставить вновь действовать привод ветром. Чтобы привести в действие лошадьми, необходимо поворотить мельницу крыльями от конного привода, опустить вал *GE* и сделать все скрепы. Затраченный на такое устройство капитал незначителен. Это устройство дешевле всех других, потому что требует только одного колеса и одной шестерни и может быть добавлено почти ко всякой мельнице, уже готовой и действующей. Разумеется, что то пространство, где помещены лошади



Фиг. 2. Конный привод для немецкой мельницы.

и колесо, ими двигаемое, должно быть помещено на таком расстоянии от мельницы, чтобы не мешали ее повороту и чтобы притом добавочный вал был по возможности короток. Описанное устройство имеет ту выгоду, что при нем не остается, во время действия лошадьми, в бездействии передаточное колесо, приводимое в движение ветром, тогда как при некоторых других устройствах для привода употребляются вновь строящиеся системы колес. При описанном устройстве необходимо обращать внимание на то место, где помещается весь привод и манеж для лошадей. Они должны быть поставлены со стороны, с которой ветер дует весьма редко. Впрочем, высокое и снабженное малою кровлею, это здание не может мешать действию ветра, если бы даже ветер и дул по направлению от манежа к мельнице, потому что кровля и весь механизм, который необходимо защитить от действия дождя и

снега, придутся около центра вращения крыльев и займут не больше, как ширину тех частей крыльев, которые не снабжены спицами и не нуждаются в ветре. Главное внимание устроителя подобного привода должно быть обращено, конечно, на составной вал, на прямизну бревен, на прочность и удобство скреп и на верность всех тех точек, на которых вращается составной вал. Точки *B*, *C*, *D*, *E*, *G* и *H* должны непременно лежать по одной прямой. Приспособиться к скрепе весьма легко, потому что предполагаемая мельница может вращаться около оси и вал *CE* подвижно скреплен с целою мельницею, а вал *EH* легко сцеплять и расцеплять, поднимая на блоке. Мелкие подробности дела и измерения мы не приводим здесь потому, что это может значительно изменяться при разных условиях местности и данной мельницы. Заметим еще, что составной вал можно сделать вроде того, какой употребляется для передачи движения от конного привода к веялкам, молотильным и тому подобным машинам.

Так как, по нашему мнению, приспособление ветряных мельниц к движению лошадьми и волами может принести во многих местах России большую выгоду, особенно в зимнее время (когда лошади и волы свободны), то мы и приводим еще описание одной системы привода. Она сложнее вышеописанной, но зато прочнее ее и применима к мельницам, которые имеют горизонтальный вал, чего нельзя сказать о предыдущей системе. По предыдущей системе, если вал горизонтален, то система колес и все здание для манежа должны быть столь высоки, что это может мешать строгости механизма, его дешевизне и прочности. В таком случае нужно держаться системы, которая, кажется, в первый раз предложена Детамолером. Для этого на некотором расстоянии от мельницы строят манеж. Вертикальный вал, который движется животными, проводится под землею и снабжен подземным колесом, которое, значит, не мешает ни движению ветра к крыльям мельницы, ни движению животных по плоскости манежа. Подземное колесо сцепляют с шестерней, насаженной на подземной же горизонтальной оси. Эту ось направляют к мельнице. На конце этой оси близ мельницы укрепляют колесо, которое вертикально сцепляют с шестерней вертикального веретена. Это веретено должно быть поставлено в основании мельницы на окружности того круга, который описывает центр бегуна. [1] Этого достичь весьма легко, потому что при основании мельницы достаточно пустого места. Отношение зубцов двух колес и двух шестерней должно быть таково, чтобы послед-

[1] Если мельница голландской системы, т. е. такой, в которой движется только кровля, а постав остается на одном месте, то веретено должно быть просто по отвесной линии того веретена, на котором прикреплен бегун.

нее веретено вращалось со скоростью бегуна. Так, например, если вал и колесо, вращаемые лошадьми, ходят в минуту 3 раза кругом, то колесо может иметь около 80 зубцов, а первая шестерня около 24 цевок. Тогда горизонтальная ось будет делать 10 оборотов в минуту, если лошади сделают 3 оборота. На эту ось можно посадить колесо с 48 зубцами (вершина такого колеса будет выдаваться из-под уровня земли, что и необходимо для того, чтобы выдающаяся часть колеса задевала за вторую шестерню). Если шестерню на вертикальном веретене сделать с 8 зубцами, то очевидно, что веретено сделает в минуту 60 оборотов, когда лошадиный вал только 3 оборота. Это последнее веретено, вращающееся со скоростью движения бегуна, должно сообщить с бегуном. Для того в голландских мельницах прямо от бегуна спускают ось, которую скрепляют по верху с бегуном, а внизу с веретеном, на котором сидит вторая шестерня, или прямо насаживают шестерню на эту опускающуюся от бегуна ось. Конечно, во время действия ветра добавочную ось отнимают (подымая часть оси вверх), и во время действия лошадей разъединяют бегун от вала и шестерни, движимых ветром. То же самое относится и до мельниц немецкой системы, вполне, со всею внутренностью, поворачивающихся по ветру. Здесь, когда хотят пустить в движение лошадьми, мельницу поворачивают так, чтобы ось, опущенная от бегуна вниз, была на одной линии с веретеном, которое двигается от лошадей, т. е. с тем веретеном, на котором посажена вторая шестерня. Эта система привода имеет многие важные удобства, особенно же то, что здесь все оси и шипы можно прочно укрепить в низких или в закрытых в земле подпорках, что помогает прочности всей системы. Очевидно, что такой привод легче устроить для мельницы голландской, чем для мельницы немецкой системы.

При постройке новой мельницы голландской системы легко устроить весь манеж и весь привод внутри самого здания, которое служит основанием для вращающейся кровли. Этот способ, самый удобный для выполнения, так прост, что мы не считаем необходимым его описывать. В шатровых мельницах, устроенных по голландскому способу в подвижной кровле или шатре, помещают или только одно колесо, сидящее на вале, или вал с колесом и оконечность вертикальной оси (Königsbaum) с шестернею. Лобовое колесо так располагают, чтобы нижние зубцы его при повороте кровли (и крыльев) во всех положениях ее задевали за цевки конической шестерни (фонаря). Эта последняя помещается в самом центре вращения кровли. Эта шестерня насаживается на длинное веретено, к которому прикрепляют или прямо бегун, или, когда мельница сделана для нескольких поставов, то на веретено садят горизонтальное колесо, зубья которого скрепляются с шестернями, движущими

бегуны. Голландские мельницы обыкновенно устраиваются для нескольких поставов. В них точность движения всех частей еще более необходима, чем в немецких мельницах, а потому колеса и шестерни веретена в них делаются обыкновенно из чугуна. Во всяком случае, главный вертикальный вал должен быть установлен совершенно прочно, и потому пята его доходит до основания. Когда хотят голландскую мельницу соединить с приводом от лошадей, то поднимают крыловой вал и главную ось скрепляют с системою колес точно так же, как и при обыкновенном движении мельниц животными. Такая мельница будет состоять из трех или четырех этажей. Нижний этаж образует манеж для движения животных. Во втором этаже можно поместить приводы от конного вала и пеклевальный снаряд, в третьем (или тоже во втором) постав. Четвертый будет содержать лари для зерна, крыловой привод и шестерню. В обыкновенной деревянной мельнице простого устройства делают только два этажа.

Весьма часто на ветряных мельницах один большой постав заменяют несколькими малыми. Это делают для того, чтобы при слабом ветре и малом количестве зерна можно было пустить только один постав, а другие поставы остались бы тогда без дела. При сильном ветре все поставы пускают в ход. Этим способом достигают того, чтобы сопротивление внутри мельницы было при слабом ветре слабее, чем при сильном, и оттого движение бегунов уравнивается по силе ветра количеством сопротивления. Этот способ кажется не выгоден, потому что предполагает в своей сущности затраченный капитал для поставов, не приносящий большую часть времени никаких процентов. Притом помол на малых жерновах никогда не может быть так хорош, как на больших жерновах, и насечка малых жерновов для хорошего помола труднее, чем насечка большего жернова.

Чтобы избежать разрушительного действия, какое производят сильные ветры на крылья мельниц, поступают различным образом. Самое простое средство есть следующее: при сильном ветре мельницу ставить не прямо против ветра, а боком к нему. Тогда или движение крыльев почти прекращается, когда их направление будет совпадать с направлением ветра, или движение крыльев замедляется, если плоскость махов будет косвенно пересекаться линией направления ветра. Другое средство есть убор парусин, натянутых на крылья. Впрочем, это последнее средство всегда сопряжено с большою тратою времени, потому что неизбежно требует остановки хода. Наивыгоднейшею скоростью ветра для хода мельниц считают 10—30 футов в секунду. Слабый ветер (от $1^1/_2$ до 6 футов) не выгоден для обыкновенных мельниц. Сильный ветер (45—60) и тем более буря (70) и ураган (100) разрушают мельницы.

В ветряных мельницах, которые устраиваются надлежащим образом и при достатке капитала, можно делать крылья мельницы не парусинные, а деревянные, только составные. Каждое крыло должно быть устроено как оконная решетка (жалюзи), вставляемая во время жар[ы], из ряда поперечных планок, которые вращаются около поперечных или продольных осей, укрепленных или в конце, или в середине каждой планки. Конечно, оси эти должны быть железные, иначе поправок будет много. Такое крыло может представлять различное сопротивление ветру. Когда каждая планка встанет ребром к ветру, тогда огромные крылья могут сопротивляться сильнейшему ветру, а когда все планки встанут к ветру плоскостями,— тогда слабый ветер может двигать большой постав. По этому уже видно, что составные крылья могут служить отличным средством для умерения движения крыльев или для его усиления, смотря по тому, в каком наклонении и в каком количестве планки стоят к ветру. Чтобы управлять наклонением планок, необходимо соединить края их между собою общим железным прутом (как это часто делается в жалюзи). От каждого крыла можно провести один, два или несколько таких прутьев для того, чтобы управлять всеми или только известными планками. Все эти прутья, управляющие наклонением планок и, следовательно, скоростью движения крыльев и бегуна, должны быть по оси вращения крыльев проведены во внутрь мельницы, чтобы изнутри ее, не останавливая хода, мельник по произволу мог распоряжаться наклоном планок. Тогда при сильном ветре планки должны быть наклонены под известным углом, а при самом слабом они должны быть поставлены прямо против ветра. Это устройство может приносить свою несомненную пользу тогда только, когда все прутья и планки сделаны столь отчетливо и верно, что вполне слушаются руки или молотка, ими управляющего. В противном случае, т. е. когда в данной местности невозможно или невыгодно точно сделать все необходимые для такого составного крыла железные вещи, — тогда не следует и предпринимать подобного устройства, потому что оно дорого и при худой работе может принести большой расход, нисколько не удовлетворяя своей цели. Там, где железные вещи и особенно их хорошая выработка на механических заводах недороги и могут окупиться правильностью хода ветряной мельницы, — там можно устраивать самоуправляющий привод для вышеописанных сложных крыльев. Устройство такого снаряда, впрочем, может быть довольно просто, как и понятно из сущности требования. Необходимо, чтобы при усилении ветра прут, управляющий наклонением планок, был надвинут. А как усиление ветра влечет за собою увеличение скорости вращения вала и всего механизма, то, присовокупляя к этим механизмам центробежный уравнитель, должно

прутья соединить с ним таким образом, чтобы по мере увеличения скорости вращения прутья опускались и наклонение планок к ветру изменялось.

Действие центробежного прибора, как известно, и состоит именно в том, что с изменением скорости положение некоторых частей его изменяется. Эти части можно сцепить с прутьями, управляющими планками. Мы не делаем описания всех этих снарядов, потому что применение их имеет у нас существенное неудобство в дороговизне или отсутствии заводов для механических приборов. Там, где механические снаряды могут быть дешевы, там редко могут представиться местности, в которых неизбежно устроить ветряную мельницу. Там ее всегда почти можно заменить водяною или паровою.

Чтобы дать некоторое руководство для строителя ветряной мельницы, относительно расчета поверхности крыльев и силы мельницы, заметим следующее.[1]

Если бы не было трения и бесполезных сопротивлений, то работа данной мельницы, выраженная в числе пудофутов, равнялась бы $\frac{3(c\cos a - v\sin a)^2}{2g} n \sin a F b$, где c означает скорость ветра, a означает угол наклонения плоскости крыльев к плоскости вращения махов, v — скорость движения крыльев (она различна в разных частях крыла), g есть напряжение тяжести (у нас = 32 футам), n — число крыльев, F — поверхность каждого крыла и b — вес 1 куб. фута воздуха (в пудах); c, v, g и F выражены футами, a градусами. Это выражение может быть упрощено: работа мельницы $= 0.000103 \cdot F \cdot vn (c\cos a - v\sin a)^2 \sin a$, выраженная в пудофутах. Наивыгоднейшие углы a изменяются (как показали опыты и наблюдения) от 7° (при конце махов) до 27—20° (при начале крыла). При данной скорости ветра c, наибольшая работа, которую может дать мельница, $= 0.0000152 \frac{c^3 F n 3(\cos a - 2)}{\cos a^3}$. Так, при скорости ветра в 20 футов в секунду, при четырех крыльях в 24 фута длины и от 9 до 6 футов ширины, если a средним числом равно 15°, мельница может дать работу 76 пудофутов (или около 5 лош. сил), что достаточно для двух небольших (в 3 фута) поставов. Наивыгоднейшая скорость вращения крыльев такова, что концы махов в 2—3 раза движутся скорее, чем ветер. Так, если мах длиною 24 фута и делает 10 оборотов в минуту, то край его в минуту делает $10 \times 6.3 \times 24 = 1512$ футов, что будет выгодно для ветра, имеющего скорость 10 футов в секунду. Когда скорость движения махов удовлетворяет этому условию и

[1] Подробности в «Механике» *Вейсбаха*, т. II, стр. 1031, СПб., 1861.

когда угол a сделан надлежащий, тогда работа мельницы определяется просто

$$0.000013n \cdot Fc^3.$$

Следовательно, можно вычислить поверхность каждого крыла, если желают иметь мельницу определенной силы. Так, например, если мельница для двух поставов в 3 фута, то нужно, чтобы она давала работу $5^1/_2$ лош. силы, или 80 пудофутов. Желают, чтобы она работала при скорости ветра в 15 футов в секунду и имела 8 крыльев, следовательно,

$$n = 8,\ c = 15,\ c^3 = 3375,$$

а потому имеем:

$$80 = 0.000013 \cdot 8 \cdot F \cdot 3375,$$

откуда и находим, что F, поверхность каждого крыла, должна быть сделана 227 кв. футов, т. е. длиною в 32 фута и шириною около 7 футов.

Кончая замечания о ветряных мельницах, необходимо напомнить то обстоятельство, что ветряные мельницы с большею выгодою могут быть применены к многим другим службам: к пилке дров, к подъему воды, к ткацким станкам, к маслобойкам и т. п. В Голландии, где ветряные мельницы едва ли не распространены более чем в какой-либо другой стране, устройство их доведено до некоторого совершенства. Для выкачивания и спуска воды из низменных мест в этой стране повсюду распространены мельницы, сами собой управляющие и действующие весьма долго без всякого надзора в пустынных местах. Простые приспособления (добавочное крыло, плоскости которого перпендикулярны плоскости движения махов) приводят сами собою мельницу крыльями противу ветра. Нечто вроде центробежного снаряда (тяжесть, на самих сложных крыльях насаженная) уравнивает движение таких мельниц и дает им возможность сопротивляться сильнейшим бурям, которые тем разрушительнее действовали бы на эти мельницы, что они прикрепляются очень высоко на высокой неподвижной части. При этих мельницах находится также снаряд, дающий чрез каждые 100 оборотов по капле масла на каждое место, где нужна такая смазка. Эти мельницы между тем и недороги, и прочны, что и показывает возможность совершенствования этого рода приборов, на что, как нам кажется, обращено было до сих пор весьма мало внимания и что заслуживает этого внимания.

Переходя к текущей или падающей воде как двигателю, мы должны заметить прежде всего, что этот двигатель доставляет обыкновенно много пользы и выгод тогда только, когда проведение воды и устройство плотин недороги и верны. Это именно условие и замечается в странах гористых, каковы, например, южная

Германия, многие места Франции и Швейцарии. Там горные источники имеют такое падение, что ими легко управлять; даже нет нужды ни в каких плотинах, — требуется построить только жолоб, по которому бы известная часть воды приходила к колесу.

В этих местностях нечего бояться ни накопления воды сверху, потому что тогда можно спустить излишнюю воду в другую сторону, ни накопления воды снизу, потому что в этих местах мельницы строятся на склоне горы. Там какой-либо маленький ручеек, текущий по склону горы на протяжении 100 саж., часто приводит в движение пять-шесть водяных колес. Такой случай, например, встречается в Роршах, на берегу Баденского озера. У нас в большей части России условия водяных двигателей совершенно иные, что зависит от малого падения вод, от необходимости плотин, от напора вод сверху во время весны, от потопления колес снизу, от долгого замерзания ручьев и множества других, не менее важных причин. Потому устройство водяной мельницы весьма часто требует у нас большого основного капитала и сопряжено с риском во время весеннего наводнения.

Не приводим здесь подробностей, относящихся до выбора местности, устройства плотин, колес и приводов водяных мельниц, потому что эти вопросы составляют предмет механики и строительного искусства,[1] останавливаемся только на кратком описании разных приемников для двигающейся воды, употребляемых, смотря по различию в условиях падения воды и ее количества и по другим местным условиям.

Смотря по роду приемника, водяные мельницы делят на мельницы с вертикальными и горизонтальными колесами. В первых ось вращения водяного колеса горизонтальна, во вторых вертикальна. У первых плоскость колеса и его вращение происходят по вертикальной плоскости, у вторых по горизонтальной. Второй род колес обыкновенно называется *турбинами*, а первый род собственно и носит название водяных колес. Относительно выбора между турбинами и колесами должно заметить, что первые доставляют обыкновенно больше работы при равных условиях со вторыми, движутся несравненно быстрее и ось их вращения вертикальна, так что бегун или несколько бегунов (посредством системы простых зубчатых колес) могут быть прямо насажены на эти оси или только при посредстве весьма простых систем колес, что уже дает преимущества употреблению турбин. Кроме того, турбины многих систем могут двигаться под водою, при всех возможных падениях воды и при разных ее высотах, что еще более клонит перевес на сторону турбин, особенно у нас во время зимних морозов, когда на

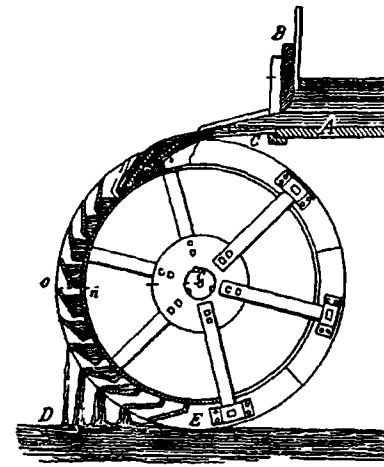
[1] См. ссылки на стр. 568 и 584.

открытых колесах намерзает лед, а иногда и все движение останавливается. Одно существенное свойство турбин делает употребление их у нас весьма ограниченным: турбины необходимо должно устраивать на механическом заводе, где они только и могут быть сделаны и исправлены, потому что все части двигающегося механизма должны быть из металла и точно выделаны. Поправка испортившейся турбины влечет большую работу. Скорости движения турбин при разных количествах воды весьма различны.

Водяные колеса, напротив того, могут быть приготовлены из дерева при средствах, всюду находящихся. При хорошем надзоре и плане только колесник, плотник и кузнец необходимы для устройства хорошего колеса. Поправка и изменение таких колес не так продолжительны и не так ценны, как поправка турбин. Конечно, если возможно, должно предпочесть железное колесо деревянному. Неудобства водяных колес отчасти уже видны из перечисления хороших свойств турбин.

Кроме того, заметим, что водяные колеса при домашней постройке требуют надлежащих практических и теоретических сведений в выборе размеров и родов колес.

Вертикальные, или стоячие, водяные колеса устраиваются разных систем:

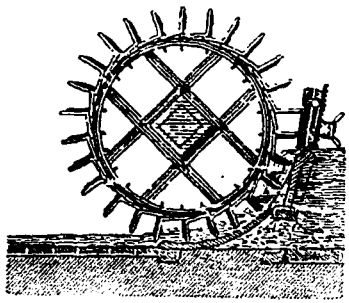


Фиг. 3. Наливное колесо.

а. *Верхобойное наливное колесо* (фиг. 3) устраивается тогда только, когда падение велико. Диаметр колеса, конечно, должен быть почти равен высоте падения воды, чтобы не было потери в работе воды. Их выгодно устраивать, впрочем, тогда только, когда количество воды, вытекающей из водоема *A*, не менее 20—30 куб. футов в секунду и когда высота падения не менее 2 саж. Такие колеса передают более половины и даже три четверти той работы, которую может выполнить падающая вода,[1] так что полезная работа этого колеса = 0.5 до 0.75. Устройство

[1] Данное количество воды, падающее с данной высоты, может, конечно, преодолеть известное препятствие, например поднять известную тяжесть на известную высоту. Отношение между возможною работою воды и тем количеством работы, которое передает данное колесо, покажет полезную работу, передаваемую колесом.

его состоит в следующем: из канала *A* проводится спуск (ларь), вливающий воду в ковши (на лопатки), которыми снабжено колесо. Быстрота вытекания воды из канала изменяется задвижкою (щитом) *B*. На обод колеса насажены ящики или кривые ковши. Наполнившись водою, эти клетки от *тяжести* и от удара воды падают вниз и тем движут колесо. Выливание воды из ковшей начинается после того, как они станут на уровень с осью колеса. Вытекающая из них вода падает в канал *DE*. Чтобы вода не вытекала из ковшей при движении от верху до низу, бока колеса в том месте, где устроены ковши, обшиты (так называемыми палубою и венцами), как показано у *E*. Выгода верхобойного колеса состоит еще и в том, что разлив воды снизу колеса не препятствует его движению даже тогда, когда уровень *DE* достигнет некоторой высоты над ободом. К невыгодам этих колес должно отнести то, что они движутся медленно и должны иметь большие размеры, чтобы доставлять много работы.



Фиг. 4. Среднебойное колесо.

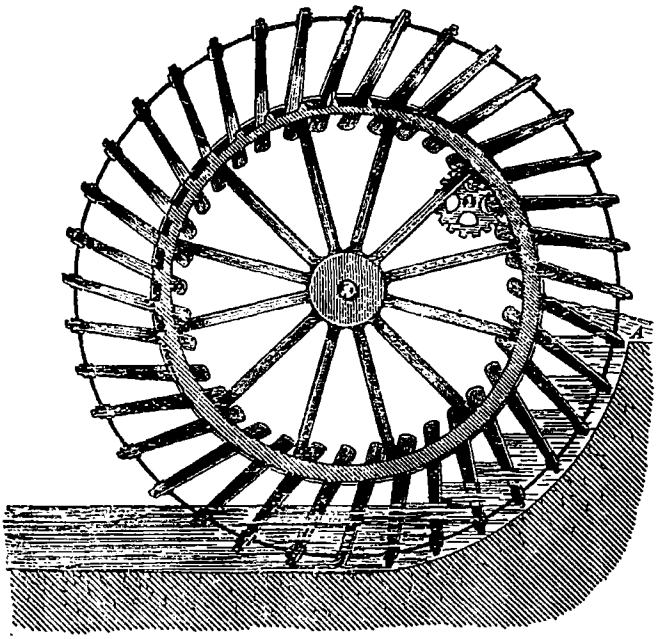
b. *Среднебойное полуналивное колесо* (фиг. 4) должно иметь радиус (полудиаметр), почти равный высоте падения. Такие колеса выгодно устраивать (полезная работа $= 0.6-0.75$), когда падение не столь велико, чтобы можно было построить наливное колесо, и не столь мало, чтобы необходимо было строить подливное колесо. При падении в $1^1/_3$ саж. уже выгодно заменять ими наливные колеса, а при падении в 2 арш. выгодно заменять их подливными колесами. Полуналивное колесо может работать с выгодою тогда только, когда вода в бассейне *B* достигает не выше обода колеса. Смотря по тому, имеют ли лопатки (ковши) колеса такой вид, как на фиг. 4, или как на фиг. 3, различают истинно среднебойные и полуналивные колеса. В тех и других действуют и тяжесть, и удар воды, и вода доставляется нижней, задней четверти колеса, потому их называют иногда заднебойными.[1] Действие таких колес очень понятно.

Если верхнебойное или среднебойное колесо достигает большого размера, что иногда необходимо для выгоды действия, то оно движется часто столь медленно, что обыкновенные приводы и их размещение становятся весьма сложны и невыгодны. Тогда на

[1] *В настоящих ковшевых английских заднебойных колесах вода вливается в верхние задние колеса. Это видоизмененные верхнебойные колеса.*

ободе такого колеса приделывают зубчатое колесо, которое, задевая за колесо с меньшим числом зубьев, приводит его в движение (фиг. 5). Это последнее служит уже для движения всей системы колес мельницы. Обыкновенно же движение водяного колеса передается в мельницу посредством зубчатого колеса, насаженного на одной оси с самим водяным колесом и имеющего меньший диаметр, чем водяное колесо.

Колесо, изображенное на фиг. 6, есть истинное полуналивное с переливом. Оно устроено в Сен-Дени, около Парижа. Высота

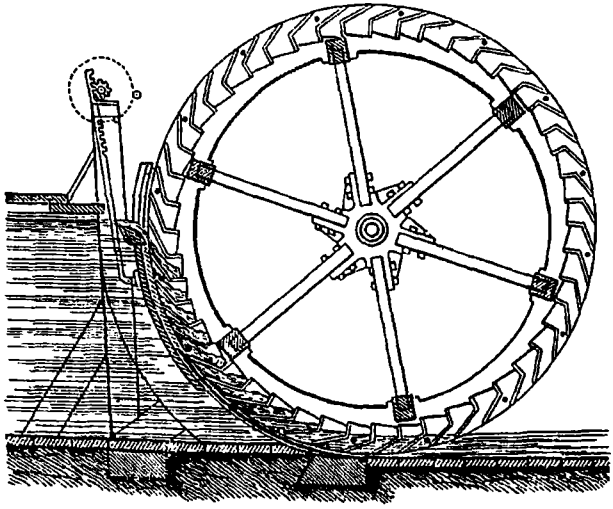


Фиг. 5. Большое среднебойное колесо.

падения 5 футов 8 дюймов. Диаметр колеса, вместе с лопатками $12^1/_2$ футов, диаметр обода без лопаток $10^1/_2$ футов. Колесо дубовое. Ширина ковшей 4 фута. Колесо движет два жернова, диаметром в 5 футов 6 дюймов. Толщина струи воды, переливающейся в колесо, изменяется от 8 до 9 дюймов. Колесо вращается от 4 до 5 раз в минуту.

Хотя движение среднебойных и наливных колес часто очень медленно, но зато они имеют то важное преимущество пред подливными колесами и турбинами, что скорость оборотов их весьма мало изменяется при довольно значительных различиях в количе-

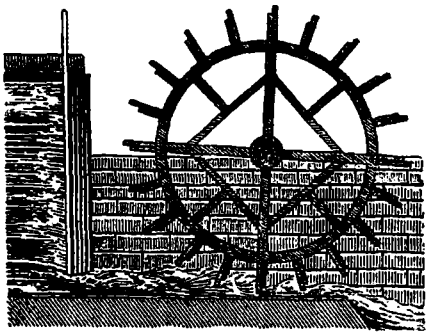
ствах сопротивлений, что делает употребление таких колес выгодным для мельниц, ибо иногда приходится работать всеми, иногда только некоторыми поставами, и тогда все-таки скорость вращения



Фиг. 6. Полуналивное колесо.

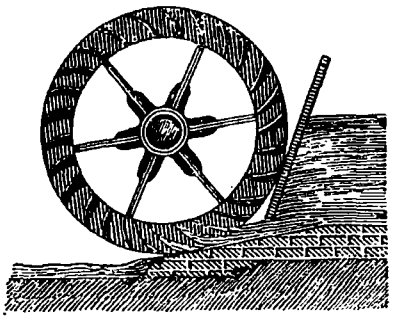
должна остаться та же самая, что трудно выполняется турбинами и подливными колесами.

Среднебойные и *полуналивные колеса* составляют переход от верхнебойных и истинных заднебойных к *подливным*, или *нижнебойным* колесам. Эти колеса (фиг. 7), как и выражает самое название, движутся от напора воды на нижние лопатки. При этих колесах, которые должно строить только при самых незначительных падениях (от 4 до 10 футов) и при малых количествах воды, весьма много силы теряется на удар воды о встречающиеся противу ее течения лопатки. Оттого такие колеса, сравнительно с другими, передают гораздо менее работы. Полезная работа их обыкновенно менее $^1/_3$ или около 0.3. Но их выгодно устраивать при малых падениях и больших массах текущей воды, потому что при



Фиг. 7. Подливное колесо.

надлежащих размерах подливные колеса вращаются скорее других вертикальных колес. Это зависит от того, что такие колеса могут быть малых размеров. Скорость их движения может быть легко найдена из того, что обыкновенно скорость движения лопаток в $2^1/_2$ раза менее скорости движения свободно пущенной воды. Существенное различие среднебойных и подливных колес можно считать только в различии устройства русла. В первых оно кривое и параллельно окружности колеса (фиг. 5), а во вторых оно плоско, имеет небольшой склон и оканчивается (фиг. 7) порогом, чтобы, совершивши свое действие, вода не препятствовала движению колеса. В колесах первого рода действие воды определяется и ее тяжестью и ее скоростью; в колесах второго рода тяжесть воды уже почти не помогает движению колеса, — она только сообщает силу воде, и часть этой силы передается колесу. Очевидно уже, что при прочих равных обстоятельствах водяное колесо с кривым руслом производит больше работы, чем настоящее подливное колесо с прямыми лопатками.



Фиг. 8. Колесо Понсле.

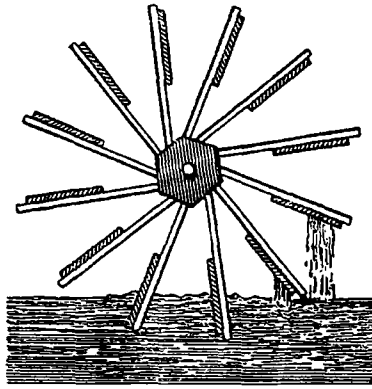
Чтобы устранить действие удара, который уменьшает силу воды,[1] и заставить подливные колеса действовать на манер наливных — тяжестью и скоростью падения воды, Понсле устроил подливное колесо с кривыми лопатами, какое изображено на фиг. 8.

Колесо Понсле дает более половины полезной работы и может употребляться с выгодою при малых падениях, когда, впрочем, количество воды достаточно велико и высота падения не более сажени. Иначе уже его выгодно заменить полуналивным колесом с кривым руслом, а то пришлось бы делать колесо больших размеров. Очевидно, что при подливных колесах радиус колеса меньше высоты падения, чем они наглядно и отличаются от полуналивных колес. Кроме того, у подливных колес вода выпускается из нижней части плотины, в наливных — из верхней. Запор плотины делается или прямой, как на фиг. 7, или, что гораздо лучше, косвенный. Быстрота вращения подливных колес определяется их радиусом.

К разряду подливных, или нижнебойных, колес относятся колеса, устраиваемые на больших реках, которые нельзя запрудить и тем

[1] Это можно объяснить себе так: частицы текущей воды ударяются об лопатки колеса и, отскакивая назад, уменьшают скорость притекающей воды.

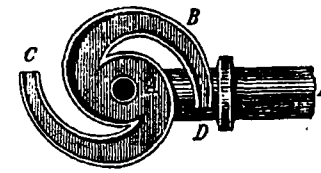
увеличить падения. Эти колеса особенно часто употребляются для мельниц, помещаемых на барках по большим рекам. Несколько таких мельниц видны, например, на Рейне у Майнца. Такие же мельницы устраиваются часто и по берегам рек. Для таких мельниц нужны реки, быстро текущие. Колесо в этом случае погружают в воду, и вода поворачивает лопатки, отчего и двигаются сами колеса. Наивыгоднейшая быстрота движения лопаток должна быть в 2 раза менее быстроты течения реки. Устройство такого колеса очень просто. На фиг. 9 представлен разрез такого колеса.



Фиг. 9. Висячее колесо.

Обыкновенно, как и представлено на фигуре, лопатки таких колес сидят не по направлению радиуса, а наклонены к нему, что облегчает выход колес из воды. Такие колеса называют, обыкновенно, *висячими колесами*. В Америке предложили недавно приделывать к концам лопаток ковши, что немного усиливает их работу.

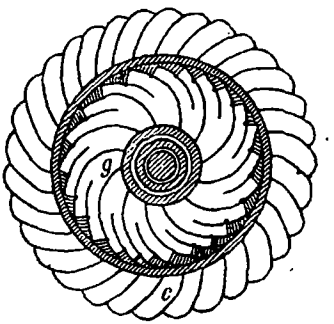
Между турбинами самая простая носит название *шотландской турбины*. Она основана на законе Сегнерова колеса. Этот закон состоит в том, что вода, вытекая из данного отверстия, оказывает давление в сторону, противоположную направлению струи. А потому, если устроить по окружности колеса, наполненного водою, несколько трубок с отверстиями по направлению касательных линий, то колесо придет во вращение в сторону, противоположную этим отверстиям. Устройство прежних турбин и было именно такое, как это устроено и в шотландской турбине. Чрез трубу *E* (фиг. 10) впускают воду. Чем больше быстрота движения, тем лучше, потому что тогда часть скорости воды сообщится колесу. Потому трубу *E* сообщают с верхним прудом и конец ее, на котором находится колесо, ставят внизу. Вода из канала *E* входит в отверстие колеса *A*. Все колесо с рукавами *B* (их делают два или три) может вращаться. Для того вверху оно укреплено на оси, а внизу движется в кольце, которым кончается труба *E*. Вошед-



Фиг. 10. Шотландская турбина.

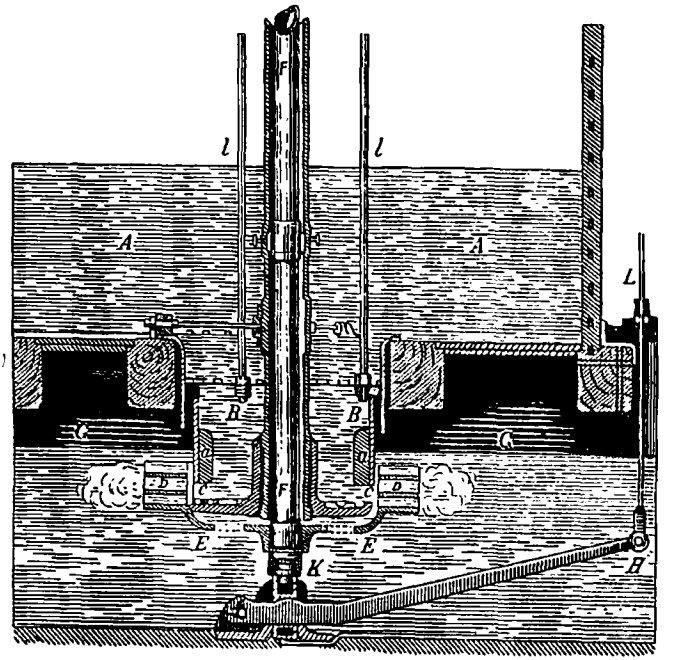
шая вода вытекает из колеса рукавами *BD* и *C*, и оттого колесо вращается в направлении *CDB*, приводя в движение ось и, следовательно, механизмы, с ним связанные. Рукава *BD* и *C* к концу суживаются. Такие турбины передают менее половины полезного действия воды, но отличаются величайшею простотою своего устройства и при надлежащих размерах движутся равномерно и скоро.

Лет 30 тому назад Фурнейрон устроил новую турбину, которую потом усовершенствовал, так что она передает до 75% полезного действия воды. *Фурнейронова турбина* состоит из двух горизонтальных колес с кривыми лопатками. Внутреннее колесо *g* (фиг. 11) неподвижно и имеет лопатки по направлению движения колес. Наружное колесо *c* подвижно и укреплено на тарелке, которая сидит внизу на шипе, а вверху осью сообщена с механизмом. В этом колесе направление лопаток противоположно направлению движения колеса. Вода, втекающая чрез среднее колесо, направляется лопатками *g* на изогнутые лопатки *c* и выходит вниз при конце этих лопаток по направлению, противоположному движению колеса. Чтобы лучше понять устройство Фурнейроновой турбины, приводим вертикальный разрез ее на фиг. 12. *A* — верхний пруд воды, из которого вода падает сперва во внутреннее неподвижное колесо *BB*, а потом, направленная лопатками, устроенными в нем, стремится в перегородки подвижного колеса. Вода, совершив свое действие на колесо *DD* и приведя его в движение, проходит в нижний канал, уровень которого *GG* может быть и выше и ниже верхнего края колеса. Вращающееся колесо *DD* укреплено на плоской тарелке *EE*. Эта тарелка скреплена с осью *FF*, нижний конец которой (пята) свободно опирается и вращается в пятнике *K*. Этот, посредством рычага *KH* и болта *HL*, можно опускать и повышать. Верхний конец оси *FF* сообщается с механизмом мельницы. На внутренней поверхности колеса *BB* движется кольцо, разрез которого представлен на рисунке в виде частей *aa*. Ручки *ll* приделаны к этому кольцу, чтобы можно было его поднимать и опускать по произволу. Этим способом легко управлять количеством воды, вытекающей из резервуара чрез отверстия перегородок колеса *BB* в колесо *DD*. Это необходимо, чтобы замедлять или ускорять движение колеса, или увеличить, или уменьшить количество воды, стремящейся на лопатки. Действие такого колеса весьма понятно из описания прибора.



Фиг. 11. Горизонтальный разрез турбины Фурнейрона.

На подобном же начале основана и *турбина Жонваля* (фиг. 13). Она отличается от турбины Фурнейрона тем, что в ней неподвижное колесо *BB*, направляющее воду, расположено поверх вращающегося колеса *AA*. Это последнее вращается на оси, укрепленной в треножнике *FF*. Оба колеса, *BB* и *AA*, находятся в трубе *BBFG*, кончающейся каналом *H*. В конце его находится клапан, который можно двигать рукояткою *K* и тем увеличить или уменьшать

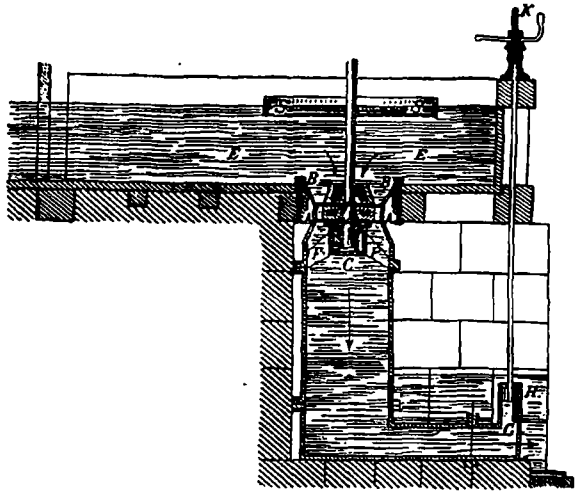


Фиг. 12. Вертикальный разрез турбины Фурнейрона.

количество вытекающей воды. Вода резервуара *EE*, направленная изогнутыми лопатками колеса *BB*, давит на завитые лопатки колеса *AA* и, приводя его в движение, стекает в трубу, потом по каналу и около клапана *H* вытекает в нижнее русло. Главное различие обеих турбин — в относительном положении колес. Очевидно, что при турбине Жонваля вращение производится не только вследствие истечения воды, но и вследствие ее тяжести. Притом истечение воды в турбине Жонваля сильно увеличивается от того, что внизу устроен сплошной цилиндр. В нем сперва была часть воздуха. Этот воздух от вытечения воды (из цилиндра в русло) разрежается (становится редким), и оттого вода из раствора *EE* с большою быстротою течет по колесу *BB* и сообщает эту ско-

рость колесу *AA*. Оттого клапаном *H* легко увеличить скорость движения турбины и сделать ее равномерною.

Кроме этих употребительнейших турбин предложено множество других, сходных с ними или отличающихся по сущности своего устройства. В числе последних упомянем о *касательном или винтовом колесе*. Это есть горизонтальное колесо системы Понселе, т. е. с кривыми лопатками, изогнутыми немного книзу. Вода притекает к такому колесу чрез трубку, вделанную сбоку по направле-

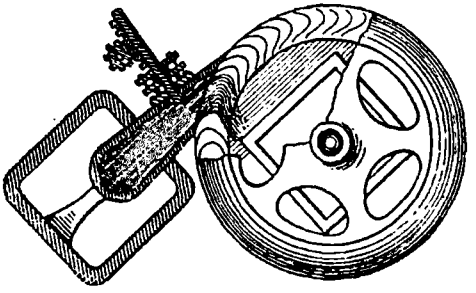


Фиг. 13. Турбина Жонваля.

нию, противоположному изгибам лопаток, как видно на фиг. 14. Направление притекающей воды составляет почти касательную линию к окружности колеса. Такие колеса выгодно устраивать, потому что они передают более трех четвертей работы воды. На подобный манер устроены и некоторые турбины, например турбина Цейнера. Они отличаются от турбин Фурнейрона и Жонваля тем, что вода притекает по наружному кольцеобразному пространству, в котором и устроены ее направляющие кривые лопатки. Вода, направленная ими (почти по касательной), давит на кривые лопатки внутреннего колеса. Это устройство имеет многие выгоды относительно расположения всех частей прибора и передает более $^{3}/_{4}$ работы воды.

При всех почти турбинах движение вертикальной оси может быть сделано довольно быстрым, без убытка в полезной работе. Эта быстрота легко может быть доведена до быстроты оборотов бегуна (60—120 оборотов в минуту), а потому часто можно прямо

насаживать бегун на ось горизонтального колеса. Быстрота движения таких колес доводится на некоторых заводах до 400—500 раз в минуту, но этого должно избегать потому, что весьма невыгодно посредством приводов (колес, шестерней и ремней) уменьшать быстроту вращения. Выгоднее увеличивать, как то и делается у вертикальных водяных колес. Но, конечно, всего выгоднее не иметь никаких передаточных приборов, а прямо бегун насаживать на вал, вращаемый водою, потому что при каждой передаче работы особыми промежуточными снарядами (колесами, ремнями и т. п.) теряется часть работы на трение этих передающих приборов, увеличивается ценность устройства, и порча снаряда делается более вероятною. Подливные колеса с кривыми лопатками и турбины должны быть предпочтены другим системам водяных двигателей особенно тогда, когда запас воды незначителен, потому что только эти одни колеса допускают возможное и притом выгодное соединение быстроты хода с силою механизма и простотою передаточных частей. Турбины особенно выгодны при очень больших падениях, а колеса Понселе при малых падениях.



Фиг. 14. Винтовое горизонтальное колесо.

Там, где местные условия не позволяют употребить воды как двигателя большого мукомольного заведения, а цены на машины и топливо не очень велики, там, несомненно, выгоднее всего устраивать большие *паровые мельницы*, в которых паровая машина двигает жернов и все приборы, которые необходимы в хорошо устроенной большой мельнице. Пар как двигатель в отношении к мельницам столь же применим, как и ко всем другим заводам. Он имеет всем известные преимущества: постоянство и равномерность работы. Паровая машина тем пригоднее для движения мельницы, чем равномернее ее движение и, следовательно, чем постояннее давление, под которым пар входит в цилиндр, потому что равномерность движения есть одно из важнейших условий хорошего помола. Необходимо также стараться устройство машины довести до того, чтобы и в один оборот главного передаточного вала скорость движения оставалась постоянно одинаковою, что при обыкновенном устройстве паровой машины мало устраняется и что происходит от неравномерности в движении поршня. По

этой причине машины низкого давления, без расширения и с охлаждением, хотя они и не столь экономичны относительно топлива, должно предпочесть машинам высокого давления, особенно тем, которые работают малыми количествами пара. Чем ниже рабочее давление, тем меньше колебаний в нем при работе; чем меньше количество рабочего пара, тем больше изменяется скорость движений поршня при одном качании. Когда, вследствие большой цены горючего материала, необходимо устроить машины высокого давления, тогда необходимо не только употребить тяжелое маховое (или в то же время передаточное, с зубцами) колесо, но и прибегнуть к одному из двух средств, почти устраняющих неравномерность хода. Необходимо: или а) иметь две вместе действующие машины, соединенные так, что когда одна работает паром высокого давления, то в другой происходит расширение, и обратно, или б) устроить машину системы Вульфа, т. е. с двумя цилиндрами: один из них принимает действие пара наибольшего давления и при начале расширения, другой же цилиндр служит для пользования наибольшим расширением и охлаждением. Иногда обе системы соединяются вместе. Регулирование движения, производимое при водяном двигателе увеличиванием или уменьшением водяного отверстия, производится при паровой машине центробежным или другим самодействующим регулятором.

Паровые машины двигают ныне уже многие мельницы и, по всей вероятности, область их распространения должна еще увеличиться, хотя несомненно, что они никогда не успеют вполне вытеснить не только водяные, но даже и ветряные мельницы, потому что паровой двигатель требует во всяком случае значительных текущих расходов. Там, где дорого топливо и нет возможности устраивать водяные двигатели (например во многих местах южной России), там необходимо обратиться к усовершенствованию ветряных мельниц, чтобы помол не был дорог, — а это усовершенствование не только возможно, но даже уже достигнуто во многих странах, например в Голландии.

Замечу здесь, что локомобили (перевозные паровые машины) весьма удобны для движения мельниц, особенно когда время перемола непродолжительно и локомобиль идет и для других работ.

При расчетах и постройке всякой мельницы должно знать, что на движение одного обыкновенного бегуна (одного постава), которого диаметр до 6 футов, в каждую секунду потребно около 115 пудофутов[1] работы (или около 8 лош. сил) и для бегуна в 4 фута диаметром около 50 пудофутов (или $3^1/_2$ лошадиных

[1] Это значит, что та сила, которая движет жернов, способна в течение секунды поднять 115 пуд. на высоту 1 фута, или $57^1/_2$ пуд. на высоту 2 футов, и т. д.

сил) работы в секунду; вообще же для бегуна, имеющего диаметр d, потребно в секунду $3.15 \cdot d^2$ пудофутов работы. Это правило довольно близко к действительности. Необходимые подробности при расчете мельниц мы приведем впоследствии. Зная это число и зная притом количество работы, которое может доставить данный двигатель, легко вычислить число жерновов, которые могут быть поставлены на данной мельнице. Положим, что дана паровая машина в 10 сил. Это значит, что такая паровая машина в 1 секунду времени дает 150 пудофутов работы, потому что каждая сила (лошадиная) = 15 пудофутам. Следовательно, такая машина поднимает 150 пуд. на 1 фут в 1 секунду. Она будет достаточна для трех жерновов в 4 фута диаметром или для двух жерновов диаметром в $4^6/_7$ фута. Ветряная мельница, имеющая столь большие крылья, как описанные на стр. 573 и 574, при скорости ветра в 15 футов в секунду дает обыкновенно работу около 75 пудофутов в секунду, что более чем достаточно для движения бегуна, имеющего диаметр в 4 фута.

Если в 1 секунду p пудов воды падают с высоты v футов, то наибольшая работа, которую может произвести эта вода, равна pv пудофутов. Обыкновенно скорость истечения определяется числом кубических футов воды, вытекающей из данного водоема. Если дано, что из данного водоема в секунду вытекает q кубических футов воды, то вес ее $p = q \cdot 1.73$ пуда, потому что каждый кубический фут воды весит около 1.73 пуда, или 1 пуд 29 фунт. А потому работа воды $= q \cdot 1.73 \cdot v$, где $v =$ высоте падения в футах. Так, например, если известно, что из-под щита данной плотины в 1 минуту вытекает 540 куб. футов воды и что вытекшая вода падает с высоты 16 футов, то запас всей работы воды будет равен $\frac{540}{60} \times 1.73 \times 16 = 249$ пудофутам. Положим, что при этой плотине необходимо устроить полуналивное колесо, передающее около 60% полезной работы. Значит, колесо передает в секунду около 150 пудофутов работы, или колесо будет в 10 сил. На таком колесе можно установить бегун, имеющий немного менее 7 футов в диаметре, или два бегуна диаметром в $4^6/_7$ фута; употребляются обыкновенные приводы из дерева, т. е. деревянные зубчатые колеса, деревянные шестерни и т. п.

При подобных расчетах необходимо всегда иметь в виду, что при многих приводах и при их неточности (когда они шатаются, нехорошо смазаны и т. п.) теряется много силы, а при точных, особенно же металлических приводах потеря от бесполезного трения и ударов уменьшается; следовательно, можно при том же двигателе поставить большее число поставов, когда приводы сделаны отчетливо.

О количестве зерен, которые может перемолоть данный жернов, теперь заметим только, что опыты показывают, что для простого, но совершенного перемола пуда зерен требуется от 30 до 40 тыс. пудофутов работы. Следовательно, если мельница в секунду производит работы 150 пудофутов, то в минуту она произведет работы 150×60, или 9000 пудофутов, следовательно в минуту перемелет около четверти пуда зерен. Когда перемол крупен, т. е. мука требуется крупная, то часовой перемол увеличивается весьма значительно. Для обыкновенного перемола пуда зерен на грубую муку требуется от 15 до 20 тыс. пудофутов, следовательно можно считать, что в каждый час 1 сила (15 пудофутов) перемалывает около 3 пудов зерна. Самые грубые сорты ржаной муки мелются еще скорее, но пшеница не употребляется в столь грубом перемоле. На эти обстоятельства должно обратить особое внимание при работе мельниц: *чем грубее сорты требуемой муки, тем скорее идет перемол.* Скорость перемола на крупчатку и на пеклеванную муку указана будет впоследствии.

Ценность устройства мельницы зависит главным образом от цены здания, приемника для двигателя и цены снарядов. А ценность помола, или цена за перемол пуда зерен, определяется: 1) по процентам на затраченный для устройства капитал, 2) по цене двигателя, 3) по сорту требуемой муки, следовательно по скорости и точности перемола, и 4) по количеству ремонта, т. е. цене рабочих рук, поправок, смазки и тому подобных ежедневных или постоянных трат.

При этом очевидно, что чем проще механизм устройства, чем больше скорость перемола и чем прочнее устройство двигающих снарядов, тем дешевле обходится помол. Цена двигателя обыкновенно при водяных и ветряных мельницах ничтожна или $= 0$. При мельницах, приводимых в движение животными и паром, эта цена, напротив того, довольно значительна. Каждая лошадь в течение 8 часов работы произведет работу около 250 тыс. пудофутов. Следовательно, к цене помола каждых 12—15 пуд. зерна должно прибавить цену суточного содержания лошади, что составит в большинстве случаев весьма большой процент. По тому же самому, при всем удобстве паровых двигателей, они только при известных местных условиях могут соперничать с малоценными или ничего не стоящими двигателями — водою и ветром. Заметим далее, что чем совершеннее механизм мельницы и чем большую силу имеет он, тем меньше ручной работы (ухода) требует помол, и потому в цене за помол цена наемных людей имеет меньшее значение при помоле на таких мельницах сравнительно с малыми мельницами. Достаточно привести один пример: на самой простой ветряной мельнице об одном поставе необходим хотя один мельник. Такая мельница в 10 часов

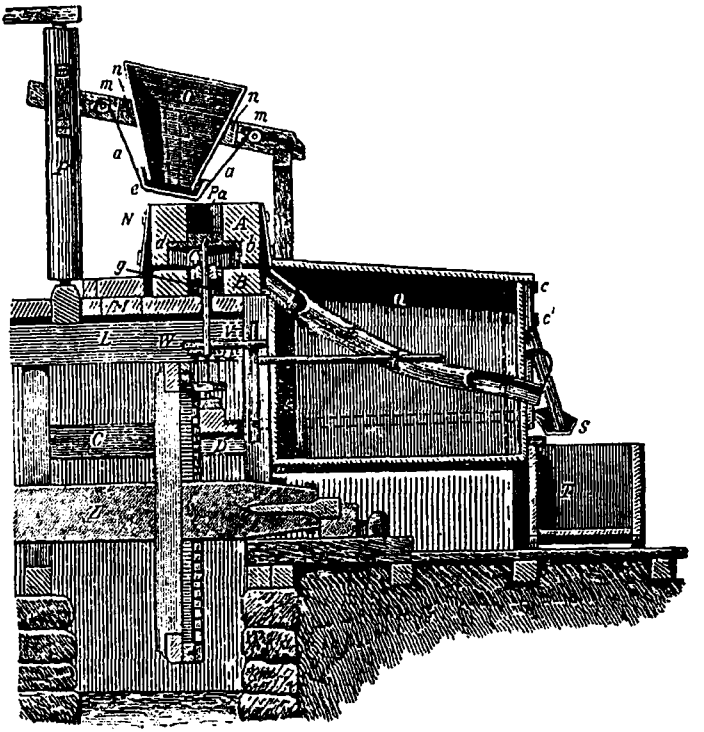
работы, при хорошем ветре и хорошей конструкции, перемелет не более 50 пуд. зерна в простую муку с отрубями. А на усовершенствованных больших американских мельницах с 12 только поставами мелют в 10 часов около 1500 пуд. зерна в муку, которая уже разделена на сорты и отсеяна от отрубей. Для этой работы требуется 6—7 человек рабочих. Следовательно, цена каждого рабочего должна быть приложена к цене помола каждых 200 пуд. зерна. По той-то именно причине цена помола разного сорта муки в хорошо устроенной большой мельнице всегда обойдется дешевле, чем на малой мельнице, хотя устройство первой и требует гораздо большего капитала, чем устройство второй. Конечно, для большой мельницы гораздо убыточнее, чем для малой, стоять без работы, а потому большую мельницу нужно устраивать только там, где можно наверное рассчитывать на постоянную работу или на работу с малыми остановками.

Устройство обыкновенных мельничных снарядов

Какой бы двигатель ни был выбран для мельницы, ее внутреннее устройство содержит или две, или одну главные части: *жернова*, или собственно мелющий снаряд, состоящий обыкновенно из двух камней, и *пеклевальный снаряд* для просевания перемолотого, для отделения отрубей, муки разного сорта и т. п. Обыкновенно на так называемых мельницах-*крупчатках* оба главные прибора действуют вместе и приводятся в движение одним двигателем. Для того чтобы в цене *на помол* по возможности менее участвовала дорогая и не столь точная работа рук, обыкновенно при поставе устраивают многие добавочные снаряды, исполняющие мелкие работы: всыпание зерен в жернова, перенос от жернова муки к пеклевальному снаряду и т. д. Опишем сперва обыкновеннейший и простейший способ расположения частей и работы на такой мельнице, а потом займемся описанием отдельных главнейших органов или частей мельничного устройства. Мелочи хотя имеют часто большое влияние на цену и доброту помола, но они не будут здесь подробно описываться, потому что в них может быть весьма много частных изменений и они не подлежат столь общим правилам, как устройство главных частей — жерновов и сит.

Под именем *мельничного постава*, или просто *постава*, обыкновенно понимают совокупности следующих частей (фиг. 15): два жернова — один лежачий и неподвижный, или *нижняк*, *B* и один висячий, верхний двигающийся, или *бегун*, или *верхняк*, или *вершник*, *A*, укрепленный посредством поперечной палки — *параплицы*, или *полплицы*, или *порохлицы*, на оси, или *веретене*, *C*. Эта ось проходит вниз чрез *кружловину g* или верхнюю втулку, в которой вра-

щается веретено. Кружловина плотно прилегает к нижняку и охватывает веретено, чтобы зерна не могли сыпаться около веретена и чрез отверстие нижняка. Между обоими камнями оставляется пространство, служащее для помещения зерен и муки. Расстояние



Фиг. 15. Простой мельничный постав.

[между] мелющи[ми] поверхност[ями] в средине больше, чем по краям, ибо там движутся зерна, а здесь — мука. Это расстояние камней можно увеличивать или уменьшать, поднимая ось и *верхняк*, что бывает необходимо, смотря по тому — крупно или мелко должны молоть камни.

На веретене *C* насажена шестерня (фонарь), сцепляющаяся с колесами, приводимыми в движение. Оба жернова во избежание *распыла*, или потери муки, одеты круглым ящиком, или *кожухом*, *обечьем*, или *обечком N*. Поверх бегуна, на *козелках*, укреплен так называемый *ковш*, или прибор для засыпания зерен, через *очко*, или

отверстие, бегуна. Ковш состоит из воронки *O*, куда временно или постоянно сыплется зерно, и *башмака*, или *корытца*, *e* (Schuhe, auget), в который падает зерно из *O*. Башмак посредством веревочек *aa* устанавливают так, чтобы он был наклонен к отверстию бегуна и зерна бы падали именно в это отверстие, а не рассыпались прочь. Чтобы в башмак попадало больше или меньше зерна, его можно опускать или повышать, или можно повышать или понижать воронку *O* клиньями *nn*. Чтобы зерна постоянно сыпались из башмака, к нему приделывают палочку, которая задевает за кулак, или возвышение, на бегуне или каком-либо другом движущемся снаряде (часто на параплице). Палочка башмака, задевая за кулак, встряхивает башмак и зерна, а оттого они сыплются равномерно. Ковш также подвергается ударам (от *конька* и колотушки), чтоб зерна в нем не остановились. Устройство ковша весьма разнообразно в разных местах и всегда очень просто по своему началу. Во всяком случае, весь ковш устанавливается так, чтобы его можно было в какое угодно время снять, что необходимо, чтоб было место снять бегун для насечки или починки жерновов. В простых мельницах мука, перемолотая в жерновах, из ящика, окружающего жернова, или прямо падает по особому наклонному желобку в ящик, или проходит в наклонный редкий шерстяной мешок (Mehlbeutel) *R*, который окружен большим деревянным ящиком *Q*. Тонкая мука просевается сперва и падает в задней части ящика, а более грубая высевается в конце мешка; отруби же и самая грубая мука остаются в мешке и вываливаются из его конца в металлическое сито *S* и в ящик *T*. Очевидно, что чем наклоннее мешок *R*, тем скорее будет вываливаться из него мука и тем меньше просеется и, следовательно, в ящике *Q* останется лучшая мука. Потому должно иметь снаряд *c'*, служащий для повышения и понижения нижнего конца мешка и для подтягивания его. Если мешок *R* остается неподвижным, то, конечно, все отверстия его скоро засорятся, и мука не будет сеяться. Для отвращения этого мешок скреплен с кольцом и вилкою, которая посредством особого снаряда (*трещалки*), действие которого очень понятно, приводится в постоянное сотрясение. Если мука из мешка падает не прямо в ящик *T*, а в закрытое сито или решето *S*, то особый ряд рычагов приводит это сито в движение. Обыкновенно это сито употребляют для отделения крупы от отрубей. Размеры частей такого постава видны из того, что обыкновенно диаметр бегуна на мельницах столь простого устройства равен 4 футам.

Действие постава состоит в следующем. Постав движется от хода двигателя, который заставляет веретено *C* вращаться с определенною скоростью (60—100 раз в минуту). Параплица так скрепляет веретено с бегуном, что при вращении веретена вращается

и бегун. Зерно вносится наверх, очищается [1] и высыпается в ковш *O*, оттуда в башмак и в отверстие бегуна и параплицы. Здесь зерна попадают между жерновами и перемалываются между бороздчатыми насечками жерновов, как о том будет вскоре объяснено. Перемолотые зерна, судя по форме жерновых насечек, от действия центробежной силы и от постоянной прибыли новых зерен, движутся не только по круговой линии движения бегуна, но и стремятся от центра к окружности, отчего перемолотая мука вываливается на окружности жерновов и, постоянно там накопляясь, спускается в ящик или мешок, где охлаждается и просевается.

Относительно общего расположения такого простого постава должно заметить, что нижний жернов *B* должен стоять совершенно твердо и его верхняя бороздчатая поверхность должна быть вполне горизонтальна. Для того весь постав укрепляют на плотных стенках или балках, обыкновенно твердо лежащих и укрепленных на фундаменте мельницы. Доска, на которой закрепляется нижняк, должна быть столь крепка, чтобы не гнулась и не качалась при ходе мельницы. В этой доске или на полу нижняк плотно укрепляется посредством четырехбревенчатого *хомута*, или рамы. В *очке*, или среднем отверстии бегуна, укрепляется железная параплица, в которой прорезано продольное углубление. Это-то углубление и надевается на верхнюю часть оси или веретена, называемую *гребнем*. Веретено должно быть в центре обоих жерновов и должно стоять вертикально, а обе мелющие поверхности должны быть горизонтальны и параллельны, иначе камни будут стираться неравномерно, и мука будет неровна. Особенность обыкновенного устройства поставов состоит главным образом в том, что бегун совершенно плотно укрепляется на веретене, так что веретено и бегун составляют одно целое. Это зависит от того, что в параплице делается коническое отверстие, а верхняя часть веретена есть конус, плотно вставляющийся в это отверстие. В новых мельницах устройство параплицы совершенно другое, дающее возможность бегуну немного качаться и оттого двигаться всегда параллельно нижняку. Не касаясь здесь подробностей дела, перейдем к описанию отдельных частей мельничного снаряда, где коснемся и некоторых усовершенствований, введенных в деле устройства этих частей.

О жерновах и мукомольных поставах

Важнейшую часть всякого мельничного постава составляют *жернова*, или мельничные камни. Их вес и скорость обращения опре-

[1] О способах очищения зерна будет сказано впоследствии.

деляют главный расход двигателя. Их качество, величина и форма поверхности, вес, расстояние, скорость обращения и способ укрепления оказывают главнейшее влияние на доброту и сорт муки. На них должно быть обращено постоянное внимание того, кто владеет мельницею или ее устраивает. Это понятно по самому существу дела, — жернова и служат для раздробления зерен, т. е. для главного назначения мельниц.

Главные части мельницы, как и всякой машины, суть следующие: приемник движущей силы (например ветряное или водяное колесо), передаточные снаряды, изменяющие движение приемника в надлежащее (зубчатые колеса, ременные барабаны, ремни и т. д.), и, наконец, сам исполнительный механизм, т. е. то, что называется мельничным поставом — обыкновенно два камня, из которых один вращается.

Главная цель всяких мельниц есть раздробление твердых веществ на мелкие части, как то требуется часто для употребления, — так, например, перемол гипса, измельчение красок, селитры и т. п. Это измельчение производится твердыми предметами, преодолевающими сцепление измельчаемых тел. При этом такое тело

или разрывается,
» разрезывается,
» раздавливается,
» разламывается,

как классифицирует это Вибе, о замечательном сочинении которого мы выше упоминали. Эти роды измельчения действительно представляют своеобразные характеры. Так, при *раздавливании* преодолевается возвратная твердость тела, что производится или действием тяжести или вальками, т. е. давлением или ударом. При *разрезывании* преодолевается твердость в том (минералогическом) смысле, в каком алмаз тверже стекла, ноготь тверже листа и т. п.; при этом тело или разрубается или разрезывается ножом или ножницами, но во всяком случае употребляется клинообразный инструмент, обладающий большею твердостью. При разламывании преодолевается тот род твердости, который известен под именем относительной твердости, — при этом действуют обыкновенно ударом или давлением. Все эти роды измельчения имеют свое практическое применение для разных технических целей. На мукомольных мельницах обыкновенно пользуются тем способом измельчения, которому поистине принадлежит название *разрывания*. При нем преодолевается то свойство твердых тел, которому дают название абсолютной твердости. При этом обыкновенно разрыв производится маленькими кусочками, когда требуется, чтобы этим

способом получилась однородная мелкая масса. Для этой цели всегда служат два негладких твердых предмета, двигающихся с разною скоростью. Иногда один из твердых предметов остается неподвижен, другой же вращается, например при растирании в ступке или при движении верхнего жернова на мельничном поставе. Этот-то последний способ разрывания и называется *размалыванием*. При этом иногда обрывается только верхняя часть взятого предмета, например при обрушивании зерен, покрытых пленкою, при так называемом дранье, когда зерна в первый раз мелются на крупу и для отделения отрубей; иногда же все зерно стараются сразу превратить в мелкую муку. Для размалывания необходимо: a) чтобы тело имело небольшую твердость и притом было хрупко; b) чтобы трение было большое — оттого нельзя разрывать размалыванием маслянистые и водянистые части растения; c) мелющие поверхности должны быть поэтому по возможности шероховаты, способны зацеплять, что необходимо для разрыва. При размалывании можно действовать постоянно, а не периодически, чего нельзя сказать, например, об некоторых других родах измельчения. Мельничными поставами, в тесном смысле, и называются такие измельчающие механизмы, в которых происходит круговое вращение исполнительного снаряда, причем взятый предмет разрывается на более или менее мелкие кусочки. Должно заметить, что только способ разрывания может производить измельчение самое совершенное, сравнительно с другими способами измельчения.

Твердые исполнительные части мельничного постава, очевидно, должны обладать известными свойствами, чтобы производить разрыв при своем вращении. Дерево мягко и не имеет шероховатой поверхности, металлы легко сглаживаются, а потому равно неприменимы к размолу. Для этой цели более всего пригодны камни или каменные породы, что давным-давно заметила практика. Но не все камни, как само собою очевидно, могут служить для делания жерновов. Наиболее пригодные каменные породы получили даже особое название *жернового камня*, потому что они довольно редко встречаются и обладают свойствами, которых недостает у многих других каменных пород.

Каменная порода, из которой должны быть приготовлены оба жернова, необходимо должна удовлетворять следующим условиям, без которых никакие усовершенствования и пособия не могут получить хороший помол и вести его надлежащим образом:

a. Каменная порода должна быть довольно вязка, чтобы не крошилась при движении, — иначе в муке будут песчинки, что нередко встречается там, где для помола служат гранитные камни. Вязкость каменных пород определяют тем, что они трудно превращаются в порошок при ударе молотом. Это не есть твердость:

алмаз, самый твердый из камней, не обладает вязкостью, а потому от удара молотком разбивается на кусочки. Змеевик, или серпентин (зеленоватый камень, из которого делают вазочки и т. п., находится у нас на Урале), мягок, но вязок, потому-то из него и делают ступки: его трудно искрошить или истолочь. Вязкость противоположна хрупкости. Хрупкие жернова не годятся для помола, но и столь вязкие и плотные породы, как змеевик, тоже негодны для жерновов, потому что всякий жернов тупится или сглаживается от употребления и должен быть время от времени *заострен* или насечен, что производится киркою или особым молотом. Слишком вязкие породы весьма трудно было бы заострять или сделать их шероховатыми.

b. Второе свойство жерновых камней есть твердость, что необходимо для того, чтобы мелющая поверхность сохраняла по возможности долго тот вид, какой ей придали *насечкою*, долго оставалась бы шероховатою. От совокупности твердости с вязкостью зависит то свойство жерновых камней, что они нескоро стачиваются и сглаживаются. Иначе поверхность их быстро сглаживается и требует новой насечки. Так, обыкновенные гранитные жернова приходится насекать или заострять, как говорят мельники, чуть не каждый день. Твердость каменных пород можно узнать, проводя черту острым предметом по поверхности камня. Более твердая порода оставляет на более мягкой ясную черту. Так, например, змеевик и известняк мягче гранита.

c. Третье необходимое условие для доброты жерновов — *зернисто-угловатое сложение, или ее шероховатость*, и именно такая, чтобы рука, скользя по поверхности камня, чувствовала острые ребра зерен. Это свойство оказывается, когда тереть два камня одной породы друг о друга: зернистые камни после того имеют мелкошероховатую поверхность, а другие при этом полируются и сглаживаются. Змеевик, хотя и вязок, но полируется и потому не годится для жерновов. Мрамор, гранит тоже полируются. Многие породы кварцевых песчаников, базальтов, порфиров, гнейсов и многих подобных отличаются ясным зернистым сложением. Как само собою разумеется, степень зернитости жерновой поверхности имеет весьма большое влияние на помол. В лучших жерновых камнях всегда замечаются, кроме того, мелкие углубления — ноздринки. Те небольшие возвышения и углубления, какие и составляют такую поверхность, служат для захватывания и разрывания (а не сдавливания) и легкого передвижения зерен и крупы и самой муки. Гладкие поверхности могут только давить и разрезывать зерна своими зубцами. Зернистое сложение жерновов сверх того облегчает насечку или обработку жерновов.

d. Кроме того, требуется, чтобы камни были равномерны, без трещин. Обыкновенно лучшие камни, кроме того, что зернисты, —

проникнуты множеством мелких отверстий. Часто устраивают жернова из кусков и получают отличные жернова. Это зависит от того, что из кусков легче собрать однородный и вполне хороший жернов, а большой камень отыскать труднее. Иногда случайные большие отверстия жерновов замазывают разными твердыми замазками, что нисколько не вредит доброте камней. Высказанные условия и делают выбор каменной породы для жерновов довольно затруднительным, а их цену довольно дорогою. По той же причине жернова обыкновенно приготовляются в большом количестве на местах, где существует пригодная каменная порода, или *жерновый камень*.[1] Оттуда уже и развозятся жернова иногда весьма далеко. Ценность их чрез это возвышается, но она не должна удерживать владетелей от приобретения хороших камней, потому что без хороших жерновов нет хорошего помола и цена хорошего жернова окупится добротою помола, продолжительностью службы и тем, что хороший жернов нужно реже насекать или заострять, чрез что произойдет экономия в ручной работе и во времени, которое жернова остаются без работы. Притом количество муки на хороших жерновах всегда выходит больше, чем на дурных, потому что строение зернистой породы препятствует выхождению неперемолотой муки и способствует лучшему отделению мучнистого содержания от оболочек.

Лучшими жерновыми камнями считаются мелкозернистые кварцевые камни, добываемые и приготовляемые во Франции в la Ferté sous Jouarre (департамент Марны) и в Bergerac (департамент Cordogne). Они отличаются чрезвычайно большою твердостью при всех других высоких достоинствах. Они голубоватого (самые лучшие), сероватого, белого или красноватого цвета и проникнуты множеством мелких углублений, ограниченных острыми режущими гранями. Камни разламывают на куски призматической формы и из этих кусков составляют уже целые жернова. Чтобы скрепить весь жернов и предохранить его от разрывного действия центробежной силы, целый жернов одевают толстым железным кольцом. Хороший жернов-бегун 6 футов диаметром из la Ferté стоит в Германии около 500—550 гульденов (или от 300 до 350 руб.), у нас он обойдется до 400—500 руб.; пятифутовый стоит около 380 гульденов (у нас до 260 руб.), четырехфутовый — около 250 гульденов (у нас около 175 руб.). Нижняк тоньше, а потому и дешевле. Кроме того, нижняк может иметь не столь режущие зерна, как бегун. Жернова из Bergerac дешевле. Свойства этих камней зависят

---

[1] Собственно жерновой породой называют особый плотный и вязкий песчаник. Отыскание каменных пород, годных для жерновов, необходимо должно входить в ряд разыскания при исследовании горных пород данной местности.

весьма много от того, что они (из la Ferté) составляются из кусков. Куски всегда можно подобрать однородные, равно твердые и зернистые, а целый большой жернов весьма затруднительно иметь совершенно однородный. Эти составные или штучные французские жернова идут в Германию, в Англию и Америку на все лучшие мельницы. Они имеют все лучшие качества жерновов. В Англию привозят эти жерновые камни необделанными, как балласт, и платят по 12 фунтов стерлингов за тонну. Одна из главных выгод этих жерновов состоит в том, что они служат очень долго, от 20 до 25 лет. Когда бегун делается легким, поверх его гипсом примазывают камень, чтобы сделать вес жернова настоящим. Нельзя не желать, чтобы, несмотря на ценность таких жерновов, их распространение у нас увеличилось.

Между жерновами, далеко распространенными, известны также бельгийские жернова, цельные, из кремнистой породы. Они дешевле французских. Идут в значительном количестве в Англию.

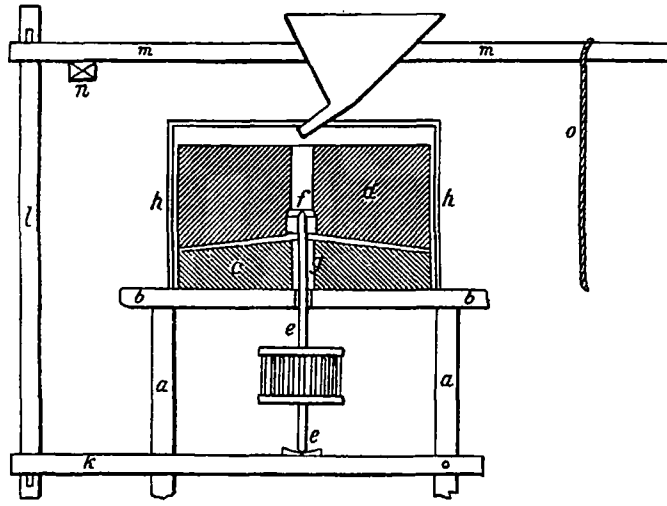
В Германии лучшими жерновыми камнями считают жерновую лаву, которая находится в окрестностях Niedermendig и Mayen, около Рейна; их сплавляют по Рейну из Андернаха. Доставка их в Россию по Рейну и кораблями из Голландии может быть очень не дорога. Этот камень темносерого цвета проникнут мелкими углублениями, которые при твердости породы представляют с краев режущие бока. Это есть особый вид шлакового базальта. То свойство этой породы, равно как и породы la Ferté, что они имеют углубления с острыми краями, и есть одно из драгоценнейших свойств, потому что, стираясь, эти камни постоянно представляют режущую, шероховатую поверхность, а не полируются. Такие-то жернова истинно достойны названия *самоковок*, которое придают у нас особенно шероховатым камням.

В Австрии уважаются жернова из Dageser Bruche, что близ Понца, из Niederwarllsee и Perg, которые лежат по Дунаю. В средней и северной Германии считаются лучшими камни, выламываемые около Циттау и Пирна, которые лежат между Дрезденом, Бреславлем и Прагою. В западной части средней Германии в большом ходу камень из местечка Krawinkler, лежащего в Тюрингенском лесу. Этот последний камень есть красноватый порфир, весьма твердый, с зернами кварца, иногда достигающими величины горошины. Большая же часть обыкновеннейших добротных жерновых камней приготовляется из *твердых сортов грубозернистых песчаников*. Они только становятся особенно пригодны к делу, когда совершенно лишены способности полироваться и когда зерна их притом не высыпаются, а плотно сидят на своих местах. Известно, что песчаники образуют пласты (т. е. произошли чрез отложение на дне морей). Мелющая поверхность обыкновенно параллельна

напластованию. Гораздо хуже, когда жернов вырублен перпендикулярно напластованию.

У нас в средней России считаются лучшими московские, киевские и пронские жернова, жернова с Урала, села Горяйкова Тульской губернии и из Земли Войска Донского, но о них мы, впрочем, не могли собрать надлежащих сведений. Известно только, что мелкозернистые жернова годны для крупчаток, ценятся очень дорого и почитаются добротными. За пару часто платят рублей 500—600.

Удельный вес песчаника обыкновенно от 2.2 до 2.4, французских жерновов от 2.34 до 2.43. Зная высоту жернова h, диаметр его m,

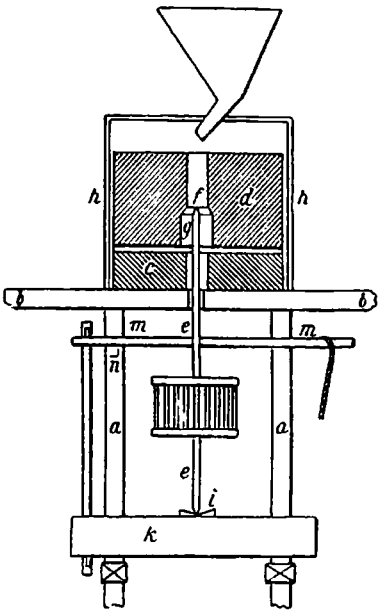


Фиг. 16. Старый французский постав.

диаметр очка n и удельный вес d, получим вес его в пудах (если h, m и n в футах) $= 2.71 \cdot h \cdot d \cdot (m^2 - n^2)$ или около $= 6 \cdot h \cdot (m^2 - n^2)$.

Заметим здесь, что в Англии много раз испытывали приготовлять искусственные жернова из смеси глины и кремневых осколков или кварцевого остроребёрного песка. Эти камни доводили до желаемой твердости и плотности сильным прокаливанием. Пробовали также связывать куски кварца раствором водяного (или растворимого, Фуксова) стекла. Успех этих попыток до сих пор был невелик. Но для нас несомненно, что со временем достигнут искусства приготовления жернового камня из песка или кварца. Особенно, кажется, легко было бы достичь этого, приготовляя сложные жернова, и мы рекомендуем знающим капиталистам заняться изучением этого дела. Оно, если увенчается успехом, должно принести хорошие выгоды.

Хотя материал, из которого стараются приготовить жернова, повсюду требуется с одинаковыми свойствами, однако форма, величина, вес и другие свойства жерновов весьма различны в разных странах и в мельницах разных устройств. Прежде чем перейдем к описанию важнейших свойств жерновов, объясним главные различия в форме и постановке камней в обыкновеннейших поставах. Все эти роды форм и установок по существу своему суть видоизменения трех главных старых форм: французской, немецкой и английской, или американской, как и видно из исследований Morin-Deriaz.

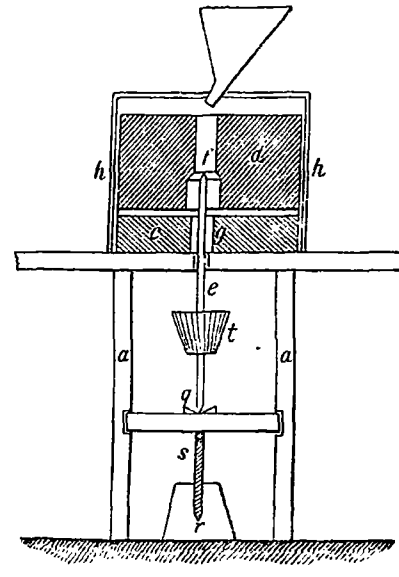


Фиг. 17. Немецкий постав.

В прилагаемых (фиг. 16, 17 и 18) рисунках в общих чертах ясно выражено различие поставов трех вышеназванных систем.

Французский постав (фиг. 16). Нижняк лежит на полу нижнего этажа мельницы. Бегун укреплен в крестообразной параплице *f*. Веретено так вложено в параплицу, что допускает малые колебания всего бегуна, хотя и заставляет бегун следовать за вращательным движением веретена. Кружловина *g* препятствует веретену иметь какие-либо другие движения, кроме кругового вверх и вниз. Жернова окружены кожухом *h*, который отстоит от жерновов около на 2 дюйма. Поверх его помещен ковш и башмак. Нижний конец веретена опирается на доску (palier) *k*. Она делается более или менее длинною и толстою, смотря по тяжести бегуна *d*, который тоже опирается на нее. Но во всяком случае этой доске придают некоторую гибкость, что позволяет бегуну иметь слабые колебательные движения вверх и вниз. Это почитается у французских мельников необходимым условием для хорошего помола. Поднимая доску *k* за один из ее концов веревкою *o* и системою рычагов (barre) *lm*, *m*, опирающихся на перекладину *n*, повышают или понижают веретено. Это приспособление позволяет поднимать и опускать бегун, что необходимо для крупного или мелкого помола. В последнее время это устройство заменено винтами, как видно на нескольких последующих фигурах. Жернова французских мельниц имеют 5, 6 и даже 7 футов в диаметре. Высота их 12, 15, 18, даже 24

дюйма. Они весят 1500 до 4500 фунтов. Когда жернов оботрется и станет более легким, то налепляют сверху камни, чтобы придать прежний вес. Бегун делает 45—60 оборотов в минуту и вращается тем тише, чем больше диаметр жернова. Большая быстрота считается не только вредною по трате сил, но и потому, что мука портится. Нижняк отковывается в виде конуса, высота которого до 9 линий в средине. Бегун имеет поверхность обращенного конуса, высота которого в средине до 12—13 линий. Таким образом, расстояние между жерновами около очка 3—4 линии, когда края жерновов прикасаются друг [к] друг[у]. Это облегчает движение зерна между камнями и хороший перемол зерна.



Фиг. 18. Английский, или американский, постав.

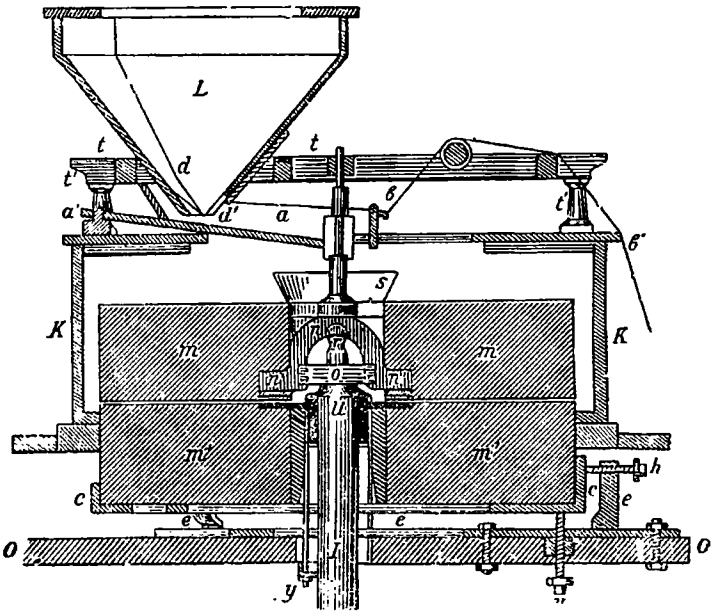
Немецкий постав (фиг. 17) употребляется особенно в Саксонии и в северной Швейцарии. Все расположение постава сходно с французским, но доска делается столь короткою и толстою, что не допускает колебаний бегуна. Длину доски делают иногда в 2—4 фута. Параплица скрепляется с бегуном так, чтобы также не было никакого движения в бегуне. Поверхность камней совершенно плоская, диаметр их обыкновенно от $3^1/_2$ до 4 футов, но не более, высота бегуна 26—28 дюймов, вес его 1000—1200 фунт. Когда бегун сотрется, его делают нижняком. Число оборотов достигает от 100 до 180 в минуту. Из этого уже видно, по сравнению с французским поставом, что чем меньше диаметр, тем движение бегуна ускоряется.

Английский постав (фиг. 18) есть изменение немецкого постава, употребляется в Англии и Америке. Этот постав и послужил моделью для усовершенствований последнего времени. Нижний конец веретена, а следовательно, и весь бегун опирается на пирамидальное возвышение *r*, которое оканчивается винтом *s*. Этот винт упирается в доску, на которой стоит пята веретена. Этим достигают укорачивания веретена, его прочности и совершенной точности движения бегуна. Для того же служит и измененное устройство параплицы *f*, которая делается в виде дуги, как будет вскоре описано. Чтобы сблизить или отдалить мелющие поверхности жерновов, достаточно

повертывать винт *s*, который нажмет или опустит доску, в которую упирается. В английской мельнице пол, на котором лежит нижняк, делают чугунный и вообще стараются достичь возможной прочности и неподвижности. Во всех английских мельницах деревянные шестерни с цевками заменены косыми (коническими) шестернями, чему следуют и в мельницах нового устройства. Это изменение имеет ту большую выгоду, что позволяет весьма просто и легко по желанию остановить или пустить в ход жернов. Для этого стоит только поднять шестерню *t*, которая может скользить по веретену *e*. Тогда зубцы большого колеса не будут задевать за шестерню, и бегун остановится. Опустивши шестерню, легко вновь привести бегун в движение. Это простое устройство особенно полезно в тех случаях, когда одно большое колесо сцеплено с несколькими шестернями, сидящими на веретенах бегунов. Тогда нельзя произвести остановку бегуна отодвиганием или опусканием большого колеса, как это часто делается в обыкновенных мельницах. Размеры жерновов в Англии немного более, чем в Германии, но менее французских. Вес жерновов больше немецких.

Чтобы дать теперь понятие об улучшенных поставах, которые устраивают в новейших мельницах, но [которые] имеют, однако, полное сходство с обыкновенными поставами, приводим фигуру и описание постава на одной мельнице около Парижа (фиг. 19). Нижняк $m'm'$, укреплен в поддоннике *cc* и окружен треножником *e*, от которого видна одна ножка, другая не вполне видна налево. Три винта, из которых виден один *v*, проходят чрез дно этого треножника и поддерживают нижняк снизу. Эти винты служат для приведения нижняка в горизонтальное положение. Винты *h* (три) проходят чрез вертикальные ножки треножника *ee* и служат для того, чтобы подвигать нижняк и установить центр его против центра *UI*. Треножник скреплен неподвижно винтами с полом мельницы *OO*. Чрез этот пол и нижняк проходит ось, или веретено, *IU*, которое делается из железа и вкладывается в очке нижняка в кружловину, или цилиндр, укрепленный и смазанный маслом. Кружловина делается медная и покрывается сверху плотным кружком, чтобы масло не проникало между камней. В кружловине устраивают три отверстия, в которые вставляют фитили с маслом для облегчения движения веретена. Три винта служат для задвигания и выдвигания клиньев, которые прижимают кружловину к веретену и устанавливают веретено в центре нижняка. Буква *n* означает висячую параплицу, какую устраивают всегда в мельницах новых систем. Это есть металлическая дуга с двумя отрогами $n'n'$, которыми дуга укрепляется в очке бегуна. Это закрепление совершенно прочно, так что когда бегун снимается для насечки, то дуга $n'nn'$ остается с ним. В отрогах дуги, или параплицы, вделана перекладина *o*, или гонялка.

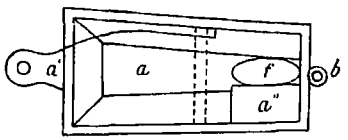
Она имеет вертикальное четырехугольное отверстие. В это-то отверстие и проходит верхний четырехгранный конец веретена. Веретено кончается у вершины дуги параплицы округленным концом *r*. На этом конце лежит вся тяжесть жернова. Таким образом, бегун легко снимать вверх с конца веретена. При движении веретена движутся и параплица и бегун. При этом, очевидно, возможны только малые движения бегуна, вверх и вниз, и еще меньшие дви-



Фиг. 19. Усовершенствованный простой постав.

жения вбок. Эти движения определяются только тем, что веретено довольно свободно входит в отверстие параплицы (в *o*), а вся тяжесть бегуна находит точку опоры выше своего центра тяжести. Укрепление бегуна на точке опоры, лежащей выше центра тяжести, придает всему бегуну такую прочность постановки, какая может существовать при прежних способах прочного укрепления параплицы. Спереди и сзади дуги параплицы есть достаточно места, чтобы зерна могли проходить к пространству между жерновами. Для облегчения засыпи зерен в очке бегуна устроена воронка *s*. Зерна всыпаются в ковш *L*. Внизу его площадка *d* направляет зерна к выпускному полубоковому отверстию *d'*. Чрез это отверстие зерна всыпаются в башмак *a*. Башмак может колебаться около места прикрепления *a'*. Этот башмак изображен здесь особо (фиг. 20).

На этом рисунке a — дно башмака, a' — место его прикрепления, f — отверстие, чрез которое сыплются зерна и проходит ось параплицы, нарисованная на фиг. 19 поверх дуги параплицы; a'' (на фиг. 20) означает дощечку, которую задевает ось параплицы, приводящая башмак в постоянное движение. Этого достигают тем, что на вершине дуги параплицы устраивают ось с шестью крылышками. Эта ось движется при движении бегуна и при каждом его обороте 6 раз встряхивает башмак, что заставляет зерна сыпаться равномерно. Для того чтобы по произволу уменьшать или увеличивать и даже прекращать засыпь зерна из ковша L в башмак, к концу его у b привязывают веревочку bb', натягивая которую, можно подымать башмак и даже запирать отверстие воронки L. Сама воронка укрепляется в козелках tt на подставках $t't'$. Верхняя часть нижняка и весь бегун покрыты деревянным кожухом, или обечьем, KK. [1]



Фиг. 20.

Из описанных видов поставов можно уже заключить, как разнообразны бывают величина, форма, вес, диаметр и постановка бегуна и нижняка. Все это имеет значение для качества помола, но не столь большое, как качество камней, их насечка, расстояние [между ними] и скорость вращения. О первой из этих причин мы уже говорили, скажем теперь о трех последних. Мы входим об этих предметах в некоторые подробности именно потому, что эти подробности имеют существеннейшее влияние на качество муки. В одном из следующих отделов мы подробно рассмотрим некоторые из тех принципов, какими в настоящее время руководствуются при устройстве: a) приводов для движения бегунов, b) параплиц, c) кружловин, d) подъема веретена бегуна и e) ковша; теперь же мы желали дать понятие о тех общих началах и тех главных требованиях, какие необходимо иметь в виду при устройстве поставов.

Прежде чем обратиться к описанию насечки на жерновах, мы должны сказать, что одно из необходимых условий хороших жерновов есть правильность их формы и правильность их постановки. То и другое должно не только наблюдать при устройстве нового постава, но и время от времени должно тщательно проверять

[1] Описанный постав был устроен г-ном Бенио в С.-Дени. Шесть поставов приводятся в движение паровою машиною в 20 сил. Чтобы судить о размерах рисунка, достаточно сказать, что диаметр камней = 4 французским футам, или 1.209 м, или 4 футам и 2 дюймам русской меры.

старые поставы, потому что малая неверность в форме (отчего зависит неравномерность распределения тяжести) или постановке бегуна или нижняка влечет за собою два следствия, приносящие убытки владельцу: худой (неравномерный) помол и напрасное (неравномерное) стирание камней. Верность постановки и устройства жерновов состоит в том, чтобы: a) мелющая поверхность нижняка было горизонтальна, что легко узнать ватерпасом или уровнем; b) мелющая поверхность бегуна по краям [1] должна плотно, а главное — равномерно прикасаться к краям нижняка; c) веретено должно проходить именно чрез центр нижняка, для чего служит кружловина; d) веретено должно быть закреплено в центре бегуна, и e) тяжесть бегуна должна быть на всех углах и сторонах одинакова, чего легко достигнуть при неровной верхней поверхности бегуна, закрепивши на нее камень.

Насечка жерновов есть одна из важнейших частей мельничного дела. Жернов, который не держит насечки или к ней не способен, — негоден. Мельник, который не умеет сделать хорошей насечки на добротном, твердом жернове, не знает своего дела.

Насечка жернова есть ряд бороздок, выдолбленных на мелющих поверхностях камней, и приведение поверхности жерновов в грубо шероховатое состояние, необходимое для произведения хорошего помола. Насечка жерновов необходима по многим причинам: a) Без нее зерна не двигались бы от центра к окружности или бы двигались очень медленно и была бы напрасная трата времени. Там, где употребляют истинные конические жернова французской системы (фиг. 16), там часто не делают на жерновах насечки бороздками, потому что коническая форма нижняка и колебательное движение бегуна, вместе с центробежною силою, заставляют зерна и муку двигаться от центра к окружности. Так, в окрестностях Лиона еще до сих пор употребляют иногда жернова без насечки. b) Воздух, проходя из очка к окружности по впадинам бороздок, охлаждает муку и тем препятствует ее перегреванию. c) Мука, перемолотая на камнях без бороздок, дает клейковину невязкую, что

---

[1] Французы делят мелющую поверхность каждого жернова на пять концентрических полос равной ширины. Начиная с центра, эти полосы суть: очко (l'oeillard), сердце (le coeur), пояс неполного прикосновения (l'entre-plein), пояс полного прикосновения (la feuillure) и края (le bord). Это разделение вполне будет понятно, если обратим внимание на то, как прикасаются между собою жернова, особенно во французской системе (см. фиг. 16). Русские мельники разделяют поверхность жерновов двумя концентрическими кругами на следующие части: в средине — *нечия* (или очко) вовсе без насечки, далее *двор* — грубо насеченный и немного более глубокий, чем край или *полоз*, ширина которого около 5 вершков, при диаметре камней в 7 четвертей. Этот полоз или края насекаются мельче и служат для окончательного перемола зерен на муку.

зависит, вероятно, не только от перегревания муки, но и от того, что перемол выходит очень мелок. d) Выход муки на жерновах без насечки меньше, чем на заостренных жерновах, потому что тупые (без насечки) жернова мнут зерна и не отделяют муки от оболочек. Острые жернова рвут, ломают, скребут зерна и этим отделяют от оболочек все мучнистое содержание, если только жернова достаточно близко стоят друг от друга. e) Без новой насечки жернова, служившие уже несколько времени, сгладились бы, и тогда, конечно, перемол не был бы ни так скор, ни так совершенен, потому что было бы меньше зубов и режущих камней для разрыва зерен, мука стала бы грубее или бы мялась. f) Очевидно, что для разрыва и разрезывания, какое производят насеченные жернова, потребно гораздо меньше силы, чем для измельчения давлением, потому что первое измельчение может итти непрерывно, а второе должно бы быть более или менее периодическим. Гладкие же жернова должны были бы не рвать и резать, а давить и мять. g) Наконец, по самому существу дела, тупые жернова не способны давать произвольного помола, потому что тупой жернов действует преимущественно давлением. Острый (с насечкой) жернов рвет и режет зерна краями бороздок, как ножницами, а потому чрез увеличение или уменьшение расстояния жерновов легко достичь желаемой степени мелкости муки. Таким образом, насечка служит для увеличения доброты и количества перемола. Итак, бороздки нижняка и бегуна должны обрезывать или обрывать поверхность зерна, потом рвать, резать зерна сперва на крупные куски, потом на более мелкие. Эти кусочки зерен, попадая между плоскостями жерновов, окончательно мелются ими.

Направление бороздок или насечек на жерновах различно в разных странах и местностях. Бороздки, конечно, не совпадают с направлением радиуса, что весьма понятно. Если бы бороздки нижняка и бегуна были по радиусам, то они бы не помогали движению зерна к окружности, и сила, необходимая для резания, должна бы быть весьма велика. Направления бороздок обоих камней должно перекрещиваться между собою как направления обеих половинок ножниц.

Направление главных бороздок верхняка и нижняка делается совершенно одинаковым, но только в противную сторону, так что если перевернуть верхняк мелющею поверхностью вверх, то бороздки верхняка и нижняка будут направлены в одну сторону. Очевидно, что угол (степень) наклонения бороздок к радиусам камней определит угол, под которым бороздки верхняка будут пересекать бороздки нижняка. Этот последний угол — или *угол встречи* — будет в два раза более *угла наклонения*, т. е. угла между краем бороздки и радиусом. В разных системах угол встречи

весьма различен. А он-то, очевидно, и определяет достоинство насечки, потому что от него зависит быстрота движения муки от очка к окружности. Насечка или главные бороздки должны как бы *сгребать зерна и муку от очка и проводить и проталкивать к окружности, где совершается последний перемол.* Из этого очевидно, что (*наклонение*) *направление бороздок верхняка должно быть в сторону, противоположную движению бегуна*, а направление (наклонение к радиусу) бороздок нижняка должно быть по направлению движения, т. е. в ту сторону, в которую движется бегун. Это видно, например, из рисунка фиг. 22, где темные бороздки f^2lmx и т. п. суть бороздки нижняка, а пунктирные бороздки wv и wv — бороздки бегуна, направление движения которого показано сверху стрелкою.

Чтобы видеть значение этого направления, просим читателей вообразить только, что бегун движется в противную сторону, — очевидно, что бороздки будут сгребать зерна и муку к очку, а не от очка, как при том направлении, какое изображает указанная фигура. Это сгребание, производимое нарезками, очевидно, необходимо для правильного движения зерен и муки, потому что не все части зерен и муки получают в данный момент движение от движения бегуна, не все стремятся итти от центра к окружности вследствие центробежной силы, многие лежат на спокойном нижняке и, не сгребенные к окружности, они сильно нагрелись бы, чресчур мелко перемололись и т. п. Скрещивающиеся бороздки должны способствовать движению зерен, как ножницы подвигают разрываемый предмет к своим концам. Из этих общих соображений вытекает несколько непременных следствий относительно способа насечки: 1) Одна бороздка нижняка и одна бороздка верхняка не должны в один и тот же момент (никогда) пересекаться между собою в двух местах, — иначе в одном углу пересечения зерна и мука будут сгребаться к очку; 2) При самом же очке направления бороздок должны быть таковы, чтобы угол встречи был достаточно велик для сгребания зерен от очка. Здесь (при очке) бороздки не должны итти по радиусу, как это делается в некоторых системах насечки. 3) Данная бороздка бегуна должна при своем движении встречать каждую бороздку нижняка сперва близ очка, а оставлять должна ее около окружности.

Насечки делаются или прямолинейные, или криволинейные. Очевидно, что при прямолинейной насечке, если бороздки наклонены к радиусу, то при начале бороздки (близ очка) угол наклонения, и следовательно и угол встречи, будет больше, чем при конце бороздки, т. е. около окружности. Следовательно, при прямолинейных бороздках угол встречи постепенно уменьшается, начиная от очка и идя к окружности. При криволинейных бороздках угол встречи

или может уменьшаться, или оставаться постоянно одинаковым, или увеличиваться. На этом различии в угле встречи при очке и окружности (в полозе, стр. 615) Вибе основал свое разделение всех систем насечек на три рода, которые здесь вкратце и опишем.

I. *Насечки, при которых угол встречи постепенно увеличивается, начиная от очка.* Это самые старые системы. Они обусловливают наибольшую быстроту движения муки около окружности, т. е. там, где мука должна оставаться довольно долго, чтобы получить равномерный перемол, и где она, очевидно, должна встречать наиболее острые углы, чтобы лучше размельчаться. Эти системы весьма часто встречаются на старых мельницах, но на новых употребляются редко, потому что дают неудовлетворительные результаты. Обыкновенно при этом фигура борозды — дуга круга, потому-то эта система и носит название *круговой насечки.* Из этого рода насечек мы упомянем о двух. *Голландская насечка* имеет на жернове в 4 1/2—5 футов 108 бороздок, из которых 54 идут от окружности до очка, а остальные 54 только занимают тот пояс жернова (на окружности), которого ширина $^2/_3$ радиуса; все бороздки достигают окружности, как это делается всегда. Радиус тех кругов, дуги которых суть бороздки, = от $^4/_5$ до $^7/_8$ радиуса самих жерновов. Все эти круги пересекаются в центре жернова. Чтобы описать их, из центра жернова описывают *управляющий* круг (концентрический с окружностью жернова) радиусом, составляющим от $^4/_5$ до $^7/_8$ радиуса жернова. Окружность полученного круга делят на 108 равных частей и, раздвинув циркуль на $^4/_5$ до $^7/_8$ величины радиуса, ставят одну ножку циркуля в каждое деление управляющего круга, а другою ножкою циркуля описывают дуги по плоскости жернова. Сделавши радиус управляющего круга равным $^4/_5$ радиуса жернова, получим следующие углы встречи бороздок:

У	очка	на	расстоянии	$^1/_5$	радиуса	от	центра	= 14°20′
»	»	»	»	$^2/_5$	»	»	»	= 29
»	»	»	»	$^3/_5$	»	»	»	= 44
»	»	»	»	$^4/_5$	»	»	»	= 60
»	»	»	»	$^5/_5$	у окружности		жернова	= 77 20

Усовершенствованная круговая насечка дает еще большие углы встречи, так что помол гораздо быстрее выбрасывается из-под жерновов. Этого достигают тем, что радиус управляющего круга уменьшают, — например, делают его равным $^3/_5$ радиуса жерновов. Тогда угол встречи при очке = 37°, а при окружности жернова = 110°40′. При этом между бороздками при окружности оставляют пространства, от 1 1/2 до 3 дюймов шириною, смотря

по большей или меньшей твердости камней и смотря по тому, требуется ли более или менее грубая мука. Глубину (до $^1/_4$ дюйма) бороздок также соразмеряют с этими условиями. Для твердых камней и мелкой муки нужны частые и глубокие бороздки. Пространство между бороздками покрывается мелкими, к радиусу наклонными, *бороздочками*, которые также у бегуна и нижняка делаются наклонными в разные стороны. На твердых камнях и для мелкой муки эти бороздочки едва $^1/_{12}$ дюйма глубины, расстояние их $^1/_2$ дюйма. При каждой новой насечке направление бороздочек переменяют в противное.

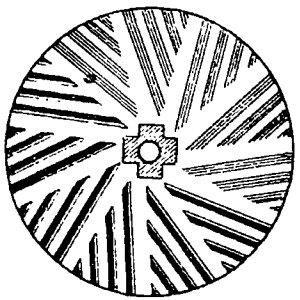
II. *Насечки, при которых угол встречи остается постоянным.* Эта система хотя лучше предыдущей, но разделяет с ней тот важный недостаток, что не представляет соразмерности угла встречи с количеством перемола и с его мелкостью. При очке, очевидно, угол встречи должен быть больше, чем при окружности, чтобы от очка к окружности достигало постоянно достаточное количество зерна для наполнения всей окружности (всего полоза), чтобы ни одна часть ее не была без работы, чтобы на каждой площадке жернова в данное время было одинаковое количество перемалываемого. Тогда же, когда угол встречи везде одинаков, тогда движение почти равномерно по всей длине бороздки, а как поверхность того пояса, который лежит подле очка, при равной ширине с поверхностью окружного пояса, значительно меньше последней, то очевидно, что из очка к окружности при этой системе насечки будет приходить меньше зерна, чем может перемолоться его на окружности. Оттого-то здесь перемол или идет очень медленно, или чресчур перегревается; потому-то во всех новых мельницах употребляются насечки третьей системы, к описанию которых мы тотчас перейдем.

Об насечке с постоянным углом встречи заметим только, что искривленные бороздки при ней должны представлять ту кривую линию, которая называется *логарифмическою спиралью*, и что угол встречи делают обыкновенно, как предложил Нейман, равным 60°. Этого достигают или делая угол наклонения на бегуне и на нижняке равным 30°, или проводя на одном камне бороздки, наклоненные во всех своих частях к радиусу под углом 15°, а на другом жернове 45°. Не считаю нужным объяснять, что углом наклонения при криволинейных бороздках должно считать угол между радиусом и касательною, проведенною к кривой линии в точке пересечения с радиусом.

III. *Системы насечек, при которых угол встречи постоянно уменьшается, начиная от очка до окружности.* И практика и теоретическое объяснение, приведенное выше, отдают полное преимущество этого рода насечкам, потому что при них можно избег-

нуть и неравномерности перемола, и его медленности, и перегревания муки. Но, конечно, полный успех зависит от того, какова постепенность в изменении угла встречи будет в данной системе.

Здесь нужно держаться известной средины. Сделается угол быстро убывающим, — угол встречи при окружности получится чресчур мал, и движение будет здесь чресчур медленно, будет перегревание, напор зерна. Если же, обратно, сделать убывание угла встречи малым, тогда легко впасть в те несовершенства, какие имеет способ насечки с постоянным углом встречи. Того и другого недостатка стараются избегнуть и с бóльшим или меньшим успехом избегают, разделяя все бороздки на *главные* и *побочные*. Побочные бороздки делаются короче главных и им параллельны, так что угол встречи их гораздо больше угла встречи главных бороздок. Главные бороздки только одни идут от очка до окружности и при окружности их угол наклонения довольно мал. Этому-то недостатку и помогают побочные бороздки, потому что они имеют гораздо больший угол наклонения, чем главные бороздки. Итак, в каждом поясе, кроме первого (начиная от очка), а особенно при окружности, углы встречи разных бороздок различны: одни — с малым углом встречи — способствуют полному перемолу, другие — с бóльшим углом встречи — помогают быстрому движению зерен и муки, т. е. не допускают излишней остановки и перегревания муки. То пространство, на котором лежат главная бороздка и параллельные ей побочные бороздки, составляет сектор жерновой поверхности, который мы назовем *четверткой*, потому что в нем обыкновенно четыре бороздки (см. фиг. 21 и 22); по-немецки она называется поле. Должно заметить, что в каждой четвертке побочные бороздки лежат *перед* главной бороздкой, что содействует быстрому движению перемола, для чего главным образом и имеет важное значение направление бороздок. Описываемые системы насечек справедливо назвать американскими, потому что там они изобретены и наиболее употребляются, особенно с того времени, как Эванс сделал столь много для общего усовершенствования мельничного дела.



Фиг. 21. Прямолинейная американская насечка жернова.

Мы опишем две главные системы американской насечки — прямолинейную и криволинейную, или Эвансову. Обе они изображены на фиг. 21 и 22.

Прямолинейная американская насечка (фиг. 21). Число четвертоk определяется обыкновенно по диаметру жерновов.

Жернова	Четверток
3 фута	8
3 1/2 »	10
4 »	12
4 1/2 »	15
5 футов	18
6 »	20

Окружность жернова делят на столько частей, сколько четверток (фиг. 21—11 четверток).

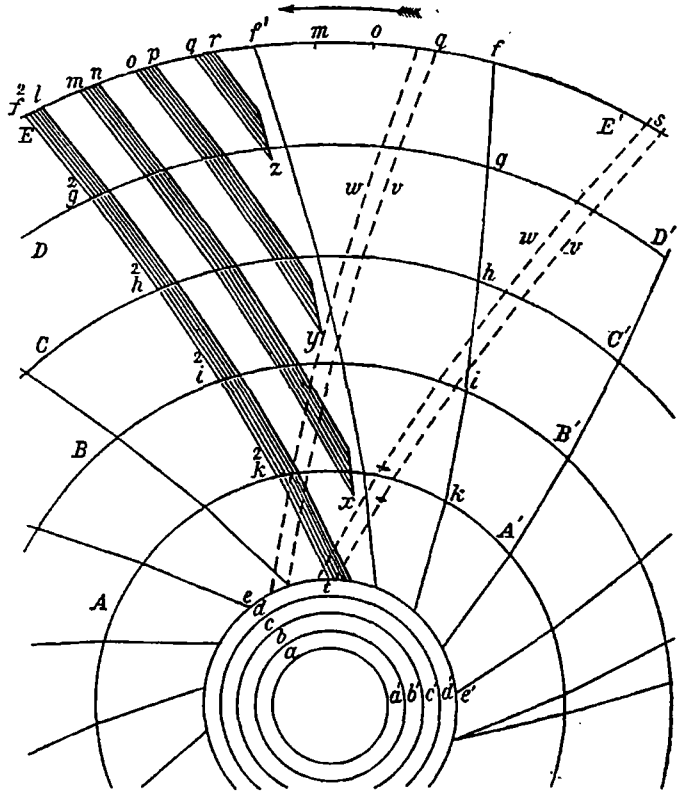
Число побочных бороздок обыкновенно 3, ширина бороздок от 7/8 до 1 дюйма. Расстояние [между] борозд[ками] обыкновенно 1 до 1 1/2 дюймов. Побочные бороздки кончаются у окружности, начинаются же, как видно по чертежу, несколько отступивши от соседней главной бороздки, которой они не параллельны, так что *сзади* каждой главной бороздки есть сплошное поле.

Чтобы знать направление длиннейшей борозды каждой четвертки, в центре камня чертят *управляющий* круг, которого диаметр в 10—6 раз меньше диаметра жернова. Край длиннейшей борозды совпадает с означенным делением окружности и составляет касательную к тому управляющему кругу, который начерчен внутри камня. Другие борозды делаются в каждой четвертке параллельно длиннейшей борозде. Очевидно, что короткие бороздки должны быть наклонены к радиусу больше, чем длинные бороздки, если только они проведены перед главною бороздкою. Так, например, если приведенный чертеж показывает насечку нижняка, то бегун вращается по наклонению, противоположному направлению часовой стрелки. Если бороздки нижняка будут в одном данном направлении, а бороздки бегуна в противоположном, то края бороздок будут встречаться под разными углами. Эта форма насечки употребляется во многих местах Америки, Франции и Англии.

Американский инженер Эванс, известный большою практикою в устройстве мельниц, в 30-х годах дал правила для провода бороздок, основанные на исследовании многих условий движения бегунов и муки. Для примера берем жернов, имеющий диаметр 4 1/2 фута. Около центра круга описывают два маленьких кружка, *aa′* и *ee′* (фиг. 22).

Первый описывают радиусом в 2 1/2 дюйма (вообще = 1/8 радиуса жернова), второй 7 дюймов = 1/4 радиуса. В поясе между ними описывают еще три равно отстоящие круга, которые означены чрез *bb′*, *cc′* и *dd′*. Таким образом получают пять управляющих кругов (directeurs). Пространство между кругом *ee′* и краем

жернова разделяют четырьмя равно отстоящими кругами AA', BB', CC' и DD'. Круг EE' означает край жернова. Этот круг разделяют на 18 частей. Чтобы достигнуть этого, сперва делят окружность круга на 6 частей,[1] а потом каждую часть делят на 3 части.



Фиг. 22. Эвансова криволинейная насечка жерновов.

Или просто, в центре камня помещают центр транспортира и отмеривают дуги в 20° каждая. Положим, что точка f есть одна из 18 (f, f^1, f^2, f^3) точек, полученных таким образом на круге EE'. Тогда берут линейку, прикладывают ее к точке f и к краю управляющего кружка ee' и означают на камне черту fg. Потом линейку

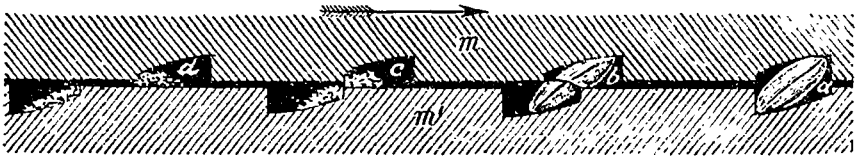
[1] Чтобы разделить круг на 6 частей, как известно, служит мера радиуса (полудиаметра), который равен стороне шестиугольника, вписанного в круге.

перекладывают к точке g, находящейся на круге DD', и к управляющему кружку dd' и отчерчивают линию gh.

Точно так, подвигая линейку, начертят всю линию $fghtk$ и другие линии, ей соответствующие: $f^1g'h'i'k'$ и т. д. Когда начерчены эти главные бороздки, тогда с выпуклой стороны каждой черты выбивают бороздку шириною около полудюйма и даже до 1 дюйма. Следовательно, ширина f^2l, положим, равна 6 линиям. Пространство от f^2 до f^1 делят на четыре равные части, означенные буквами m, o и q. От этих точек проводят параллели линии $f^2g^2h^2i^2k^2$.

Пространство, обозначенное mn, составит вторую борозду. Она оканчивается внутри камня у x, не доходя до очка, как видно по фигуре. Из точки o проводят вторую параллель к линии $f^2g^2h^2$ и вытесывают борозду op, которая кончается у точки y. Из q проводят третью параллель и выдалбливают последнюю кратчайшую бороздку qr, кончающуюся у z. Таким образом разделяют всю поверхность жернова и выдалбливают на ней всего 72 борозды. Чтобы знать, в какую сторону должен быть по́гиб борозд, должно знать направление движения бегуна. Если представленная фигура (22) изображает насечку нижняка, то такая производится, когда бегун вращается по направлению от f к f^2, или по тому направлению, которое показывает стрелка. Бегун должен иметь бороздки, перекрещивающиеся с бороздками нижняка, как показано на фиг. 22 пунктирными чертами st. Потому, когда бегун перевернут вверх дном, т. е. обращен кверху мелющею поверхностью, что и необходимо для его насечки, то его бороздки должны иметь направление и изгиб совершенно такие же, как у нижняка. Тогда при повороте бегуна на место его бороздки придутся крест-накрест с бороздками нижняка. Заметим еще, что при расчерчивании бороздок на жерновах легко видеть, что те бороздки, которые ближе к окружности, менее наклонены к радиусу, чем те, которые находятся близ очка. Из расположения бороздок ясно можно видеть, что они способствуют движению муки и зерен от очка к краям. Вышеописанный способ расположения бороздок составлен для жерновов в 4½ фута диаметром, делающих 100 оборотов в минуту. При других размерах и при других скоростях изменяют величину радиусов управляющих кружков и ширину четверток. Вместо 18, при меньших радиусах жернова и бо́льших скоростях, делают меньшее число отделов; при бо́льших радиусах жерновов число бороздок увеличивают. Смотря по величине диаметра жерновов, радиус управляющих кружков увеличивают или уменьшают. При самых больших жерновах управляющие кружки должны быть несколько больше, чем то следует по пропорциональности диаметрам жерновов, потому что большие жернова ходят гораздо медленнее меньших жерновов. Впрочем,

небольшие неточности в соразмерности направления бороздок могут быть исправлены до некоторой степени изменением глубины бороздок, как о том мы будем тотчас говорить подробнее. Теперь заметим только, что при насечке жерновов рисунок бороздок не может иметь всего своего важного значения, когда не соблюдена надлежащая точность выполнения каждой бороздки. Все удары кирки или молотка должны быть направлены параллельно общему направлению бороздки, — иначе общее направление бороздки не будет иметь значения. Заметим далее, что штучные жернова весьма удобно составлять из кусков, имеющих американскую насечку, и именно так, чтобы швы кусков были спрятаны на дне бороздок.



Фиг. 23. Форма бороздок верхняка и нижняка.

Так и поступают обыкновенно при составлении штучных жерновов. Хотя несомненно, что кривая форма бороздок имеет значение для перемола и движения муки и зерна, но обыкновенно полагают, что главную роль в этом деле имеет направление бороздок, а потому весьма часто оно определяется прямыми линиями, как показано на фиг. 21.

Прямизна бороздок облегчает процесс насечки или кования жерновов.

Углы встречи прямолинейных бороздок, когда число четвертток = 12 и когда в каждой четвертке 5 бороздок, а радиус управляющего круга = $^1/_7$ радиуса жернова, суть следующие:

	При очке	В средине	При окружности
Главные бороздки	91°	17°40′	16°20′
Побочная бороздка I	—	46 40	27 40
» » II	—	67 20	39
» » III	—	—	50 40
» » IV	—	—	63

При очке средний угол встречи всех бороздок = 91°
На расстоянии $^2/_5$ от центра средний угол встречи всех бороздок = 57 30′
» » $^3/_5$ » » » » » » » = 47 30
» » $^4/_5$ » » » » » » » = 42 20
При окружности средний угол встречи всех бороздок = 39 20

В Эвансовой насечке углы встречи для главных бороздок, начиная с очка, суть: 77°20′, 36°40′, 32°20′, 30°20′ и (при окруж-

ности) 29°. При 18 четвертках и 4 бороздках в каждой четвертке, угол встречи:

	У очка	В средине	У окружности
Главная бороздка	77°20′	32°20′	29°
Побочные бороздки I	—	43 20	35 20′
» » II	—	—	44 20
» » III	—	—	53 20

Средний угол встречи всех бороздок при очке = 77°20′
» » » на расстоянии $^2/_5$ радиуса = 41
» » » » » $^3/_5$ » = 37 50
» » » » » $^4/_5$ » = 38 16
У окружности средний угол встречи всех бороздок = 40 36
Средний угол всех встреч = 39 24

Для достоинства насечки большое значение имеют форма и вид самих бороздок. Простые квадратные бороздки или простые ямочки с дугообразным дном мало пригодны для помола. Из бороздок первого рода зерно и крупа, раз в них попавши, трудно выходят, и бороздки потому легко засоряются, часть зерна выходит не перемолотою. При дугообразных бороздках зерна не могли бы умещаться в бороздках иначе, как плашмя, и тогда бы они давились, а не резались и рвались в бороздках. Лучше всего бороздкам придавать такой вид, как изображено на фиг. 23. Один край бороздки перпендикулярен на мелющей поверхности и опускается в глубину камня около на $^1/_{12}$ дюйма, вообще на величину короткого диаметра зерна. Другой край бороздки сперва идет прямо внутрь камня, но потом тотчас же изгибается в виде дуги. Глубина этого короткого края не должна быть больше толщины ногтя. Этот-то край и есть режущий или скоблящий край бороздок. Насечка его должна быть самая точная и острая. Глубокий край бороздки бегуна всегда должен быть впереди, т. е. в той стороне, в которую происходит движение бегуна. Бороздки нижняка имеют противоположное направление, как это видно на фигуре, где m есть бегун, m' — нижняк, стрелка показывает движение бегуна. Если фиг. 22′ представляет насечку нижняка, то края f^2, m, o, q, f^1 — режущие, а края l, n, p, r — тупые, или глубокие. Бороздки бегуна на фиг. 22 изображены пунктиром. На обеих из них края v режущие, или неглубокие, а w — глубокие, тупые. Одним словом, при кривых бороздках выпуклый край всегда острый, неглубокий; вогнутый — всегда тупой и глубокий. При прямолинейной насечке (фиг. 21) всегда длиннейший край бороздки режущий, перед тупым краем каждой длинной бороздки стоит более короткая бороздка. Очевидно, что вся почти работа бороздок сосредоточивается на этих режущих краях. Они-то и крошат и режут зерна; фиг. 23 ясно показывает это. В a зерно облупливается, хотя и умещается в бороздке. От движения бегуна

зерно поворачивается и попадает между режущими ребрами, как показано в *b*. Тогда зерно облупливается, зубцы края сцарапывают с него оболочки, а тяжесть бегуна и его твердость заставляют эти оболочки отскакивать, как отскакивает скорлупа ореха при давлении зубами. Облупленное зерно крошится режущими краями, как в *c*, и такая крупа попадает, наконец, между плоскостями жерновов, где и превращается в муку. Мука не будет оставаться в бороздках, потому что напор зерен, идущих из очка, выдавливает ее, а форма бороздок при движении бегуна заставляет муку и крупу подыматься по склону борсздок и всходить на плоскость жерновов. Очевидно, что при большем изгибе направления бороздок часть крупы будет по бороздкам выходить не перемоловшись, потому что большой изгиб бороздок очень облегчит движение крупы по бороздкам. В таком случае, без изменения направления бороздок, можно поправить дело, уменьшая глубину бороздок. *Чем больше направление бороздки наклонено к радиусу жернова, тем менее глубока должна быть бороздка.* Глубину бороздок делают от $^1/_{16}$ до $^1/_6$ дюйма. Ширина бороздки делается обыкновенно около 1 дюйма и до $^1/_2$ дюйма, расстояние между бороздками делается от $3^1/_3$ до $1^1/_2$ и до 1 дюйма. Чем тверже камень, тем меньшее число бороздок можно резать на нем. Если число бороздок мало, то должно избегать очень порожних бороздок.

Весь процесс насечки новых жерновов должно вести следующим образом. Жернова на заводах уже так обработаны, что мелющая поверхность их представляет довольно верную плоскость. Обыкновенно в жернове уже есть и очко. Такие жернова вделывают как следует в постав и пустые натачивают, т. е. сглаживают поверхность и делают ее более зернистою. Для этого бегун приводят в движение и между жерновами пускают немного воды или, лучше и скорее, несколько горстей песку (иногда песку и воды). Это называют: *натачивать* жернова. После натачивания бегун снимают и проверяют верность поверхности линейкою, намазанною красною краскою. Эта линейка должна быть длиннее диаметра жерновов и должна быть сколь возможно верна. Толщина ее снизу делается около $2^1/_2$ дюймов. Этот край линейки намазывают красной глиной, распущенной в воде. Проводя такою линейкою по поверхности камней, мы означим выдающиеся места. На них останется красная краска. Если эти выдающиеся места занимают целую окружность или пояс круга, то их должно снять или стесать киркою или молотком. Когда это сделано, бегун надевают на веретено и снова натачивают камни. Это повторяют, пока камни не будут иметь совершенно плоской поверхности, что легко узнать по тому, что тогда линейка оставляет на всей по-

верхности жернова равномерный красный слой. Тогда разрисовывают поверхность жернова и производят насечку, т. е. проводят борозды. Для выполнения режущего края должно употреблять кирку острую и весьма твердую и работника, имеющего верную, привычную руку. Старались много раз заменить эту ручную работу машиною, но до сих пор успехи были невелики. Когда борозды проведены, тогда вновь проводят красную линейку. Если красная краска остается около очка, то около него на расстоянии 1 фута очерчивают круг и в этом круге киркою стесывают малый слой поверхности, и именно у очка немного больше, чем в краях. Таким образом, когда жернова будут сложены, около очка останется между ними пространство около полулинии высотою. Оно помогает движению зерен перед их размалыванием, которое производится преимущественно краями жерновов. Когда положат друг на друга таким образом прокованные жернова, то края их должны касаться друг друга во всех точках, исключая, конечно, бороздок. При насечке бороздок и при всей обработке жернова киркою — направление молота и ударов должно *всегда* оставаться параллельным с направлением бороздок, и *никогда* ни один удар не должен быть сделан параллельно краю жернова. Плоские части жерновов, или пространство между бороздками, покрывают рядом самых тонких бороздок, ударяя киркою параллельно длине соседних бороздок или под некоторым углом, как было выше объяснено.

При постоянном помоле самый твердый и вязкий из жерновов не выдерживает более 10 дней. Обыкновенно чрез неделю (а чаще чрез 1—3 дня) должно вновь наковать жернова. Для этого бегун снимают с веретена и поворачивают мелющей поверхностью вверх или вбок. Чтобы это было возможно, необходимо снять ковш, потому ковш устраивается так, что его легко отнять. Так как бегун тяжел и снимать его посредством лома и клиньев вредно, потому что чрез это обиваются края и поверхность,[1] то обыкновенно устраивают в бегуне сбоку две круглые впадины, в которые и вставляют круглые наконечники дуги или цепи, за которую и подымают бегун. Для этого поверх бегуна устраивают или систему блоков, или во́рот, или тому подобное приспособление для подъема тяжести. Чаще всего снаряд для подъема бегуна устраивается следующим образом: где-либо в стороне ставят вертикальную ось, которая может вращаться в двух цапфах. К ней прочно приделывается горизонтальная перекладина, на конце которой (на расстоянии от оси, равном расстоянию оси от центра жерновов) вделана гайка. В эту гайку вставляется винт, имеющий наверху рукоятку, чтоб можно было вывертывать и

[1] Как это видно часто у нас на простых мельницах.

вывинчивать. На нижнем конце этого вертикального винта приделаны две дуги, равные четверти окружности круга. Обе дуги скреплены шарниром с концом винта и, следовательно, могут быть расширены и сложены. На нижних концах этих дуг укреплены шипы, вкладываемые в боковые впадины бегуна. Когда эти шипы вложены, винт вывертывают, бегун поднимается и его отводят (поворачивая вертикальную ось) в ту сторону, где хотят сделать насечку. Когда имеется несколько жерновов, то, конечно, стараются так установить снаряд для подъема бегунов, чтоб он один мог служить для нескольких, по крайней мере для двух, жерновов. Этот снаряд называется *жерновым краном*. При насечке употребляют новые острые кирки для режущего, низкого ребра бороздок, а старыми кирками насекают низкий край и дно бороздок. После такой насечки проводят по жернову линейку с красною глиною и отмеченные места (это места более твердые) сглаживают. Эти твердые места должно немного углублять, потому что они стираются труднее остальных частей жернова. Не должно также забывать про то углубление в средине жернова и про те малые бороздки, о которых мы недавно говорили. Когда поверхность жерновов приведена в надлежащий вид, бегун надевают на веретено. Когда жернова поставлены и приведены в ход, необходимо каждый раз их наточить Время от времени, не останавливая хода мельницы, должно повторять ту же операцию. Для этого башмак подымают так, чтобы из него не сыпались зерна и жернова остались пустыми. Тогда в очко бегуна всыпают несколько горстей песку. Один и тот же песок может служить несколько раз. Этот песок уничтожает полировку и делает края скважин на жерновах более острыми.

Ход бегуна и управление башмаком составляют главное искусство мельника при помоле. Три главные изменения в положении частей постава находятся в распоряжении мельника: изменение расстояния между жерновами, изменение количества зерен, которые падают из башмака, и увеличение или уменьшение скорости вращения бегуна. Последнее достигается в водяной мельнице чрез увеличение или уменьшение количества воды, приходящей к водяному колесу, а это производится щитом. Рукоятка щита или ворот, которым он двигается, должен быть устроен в самой мельнице, чтобы легко было управлять движением бегуна и, не отходя далеко от постава, изменять скорость его движения. В паровой мельнице управление движением бегуна еще легче, чем в водяной. В ветряной мельнице это более затруднительно и должно быть произведено увеличением или уменьшением поверхности крыльев, или тормозом, или поворотом всей мельницы. Как бы то ни было, легкость управления движением бегуна есть одно из требований

или условий хорошего устройства мельниц. Скорость движения бегуна, как мы уже говорили ранее, изменяется от величины бегуна. Если скорость движения, при прочих одинаковых условиях, медленна, то зерна перемалываются крупнее, чем при скорейшем движении бегуна, и мука проходит очень медленно к окружности камня, потому что центробежная сила движения мала. Если скорость обращения бегуна чресчур велика, то мука перемалывается чресчур мелко, перегревается и дает худой хлеб. Опыт и привычка обыкновенно руководствуют при выборе надлежащей скорости вращения при данном жернове. По мнению Белидора, лучшая скорость для шестифутового бегуна есть 60 оборотов в минуту. Это показывает, что на окружности жернова каждая точка пробегает в секунду 19 футов, а на расстоянии $^2/_3$ радиуса скорость движения каждой точки $= 12.6$ фута в секунду. Для того, чтобы узнать, какая скорость движения должна быть придана бегуну, которого диаметр n футов, должно наблюдать, чтобы каждая точка, отстоящая от центра бегуна на $^2/_3$ радиуса $\left($или на $\frac{n}{2} \cdot \frac{2}{3}\right)$ или на $^1/_3$ диаметра, т. е. на $\frac{n}{3}$, должна в секунду пробежать около 12.6 фута. Положим, что число оборотов бегуна в минуту $= x$. Каждая точка, отстоящая от центра на $\frac{n}{3}$, сделает в секунду $\frac{x}{60}$ оборотов, а как в каждый оборот она пробежит $\frac{2n}{3} \cdot 3.14$ фута, то в секунду пробежит $\frac{2n}{3} \cdot 3.14 \frac{x}{60}$, или около $\frac{nx}{28.6}$. Так как эта точка, по вышесказанному, должна пробежать в секунду 12.6 фута, то

$$\frac{n}{28.6} x = 12.6.$$

Отсюда выводится, что $x = \frac{12.6 \cdot 28.6}{n}$, или $x = \frac{360}{n}$. Следовательно, если диаметр n бегуна будет 5 футов, то бегун должен сделать 72 оборота, если 4 фута, то 90 оборотов, и т. д. Обыкновенно скорость обращения значительно больше этой, поэтому можно полагать вычисленную скорость наименьшею из выгоднейших. Действительно, в Австрии, например, 35-дюймовые бегуны делают 180—200 оборотов в минуту, что соответствует на окружности скорости 27—30 футов в секунду, а на $^2/_3$ радиуса скорости 18—20 футов в секунду. В английских мельницах бегун 4-футовый делает 115 оборотов в минуту, что соответствует 24 футам в секунду по окружности. Эванс вывел из многих наблюдений, что выгоднейшая скорость обращения каждой точки края есть 25 футов

в секунду. Следовательно, $x = \frac{470}{n}$, где x = числу оборотов в минуту, а n = диаметру бегуна. Следовательно, по правилу Эванса, 4-футовый бегун должен сделать 117 оборотов в минуту, 5-футовый 94 оборота, а 6-футовый 78 оборотов.[1] Такова действительно скорость движения бегунов при хороших качествах жернового камня. Обыкновенный диаметр жерновов новейших мельниц 1.3 м, или $4^1/_2$ фута (при толщине 0.27 м, или около $^9/_{10}$ фута), следовательно, крайние скорости обращения по правилу Белидора 84, а по правилу Эванса 111 оборотов в минуту. Впоследствии мы приведем те правила относительно скорости вращения бегунов, какие дает Вибе. Впрочем, невозможно установить точного правила для скорости движения бегуна, потому что ее должно изменять, смотря по сорту помола, по близости жерновов, по их весу, по роду камней и тому подобным условиям. Доброта выходящей муки служит единственным верным руководителем в этом деле. Вот общие правила, которых должно держаться в этом отношении.[2]

Если при данной скорости бегуна мука выходит грубая, то попробуйте сыпать меньше зерна. Если и тогда мука выходит грубою, т. е. не имеет надлежащей мелкости, что легко узнать наощупь, тогда необходимо понизить бегун. Если вследствие этого сближения жерновов движение бегуна замедляется и муки будет выходить меньше прежнего, то необходимо ускорить движение бегуна, пустив воду на водяное колесо, и т. п. Если после сближения жерновов и ускорения движения их и уменьшения количества зерна мука выходит медленно, перегревается и становится как бы липкою, тогда бегун необходимо немного поднять и прибавить количество зерна. Количество перемалываемого зерна изменяется по многим обстоятельствам. Но во всяком случае, при прочих равных обстоятельствах, более твердый жернов перемелет больше зерна, чем мягкий. Количество зерна не может быть увеличено без вреда для муки, хотя до некоторой степени или до некоторого предела (свойственного каждому поставу) можно увеличивать количество зерен, увеличивая быстроту движения бегуна. Итак, в известных пределах, которые определяются практикою, возможно увеличивать быстроту бегуна по мере увеличения количества перемалываемых зерен. При том же количестве зерна, но

---

[1] Эти расчеты скорости движения бегуна приведены здесь потому, что они необходимы при составлении плана постройки мельницы. Мельничные приводы должны быть рассчитаны по величине камней,

[2] О скорости вращения бегуна обыкновенно судят по шуму, производимому трещалками.

при большей скорости движения бегуна можно уравновешивать качество помола сближением жерновов.

Три данных — скорость бегуна, близость жерновов и количество зерна — должны находиться в полном распоряжении мельника. Те способы, которыми увеличиваются и уменьшаются эти условия, должны быть всегда под рукою. Это есть одна из задач, которую не должно упускать из вида при устройстве мельниц. Управление засыпкой зерна производится посредством той веревки, которая привязывается к концу башмака (фиг. 19, *b*). Поднимание и опускание бегуна производится разными способами, которые указаны на фиг. 16 и 18, а также и на фиг. 30. В новейших мельницах этого достигают, укрепляя подпятник веретена в рычаге, соединенном с системою рычагов, идущих к тому месту, где находится мельник, или употребляя особые винты, которыми поднимается веретено.

О пеклевальных снарядах

Мука, вышедшая из-под жерновов, во всяком случае не однородна. Одна часть зерен, особенно их оболочки и особенно в том случае, когда зерна перед помолом были смочены водою, эта часть зерен, проходя под жерновами, не измельчается в столь мелкую муку, как внутренние части зерна, потому что она не так хрупка, как другие части зерна. Эти оболочки образуют чешуйчатую массу и называются отрубями. Внутренние части зерна от случайных причин или от большей или меньшей близости к оболочкам измельчаются на кусочки неравной величины. Для лучших сортов муки служат именно те внутренние части зерна, которые наиболее богаты крахмалом, наиболее хрупки, и потому те, которые дают мельчайшую муку. Притом мелкость муки есть необходимое условие для того, чтобы из муки вышло однородное тесто и однородный, хороший хлеб. Из сказанного очевидно, что перемолотые зерна содержат смесь разных сортов муки, различающихся: а) своею мелкостью и b) своею близостью к оболочкам. Цель пеклевания, или просеивания, и состоит именно в том, чтобы получить отдельно каждый из сортов муки из той смеси, которая вышла из-под жерновов. Чтобы произвести это разделение муки на разные сорты, ее заставляют проникать чрез мелкие отверстия. Очевидно, что при прочих равных условиях мука получится тем высшего достоинства, т. е. будет тем мельче, чем меньше будут те отверстия, чрез которые заставят проникать муку. Но тонкость муки, проходящей чрез отверстия сита, зависит не только от мелкости отверстий ситяной ткани, но и от многих других условий. Мука получится тем тоньше, чем большее количество ее приходит к ситу (данного размера) в данное

время. Это понятно из того, что первоначально чрез отверстия сита, очевидно, пройдут мельчайшие части, а только впоследствии, при долгом прикосновении муки с сеющею поверхностью, пройдут чрез отверстия и те частички муки, которые имеют величину, равную величине отверстия. Итак, на данном сите нужно иметь возможность управлять количеством муки, падающей в сито. Этого достигают, устраивая впускное отверстие для муки, падающей в сита, в виде ковша с башмаком, как будет вскоре описано. При равном количестве падающей муки, просеиваемый сорт тем будет мельче, чем *скорее выйдет* мука из сита, по той же причине, какая только что объяснена. Потому-то для получения данного сорта муки необходимо иметь возможность заставлять муку быстрее или медленнее двигаться по поверхности сита. Чем быстрее движение, тем мельче сорт просеивающейся муки. Но и при равной мелкости ткани, при равном количестве муки и при равной скорости движения ее — количество муки, проходящей чрез сито, может изменяться от того, как часто ситяная поверхность очищается от засевших в нее частиц муки. Засевшие в мелкие отверстия сита частицы муки уменьшают отверстия и делают сеющую поверхность меньшею, а потому способствуют проникании более мелкой муки. Но если не возобновлять отверстий сита, т. е. не выбивать из ситяных отверстий засевшую муку, то скоро вовсе прекратится просеивание, а потому сито необходимо встряхивать или подвергать более или менее частым ударам. Чем чаще эти удары или, правильнее сказать, чем чаще возобновляется ситяная поверхность, тем сорт муки выходит грубее, ибо тогда могут сквозь порожние отверстия сита проникать более крупные частицы. Вот эти-то главные соображения и имеют в виду при устройстве пеклевальных снарядов, разнообразие которых довольно велико.

Мука, перемолотая жерновами, иногда прямо поступает в продажу и просеивается потребителями. Невыгоды этого способа столь очевидны, что о них не стоит и распространяться. Просеивание муки обыкновенно выполняется на той же мельнице, где производится и самый перемол. Это тем выгоднее, что для просеивания нужен двигатель, сила которого должна быть невелика, а на мельнице уже непременно есть двигатель, часть работы которого весьма удобно передавать просеивающим, или пеклевальным, снарядам. После перемалывания самую важную часть мучного производства составляет *просеивание*, или *пеклевание*, а потому теперь же остановимся на этом предмете и рассмотрим его с некоторою подробностью.

Известно, что просеивание, или пеклевание, производится помощью редких тканей. Лыко и конский волос, употребляемые для обыкновенных ручных сит и решет, не годны для фабричного

производства пеклевальных снарядов или по короткости нитей, или по ширине их. Для пеклевальных снарядов обыкновенно употребляются ткани шерстяные, шелковые и проволочные. Шерстяные ткани (Beuteltuch) дешевле других. Их употребляют для простых пеклевальных мешков на обыкновенных мельницах. Они представляют два главные неудобства: волосистость нитей и их толщину. Первое неудобно потому, что многие волоски мешают свободному проходу муки чрез клетки ткани, а второе не выгодно в том отношении, что на данном пространстве уменьшается число клеток. От этих двух причин зависит то, что шерстяные сита при прочих равных условиях меньше просеивают, чем шелковые. Самое тонкое, или мелкое, сито не может быть приготовлено из шерстяной ткани, потому что мелкие волоски будут препятствовать просеиванию. Шерстяное сито не делают мельче 40—45 нитей на 1 дюйм (или от 1500 до 2000 отверстий на квадратный дюйм), тогда как шелковые сита или особый сорт *газа* (известный род шелковой ткани) имеют от 120 до 25 нитей на дюйм. Шелковые нити не волосисты и тонки, что и позволяет приготовлять из них более мелкие ткани для сит. Кроме того, они прочнее шерстяных при одинаковой с ними толщине. Главное препятствие к их употреблению есть их ценность. Лионские и швейцарские шелковые ткани для сит славятся повсюду. У нас готовят шелковые ткани для сит на некоторых фабриках в Москве. Материал их делается шириною в 32 и 38 дюймов. Мелкость шелковой ткани для сит определяется нумерами, из которых № 13 есть самый мелкий, а №№ 0 и 00 употребляют для означения самой грубой ткани, какая идет для разделения разных сортов отрубей и крупы. Для той же цели употребляются нумера до 5. Для грубой муки служит № 7, для средней № 9, для лучшей № 11. Проволочные сита (из латунной проволоки) в последнее время входят в большое употребление. Это зависит от их прочности и вязкости, которая позволяет даже постоянно прочищать их щетками, приводимыми в движение вместе с ситом. Это весьма облегчает просеивание и ускоряет его значительно, потому что частицы муки легко засаривают клетки, или отверстия, сита и тем препятствуют проходу муки. Проволочная ткань для сит берется от 64 до 15 проволок на дюйм длины ткани.

Как бы редка ни была ткань сита и какой бы материал ни был употреблен для ситяной ткани, во всяком случае мука не будет просеваться, если только будет насыпана в сито или в шерстяную ткань, потому что она тотчас залепит отверстия ткани. Различные способы устройства сит, или пеклевальных снарядов, основаны именно на том, что сито приводится разными способами в движение сотрясательное, колебательное, круговое или тому подобное. Главные роды устройства пеклевальных снарядов суть:

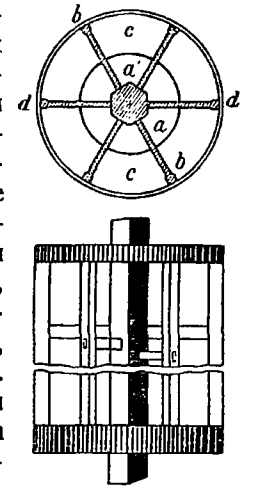
Пеклевальный мешок. Это устройство самое простое и дешевое — описано уже ранее (стр. 602). Оно имеет, между прочим, тот недостаток, что служит для разделения муки на 3 главные сорта: отруби, крупу (которые проходят чрез мешок) и муку. А это[го] в большинстве случаев недостаточно. Пеклевальный снаряд должен производить разделение муки на несколько сортов.

Этого достигают, употребляя для пеклевания последовательно ткани различной мелкости. В этом отношении шерстяные ткани делаются по нумерам. Нумер ткани в некоторых случаях показывает, сколько нитей на 1 дюйме[1] длины ткани. Умножив нумер ткани сам на себя, узнаем, сколько отверстий в одном квадратном дюйме ткани. Так, шерстяная ткань № 30 будет иметь в 1 кв. дюйме до 900 отверстий. Очевидно, что величина отверстий, определяющая мелкость сита, зависит не только от нумера ткани, но и от толщины нитей. Потому шерстяная ткань данного нумера будет мельче, чем шелковая ткань того же нумера. Употребляя простой пеклевальный мешок, необходимо для разделения нескольких сортов муки или пропускать муку чрез несколько мешков, или довольствоваться тем различием в муке, которое всегда заметно в разных частях пеклевального ящика. Мука, просеивающаяся в верхней части мешка и падающая в задней части ящика (фиг. 15), очевидно, будет нежнее и мельче той, которая просеивается в нижней части мешка и падает при его переднем конце, что зависит от того, что: 1) наклонение мешка в начале больше, чем у конца, 2) от того, что вначале всегда будет отсеиваться мельчайшая мука, а потом более крупная. На этом-то различии в сорте муки и основано употребительное у нас название — *подрукавная мука* — для сорта более тонкого. Форма простого пеклевального мешка весьма сходна с формою рукава одежды. Мучной рукав делают длиною обыкновенно 6 футов, шириною 10 дюймов.

Горизонтальные сита часто употребляются у нас в России и имеют то преимущество, что устройство такого пеклевального снаряда весьма просто, хотя нет сомнения, что пеклевание горизонтальными ситами, так же как и мешками, очень неполно, т. е. не служит для совершенного отделения тонкой муки от более грубой. Горизонтальные сита делаются под ларем, куда падает просеивающаяся мука. Мука, выходящая из-под жерновов, падает на первое сито, имеющее наименьший нумер, потом на второе, более редкое сито и т. д., пока не останутся от муки только отруби, да крупа. Для того, чтобы мука постоянно двигалась по плоскости сит, их необходимо делать наклонными, и чем больше наклон сита, — тем скорее мука будет проходить чрез сито. А чем скорее пройдет

[1] Или на 1 см и тому подобную меру длины.

мука, тем меньше высеется из нее и, следовательно, тем лучшая мука получится под данным ситом. Под каждым ситом делается особый ящик, чтобы разные сорты муки не смешивались. Такому горизонтальному ситу, состоящему из нескольких отделений, придают движение вправо и влево. Для большего сотрясения и встряхивания это движение производят толчками, что способствует не только просеиванию, но и движению муки по плоскости сита. Этого движения сит достигают очень просто. На веретене бегуна прикрепляют кружок с кулаком, который задевал бы при своем вращении за концы металлической вилки. Таким образом вилка от ударов кулака получит колебательное движение. К концам этой вилки привязывают концы двух ремней или веревок. Другие концы этих ремней скрепляют с жердями, привязанными или прикрепленными к ситу. Колебания вилки передадутся ремнями ситу, и движение их, очевидно, будет происходить толчками. Для избежания растраты муки от разметания, очевидно, сито и ящики должны быть закрыты колпаком.



Фиг. 24. Остов призматического сита.

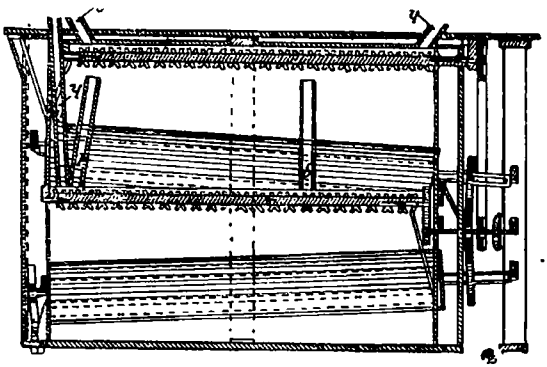
Призматические вращающиеся сита, или американский пеклевальный снаряд. Эта форма пеклевального снаряда в настоящее время наиболее распространена в Европе и Америке, чем все остальные формы сит, по крайней мере на усовершенствованных мельницах. Этот снаряд состоит из деревянной шестигранной простой призмы (остова), вращающейся на оси. Этот снаряд называют часто, хотя неправильно, цилиндрическим ситом (фиг. 24).

Вся призма, и следовательно и ось ее вращения, наклонна от жерновов или от того места, от которого падает мука, так что падающая мука скользит по наклонной поверхности призмы. Наклонение обыкновенно от $^3/_4$ до дюйма на каждый фут длины сита. Поверхность эта обтягивается шелковою ситяною тканью. Таким образом ткань прикрепляется на 6 жердочках, образующих ребра призмы, и вся пустота призмы окружается ситяною тканью. Мука падает во внутрь цилиндра и просеивается чрез ситяную ткань. Остаток вываливается из нижнего конца сита. Длина снаряда около 18—20 футов, диаметр от 3 до 2 футов.[1] Вся призма окружается

[1] Диаметр делается такой, чтобы можно было на жердях сита натянуть два или три полотнища ситяной ткани, и именно так, чтобы длина ткани совпадала с длиною сита, а швы, скрепляющие отдельные полотнища, приходились на жердочках. Скрепление отдельных полотнищ делается или гвоздями, или клеем и всегда на одной из жердочек.

деревянным ящиком. Обыкновенно в одном ящике помещают несколько призматических сит (два или четыре), как то изображено на прилагаемой фигуре (фиг. 25).

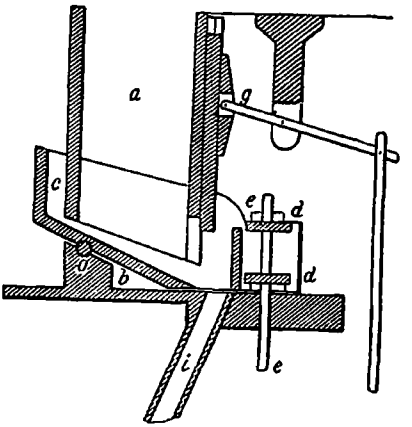
Такой снаряд называется пеклевальною машиною (Beutelmaschine). На осях призмы вне ящика насажены зубчатые колеса, или шкифы, которыми приводятся сита в непрерывно круговое движение. Призмы делают от 20 до 30 оборотов в минуту. Мука, падающая из нижнего конца первого сита, падает в верхний конец нижнего сита. Просеянная мука сгребается мучными винтами в особые отверстия, проводящие муку в мешки или лари. Иногда заставляют муку, выпавшую из нижнего отверстия нижнего сита, подыматься к новой паре сит. Непрерывность движения составляет одно из главнейших преимуществ сит нового устройства. Притом от довольно быстрого вращения мука вполне перемешивается в сите и, следовательно, все части ее придут в прикосновение с поверхностью сита. Поверхность призмы часто обтягивается тканями разных нумеров, и тогда под каждою тканью устраивается особый ящик для отдельного сорта муки. В других случаях, при больших количествах просеваемой муки, предпочитают пропускать муку чрез несколько призматических сит с тканями разной плотности. Для каждого жернова (по Вибе) необходимо для полного разделения муки по сортам от 150 до 200 кв. футов ситяной поверхности в призматических ситах, так что на крупчатой мельнице о четырех поставах нужно от 600 до 800 кв. футов шелковой материи для сит. Каждый квадратный фут ткани, смотря по нумеру, стоит от 15 до 50 коп. Если известна окружность сит (например 3 полотнища = 9 футам), то легко найти длину всех сит: стоит только число квадратных футов разделить на окружность. Так, если окружность сита = 9 футам (диаметр = 2 футам 8 дюймам) и требуется иметь от 600 до 800 кв. футов сеющей поверхности, то длина всех сит от 67 до 89 футов или всего от 4 до 5 призматических сит в 17 футов длиною. Ось призмы обыкновенно 7 дюймов в поперечнике, шестигранная. Продольные жердочки 1—$1^1/_2$ дюйма шириною, $1^3/_4$—2 дюйма толщиною. Их окружают и обтягивают мягкою



Фиг. 25. Пеклевальная машина.

тканью. Движение сита производится обыкновенно бесконечными ремнями или зубчатыми колесами. Иногда ситу придают не только круговое, но и сотрясательное движение. Фиг. 26 показывает одно из устройств башмака, чрез какой мука проводится в призматические сита. Количество падающей в башмак муки изменяют или по обыкновенному способу (подымая и опуская башмак), или, как на прилагаемом рисунке, засовом, приводимым в движение рукоятью *g*.

Мука падает чрез *a* в башмак *cb* и оттуда (под засов) в канал *i*, оканчивающийся в пеклевальном снаряде. Чтобы мука не останавливалась в башмаке, он приводится в качательное движение. Для того башмак движется на оси *o* и приводится от вращения маленькой оси *ee* в колебание. Зубцы оси *ee* задевают за планки *dd*, скрепленные с башмаком.

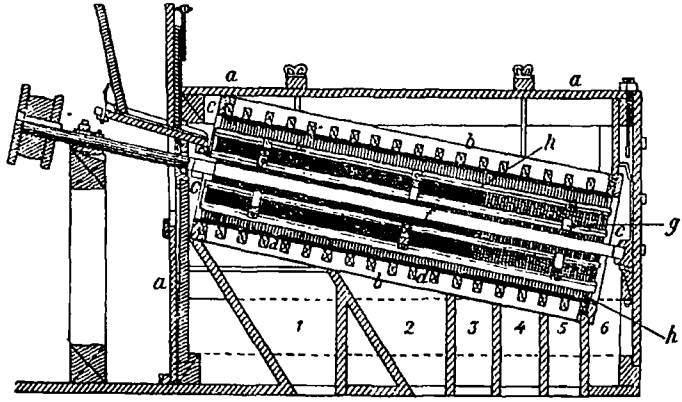


Фиг. 26. Башмак пеклевальной машины.

Неудобства призматических сит: они занимают много места, дорого стоят, потому что шелковая ткань дорога и ее требуется много и она скоро портится; они скоро засариваются и потому, несмотря на постоянное движение, мало дают муки; им нельзя дать довольно сильного движения толчками, потому что тогда могла бы ткань прорваться и длинные жердочки гнуться. Достоинства этого рода пеклевальных снарядов состоят в простоте их устройства, в малой силе, которую требуют, и главное — в чистоте муки, которую они дают, ибо здесь просеивание идет медленно и ровно. Кроме того, они допускают много различных видов просеивания, что необходимо для разных сортов муки.

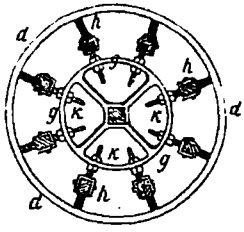
Цилиндрические проволочные, или *английские, сита*. В них устранены, повидимому, все недостатки предыдущих систем. Ткань делается из металлической сетки, что придает ситу прочность и постоянство формы. Сито делается цилиндрическое, подвижное или неподвижное. Во всяком случае, сито делается из двух полуцилиндров, вроде ящика, так чтобы верхнюю половину можно было отворить для поправок, очищения и т. п. Внутри его укрепляется ряд щеток, которые быстро вращаются и прочищают засорившиеся отверстия металлической сетки. На фиг. 27 представлен продольный разрез ящика с цилиндрическим проволочным пеклевальным

снарядом. *aa* — кожух, окружающий все сито и мучные ящики. В нем неподвижно укреплены обручи и перекладины *bb*, *cc*, *d*. На этих обручах и перекладинах прибита цилиндрическая металлическая сеть разных нумеров. В верхнем краю сита, противу



Фиг. 27. Продольный разрез проволочного сита со щетками.

ящика № 1, укреплена мельчайшая сеть, а дальше все более и более редкая. Противу каждого рода сети устроены особые ящики №№ 1, 2, 3, 4 и 5. Башмак, видный слева, приводит муку в сеть. Крупа и отруби, не просеявшиеся чрез сито, падают на противоположном конце сита в ящик № 6. Итак, сеть неподвижна. Движение имеет только система щеток. Эти щетки укрепляются на железной оси *f* и на ободах, разрезы которых обозначены буквами *ggg*. Самые щетки *hhh* прикасаются к металлической сетке, надавливают на нее и своими щетинками заставляют муку проваливаться сквозь сетку. На фиг. 28 изображен вертикальный разрез самого сита и показывается, как прикрепляется к оси *f* обод *ggg* и как щетки *hhh* винтами *kkk* прикрепляются к ободу и устанавливаются противу металлической сетки *ddd*. Во время движения щеток сетка остается неподвижною. Мука, попадая между щеток, перемешивается вполне. Просеивание идет быстро, потому что засаривание сита невозможно. Чтобы щетинки щеток не погнулись по направлению кругового движения щеток и чрез то не перестали попадать в клеточки сетки, для того направление движения щеток часто переменяют. Чтобы



Фиг. 28. Поперечный разрез сита и щеток.

приводить в движение систему щеток, на ось *f* насажен шкиф, на который надевается бесконечный ремень, обхватывающий другой барабан, движимый мельничным двигателем. Когда движение щеток хотят делать обратным, то бесконечный ремень заставляют перекрещиваться. Наклонение оси сита делается около 12°. Особыми винтами можно регулировать быстроту движения муки в сите, поднимая или опуская нижний конец оси вращения. Особые винты служат для того, чтобы поверхность сита наставить концентрично с осью вращения щеток. Винты *kk* позволяют стершиеся щетки приближать к сеткам по желанию. Иногда в цилиндрических ситах не только щетки, но и сама сетка приводится в круговое движение; тогда направление движения сетки противоположно движению щеток. Такой снаряд особенно удобен для отделения муки, приставшей к отрубям.

Размеры цилиндрических сит и их склонение весьма различны, смотря по тому, для какой цели назначено сито. Вал со щетками делает до 250 оборотов в минуту. Сито, назначенное для просеивания цельной муки, делают длиною около 6 футов, диаметром около $1^1/_2$ фута.

Поверхность сита для цельной муки обыкновенно покрывается следующими нумерами проволочных сит, начиная сверху:

$^1/_3$	длины	сеткою	№ 64 (64 нити на дюйм)
$^1/_4$	»	»	№ 60
$^1/_5$	»	»	№ 56
$^1/_6$	»	»	№ 48

Чрез такое сито проходят только сорты муки. Отруби и крупа не проходят чрез эти нумера. Главное достоинство проволочных цилиндрических сит состоит в том, что просеивание идет здесь очень скоро. Одно сито успевает просеивать то, что мелют четыре постава при длине сита около 6 футов. Притом эти сита занимают очень мало места. Но зато они требуют много силы для движения (до 4 сил), и мука получается от них не столь чистою, потому что щетки продавливают сквозь сетку чешуйки отрубей и крупинки большой величины.

Чтобы дать пример сочетания разных сит и количества муки, проходящей чрез такие сита, приводим устройство сит одной из новых мельниц. Мука из-под жерновов идет в цилиндрическое проволочное сито вышеописанного устройства и вышеприведенных размеров с двигающимися щетками, делающими от 260 до 300 оборотов в минуту. Ткань первых отделений от 64 до 90 нитей в дюйме. Ткань пятого отделения 40 нитей в дюйме. В первых четырех отделениях из 100 частей всыпанной муки получают 64 части просеянной муки. В 5-м ящике собирается до 11%

крупно молотой муки (gruaux), а в 6-м до 25% отрубей. Крупно молотая мука вводится во второе сито. Это сито $5^3/_4$ фута длиною, $1^3/_4$ фута диаметром; оно делает 170—190 оборотов в минуту, ткань по 30—50 нитей в дюйме. В таком сите от крупно молотой муки отделяется мука, приставшая к крупе, и получается из 11% крупно молотой муки 4% муки и 7% крупы, которая идет в новый перемол, поступая сперва в призматическое шелковое сито, имеющее 67—74 нити в дюйме. Отруби, полученные в первом сите, идут в цилиндрическое проволочное сито, где и разделяются на 5 сортов. Внутренние щетки в этом сите движутся в направлении, противоположном движению сетки. И проволочная сеть и щетки делают в минуту 55—60 оборотов. Наклон цилиндра 1 дюйм на 18 дюймов, длина 6 футов с $^1/_4$, диаметр $1^1/_2$ фута. Пять нумеров сетки имеют от 30 до 15 нитей в дюйме. Из этого сита выходят одни тощие, муки не содержащие, отруби, а то, что просевается, делится на крупу и жирные отруби, которые идут в перемол.

Комбинации различных сит составляют одну из главных особенностей разных видов помола, о чем и будем говорить в статье о помоле.

Устройство американских мельниц

Американские (английские, или машинные) мельницы, или *крупчатки*, по существу своему почти не отличаются от обыкновенных мельниц. Те же жернова и те же пеклевальные снаряды составляют главнейшие органы американской мельницы, как и всякой другой. Главные усовершенствования и особенности американской мельницы основаны только на том весьма важном для практики начале, что они сразу работают многими поставами, все заведение устраивается в большом виде, ему посвящается особое многоэтажное здание. Чрез это стало весьма выгодным и полезным множество ручной работы заменять машинною, деревянные домоделанные снаряды заменить фабричными, металлическими. Стало необходимо обратить внимание на многие подробности, которые не могли или мало могли обратить на себя внимание при производстве в малых масштабах. Так, например, нашли необходимым прибегать к искусственному охлаждению муки, вышедшей из-под жерновов. Наконец, сделалось выгодным ввести многие добавочные снаряды, которые обошлись бы очень дорого на мельнице, действующей немногими жерновами. Не считая постройки здания, а только цену постройки двигателя и всех необходимых частей, поставов, двигателей и очистителей зерна, холодильников, сит и т. п., считают цену устройства американской мельницы по числу поставов, полагая на каждый постав от 1500

до 4000 руб., смотря по цене металлических машинных частей, по достоинству двигателя, жерновов и т. п. Чтобы видеть, какой доход может дать такая мельница, должно заметить, что средним числом каждый постав такой мельницы перемалывает в 24 часа до 40 четвертей зерна и требует средним числом $4^1/_2$ лошадиных сил работы. Если при современных экономических условиях во многих местах вовсе не выгодно еще устраивать большие американские мельницы, то, несомненно, настанет время, когда они вытеснят другие роды мельниц. Доказательством этому служит то, что во всех тех местах, где нашли выгодным устроить такие мельницы, они истребили или весьма значительно уменьшили число мелких мельниц. Это зависит, конечно, от того, что при производстве в большом виде все обходится сравнительно дешевле и может быть доведено до большего совершенства.

Желая дать более полное описание разных частей устройства усовершенствованных американских мельниц, или крупчаток, мы заимствовали многие подробности из сочинения Вибе, о котором уже упоминали ранее. Мы опишем последовательно следующие части крупчаток: общие принципы расположения поставов, усовершенствования в некоторых частях поставов, способы очищения зерен, подъемные вороты для зерен и другие способы движения зерен и муки, способы охлаждения и ускорения помола и, наконец, укажем главные начала для определения соотношения между размерами мельничных частей, количеством перемола и величиною работы, употребляемой для разных органов крупчатки.

Расположение поставов. Расположение главных передаточных частей или приводов, передающих движение от двигателя (паровой машины или водяного колеса) поставам, бывает, *при обыкновенном устройстве поставов* (когда нижняк неподвижен, а верхняк движется), троякое: a) или последний вал, движущий поставы, вертикален, причем передача движения от него к поставам производится зубчатыми колесами или бесконечными ремнями, находящимися под поставами; b) или главный вал горизонтален и находится под поставами, с веретеном которых вал сцепляется коническими зубчатыми колесами, и c) или же главный вал и передаточные части (зубчатые колеса или ремни) располагаются поверх поставов, следовательно веретена поставов направлены вверх, а не вниз, как у обыкновенных поставов.

При всякой передаче движения от одного колеса или вала другому, — будет ли эта передача произведена зубчатыми колесами или ремнями, — должно наблюдать, чтобы перемена в скоростях была последовательная, по возможности малая. Так, например, если водяное колесо делает в минуту 7 оборотов, а требуется привести жернов в движение со скоростью 100 оборотов в минуту,

то полезно сделать 4 — 5 передач, например, так, чтобы вал № 1 делал в минуту 13 оборотов, № 2 — 25 оборотов, № 3 — 40 оборотов и № 4 — 64 оборота, этот вал уже можно соединить с веретенами бегунов.

Расположение поставов с вертикальным последним валом весьма удобно и хорошо тогда, когда число поставов не велико — 5 или 6 — и особенно когда скорость движения двигателя довольно велика, например 20—30 оборотов в минуту. Тогда от двигателя проводят вал, идущий до центра расположения всех поставов. Здесь сцепляют передаточный вал с последним вертикальным валом так, чтобы последний делал в минуту не менее как в 3 раза меньшее число оборотов, чем бегуны. На этом последнем вале насаживается большое горизонтальное зубчатое колесо, которое на окружности своей и сцепляется с шестернями, насаженными на веретена бегунов. Таково, например, устройство Adlermühle в Берлине, где последнее колесо движет 5 поставов, устройство мельницы в Моабит близ Берлина (6 поставов) и многих старых мельниц во Франции. Подобное расположение требует большого помещения и должно быть доведено до средины мельничного здания, а потому и представляет часто неудобства. Гораздо выгоднее, когда путь передачи движения краток, потому что тогда передаточные валы можно делать короче и легче, и укрепление точнее, и есть возможность расположить все поставы подле стены здания, что и представляет многие удобства при постройке. Таковы большею частью все новейшие мельницы.

Когда последний вал (или, еще лучше, несколько последних валов) вертикален, тогда с большим удобством можно заменить зубчатое сцепление бесконечными ремнями. Приведение поставов в движение бесконечными ремнями, надетыми на два шкифа (один на последнем вале, а другой на веретене постава), представляет многие преимущества: a) бегун при этом движется гораздо равномернее, потому что нет тех неизбежных толчков, какие всегда сопровождают передачу быстрого движения зубчатыми колесами; b) при ременной передаче весьма легко остановить тот или другой постав, — стоит только ослабить натяжение передаточного ремня. Для натяжения и ослабления передаточного бесконечного ремня при ременной передаче всегда устраивают нажимное колесо, которое надавливается на одну из свободных (т. е. не прилегающих к барабанам) сторон ремня; c) легкость и простота расположения всех поставов. Когда последний вал помещен в средине расположения всех поставов, тогда от него идут ремни равной длины во все стороны. Если же веретена не равно отстоят от последнего вала, то употребляют для каждого постава ремни соответствующей длины; d) при употреблении ременной передачи выигрывается

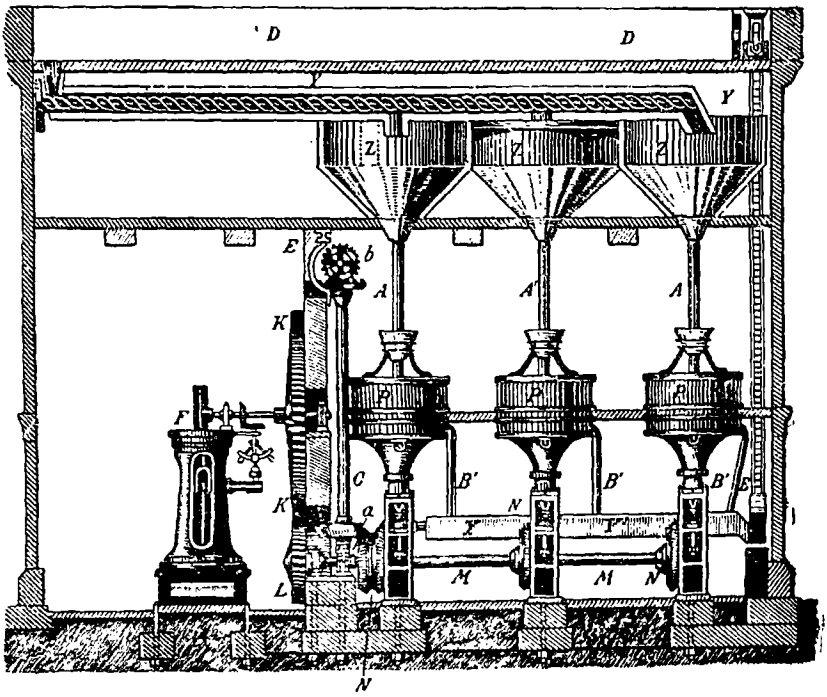
в прочности устройства мельницы, потому что избегается возможность порчи от остановки какой-либо части снаряда. При употреблении ременной передачи необходимо, чтобы последний вал был вертикальный и чтобы движение его было достаточно быстро, — иначе пришлось бы делать на нем очень большие шкифы или барабаны и много терять работы. Обыкновенно барабаны последнего вала имеют диаметр от 4 до 6 футов, а шкифы на веретенах бегунов — от 3 до 4 футов. К невыгодам ременной передачи движения должно отнести: a) большое давление, которое испытывает веретено от натяжения ремня: оттого трение в местах укрепления веретена увеличивается; b) трудность соединить с одною последнею осью многие поставы, потому что для каждого постава (или для пары) последняя ось должна иметь особый широкий барабан; следовательно, последняя ось должна быть высока, и барабаны для разных поставов придутся на разных высотах, следовательно тогда и веретена должны быть сделаны длинные, что очень невыгодно. Чтобы избежать этого важного неудобства, в настоящее время чаще всего соединяют с одним последним валом только два диаметрально противопоставленные постава. На последнем вале устраивается или два барабана для двух ремней, или один бесконечный ремень охватывает сперва первый постав, потом барабан последнего вала, к которому нажимается нажимным колесом, потом другой постав и идет обратно. Чтобы при этом достичь движения многих поставов, обыкновенно имеют большой лежачий вал, двигающий многие рядом стоящие последние валы, из которых каждый сообщен с двумя поставами посредством бесконечных ремней. Очевидно, что тогда главный вал проходит посредине (внизу) между двумя рядами поставов. Таково, например, расположение, употребленное несколько раз Фейрбейрном, Ролле и другими. Реже на одном последнем вале садят 4 барабана для четырех ремней, идущих к четырем накрест стоящим поставам, как устроил Вибе в Любеке; c) к невыгодам ременной передачи должно отнести также необходимость или очень широких, или сильно натянутых ремней для движения тяжелых поставов, и d) возможность большой потери рабочей силы, если натяжение будет недостаточно сильно и ремень будет скользить по барабану.

Во многих отношениях большую выгоду представляют те расположения, где последний вал горизонтален и с ним сцеплены веретена бегунов. Прилагаемый рисунок (фиг. 29) представляет пример подобного расположения.

Это система Фейрбейрна (Fairbairn). Очищенные зерна сыплются из чистилок в ларь *DD* (оттуда проводятся винтом к поставам). Колесо *K*, приводимое в движение паровою машиною, сцеплено

с колесом *L*, сидящим на вале *MM*. На этом горизонтальном вале насажено несколько косых зубчатых колес *NNN*.

Три из них (на фиг. 29) и одно (на фиг. 30) сцеплены с такими же косыми шестернями бегунов, находящихся в кожухах *PPP*. Зубчатые колеса *a*, *b* служат для передачи движения от вала *M*



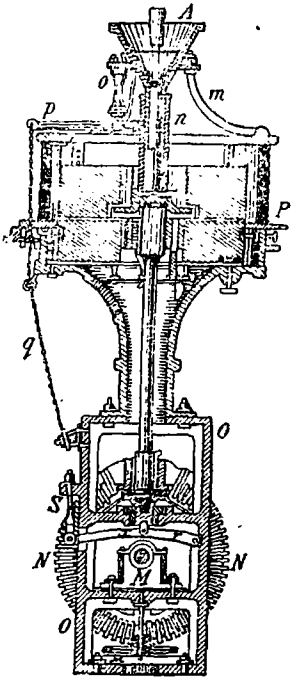
Фиг. 29. Система поставов Фейрбейрна.

к элеваторам, винтам, сеялкам и т. п.[1] Из трубок *B'B'B'* перемолотая мука падает к мучному винту *YY*, который отводит ее к элеватору *E*, а он подымает ее к охладнику, помещающемуся в одном из верхних этажей.

Фиг. 30 изображает отдельно один [из]постав[ов], система которых представлена на предшествующем рисунке. Здесь видны подробности устройства постава. Весь постав окружен чугунным кожухом *P*, который может разниматься на две половины — верхнюю

[1] Весьма удобное расположение передачи состоит в том, что двигатель приводит в движение большое горизонтальное колесо. К окружности этого колеса прицеплены многие шестерни, сидящие на веретенах бегунов. Ось этого горизонтального колеса идет чрез несколько этажей и служит для передачи движения всем прочим мельничным снарядам.

и нижнюю. Кожух этот опирается на чугунную, внутри пустую колонну *OO*. Чрез нее проходит общий горизонтальный вал *M*, на котором насажено зубчатое колесо *NN*. Винт *u* служит для скрепления оси *M* с колесом *NN*. Это колесо сцепляется с горизонтальной (на рисунке не поименованной) шестерней, умещающейся в пустоте колонны *OO*. Ось этой шестерни есть веретено бегуна. Пята (нижняя оконечность) этого веретена вращается во впадине, которая рычагом *rx* может быть поднята или опущена. Чрез это жерновые поверхности сближаются или удаляются по произволу. Для того, чтобы подымать и опускать рычаг *rx*, служит винт *S*, что придает твердость опоре пяты. Нижняк укрепляется винтами снизу и с боков. Кружловина имеет устройство, какое мы вскоре опишем. Отверстия, видные в чугунной поддержке нижняка, служат для движения винтов, управляющих кружловиною. Параплица имеет обыкновенное устройство. Ковш и башмак, напротив того, отличаются гораздо большею простотою, чем в обыкновенных мельницах. Такое упрощение башмака определяется в американских мельницах, между прочим, тем, что винты, доставляющие зерна, уже сами собою соразмеряют количество зерна, попадающее к жерновам. Если винт приносит много зерна, — стоит уменьшить его скорость или уменьшить поверхность выпускного отверстия, и количество зерна будет уменьшено, и обратно. Но, кроме этого грубого способа, количество зерен, падающих в очко бегуна, определяется башмаком, представленным на фиг. 30 (на фиг. 29 виден и ковш *Z*). Воронка *A* башмака так же неподвижна, как и ковш. Положение воронки *A* в подставке *m* может быть изменено по произволу. Здесь нет нужды в сотрясениях, потому что зерна падают по вертикальной линии и они вполне очищены и проходят по достаточно широким трубам. Горлышко воронки *A* входит в трубку, которая нижним концом своим соответствует средине параплицы. Зерна, падая на параплицу, от центробежной силы вращения бегуна разбрасываются по сторонам и так попадают между камнями. Количество выпадающих зерен, очевидно, можно изменить, если изменить высоту трубки *n* или расстояние ее от вершины параплицы.



Фиг. 30. Постав Фейрбейрна.

Таким способом и изменяют количество зерна. Для этого трубка *n* скреплена с рычагом *p*, который укреплен в подставке *o* и снабжен на противоположном своем конце цепочкою *q*. Следовательно, эта цепочка служит для управления доступом зерна, как винт *S* служит для управления расстоянием жерновов. Мы видим из рисунка, что здесь выполнено то условие хорошего мельничного устройства, которое требует, чтобы управляющие приводы были соединены в одном месте (стр. 631).

Обыкновенное расположение передаточных частей внизу поставов представляет многие неудобства: a) передаточные части (валы, колеса, ремни и т. п.) должны быть низко расположены, чтобы поставы стояли не высоко и доступ к ним был легок и удобен. Это удобно большею частью только при водяных мельницах, но и там все приводы часто должны быть расположены в подземном, сыром этаже, что содействует их порче. При ветряных мельницах весьма невыгодно передаточные части помещать снизу жерновов, — приходится иметь очень длинные передаточные валы, потому что главный вал, движимый ветром, находится сверху. Потому-то в ветряных мельницах часто и устраивают передаточные колеса поверх жерновов. Тогда веретено, приводимое в движение сверху, оканчивается параплицею, укрепленною в бегуне. Такое же или подобное устройство предложено и употреблено в последние годы во Франции и для обыкновенных водяных и паровых мельниц, потому что представляет часто удобства в расположении частей и устраняет некоторые недостатки обыкновенного способа; b) при обыкновенном устройстве веретена оно должно всегда иметь достаточно большую длину и сильно нагревается в кружловине; потому-то точный помол при таком устройстве и затруднителен. Для тонкой муки требуется жернова установить довольно близко. От нагревания веретено удлиняется, и расстояние меняется. Заменивши такое веретено, проходящее снизу, веретеном, идущим сверху, можно его значительно укоротить и, следовательно, устранить главнейший недостаток обыкновенного способа расположения веретена. Мы опишем тот способ, какой употребил для этой цели Дарбле (Darblay) при устройстве известной мельницы в. St.-Maur, потому что он представляет множество выгод.

Нижняк укрепляется прямо на плотном полу с помощью винтов, которыми можно привести верхнюю поверхность в совершенно горизонтальное положение. Другие боковые винты, укрепленные в нижней части обечья, дозволяют уставить центр нижняка против центра оси вращения верхняка. Чрез очко нижняка проходит нижний конец веретена, вращающийся в подшипнике, укрепленном тотчас под нижняком. Этот подшипник лежит на рычаге, которым можно поднимать веретено и бегун, с ним соединенный. Веретено,

начиная от пяты, проходит сперва чрез 2 втулки у нижней и у верхней частей нижняка. Верхняя втулка сделана коническая, чтобы зерна скатывались к мелющим поверхностям. Обе втулки можно винтами приводить в концентрическое положение с веретеном. Веретено, поднявшись до бегуна, расширяется в параплицу, укрепленную в бегуне, и оканчивается идущею вверх пустою осью. Эта ось вращается вверху во втулке, которой положение может быть изменено винтами. На пустой оси, в небольшом расстоянии от бегуна, поверх верхней втулки насажен шкиф, охватываемый ремнем, придающим движение веретену, а следовательно и бегуну. Чрез пустоту веретена падают зерна в очко бегуна.

При описании новейших видов устройства поставов нельзя не остановиться на той системе, по которой верхний жернов неподвижен, а нижний приводится в движение. Эта система имеет следующие преимущества: a) довольно сложное устройство хорошей кружловины здесь вовсе не нужно, потому что параплица укрепляется в нижняке, а в верхняке находится просто втулка или цапфа; b) правильное расположение веретена, которое обыкновенно достигается кружловиною, здесь облегчается, потому что веретено оканчивается поверх бегуна; c) доступ зерен к мелющей поверхности здесь облегчается, потому что параплица не препятствует падению зерен; d) движение зерен и муки между мелющими поверхностями значительно ускоряется, потому что они находятся не в покое, а постоянно движутся вместе с нижняком и от центробежной силы скорее выбрасываются наружу; e) оттого и нагревание муки не так велико. Приводим для примера описание подобного поставa, устроенного Бомом (Bohm) из Фредерсдорфа, близ Берлина.

Веретено, снабженное передаточным барабаном, пройдя втулку, оканчивается тарелкою, на которой прикреплен нижняк. Посредством винтов втулки можно достичь горизонтальности верхней поверхности нижняка, который примазывается к тарелке гипсом. Итак, нижняк движется вместе с веретеном. Его поднимают и опускают рычагом, на который опирается пята веретена. Верхняк укрепляется неподвижно. Для этого устроен чугунный треугольник, захватывающий за нижний край верхняка. Этот треугольник оканчивается винтами или остриями, которыми и опирается верхняк на чугунное неподвижно закрепленное кольцо. Этими остриями или винтами можно уравнивать горизонтальность мелющей поверхности или особыми винтами приводить чугунное кольцо в надлежащее положение. Во всяком случае, устройство очень просто. Зерна падают сверху чрез башмак нового устройства, какой описали мы недавно (стр. 645).

В последнее время предложены были также системы поставов в которых оба жернова вращаются в противоположные стороны

Эта система представляет ту главную выгоду, что движение каждого из жерновов может быть сделано довольно медленным (в 2 раза), а результат будет тот же, как и при обыкновенном способе, когда движется только один жернов, потому что каждая частица муки подвергнется действию такой же режущей силы и такой же скорости. Так, если для хорошего перемола требуется при данном жернове иметь 120 оборотов в минуту, то, заставивши верхняк сделать 80, а нижняк 40 оборотов в минуту или оба по 60 оборотов в минуту, мы достигнем того, что относительная скорость вращения жерновов будет желаемая, т. е. во время одной минуты каждая точка верхняка 120 раз обежит каждую точку нижняка, следовательно перемелет одно количество зерна. Выгода при этом та, что обыкновенные мельничные двигатели дают медленное движение, его требуется превратить в быстрое, что всегда сопряжено с напрасною тратою силы и с дорогим устройством приводов. Здесь движение двигателя требуется превратить в гораздо менее быстрое движение, чем обыкновенно; следовательно сохранится в экономии и бесполезно потраченная на передачу работа и упростятся передаточные снаряды. Впрочем, зато несколько усложнится устройство самого постава. Это расположение имеет многие выгоды только что описанного расположения мельничных поставов, при которых движется нижняк. Вот устройство такого постава, предложенное Кристианом (Christian) в Париже. Главное веретено вращается в подпятнике и кружловине, как по обыкновенному способу. На нем насажена параплица, движущая верхняк. Движение этому веретену передается зубчатым колесом, которое сцеплено с зубчатым же колесом, насаженным на веретено. На этом последнем зубчатом колесе сделаны не только зубцы снаружи обода, но и внутри. Эти внутренние зубцы сцеплены с шестернею, которая сидит на оси, вращающейся во втулке, находящейся поверх шестерни. Очевидно, что при вращении колеса в одну сторону внутренняя шестерня будет двигаться в обратную сторону. На той оси, на которой сидит эта последняя, посажена вторая шестерня, которая сцеплена с новым зубчатым колесом. Это зубчатое колесо имеет центр вращения, совпадающий с осью веретена, движущего бегун. Это зубчатое колесо насажено на цилиндр, охватывающий главное веретено. На верхней части цилиндра находится тарелка, на которой лежит нижняк. Итак, одно и то же движение этим устройством превращено в два противоположные. Положение нижняка проверяется винтами, укрепленными в тарелке, а положение оси вращения его определяется винтами, которыми укрепляются втулки, охватывающие тот цилиндр, который движет нижняк. Расстояние [между] жернов[ами] изменяется обыкновенным способом. Повидимому, при подобном устройстве постава лучше

всего приводить верхняк в движение сверху, а нижняк снизу.

Как бы то ни было, общий принцип устройства мельничного постава остался в американской системе старый. Главный его недостаток — нагревание муки — не устранен, потому необходимо было устроить холодильные снаряды, к которым мы вскоре и перейдем. Заметим только, что в последние 30 лет много раз обращались к вопросу об изменении старого устройства поставов. Существенные улучшения в этом отношении составляют цилиндрические жернова, описанием которых мы впоследствии займемся подробнее, а теперь упомянем о простом изменении жерновов, предложенном Госмом (Gosme). Он заметил, что внутренние части жерновов, т. е. те, которые прилегают к очкам жерновов, нисколько не способствуют перемолу,[1] не увеличивают ни количества, ни качества муки, а потому могут быть с выгодою отброшены. Выгода в самом деле значительна: a) цена жерновов, конечно, считая жернова составными, значительно уменьшится по цене материала; b) еще больше уменьшится она оттого, что жернова станут легче, а потому их перевозка сделается дешевле; c) цена помола тоже станет дешевле, потому что для движения более легкого жернова потребна меньшая сила, следовательно данный двигатель может привести в движение большее число *кольчатых* (так называются жернова Госма) бегунов, чем обыкновенных;[2] d) наконец, насечка кольчатых жерновов легче, чем обыкновенных. На основании вышеприведенного принципа Госм устроил кольчатые жернова, которые содержат только $^2/_5$ длины радиуса, т. е., если радиус жернова разделить на 5 частей, то внутреннее отверстие (очко) жернова займет 3 части, а мелющая поверхность 2 части по длине радиуса. Обыкновенно же очко занимает только $^1/_5$ длины радиуса. Таким образом, если жернов имеет диаметр в 5 футов, то мелющая поверхность обыкновенного жернова будет равна 18.46 кв. футов, а для кольчатого жернова 12.56 кв. футов.[3] Такие жернова устанавливаются на манер обыкновенных, только гонялка, параплица и кружловина, очевидно, должны быть шириною сообразны с шириною очков. Верхняя поверхность кружловины делается кверху коническою, чтобы облегчить доступ зерна к мелющим поверхностям.

Принадлежности постава подверглись в американских мельницах многим улучшениям, которые, конечно, должны быть

---

[1] Едва ли это справедливо. Если бы это было вполне верно, то внутренние бы части жерновов не тупились.

[2] Здесь не принято во внимание уменьшение веса бегуна, которое должно вознаградить.

[3] Отношение между поверхностями показывает и отношение между ценою и весом обоих родов жерновов.

приняты и при устройстве простых мельниц. Сделаем краткое описание сделанных усовершенствований.

Параплица имеет целью: 1) поддерживать бегун, чтобы он был в известном расстоянии от неподвижного камня, и 2) заставлять бегун следовать за движением веретена. Для этого, очевидно, необходимо, чтобы ось веретена была перпендикулярна мелющим поверхностям. Параплицы бывают двух родов: а) старые, или постоянные, параплицы, состоящие из железного бруса длиною около $^1/_8$ поперечника бегуна, шириною в 4 дюйма и толщиною в 1 до $1^1/_2$ дюймов. Такой железный брус укрепляется в жернове деревянными клиньями и именно так, чтобы отверстие, прорезанное в брус, было как раз в средине бегуна. Это отверстие делается в виде четырехугольной пирамиды. В него-то вкладывается соответствующее ему пирамидальное окончание веретена; b) в последнее время эти параплицы заменены качающимися, или новыми, параплицами. Такая параплица представлена на фиг. 19 и описана на стр. 613. Укрепление такой параплицы требует особенной тщательности. Должно так укрепить параплицу, чтобы бегун без всякой другой поддержки висел на конце веретена и висел именно так, чтобы его мелющая поверхность была вполне горизонтальна. Для этого, очевидно, необходимо, чтобы углубление дуги параплицы фиг. 19, *n*) было выше центра тяжести *U* на одной вертикальной с ним. Потому для неравномерных камней весьма трудно устроить новую параплицу. Малые же неровности в распределении тяжести камня поправляют, налепляя на него гипс в тех местах, которые легче. Необходимо также, чтобы центры впадины дуги и гонялки фиг. 19, *o*) лежали по геометрической оси всего бегуна и веретена. Для спокойного хода бегуна необходимо, чтобы гонялка лежала ниже центра тяжести и чтобы место закрепления гонялки было недалеко от места закрепления дуги параплицы; лучше всего, если нижние концы дуги лежат в той же горизонтальной плоскости, как гонялка. Несоблюдение высказанных условий делает часто и то, что употребляют старую параплицу, введя на некоторое время новую и заметивши ее недостатки. Чаще всего дугу параплицы делают двурогою, но лучше для прочности делать ее трехрогою. Гонялку укрепляют или по направлению дуги, или крест-накрест с нею. Вершина веретена делается стальная, закругленная. Вместо дуги со впадиною и закругленного конца веретена в настоящее время часто устраивают параплицу, вращающуюся в двух направлениях. Такая параплица составляется из колокола или полушара, имеющего две цапфы, вкладывающиеся в чугунные цилиндры, вделанные в бегуне. Колокол может вращаться около осей цапфы и имеет в той же плоскости, как и цапфы, крест-

накрест противу них две впадины, которые накладываются на две цапфы гонялки. Гонялка скреплена с вершиною веретена. Судя по этому, бегун может качаться во все стороны и легко сниматься с оконечности веретена. Такое устройство весьма прочно и представляет многие удобства. Для вправки рогов параплицы в бегуне снизу продалбливаются два или три углубления по числу рогов дуги. Когда дуга уставлена ровно в средине камня так, чтобы впадина ее занимала надлежащее место, тогда заливают выдолбленные углубления расплавленным свинцом или серою. По мере стирания бегуна должно параплицу углублять в камень.

Кружловина есть та часть, которая вставляется в очко нижняка и служит для проведения веретена и составляет одну из втулок, в которых оно вращается. Веретено для верности вращения должно иметь, по крайней мере, две втулки или одну втулку и подпятник, между которыми и укрепляется на веретене зубчатое колесо или барабан для бесконечного ремня. Так как кружловина служит одною из втулок, то она и должна удовлетворять следующим условиям: a) должна давать возможность помещать ось веретена в центре жерновов и ставить веретена в вертикальное положение; b) должна быть прочна, потому что натянутый ремень и зубчатое колесо давят на те места, в которых закреплено веретено; c) должна быть смазываема, чтобы трение быстро вращающегося веретена было, по возможности, уменьшено. Обыкновенно кружловина делается вся из дерева. Тогда это есть куб из твердого сорта дерева, вставленный в квадратную вырезку нижняка и закрепленный в ней клинышками. Этот куб состоит из двух половин, разделенных вертикальною плоскостью пополам. В нем делается в средине цилиндрическое отверстие для прохода веретена; отверстие это шире толщины веретена. По четырем сторонам его находятся прорезы, в которые вставляются четыре деревянные части, охватывающие веретено. Эти четыре деревянные части можно подвигать или удалять от стенок очка клиньями, которые вколачиваются около стенок очка. Таким способом проверяют совпадение центра втулки с центром нижняка и достигают вертикальности положения веретена. Когда этого достигли, тогда деревяшки, прикасающиеся к веретену, обкладывают полотном, обмоченным в сале, и их прибивают маленькими гвоздями к стенкам деревяшек, не касающимся к веретену. Всю составленную таким образом кружловину закрывают жестяным листом, чтобы не попадала в нее мука. Это простое устройство представляет то важное неудобство, что во время хода жерновов нет возможности поправлять положение веретена. Чтобы достигнуть этого, устраивают клинья, вдвигаемые помощью винтов между стенкою очка и деревяшками, окружающими веретено. Эти винты

делаются снизу, и потому положение деревяшек и веретена можно поправлять во время хода поставов. Весьма часто многие части кружловины делаются металлические, литые. Число винтов бывает обыкновенно три. Между тремя частями, к которым прилегает веретено (эти-то части и нажимаются к веретену клиньями и винтами), помещают обыкновенно три углубления, в которые вкладывается пенька, напитанная маслом или салом.

Установка бегуна. Чтобы получить муку желаемого сорта, должно иметь возможность изменять расстояние между жерновами. Для этой цели обыкновенно поднимают и опускают подпятник веретена: веретено падает или поднимается, а вместе с ним и бегун, отчего и изменяется расстояние между жерновами, ибо нижняк остается неподвижен. При этом очевидно: a) должно иметь возможность делать самые малые изменения в расстояниях [между] жерновами, b) веретено должно оставаться при понижении вертикальным и c) устройство должно быть легкое и прочное. Обыкновенно употребляют две системы установки бегуна: первая система проще, но менее удовлетворительна. Она состоит в том, что нижний конец веретена закруглен и помещен в подпятник, который помещен на подвижной горизонтальной поверхности или на подвижном рычаге. Поднимая или опуская один конец рычага, заставляют подниматься или опускаться подпятник и самую ось и бегун. Здесь главные неудобства те, что: a) доска или рычаг, в котором вделан подпятник, гнется и, следовательно, положение бегуна не определяется вполне точно, и b) при этом подпятник не остается в той же отвесной линии, в какой был до передвижения; следовательно веретено изменяет своему первоначальному положению при каждом поднятии или опускании. В настоящее время обыкновенно устраивают разные приспособления для поднятия подпятника вверх и вниз по вертикальной линии. Потому чаще весь подпятник заключают в неподвижный цилиндр, в котором он может двигаться вверх и вниз. Такой подпятник подпирают снизу поршнем, поднимающимся или опускающимся разными способами, чаще всего системою рычагов. Очевидно, что при этом достигают прочности установки и сохраняют положение веретена. Чтобы поднимать поршень нижний конец его часто делают в виде винта двигающегося в неподвижной гайке. Разными путями заставляют винт двигаться или выдвигаться для поднятия и опускания поршня подпятника. Самый, кажется, простой способ есть следующий: на стержень поршня (на нем же и винт) насаживают зубчатое колесо (оно будет горизонтальное), которое сцепляют с горизонтальным бесконечным винтом. Повертывая этот винт (а для того есть ворот или ключ в том месте, где находится мельник), заставляют повертываться зубчатое колесо, а следова-

тельно, поршень и подпятник. Обороты винта, нарезанного на поршне, должны быть частые, а зубчатое колесо должно быть, по возможности, снабжено большим числом зубцов. Тот цилиндр, в котором опускается и поднимается подпятник, обыкновенно может тремя винтами, закрепленными с боков, передвигаться в разные стороны, чтобы ось подпятника привести в одну вертикальную линию с осью кружловины, что необходимо для вертикальности веретена. Все эти части для установки жернова металлические.

Остановка каждого отдельного бегуна должна быть легка и должна быть независима от остановки двигателя. При ременных приводах остановку производят, ослабляя нажимное колесо (стр. 642), натягивающее ремень. Когда ремень ослаб, он упадет или не будет прилегать к барабанам, и, следовательно, движение веретена и бегуна прекратится. При зубчатом сцеплении (и многих поставах) остановку производят иногда весьма просто, поднимая (или опуская) винт, служащий для установки бегуна, до тех пор, чтобы зубчатое колесо, насаженное на веретене, расцепилось (стало выше) с другим зубчатым колесом, двигающимся от хода двигателя. В том случае, когда установка бегуна производится рычагами, а не винтом, тогда приделывают особый винт, подымающий зубчатое колесо от места сцепления. Подобный способ остановки особенно легок тогда, когда сцепляются два конические зубчатые колеса, как на фиг. 30.

Иногда зубчатое колесо веретена насаживают не прямо на веретено, но на цилиндр, навинченный на веретено, и тогда особыми рукоятками можно заставить этот цилиндр подниматься и опускаться, чтобы выйти из сцепления, что и служит к остановке без изменения положения самого веретена.

Засыпка зерен в жернова. Зерно или крупа, назначаемые для перемола, обыкновенно засыпаются в особый ларь, помещаемый в этаже, непосредственно находящемся над поставами. Из них они сыплются по деревянным или жестяным и кожаным трубам в воронки и в очко верхняка. Для этого употребляют разные способы. Между ними самые простые описаны уже на стр. 614 и 645. Обыкновенно они состоят в сотрясении башмака разными способами. Недостаток их зависит от того, что зерна всыпаются периодически с перерывами, неравномерно. В настоящее время почти всюду распространяется способ, предложенный Конти (Conti). Он состоит в том, что наверху параплицы, в очке верхняка, укрепляется вращающаяся вместе с параплицею чашечка, на которую падают зерна из вертикальной трубы, идущей от ларя. Зерна, попадая в чашку, выбрасываются из нее центробежною силою и чрез то попадают между камнями. Количеством зерен управляют,

увеличивая или уменьшая расстояние между дном чашечки и нижним концом трубы, чрез которую сыплются зерна, как это изображено на фиг. 30 (стр. 645). Чрез это устройство избегается всякое сотрясение.

Первая операция, которой в настоящее время всегда подвергают зерна перед перемалыванием их, есть *очищение зерен*. Оно имеет целью: 1) удалить те примеси, которые лежат отдельно от зерен, как то: куски земли, мякину, семена сорных трав, часто остатки от мышей и крыс, мочало и нитки и т. п. Это очищение иногда производится самими сельскими хозяевами при продаже зерен или пред их помолом; но гораздо выгоднее производить это машинами в больших размерах, что уместнее всего делать на мельнице, где уже устраивается необходимый двигатель; 2) вторая цель очистительных снарядов есть сортирование зерен. Оно необходимо для получения хорошего помола, потому что зерна неравномерной величины и плотности требуют различного помола. Подмесь тощих и мягких зерен, несомненно, придает муке низшее достоинство. Сортирование зерен, так же как и предварительное очищение их, иногда производится ручною работою, и мы упомянем о некоторых для того необходимых снарядах; 3) тщательное очищение зерен от приставшей к ним земли, пыли и от всех посторонних частиц, которые без того могли бы попасть в муку и вредить ее достоинству; 4) предварительное очищение зерен от наружной оболочки и отделение той непитательной и ломкой части зерна, в которой лежит зародыш, что облегчает помол и делает муку более чистою.

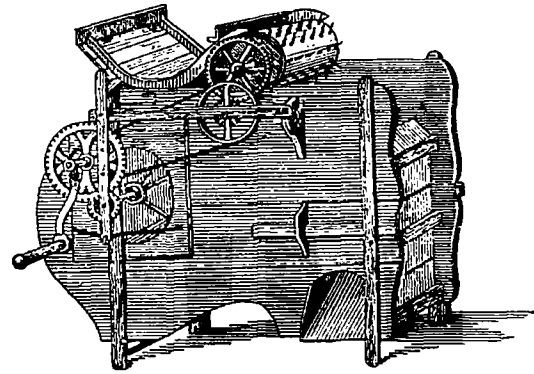
Снаряды, которые употребляют для этих целей, столь разнообразны, что нет ни возможности, ни пользы знать их все. Мы упомянем о простейших и самых совершенных, что даст возможность получить понятие о всем разнообразии этого рода приборов. Необходимо заметить, что по породе очищаемых зерен и по местным требованиям, качество и число очищающих приборов весьма различно в разных мельницах нового устройства. Очищающим снарядом обыкновенно назначают верхний и иногда второй сверху этажи. Туда подымают зерно элеваторами (см. далее). Из элеваторов зерна попадают уже в ряд очистительных приборов, движимых общим мельничным двигателем. Трата рабочей силы на это движение очистительных снарядов обыкновенно незначительна.

Основные начала всех зерноочищающих снарядов очень просты: просевание, провевание искусственно производимым ветром, который уносит более легкие части, удар об щетки или зазубренные металлические сита, пропускание чрез решета с отверстиями

известного диаметра и т. п. Приборы, служащие для этих целей, носят весьма различное название: cribles, tarares, émotteurs, bluteaux, Getreidereinigungs-maschinen, seren and rubbers и др.

Во Франции давно уже употребляют для очищения семян ветряные чистилки. Устройство их очень просто. На оси в ящике насаживается ряд крыльев, которые производят ветер при вращении оси. Для того, чтобы ветер шел по данному направлению, около оси сделано отверстие, дающее доступ воздуху.

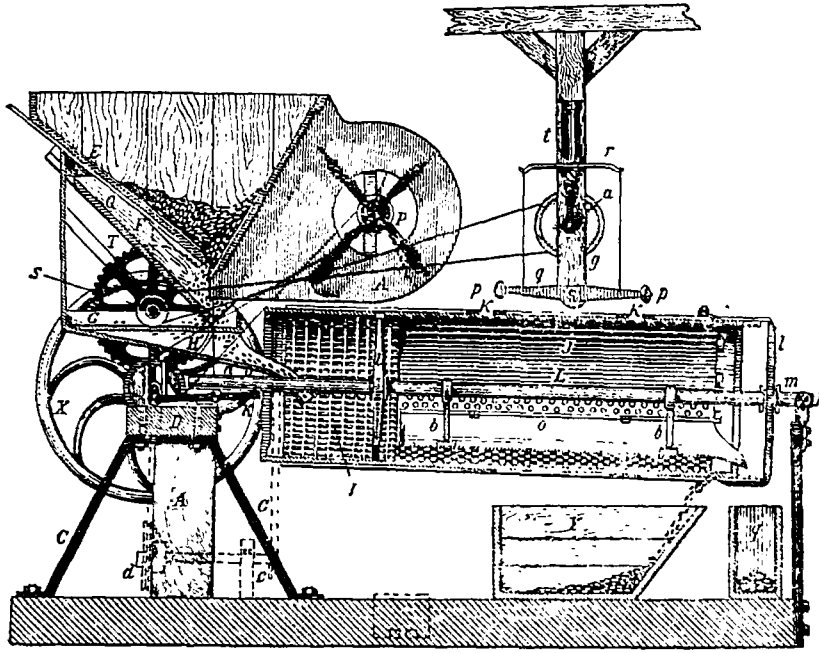
Поверх струи воздуха устроен ковш, куда засыпают зерна. Из ковша они падают на редкое наклонное проволочное сито. Чтобы зерна постоянно проходили чрез сито, его встряхивают тем же двигателем, который вращает ось с крыльями. На этом сите остается солома и все крупные примеси. Зерна, дождем выливающиеся из сита, попадают в струю ветра. Он уносит все легкие частицы: шелуху, мякину, пустые зерна и т. п. Провеянные зерна падают на наклонное нижнее сито с такими клетками, чрез которые хорошие зерна не могут проскочить. Здесь от зерен отделяются мелкие посторонние зерна, мелкие камешки, песок и т. п.



Фиг. 31. Зерночистилка Горнсби.

Устройство подобных ветряных чистилок, очевидно, можно разнообразить как по расположению, количеству и качеству сит, так и по величине всего снаряда. Обыкновенно подобные снаряды делаются ручные, но иногда их строят в большом виде на мельницах. Из подобных снарядов зерночистилка Горнсби (Hornsby) заслужила внимание на Парижской всемирной выставке. Она представлена на фиг. 31. Она отличается от сходных с нею особенно тем, что при ковше, в который сыплют зерна, устроен особый вал, снабженный рядом игл. Этот вал виден на рисунке. Зерна, брошенные в ковш, должны пройти чрез этот ряд игл. На них остаются и отбрасываются все длинные легкие части, как солома, нитки, лыко и т. п. Прошедшие зерна падают на первое сито, попадают под струю ветра и проходят ряд других колеблющихся сит разных нумеров, где и происходит полное очищение зерен от посторонних примесей. Другой зерноочистительный снаряд, по справедливости обративший на себя внимание на Парижской

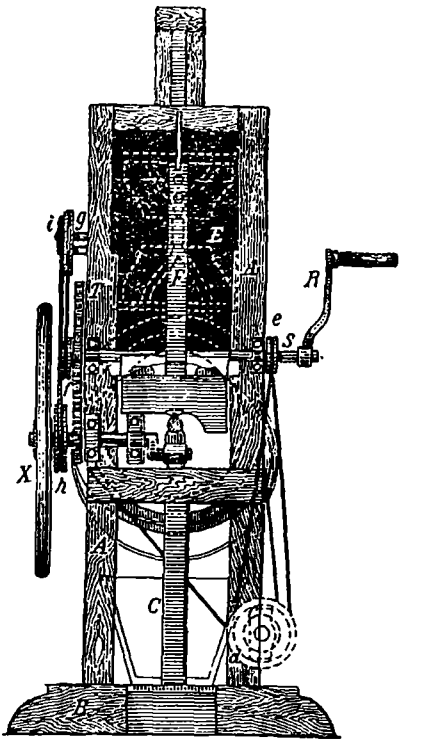
выставке, есть прибор Башона (Bachon), известный под именем зерночистилки Триер—Башона (Trieur—Bachon). Этот снаряд не только чистит, но и сортирует зерна весьма хорошо, хотя, как и все другие подобные снаряды, он не вполне отделяет от зерна пыль, приставшую к нему. Этот прибор представлен на фиг. 32 в продольном разрезе, а на фиг. 33 изображен вид его сзади. Фиг. 34 представляет поперечный разрез цилиндра около средины, а фиг. 35—продольный разрез с того же цилиндра.



Фиг. 32. Зерночистилка Триер—Башона, продольный разрез.

Зерна засыпаются чрез воронку *E* и чрез сито *F* падают в пространство *QF*. Во время своего падения они подвергаются действию ветра, производимого вращением крыльев *P* на оси *i*. Ветер уносит легкие частицы посторонних тел по наклонной плоскости *Q*. Из этого пространства зерна падают на решето *G*, которое системою трещалки приводится в содрогательное движение, когда ось цилиндра приведена в колебание. На решете *G* остаются большие зерна, камни, куски земли и тому подобные большие примеси, а зерна падают на наклонную плоскость *H*, а оттуда в цилиндр *I*. Цилиндр этот сидит на одной оси с цилиндром *J*. В первом коротком цилиндре *I* плохие, мелкие и посторон-

ние зерна проскакивают сквозь отверстия, а крупные зерна проходят в цилиндр *J*. Цилиндру сообщают качательное движение и круговое. Все необходимые движения производятся или ручною работою, рукояткою *RS* (фиг. 33), или сообщением с каким-либо другим двигателем. На оси *S* надевается зубчатое колесо *T*, и прикрепляется шкиф *g*, которым (посредством бесконечного ремня) производится сотрясение решета *G*. Зубчатое колесо *T* сцепляется с шестеркой, сидящей на оси *v*, которая снабжена маховиком *X*, барабаном *h* (служащим для движения ветряного колеса) и шатуном, колеблющим цилиндр. На оси *S* насажен, кроме того, шкиф *e*, передающий свое круговое движение по колесу *c* (фиг. 33) и чрез то приводящий во вращение весь цилиндр, для чего и служит колесо *c* и бесконечный ремень, надетый на него.



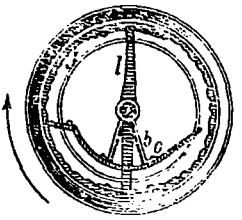
Фиг. 33. Вид сзади.

Внутренняя поверхность цилиндра *J* снабжена впадинами (фиг. 34 и 35), в которые не умещается целое крупное зерно, легко входят мелкие зерна, куски зерен и посторонние примеси. Лишь только они попали в эти углубления, то вносятся при вращении цилиндра наверх и там вываливаются в корыто *o* (фиг. 32 и 34). Из этого корыта они сыплются в ящик *q*. Хорошие зерна, не удерживающиеся в углублениях цилиндра, проходят под корытом *o* и попадают в ящик *Y*. Для того, чтобы из углублений цилиндра удалить засевшие там куски зерен и другие вещества, цилиндр время от времени ударяется сверху деревянными молотками *pp* (фиг. 32), приводимыми в движение общим двигателем.

Для очищения семян от приставшей к ним пыли весьма часто устраивают очень простые снаряды из жестяных проколотых листов и проволочных сеток. Зерна пускают в такие цилиндры, и цилиндры приводятся в движение. Зерна, попадая при быстром

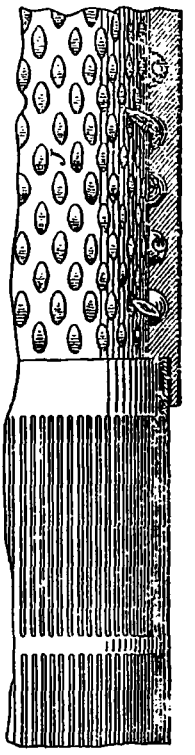
движении на острые края пробуравленных жестяных листов и проволочных сеток, обтираются. Пыль отскабливается от них. Выходя из такого цилиндра, зерна провеваются и тем очищаются от отделенной пыли. Такие цилиндры делаются или вертикальные конические (200 оборотов в минуту), или горизонтальные наклонные.

Для сортирования зерен и для отделения от них многих посторонних примесей часто зерна пропускают чрез вращающиеся цилиндры, снабженные отверстиями разных нумеров. Что происходит при этом, — весьма понятно.



Фиг. 34. Поперечный разрез цилиндра.

Весьма распространенная в Америке жерновая зерночистилка имеет следующее устройство. Зерно попадает сперва между двумя жерновами, где не мелется, а только облупливается, что происходит только от того, что жернова далеко поставлены друг от друга. Облущенные зерна проводятся в короб, где проходят между двумя жесткими щетками, которые обтирают отлущенную кожицу, пыль и т. п. Обтертые зерна попадают под струю ветра, производимую обыкновенным вентилятором, как и во всех предыдущих способах. В такую машину поступают, конечно, зерна, уже подвергнутые предварительной очистке и сортированию. Фиг. 36 изображает общее расположение частей такой зерночистилки.

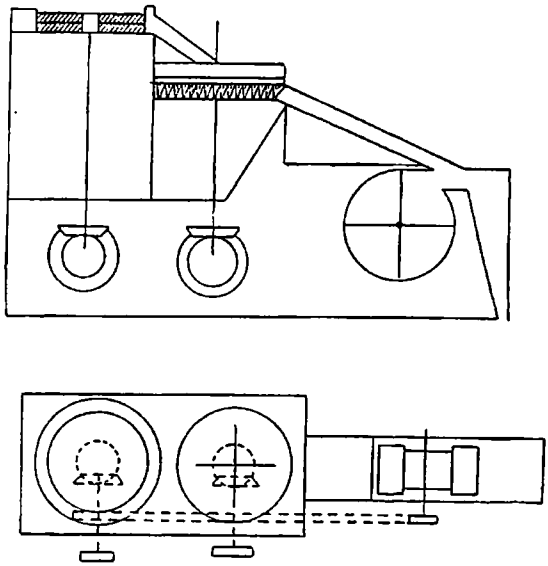


Фиг. 35. Продольный разрез цилиндра.

Для лущения зерен предлагали пропускать их между несколькими парами чугунных или стальных валов, но этот способ мало употребим. Фиг. 37 и 38 представляют весьма понятные устройства зерночистилок.

Весьма хорошие результаты достигаются очищением зерен водою, но трудность и опасность этого способа очищения состоит в удалении воды. Сушка должна быть весьма быстра, иначе при помоле зерна дадут столько воды, что, перегретые, испортятся. Мопу в 1834 г. предложил промывать зерна минут 15 в воде, сливать воду и сушить возможно быстро, — так, чтобы зерна не успели ни прорастать, ни сохранять влагу, которая и есть главная причина перегревания зерен при помоле. Быстрое сушение зерен можно

производить в особой комнате, в которой воздух разрежается посредством нагревания дымом. В такую комнату помещают ряд проволочных цилиндров с зернами. Зерна сами собой последовательно пересыпаются из одного цилиндра в другой и в это время быстро сохнут, потому что влажный воздух беспрерывно уносится тягою. Этот способ имеет то важное неудобство, что требует большой осторожности. Чуть перегрелись зерна, они дают уже негодный хлеб — с запеком. Выгода этого способа состоит в том, что зерна смоченные и быстро высушенные при помоле дают очень хорошую

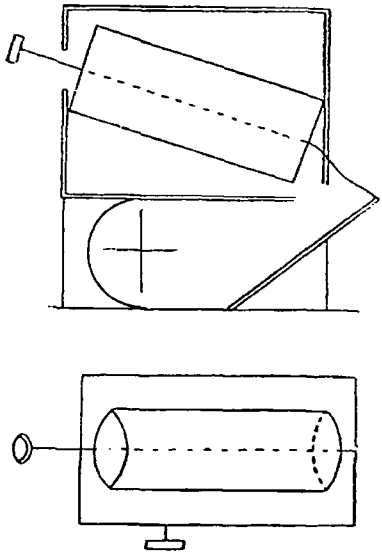


Фиг. 36. Зерночистилка с жерновом и щетками.

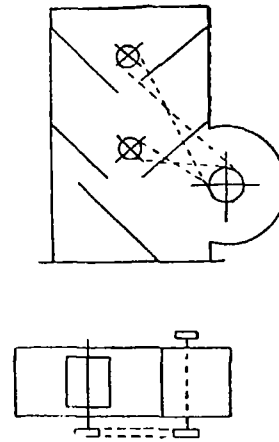
муку, что зависит от того, что оболочки разбухают и, таким образом, вовсе не перемалываются, а целиком переходят в отруби.

Из всех способов и приборов, употребляемых для очищения зерен, способ Картье (Cartier) есть самый совершенный в настоящее время, потому что в машине, устроенной Картье, легко и сразу производится и провеивание, и очищение от пыли, и сортирование зерен. Зерна выходят не только очищенные от пыли, но даже и облупленные от кожицы, как перловая крупа. Этого достигают машиною, представленною на фиг. 40 в вертикальном разрезе, а [на] фиг. 41 — в горизонтальном разрезе по линии *XX*. Вертикальная ось *E* (фиг. 40) приводится в движение двумя зубчатыми колесами, находящимися в ящике *BB*. Вращение зубчатых колес производится посредством шкифа, который на фиг. 40 виден слева

внизу. Этот шкиф сообщают бесконечным ремнем с барабаном, приводимым в движение мельничными снарядами. Размеры барабанов должны быть так устроены, чтобы вертикальная ось *E* вращалась со скоростью 280—300 раз в минуту. В настоящее время Картье устраивает свои машины с цилиндром вышиною в 1.2 м (около 4 футов) и шириною в 0.6 м (около 2 футов). Такой снаряд продается в Париже за 800—900 франков. Он очищает в час 15 пуд. зерен, что составляет в сутки до 36 четвертей (360 пуд.) Этого количества очищенного зерна достаточно для работы (перемола)



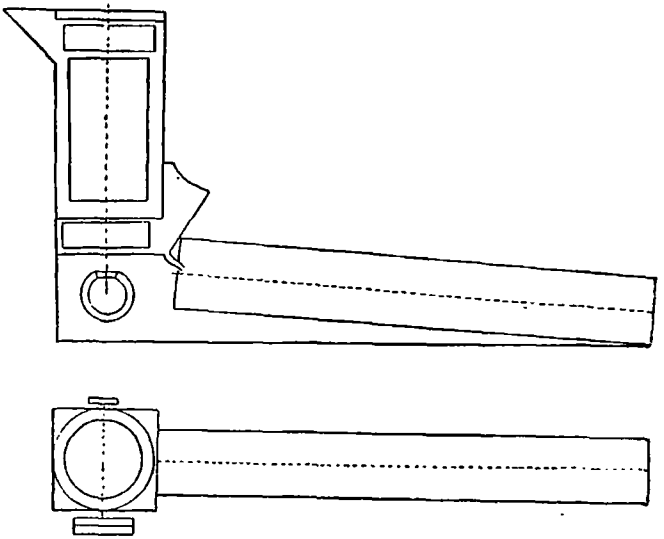
Фиг. 37. Зерночистилка с цилиндром.



Фиг. 38. Зерночистилка с вентиляторами и ситами.

4—5 обыкновенных поставов. Действие снаряда Картье есть следующее: при вращении оси *EE* вращаются крылья верхнего вентилятора *H* и нижнего вентилятора *I*. Между двумя коробками с крыльями вентиляторов, в деревянном неподвижном цилиндре *AA*, на оси *EE* дугами *D* прикреплен жестяной цилиндр *CC*. Очевидно, что при вращении оси *EE* цилиндр *CC* будет также вращаться. Этот вращающийся деревянный цилиндр одет снаружи ситообразным продырявленным жестяным листом. Такие листы употребляются для обыкновенных кухонных терок. Внутренняя поверхность цилиндра *AA* также покрыта таким же продырявленным жестяным листом. Между обоими жестяными листами есть достаточно пространства, чтобы зерна проходили, но не падали. Зерна всыпаются

в воронку или ковш *K* и падают в отверстие *L*. При этом падении они встречают струю ветра, производимого вентилятором *H* и потому отдают ветру все легкие частицы. Далее зерна попадают в промежуток между двумя цилиндрами, *AA* и *CC*, одетыми жестяными щетками. Здесь от быстрого вращения внутреннего цилиндра зерна двигаются медленно вниз, обтираются от пыли и даже облущиваются, т. е. теряют часть своей оболочки. Облущенные зерна трутся внизу цилиндров между щетками, которые на фигуре обозначены чрез *F*. Выход зернам только один, именно — отверстие *M*. Падая из него, зерна встречают струю ветра, производимую вен-



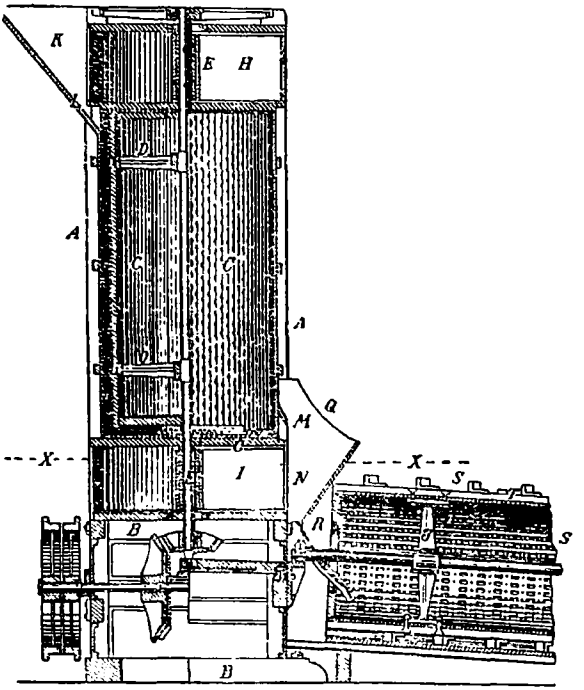
Фиг. 39. Зерночистилка Картье, общий вид ее.

тилатором *I* (фиг. 40 и 41). Эта струя ветра уносит всю пыль, отделенную от зерен, оболочки, отставшие от них, и т. п. Пыль уносится в отверстие *Q*, а зерна падают в ковш *N* и башмак *R*. Этот башмак оканчивается в наклонном цилиндре *SS*. Этот цилиндр имеет то же назначение и то же устройство, как и цилиндр в чистилке Башона (фиг. 32). В нем от полных зерен отделяются мелкие и крошеные зерна и посторонние мелкие зерна. Полные зерна прямо проводят в тот ларь, из которого зерна сыплются в ковш и башмак поставов.

Само собою разумеется, что тщательное очищение зерен перед помолом рекомендуется каждому, кто желает получить хорошую муку в значительном количестве. Но очищение зерен (кроме провеивания) становится почти бесполезным, когда помол идет на

грубую муку и когда все остальные части мельничного устройства не имеют хорошей конструкции. Тогда или от жерновов подмешается к муке песок, или попадет много пыли при просеивании и т. п.

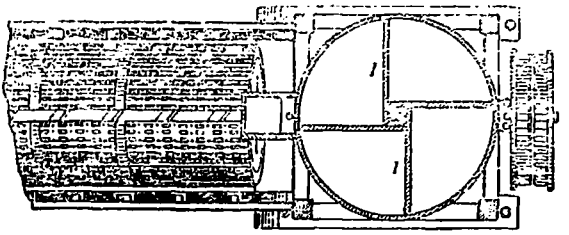
Второе приспособление, введенное в мельничное искусство на американских мельницах, составляют *способы передвижения зерен и муки*. В обыкновенных мельницах подъем зерна наверх произ-



Фиг. 40. Зерночистилка Картье, вертикальный цилиндр.

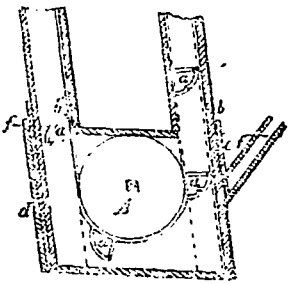
водят, или устраивая наклонную плоскость к верхнему этажу мельницы, или поднимая мешки и кули с зерном блоками и воротами. Мука же в обыкновенных мельницах имеет одно движение: сверху вниз, от жерновов в пеклевальные снаряды, а из них в мешки. В мельницах больших размеров необходимо поднимать муку к охлаждающему снаряду, оттуда передвигать к разного рода ситам и т. д. Эти снаряды всегда помещаются поверх поставов, потому что поставы должны быть вблизи двигателя, т. е. в первом этаже. Потому здесь необходимо подымать муку вверх. Эти передвижения муки и зерна производят в американских мельницах разными снарядами, изобретенными Эвансом и улучшенными впоследствии.

Трудная ручная работа передвижения уничтожается этими простыми снарядами. Ценность их весьма невелика. Движение всех этих снарядов производится общим мельничным двигателем, приводы от которого распространяются в американских мельницах во все этажи. Для подъема или передвижения зерен и муки снизу вверх по данному направлению, к известному сосуду, служат *подъемники*,

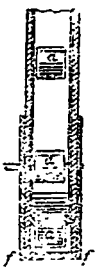


Фиг. 41. Горизонтальный цилиндр зерночистилки Картье.

или элеваторы. Фиг. 42 показывает боковой вид нижнего конца элеватора, а фиг. 43 вид той же части снаряда с другой стороны.



Фиг. 42.



Фиг. 43.

Нижний конец элеватора.

Элеватор делается из крепкого широкого бесконечного ремня, который надевается на два барабана, вращаемые мельничною силою (обыкновенно посредством шестерни или бесконечным ремнем). Один из таких барабанов (нижний) виден на фиг. 42, *A*. При вращении барабанов движутся и ремни по направлению от *b'* к *a* и *b*. На этом движущемся ремне приплетены или нашиты жестяные черпаки, или ковши, *a*, *a*, *a*... Их отверстия обращены в ту сторону, в которую происходит движение ремня. Ремни по обеим сторонам, восходящей и нисходящей, окружены трубами *b* и *b'*, которые не позволяют рассыпку. Задние трубы, где черпаки спускаются, делаются шире передних, потому что там черпаки спускаются

в наклонном положении. Общее наклонение элеватора должно быть в ту сторону, по которой спускаются пустые черпаки, что очень понятно. Дойдя до нижнего барабана *A*, пустые черпаки встречают там зерно или муку внизу или сбоку. Зачерпнувши зерна или муку, черпаки подымаются вверх. При верхнем барабане черпаки опрокидываются и высыпают зерна куда следует. Зерна или мука вводятся в элеватор боковыми трубками *f* с той стороны, с которой черпаки стоят отверстиями вверх. Часто такие трубки устраиваются на некоторой высоте над нижним барабаном. Такие трубки снабжены заслонками, которые могут уменьшить и прекращать присыпку зерен или муки. В нижнем конце элеватора устроена заслонка *d*, служащая для выпуска накопившегося внизу зерна или муки. Такие элеваторы подымают привезенные на мельницу (в нижний этаж) зерна до самого верхнего этажа мельницы, где зерна сыплются в очищающие снаряды. Так как высота подъема в этом случае весьма велика, то обыкновенно подъем делают несколькими элеваторами. Это тем полезнее, что подвоз зерна производится периодически (привезенные кули прямо всыпают в лари, из которых зерна идут к элеватору), а работа очищающих снарядов идет непрерывно. Потому привезенные зерна подымают до одного из средних этажей, где ссыпают в закромы, а из закромов элеваторы тащат зерна в очистительные снаряды. Точно так же, перемолотая мука, падая из-под жерновов (обыкновенно от нескольких вместе), попадает в мучной элеватор, который вносит муку в тот этаж, где помещен холодильный снаряд, и высыпает ее в него.

Элеваторы обыкновенно имеют только малый наклон и подымают почти по вертикальной линии, что весьма удобно в том отношении, что при этом элеваторы занимают пространство около стен здания. Для передачи муки и зерен по горизонтальному направлению служат *мучные винты*, или *кондукторы* (conducteur). Мучной винт состоит из винта, состоящего обыкновенно из двух спирально обвитых пластинок. Этот винт вращается на оси, получающей движение от общего мельничного двигателя. Весь винт по всей своей длине окружен деревянною неподвижною оболочкою, в которой сделаны отверстия для засыпания и высыпания муки или зерен. Число таких отверстий может быть произвольное, так что один винт может принимать муку или зерна из нескольких вместилищ и высыпать их в нескольких местах. Очевидно, что отверстия для засыпания устраиваются сверху трубы, в которой вращается винт, а высыпание производится отверстиями, сделанными снизу. Таким образом один мучной винт доставляет зерна к многим жерновам, как это видно, например, на фиг. 29, где *YY* есть мучной винт, доставляющий зерна из ларя *DD* в ковши или воронки *Z*, *Z*, *Z* [через] тр[и] отверстия.

Мучные винты, проводящие неочищенные, поднятые элеваторами зерна к чистилкам, снабжены жестяными пробуравленными поверхностями, что служит для того, чтобы зерна во время движения обтирались и очищались шероховатостями таких жестяных поверхностей. В нижней части мучных винтов, ведущих муку от холодильника к пеклевальным снарядам, и в тех винтах, которые переносят муку от одного сита к другому и от сит к мешкам, устраиваются несколько отверстий, легко запирающихся задвижками, что необходимо для того, чтобы по произволу можно было управлять направлением движения муки. Диаметр винта, скорость его обращения и длина соразмеряются с потребностями и расположением мельничных снарядов. Винты обыкновенно располагают по потолкам этажей мельницы, чтобы они не мешали расположению и движению других мельничных снарядов.

Для передвижения муки и зерен Эванс устроил еще несколько снарядов, сходных с двумя вышеописанными. Эти снаряды служат для спускания и передвижения с небольших высот больших масс муки или зерен и называются [спускатель и переносчик]. Спускатель состоит из бесконечного полотна, натянутого на двух свободно вращающихся барабанах. Положение его наклонное. На верхнюю часть полотна насыпают муку или зерна. Тяжесть их сама (без всякого двигателя) заставляет полотно и насыпанное на нем спускаться вниз, а потому спускатель, там, где можно, полезно заменяет мучной винт. Переносчик имеет устройство, подобное устройству элеватора, только движется по очень наклонной плоскости. Оба последние снаряда устраиваются реже, чем элеваторы и мучные винты, потому что спускание можно устроить просто по наклонной плоскости.

Подъемы, или вороты, для мешков. Для подъема вверх мешков с зернами, крупою и мукою на новых мельницах устраивают не простые блоки, а снаряды, приводимые в движение самым механизмом мельницы. Такие снаряды называются *подъемами*, или *подъемными воротами*, и бывают простые, двойные и стуловые. Первое условие таких подъемов то, чтобы их легко было по произволу приводить в движение и останавливать, притом без всяких ударов или толчков, которые могли бы повредить ходу остальных механизмов. На простых подъемных воротах прикрепляют мешок к концу веревки, верхний конец которой наматывается на подъемный вал, движимый мельницею. Скорость подъема обыкновенно равна от 1 до $2^1/_2$ футов в секунду. Когда тяжесть поднята до желаемой высоты, тогда вращение вала останавливают, тяжесть снимают и, приводя вал в обратное движение, снова спускают конец веревки вниз. Самое простое устройство подъема следующее: в верхнем этаже мельницы устраивают два — один под

другим — горизонтально лежащих барабана; верхний приводится в движение механизмом мельницы и вращается постоянно, нижний вращается на оси, лежащей на перекладинах, которые, как рычаг, можно посредством опущенной от них веревки поднимать или опускать. Оба барабана окружены бесконечным ремнем такой величины, что при понижении нижнего барабана ремень плотно охватывает их оба, и тогда нижний из них вращается вследствие передачи движения, сообщенного верхнему барабану. Когда перекладины, в которых вращаются концы нижнего барабана, будут подняты, тогда ремень, неплотно охватывая нижний барабан, не будет заставлять его вращаться. В таком положении нижнего барабана снимают поднятую тяжесть и сматывают веревку, которая наматывается при поднятии тяжести на вал, сидящий на одной оси с нижним барабаном. Когда веревка достигла до низу и новый мешок к ней прицеплен, тогда нижний барабан опускают, отпуская ту веревку, которая его поднимала. Тогда нижний барабан от тяжести натягивает ремень и, натянув его, вращается вместе с верхним барабаном. При употреблении деревянных барабанов диаметр их для ремней должен быть в $2^1/_2$ раза больше диаметра того вала, на который наматывается веревка с тяжестью, а при железных барабанах это отношение должно быть не менее как 1 : 4, по крайней мере тогда, когда вес поднимаемого груза не более 10 пуд. При большем весе натяжение ремня больше, и отношение диаметров может быть сделано меньше предыдущего. Когда же хотят движение подъема произвести зубчатыми колесами, то также устраивают подвижную горизонтальную ось, на которой насаживают: a) зубчатое колесо, сцепляющееся с постоянно вращающимся другим колесом, и b) вал для наматывания веревки. Когда нужно поднимать, ось опускают, и она вращается; тогда же, когда требуется остановить или смотать веревку, тогда эту ось поднимают вверх. Для поднятия оси служит особая поперечная перекладина, в которой вращается подвижная ось и которая может посредством веревки подниматься и опускаться. Диаметр зубчатого колеса должен быть, по крайней мере, в 6 раз больше поперечника вала. Часто соединяют несколько простых подъемов вместе.

Двойные подъемы уменьшают время, необходимое для поднятия данного числа мешков, потому что при них не требуется времени для разматывания веревки. Когда один конец веревки (или одна веревка) поднял тяжесть до верху, тогда другой конец (или другая веревка) уже опущен до низу, подъем останавливают, поднятую тяжесть снимают, а внизу прицепляют новый мешок, так что работа идет непрерывно и вал или подвергается попеременным движениям в разные стороны, как при простом подъеме, или тогда идет в обратную сторону, когда другой вал поднимает тяжесть.

Двойной подъем, устроенный Роландом, описан в «Publications industrielles» par Armangaud (vol. 12) и в цитированной нами (стр. 201) книге Вибе. Более простое устройство двойного подъема, данное самим Вибе, состоит в следующем. В верхнем этаже мельницы устраиваются три параллельных горизонтально лежащих барабана; верхний, с неподвижною осью, постоянно вращается механизмом мельницы и охватывается двумя (или двумя парами) бесконечными ремнями, обнимающими оба нижние барабана. Один из ремней надет просто так, что его натянутые части параллельны друг другу, другой (для другого барабана) надет так, что его натянутые части (не охватывающие барабанов) перекрещиваются (в виде цифры 8). Оба нижние барабана насажены на осях, на которых сидят и два вала для двух веревок. Судя по расположению ремней, очевидно, что при вращении верхнего барабана оба нижние будут иметь вращение в противоположные стороны, если соответствующие им ремни будут натянуты, но сделано так, чтобы в каждый момент натянут был только один из ремней. Оба нижние барабана с их валами вращаются на осях, лежащих по краям коромысла, вращающегося около горизонтальной оси, параллельной валам. Это коромысло может быть наклонено вверх и вниз, и именно так, что когда одна сторона поднимается, — другая, очевидно, опускается, вместе с своим валом и барабаном. Барабан опущенной стороны будет вращаться, потому что ремень, его охватывающий, натянется; в это время барабан другой стороны будет свободен от движения, сообщаемого верхним барабаном, потому что соответствующий ему ремень не будет натянут. Для натягивания ремней служит самый груз, поднимаемый валом. Для того, чтобы во время подъема барабана одной стороны барабан другой стороны сматывал с себя веревку и опускал ее вниз, оба нижние барабана охвачены (горизонтальным) бесконечным ремнем, всегда остающимся в натянутом положении. Если барабан № 1 опущен, то он наматывает на себя веревку и, следовательно, поднимает тяжесть, и вращается, например, справа налево; в это же время барабан № 2 поднят, вращается только от действия горизонтально натянутого ремня, т. е. также справа налево; и тогда веревка сматывается с него. Когда тяжесть поднята, наклонение коромысла переменяют, барабан № 2 опускается вниз, ему соответствующий ремень натягивается, он двигается слева направо, веревка навертывается, и тяжесть поднимается. При этом барабан № 1 вращается только от горизонтального ремня, и именно слева направо, т. е. его веревка сматывается и опускается вниз. Итак, требуется для перемены движения только наклонять в ту или другую сторону коромысло, для чего при концах его и привязаны две веревки, идущие к работникам. Когда тянут за обе веревки или когда не натянут ни один из

ремней, от того, что нет тяжести, то коромысло стоит горизонтально и нет ни подъема, ни опускания, потому что нет вращения нижних барабанов. Поперечники валов и барабанов определяются вышеприведенными размерами.

При простом и двойном подъеме должно быть два работника: один внизу для прицепления мешков, другой вверху для отвязывания их. Стуловой подъемный ворот требует только одного работника, который поднимается вместе с тяжестью и опускается, когда тяжесть снята. Такой подъем, очевидно, можно употреблять вместо лестницы или, имея двух работников, вместо простого подъема. Стуловой подъемный ворот состоит из двух вертикальных рельсов, по которым поднимается стул, сделанный из вертикальной доски и горизонтальной платформы, из ремня, на котором висит стул, из блока, чрез который перегибается этот ремень, и, наконец, из ворота, устройство которого в общих чертах сходно с устройством ворота простого подъема, с тем различием, конечно, что здесь диаметр вала гораздо меньше диаметра барабана, и с теми видоизменениями, которые мы тотчас опишем, следуя показаниям и рисункам, данным Вибе. Стуловой подъем, устраиваемый им, служит для 6 ц (17 пуд.) и имеет поперечник деревянного барабана 4.2 фута, чугунный вал [в] 1 фут диаметром, чугунный блок диаметром в $1^1/_2$ фута, ремень шириною 7 дюймов, расстояние рельсов 3 фута, ширина и длина платформы $2^3/_8$ фута. Во всю вышину мельничного здания проходит вертикальный колодезь, с одного боку которого идут во всю вышину два деревянных рельса, сближенных железом с обеих сторон. По этим железным полосам катятся вертикальные доски с помощью двух к ним прикрепленных пар маленьких чугунных колесок: одна пара прикреплена к нижней части доски и с одной стороны рельсов (а именно с той, которая обращена к платформе), другая же—к верхней части доски и с другой стороны рельсов, со стороны от платформы. Посредине этой вертикальной доски находится сверху скоба, за которую и прикрепляется ремень, служащий для подъема доски вверх. К нижней части вертикальной доски, поверх нижней пары колесок, прикреплена горизонтальная платформа, конечно, с помощью железных наугольников, которая подымается вместе с доскою помощью ремня. На эту платформу ставят груз, и помещается работник. Чем большее расстояние (по высоте) обеих пар колесок, тем меньше трение их об рельсы, при одинаковом весе, положенном на платформу. Это расстояние делается = 4.5 фута. Колески, находясь по обе стороны рельсов, удерживают платформу всегда подле рельсов. Ремень, идущий от стула, т. е. от вертикальной доски и платформы, обхватывает находящийся вверху блок, вращающийся между двумя балками, загибается вниз и навертывается на горизонтальный вал (попереч-

ник = 1 футу). Этот вал насажен на железную ось. На этой же оси укреплен и большой деревянный барабан (диаметром 4.2 фута). Этот барабан (шкиф) охватывается бесконечным ремнем, проведенным от другого барабана, постоянно движимого мельничным ходом и находящегося *ниже* первого барабана, так что движение этого последнего будет только тогда происходить, когда его ось приподнята вверх; если же она опущена, то бесконечный ремень, охватывающий барабаны, не будет натянут, и барабан, сидящий на одной оси вместе с валом, не будет вращаться. Следовательно, для подъема платформы необходимо *поднять* ось, что и производится рычагом, прикрепленным к оси и имеющим на другом конце веревку, спускающуюся вниз. Когда тяжесть нагружена на платформу и на нее же встал работник, то он тянет за веревку, поднимающую ось, и чрез то приводит вал в движение до тех пор, пока он натягивает веревку, а потому, переменяя руки, работник во все время поднятия тянет веревку вниз. Лишь только он опустит веревку, ось опускается (вследствие тяжести), и вал перестает двигаться. Вся платформа после того должна была бы двигаться вследствие тяжести вниз. Чтобы этого не произошло, около нижней части барабана поставлены две деревянные балки, на которые при опускании оси ложится обод барабана, что и мешает ему вращаться. Это есть тормоз для движения барабана; так как вал насажен на одной оси с барабаном, то при остановке барабана останавливается вал, а следовательно, и платформа. Когда нужно опускаться вниз, тогда работник только слегка тянет за веревку, чтобы обод барабана был выше балок (не заторможен), но ниже того положения, при котором бесконечный ремень вполне натянут. Тогда, вследствие тяжести платформы, ремень сматывается, и платформа опускается тем медленнее, чем крепче (но до известного предела) натянута веревка, потому что при натягивании веревки барабан уже начинает тереться об ремень. Сильно натянув веревку, работник может всегда заставить стул подниматься, а опустивши веревку, — остановить его.

Охлаждение муки. Одно из важнейших усовершенствований мельничного дела представляют приборы, устраиваемые на американских мельницах для охлаждения муки, вышедшей из-под жерновов. При мельницах об одном-двух поставах не устраивают таких снарядов, потому что мука, вышедшая из-под жерновов, тотчас идет в пеклевальные снаряды, где и охлаждается сама собою. Здесь и нет настоятельной необходимости в охлаждении муки, потому что вышедшая из-под жерновов мука не лежит сплошной массой, а постоянно пересыпается в пеклевальном снаряде. При мельницах, действующих многими поставами, весьма невыгодно у каждого постава ставить свой пеклевальный снаряд, потому что одно цилин-

дрическое сито обыкновенного размера способно просеять перемол двух-четырех поставов; потому здесь неизбежно скопление перемола массами. Если действует небольшое число поставов и мука несильно перегревается в них, то обыкновенно довольствуются оставлять муку в течение двух-трех дней лежать для охлаждения. Когда действует большое количество поставов и мука скопляется в больших массах, то ее нельзя оставлять для самопроизвольного охлаждения, — она испортится. Причина этого следующая: зерно содержит влагу, как мы уже говорили в статье о составе зерен. При движении зерен и муки между камнями от трения они значительно нагреваются. Тогда часть воды испаряется. Это нисколько не вредит муке. Эта испарившаяся вода, если вышедшая из-под жерновов мука неподвижно лежит на одном месте, со временем охлаждается и из пара превращается в жидкость. Вот эта-то вода и есть причина той порчи муки, которую называют перегреванием муки. Чем больше нагрета мука, тем скорее охлаждается она на воздухе, следовательно тем легче портится. Чем бóльшая масса нагретой муки лежит вместе, тем труднее водяной пар выходит из муки, и, следовательно, тем больше портится мука. В обыкновенном мешочном пеклевальном снаряде нагретая мука прямо поступает в мешок, где встряхивается, и потому там пары или удаляются из нее, или охлаждаются вместе с самою мукою, потому обыкновенная степень нагревания муки почти не портит ее в этих снарядах.

Причина порчи муки от образующейся воды очень понятна и совершенно почти одинакова с порчею муки от подмачивания, с тем небольшим различием, что перегретая мука подмачивается теплая, а простое подмачивание происходит обыкновенно без нагревания. Это, конечно, не говорит в пользу перегревания. Образовавшаяся вода смачивает теплую муку, мука скопляется в комки, часть составных частей ее (белковые вещества) изменяется, крахмальные зерна разбухают и т. д. Вредное влияние перегревания муки особенно ясно в муке, давно сохраняемой, что очень понятно. Это особенно ясно было над американскою мукою, привозившеюся прежде в Европу без надлежащего предварительного охлаждения. Куль такой муки превращается со временем, особенно в средине, в комок. Итак, не само нагревание муки портит ее, а охлаждение водяного пара в муке, — вот истинная причина порчи муки от перегревания. Удалить заблаговременно эти водяные пары или охладить муку столь медленно, чтобы пар не успел скопиться местами в жидкость, а равномерно бы всосался охлаждающеюся мукою или бы удалился, — вот естественные средства для предупреждения перегревания.

Для выполнения этого предлагали предварительно нагревать зерна в струе воздуха, чтобы удалить из них большую часть

влаги. Это требует излишних и ценных расходов, потому, между прочим, что зерна должны быть охлаждены в сухом пространстве, иначе они вновь поглотят влагу, а нагретые зерна молоть не следует. Там, где держатся этого способа, уверяют, что получают очень добротную муку, дающую большой припек и хороший, весьма рыхлый хлеб. Очевидно, что и температура сушки зерен никак не должна быть выше 40—50°. Конечно, предварительное смачивание зерен, употребляемое для облегчения помола, способствует перегреванию муки.

Глубина бороздок на бегуне и нижняке много способствует к предохранению муки от перегревания. Это зависит от того, что по бороздкам движется воздух и охлаждает камни и муку. Потому-то часто делают на жерновах, кроме обыкновенных режущих бороздок, одну или две глубокие борозды, служащие собственно для тока воздуха. Для той же цели предлагают прогонять между жерновами от очка к краям воздух. Об этом мы тотчас скажем подробнее.

Одно из простых средств, предложенных для предупреждения вредного влияния от нагревания, состоит в том, чтобы из-под жерновов мука спускалась не по одной трубе, а по всей окружности жерновов. Этого достичь весьма легко. Стоит только в кожухе сделать некоторые незначительные изменения. Сделавши наружную оболочку кожуха легкою, матовою, металлическою, можно надеяться [достигнуть] достаточно большого охлаждения муки во время ее падения от жерновов. Это тем более вероятно, что при рассыпании муки по всей поверхности жерновых краев количество муки в каждой данной точке будет незначительно, и потому слеживания и комков не произойдет.

Предлагают, кроме того, нагревать водою окружность тех трубок, по которым идет нагретая мука до того самого места, где она охлаждается. Это средство совершенно верное и основано на понимании сущности процесса порчи муки от нагревания. Действительно, если мука будет итти по нагретым трубам, то она в них не охладится, следовательно, водяной пар не сгустится в воду и мука не испортится. Температура воды, окружающей трубы, конечно, не должна быть выше температуры самой муки. Где двигатель — паровая машина, там легко иметь запас теплой воды.

В последнее время для ускорения помола и для предварительного охлаждения стали вводить так называемые *эксгаусторы*, или *продуватели*. Они или вдувают воздух в очко бегуна, так, чтобы он прошел чрез пространство между обеими мелющими поверхностями, или высасывают воздух из-под бегуна, так, чтобы он входил чрез очко бегуна; последний и есть собственно способ высасывания, или эксгаусторов. Во всяком случае, эксгаусторы двигают

воздух с большою быстротою по направлению движения зерна и муки, охлаждают ее, и выходящий воздух уносит с собою водяной пар, происходящий от нагревания муки под бегуном. По этой причине продуватели и эксгаусторы представляют двоякую выгоду: они способствуют быстроте перемола, потому что движущийся воздух уносит с собою смолотую муку, которая без этого оставалась бы еще под бегуном и мешала бы новым зернам проникать из очка между мелющими поверхностями; притом эксгаусторы служат также к охлаждению муки, что имеет большое значение, как мы о том говорили ранее. Эксгаусторы тем полезнее для увеличения быстроты перемола, чем меньше скорость вращения бегуна, т. е. чем больше его диаметр и чем больше сила, потребная для его движения. При малых бегунах и быстром их ходе главная польза эксгаусторов есть охлаждение муки. Первая система продувателей, употребленная во Франции (Armangaud, Publications industrielles, V, стр. 163), состояла в том, что в бегуне делали до 40 вертикальных цилиндрических отверстий, в которые и продували воздух. Она с выгодою заменена продуванием чрез очко, как предложил французский инженер Cabanes. Для этого особым вентилатором (цилиндром, в котором быстро вращается четыре крыла), вдувают воздух в запертое пространство над очком бегуна, что можно легко устроить различными способами. Этот способ, по испытаниям особой комиссии (в течение 14 дней), дал следующие результаты: без продувателей каждый из испытанных поставов перемалывал 207 фунт. в час, при употреблении же их $519^1/_2$ фунт.; без продувателей на каждые 3 пуда перемолотых зерен шло 14 фунт. каменного угля в паровой машине, движущей поставы и другие снаряды, а при употреблении продувания только 10.88 фунта. Недостаток этого способа состоит в том, что здесь вгоняется сжатый воздух, следовательно испарение воды меньше облегчается, чем при употреблении истинных эксгаусторов, высасывающих воздух и тем уменьшающих давление и облегчающих испарение, а следовательно, и охлаждение муки. Эта система теперь преобладает, хотя она и представляет некоторые затруднения при своем выполнении. Она требует двух герметически (непроницаемых для воздуха) запертых пространств: одного при очке бегуна для входящего воздуха, другого при окружности бегуна, сообщаемого с эксгаустором, высасывающим воздух; в особенности же последнее должно быть отделено от первого. Самое простое устройство есть следующее. В очко бегуна вставляется металлическая цилиндрическая трубка, выдающаяся из обечья (кожуха). На крышке этого кожуха около этой трубки приделана охватывающая манжета из кожи, каучука или шерсти. Весь кожух герметический; в крышке кожуха делается несколько отверстий, в которые вставляются

трубки, соединяющиеся вместе, идущие к эксгаустору. Иногда, как, например, на мельнице в Бромберге (которую мы потом опишем), эксгаустор помещается иначе, а именно за трубкою, по которой падает перемол, так что испарение воды происходит не только под кожухом, но и в пространстве, следующем за ним. Для ускорения этого испарения мука, падающая из трубки, перемешивается особою мешалкою, движимою мельничным ходом. Для трех или четырех поставов достаточно одного эксгаустора, который есть не что иное, как вентилятор. Диаметр его делается в 3 фута, ширина в 1 фут, число оборотов 330 в минуту, для движения употребляется ремень в 4 дюйма шириною и надет на шкиф в 6 дюймов в поперечнике. Во всяком случае в трубе, следующей за эксгаустором, сгущаются водяные пары, и сбирается мелкая мучная пыль, унесенная воздушным током, но эта потеря ничтожна, как показали долголетние опыты на многих мельницах.

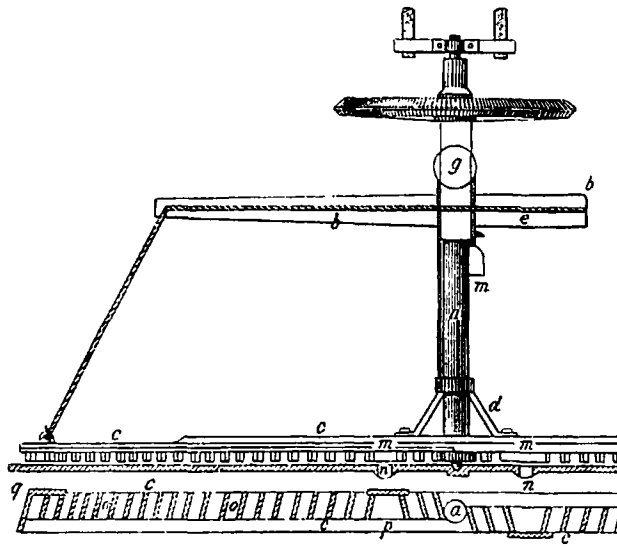
Гораздо более распространены, особенно на мельницах американской системы, *мучные холодильники*, или *гоппербои*, [1] устроенные Эвансом. Холодильник помещают в одном из верхних этажей и на него всыпают муку, доставляемую элеватором из-под жерновов. Холодильник состоит из вертикального вала *a* (фиг. 44), на котором сидит зубчатое колесо, видное сверху фигуры и приводящее гоппербой в круговращение. На вале *a* прикреплена поперечная горизонтальная рея *bb*. Другая рея *cc* лежит внизу плашмя. Она может двигаться вверх и вниз по оси *a*, потому что около средины своей снабжена кольцом *d*. Рея *cc* поддерживается с краев веревками, укрепленными в рее *bb* и служащими для подымания и опускания реи *cc*. Для той же цели кольцо *d*, скрепленное с нижнею реею, снабжено веревкою, проходящею чрез блок и снабженною тяжестью *m*. Такое приспособление служит для того, чтобы рея *cc* могла сама собою подниматься и опускаться до поверхности той муки, которая насыпается под нею.

Нижняя поверхность плоской реи *cc* снабжена рядом наклонных пластинок, расположение которых видно не только в общей фигуре, но особенно в плане реи *cc*, нарисованном внизу. На этом плане: *a* есть разрез вала, *q* есть разрез крайней пластинки, *oo* — промежутки между пластинками. Под этою реею *cc* находится

---

[1] Слово «hopperboy» происходит от слов «Hopper» и «boy». Hopper — называют воронку с качающим башмаком, и boy значит мальчик. Прежде на английских и американских мельницах гоппербои двигались ручною работою мальчиков, которые охлажденную муку и засыпали в воронки пеклевальных снарядов. Оттого и произошло название холодильников, которые из Америки и Англии перешли во все страны, а ныне приводятся в движение постоянно зубчатым или ременным сцеплением, общим мельничным двигателем.

пол, на который насыпается мука, предназначенная для охлаждения. Этот пол имеет около вала *a* два или несколько отверстий (или целое порожнее кольцо), обозначенных буквами *пп*. Мука, приносимая элеватором от жерновов, засыпается на наружный край пола. При движении оси *a* и рея *cc* будет, очевидно, двигаться. Крайние пластинки ее *q* будут захватывать муку, доставленную элеватором. Судя по направлению пластинок, видно, что при движении рея *cc* (направление обращения понятно из плана рея *cc*) мука будет ими постоянно перемешиваться и приближаться к выпускным отверстиям *пп*. Чрез эти отверстия мука падает в ковши и башмаки пеклевальных снарядов или в мучные винты, идущие к ним. Пластинки *p* нарочно приноровлены для того, чтобы ссыпать муку в отверстия *пп*. Поднимание и опускание рея *cc* происходит по мере увеличения или уменьшения количества муки, которое насыпается на пол. Этот снаряд, ворочая муку, способствует удалению из нее излишнего пара, а потому покой, в котором устроен холодильник, полезно снабжать вентиляциею со свежим воздухом, который уносил бы пары; но нельзя советовать проводить холодный зимний воздух, потому что он будет содействовать быстрому охлаждению муки и, следовательно, ее порче. Напротив того,



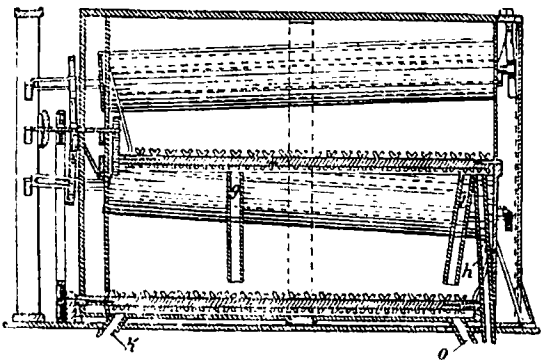
Фиг. 44. Мучной холодильник, или гоппербой.

комната, в которой устроен холодильник, должна быть зимою отоплена. Это не сообразно с названием «холодильника», но прямо вытекает из сущности условий порчи муки от перегревания. Конечно, если слой муки на полу холодильника будет очень тонок, тогда нет нужды в нагревании комнаты. Быстрота кругового движения холодильника не может быть велика, потому что тогда мука будет разлетаться. Ее даже вредно увеличивать, потому что тогда мука скоро бы подошла к выпускным отверстиям *пп*. Обыкновенная скорость обращения холодильника 4 и не более 5 оборотов в минуту. Размеры холодильника можно сообразить по тому, что нижняя рея делается длиною в 8—18 футов, а шириною в средине около 8 дюймов, по концам около 5 дюймов, высотою от $2^1/_2$ до $1^1/_2$ дюймов. Лопатки, прикрепленные к рее, шириною около 6 дюймов, вышиною около 3 дюймов; они заострены по направлению движения гоппербоя. При расположении этих лопаток должно иметь в виду, чтобы лопатки обеих половинок реи сгребали все частицы муки, насыпанные на полу, а потому, если пол разделить кругами, то, начиная от оси, каждая лопатка должна касаться одним краем одного круга, а другим — другого, следующего за ним. Круги эти делаются обыкновенно так, что 1-й имеет радиус = 1 футу (тут нет лопаток), 2-й = 1.58 фута, 3-й = 2, 4-й = 2.35, 5-й = 2.65, 6-й = 2.92, 7-й = 3.16, 8-й = 3.39, 9-й = 3.61, 10-й = 3.81 фута и т. д. Так что на рее длиною в 14 футов садится 32—33 лопатки друг от друга на 0.11 части фута. Если желают замедлить скорость выпадения муки, то должны уменьшить наклон пластинок и расстояние [между] круг[ами] или поднять рею.

Просевание, или пеклевание, муки на американских мельницах то же, что и на хороших обыкновенных мельницах, с тем различием, что все передвижение муки из одного сита в другое производится механическими приводами, винтами и т. п. и требует только одного общего надзора и сведения в распределении разных сортов муки в разные сита. Сита всегда устраиваются вращающиеся (цилиндрические или призматические, проволочные или шелковые), потому что работа их точнее и уход за ними проще, чем за всякими другими. Цилиндрические сита обыкновенно, для сбережения места, располагаются по четыре в одном ящике. Первый просев, падающий из вершины первого сита, состоит из самой нежной муки. Его спускают отдельно трубою *h* (фиг. 45) в особый ларь. Прочую тонкую муку, падающую из верхних сит, проводят трубою *g*. Из нижнего сита труба *k* ведет среднюю муку, а труба *o* еще более низкий сорт муки. Часто эти сорты примешивают (на холодильнике) к новой муке или пускают в продажу смесь разных сортов такой муки. То, что не пройдет чрез первые сита, сеют

чрез сита разных других сортов и так разделяют помол на многие сорты муки, крупы и отрубей.

Чтобы дать строителю и управителю мельницы возможность наперед определить размеры мукомольных приборов по количеству помола и по силе двигателя, приводим некоторые из численных результатов, собранных большею частью в [...] сочинении: «Die Mahlmühlen, eine Darstellung des Baues und des Betriebes der gebrauchlisten Mühlen» von Friedrich Karl *Wiebe*, Stuttgart, Verlagsbuchhandlung von Mäcken, 1861.[1] Это сочинение мы рекомендуем всем, желающим специально заняться мельничным делом.



Фиг. 45. Пеклевальная машина.

Размеры мельницы определяются следующими главными соображениями (не считая, конечно, между ними ни того, как велик капитал, назначенный для обзаводства, ни того, сколько зерна действительно поступит на мельницу для помола).

1. Размеры мельницы определяются главным образом тем количеством зерна, для помола которого она назначается. Мы рассмотрим этот вопрос подробнее, а теперь предварительно заметим, что каждый постав обыкновенных размеров (4—5 футов) может перемолоть в год, считая работу непрерывною в течение 300 дней, около 6000 четвертей пшеницы и около 5800 четвертей ржи простым помолом. Если же помол сложный (экономический, стр. 698), то можно считать в 300 дней около 4800 четвертей (в три перемола) пшеницы и до 3000 четвертей ржи (в четыре перемола). По числу поставов определяются и все другие размеры мельницы.

---

[1] Это есть одна из книг издаваемой Меккеном «Handlung der Maschinen-Kunde». Цена ей 8 талеров. При ней атлас.

2. Число поставов определяется, следовательно, также и тем, каков способ помола. Оно, очевидно, зависит и от того, назначается ли мельница для постоянной, или непрерывной, работы или для временной работы. Последний случай весьма часто замечается там, где работа мельницы состоит главным образом в размоле зерна, привозимого производителями и идущего для местного потребления, и потому такие мельницы часто должны оставаться без работы, в другое же время имеют чресчур много работы.

3. Зависимость числа и размера поставов от силы двигателя и от количества и размеров других снарядов была нами уже отчасти указана, а вслед за сим будет рассмотрена еще с большею подробностью.

Выгоднейшим расположением для больших мельниц (водяных и паровых) признано расположение в 4 этажа:

I. Прямо на земле располагаются: a) нижний конец элеватора для подъема подвозимого зерна на 4-й этаж, b) нижний конец элеватора для подъема падающей из-под жерновов муки в 4-й этаж и c) главный привод от механического двигателя.

II. В следующем (первом) этаже располагают: a) поставы, b) вторые пеклевальные снаряды и c) снаряды для упаковки муки.

III. Во втором этаже устраивают: a) лари для очищенного зерна, из которых зерно сыплется к жерновам, и b) первые пеклевальные снаряды.

IV. В третьем этаже помещают: a) последние снаряды для очищения зерен и b) холодильные снаряды или лари для муки, назначенной для пеклевания.

V. В четвертом этаже (под кровлей) располагают: a) сборные ящики, веялку для зерен и b) сборные ящики и веялку для муки; здесь оканчиваются верхние концы элеваторов — мучного и зернового.

Итак, поднятые зерна очищаются, двигаясь вниз, перемалываются в первом этаже, перемолотая мука поднимается доверху и, спускаясь вниз, делится на разные сорты.

Распределение частей в каждом этаже зависит преимущественно от положения главного вала, двигаемого водою или паром (стр. 641). Для числа поставов, которое мы означим x, обыкновенные размеры основания крупчатой мельницы

$$\text{от } 150\,x + 500 \text{ до } 200\,x + 1000 \text{ кв. футов.}$$

Так, например, для мельницы о 8 поставах основание от 1700 до 2600 кв. футов (от 35 до 53 кв. саж.). Самая удобная форма для основания мельницы — квадратная. В водяных мельницах поставы обыкновенно располагаются около стен здания или в углах, а элеваторы чаще всего в средине здания; в паровых мельницах обыкновенно обратно.

Для помола *пшеницы* на новых крупчатках обыкновенно употребляют французские жернова, которые сразу мелют довольно мелко. Первое разделение производят на цилиндрических ситах, дающих 1 или 2 сорта муки, 2 сорта крупы и 2 сорта отрубей. Для перемола этих остатков берут обыкновенно песчаниковые жернова или же употребляют те же французские жернова, когда насечка их уже иступилась. Лучшую крупу перемалывают и просевают, получают 2-й и 3-й сорты муки и остаток. Остаток от этого просевания мелют с крупною крупою; получают на особых ситах 3-й и 4-й сорты муки и мелкие отруби. Таким образом получают после трех перемолов 4 сорта муки и 2 сорта отрубей. Муки разных сортов получают от 70 до 80%, отрубей же и потери от 30 до 20%. Для перемола 100 ц (около 280 пуд., или 28 четвертей) на одном поставе ($4^1/_2$ фута диаметром), по опытам Вульфа в Бромберге, потребно было времени:

100 ц пшеницы для мелкого дранья . .	28 час.	18 мин.
Для перемола полученной 1-й крупы .	5 »	12 »
» » » 2-й » .	4 »	16 »
Всего . . .	37 час.	46 мин.

Для разделения полученных продуктов употреблено было цилиндрическое сито длиною в 20 футов, шириною 32 дюйма.

Для просева первого дранья	36 час.	36 мин.
Для других просеваний	36 »	56 »
Итого . . .	73 часа	32 мин.

Следовательно, для полной обработки 100 ц нужно было около 38 часов работы на 1 постав и столько же времени для просевания на *двух* цилиндрических ситах, длиною в 20 футов кажд[ое]. Должно заметить, что опытный постав был снабжен эксгаустором (продувателем) и молол 5—6 лош. силами, а потому молол скорее, чем обыкновенные поставы того же диаметра.

Для помола *ржи* употребляют ныне те же снаряды, как для пшеницы. Если желают получить лучшие сорты пеклевальной муки на песчаниковых жерновах, то пропускают рожь, по крайней мере, два раза под жерновами прежде просевания. Мелкое ржаное дранье (стр. 704) разделяют в ситах на 2 сорта муки и *первые остатки*, состоящие из крупы и отрубей (эти отруби мельче пшеничных). Эти остатки мелют снова на острых жерновах, отсеивают муку 2-го сорта и *вторые остатки*. Их снова мелют на тупых жерновах и сеют на редких ситах, получается мука 3-го сорта и *третьи остатки*. Эти остатки мелют еще раз и получают 4-й сорт

и отруби (один сорт). Таким образом, помол ржи производится четырьмя перемолами и дает 4 сорта муки и 1 сорт отрубей. Муки получают около 80%, а 20% отрубей и потери. По опытам того же Вульфа получены следующие результаты, важные для сравнения с помолом пшеницы:

Для первого дранья 100 ц (32 четвертей) ржи потребно было на одном поставе	28 час.	48 мин.
Для перемола первых остатков от 100 ц ржи	19 »	38 »
» » вторых » » » » » »	11 »	34 »
» » третьих » » » » » »	6 »	
Всего	66 час.	

Пеклевание в цилиндре длиною в 20 футов длилось:

Для первого дранья	9 час.	8 мин.
» других просеваний	17 »	34 »
Всего около $26\frac{3}{4}$ часа		

Следовательно, экономическое перемалывание ржи (и здесь с эксгаустором) длится вдвое почти дольше, чем пшеницы, но просеивание зато идет в три почти раза скорее, чем для пшеницы, так что ценность перемола ржи и пшеницы при простом (один перемол) и сложном (несколько перемолов и просеваний) перемолах можно считать почти одинаковою, но количество пеклевальных снарядов для ржи должно быть меньше, чем для пшеницы, а жерновов надо больше для ржаной, чем для пшеничной мельницы, при равном количестве перемола и при сложном помоле.

Заметим здесь, что от употребления эксгаусторов (стр. 671) скорость перемола увеличивается на $\frac{1}{8}$, так что тот жернов, который смелет в 4 часа 3 четверти пшеницы, в то же время смелет 4 четверти, если к нему будет приделан эксгаустор.

На каждую лошадиную силу (т. е. на 15 пудофутов) можно класть перемола в час [в пудах]:

	Без продувания (без эксгаустора)		С продуванием (с эксгаустором)	
	пшеницы	ржи	пшеницы	ржи
В один перемол (на мелкое дранье)	1.5	1.4	2	1.9
В два перемола (для 2 сортов муки)	1.3	0.9	1.7	1.2
В три перемола всего	1.1	0.7	1.5	0.9
В четыре перемола всего	1	0.6	1.4	0.8

Для перемола более грубого (например солода и т. п.) требуется, очевидно, гораздо меньше силы.

Работа, доставляемая двигателем (измеряемая пудофутами), идет не только на помол, но и на движение частей мельничных снарядов. Если мельница и ничего не мелет, то все-таки для привода в ход всех ее приборов нужна большая сила. Конечно, тогда, когда приборы работают, силы потребно еще более. Часть рабочей силы, следовательно, во всяком случае теряется на трение, сопротивление воздуха и т. п. При постройке мельницы весьма важно обратить надлежащее внимание на возможное уменьшение этих бесполезных сопротивлений. Этим определяется вся выгода точных металлических приводов. Чтобы показать это, достаточно привести тот факт, что на одной мельнице, где были деревянные колеса и где жернова мололи в час (диаметр жерновов 5 футов) 1 четверть и 6 четвериков, сделана была перестройка, при которой водяное колесо оставлено старое, жернова тоже старые, только все колеса и оси сделаны были металлические. От этого бесполезные потери силы уменьшились, механизм получил больше точности в работе и те же жернова стали молоть в час 3 четверти и 3 четверика.

Опыты Вибе показали, что бесполезные сопротивления при совершенно хорошо устроенном металлическом механизме достигают по $^1/_4$ лошадиной силы на каждый постав.[1] Это показывает выгоду употребления больших сил для помола, а следовательно, и больших жерновов. Это видно из примера. Положим, мы имеем жернов, движимый 4 лош. силами. Он перемелет (простым помолом без эксгаустора) в час не 5.6 ($=4\times1.4$) пуд. ржи, как можно было бы судить по предыдущей таблице, а $1.4\,(4-{}^1/_4)$, т. е. 5.25 пуда. Если ту же силу разделить на два жернова, то бесполезное сопротивление будет уже не $^1/_4$, а $2\times{}^1/_4$, т. е. $^1/_2$ лош. силы, и тогда машина в 4 силы смелет в час только $1.4\,(4-{}^1/_2)$, т. е. 4.9 пуда. Если n число поставов и N сила двигателя, то количество перемола в час определится выражением

$$B\ (N-n{}^1/_4)\text{ пуд. зерна,}$$

где B есть одно из чисел, взятых из таблицы, приведенной на прошлой странице, т. е. показывает количество перемола на 1 лош. силу. Так, например, паровая машина в 25 сил может перемолоть в 10 часов

$$10\ [B\ (25-n{}^1/_4)]\text{ пуд. зерна,}$$

---

[1] Судя по предыдущему примеру, вышеприведенным числам и другим числам, можно полагать, что деревянные снасти дают бесполезную потерю около 2 лош. сил.

т. е., например, она может перемолоть в 10 часов на 4 поставах пшеницы в три перемола ($B = 1.1$, $n = 4$) 264 пуда, или $26^1/_2$ четвертей.

Судя по предыдущему, можно бы с выгодою увеличивать размеры (диаметр и высоту) жерновов беспредельно (чем больше жернов, тем бо́льшая и сила необходима для его движения и тем более употребляется она с пользою), но практика и сущность дела показывают границу для этого. Эта граница в размерах жерновов определяется ценностью больших жерновов и тем, что чем больше диаметр жернова, тем больше в каждый момент находится муки между жерновами, а потому тем скорее *тупятся* жернова и их должно чаще ковать. Из этого следует, что твердые — французские жернова самоковки — можно делать больше, чем более мягкие — песчаниковые (обыкновенные), а гранитные должны быть еще меньше.

Из того, что было говорено прежде о ходе помола (стр. 630), очевидно, что для одного и того же постава нельзя, без уменьшения достоинства муки, увеличить силу, его движущую, т. е. скорость его вращения, или близость расстояния между жерновами. Весьма остроумные соображения привели Вибе (l. c., p. 282) к тому заключению, имеющему важное значение для практики, что для хорошо устроенных поставов величина

$$\frac{N}{u \cdot d^2} \text{ — постоянная.}$$

Здесь означается:
N — число сил, движущих постав,
u — число оборотов бегуна в минуту,
d — диаметр жерновов в футах.

А именно, для французских жерновов $\frac{N}{u \cdot d^2} = \frac{1}{430}$,

» песчаниковых » $\frac{N}{u \cdot d^2} = \frac{1}{717}$.

Эти величины дают возможность найти надлежащую скорость для данного жернова, когда даны сила, движущая его, и его диаметр. Так, например, песчаниковый жернов, движущийся силою [в] $3^1/_2$ лошади и имеющий диаметр $4^1/_2$ фута, должен сделать 124 оборота в минуту и до $N = 3.5$, $d = 4.5$, следовательно,

$$d^2 = 20.22 \text{ и } \frac{3.5}{u \cdot 20.2} = \frac{1}{717},$$

откуда u (число оборотов в минуту) $= 124$. При нахождении этого числа оборотов должно наблюдать, чтобы

$$u \text{ не было больше } \frac{573}{d}$$

и

$$u \text{ не было меньше } \frac{382}{d},$$

иначе будет перегревание или недостаточно скорый выход зерна.

По этим числам найдено, что для жерновов:

Диаметром (в футах)	Скорость (оборотов в минуту)	
	наибольшая	наименьшая
3	191	127
$3^1/_2$	165	109
4	143	95
$4^1/_2$	128	85
5	115	76
$5^1/_2$	105	70

Выгодная сила для французских жерновов диаметром от 3 до $5^1/_2$ футов — от 3 до $7^1/_2$ лош. сил. Для 3 сил и менее можно употреблять песчаниковые и другие жернова 4 футов диаметра и менее или французские от 3 до $3^1/_2$ футов. Для $3^1/_2$ сил можно брать песчаниковые от $4^1/_2$ до 5 футов или французские от 3 до $3^1/_2$. Для 4 сил должно употребить песчаниковые в 5 и $5^1/_2$ футов и французские от 3 до $4^1/_2$ и т. д. Следовательно, для французских жерновов без потери в силе можно с выгодою употреблять различные силы, а для песчаниковых жерновов нужно точно соразмерять силу с диаметром жернова, иначе будет или потеря силы, или мука получится худых достоинств.

Показания других исследователей этого дела не так подробны (например, не делаются различия для камней разной твердости) и сводятся обыкновенно в следующие формулы:

$$N = \frac{L}{42} = 2.66\,D = \frac{480}{u},$$

или

$$D = \frac{L}{112} = \frac{N}{2.66},$$

$$u = \frac{20160}{L} = \frac{180}{D},$$

где N означает число лош. сил, L — количество литров зерна, перемолотого в час (литр = 0.0048 четверти), D — диаметр в метрах

(каждый метр = 3.2 фута), n — число оборотов (наибольшее) в минуту.

Так, например, по этим формулам 25-сильная паровая машина ($N = 25$) перемелет в час (простым помолом) $25 \times 42 = 1050$ *л*, в 10 часов 10 500 *л*, или $50^1/_2$ четвертей. По формуле Вибе, она может перемолоть (на 4 поставах) около 48 четвертей (простым помолом с эксгаустором), из чего видна близость показаний обеих формул относительно перемола. По приведенным формулам бегун в $4^1/_2$ фута, или 1.41 м, требует 3.75 силы для своего движения, по Вибе — около того же для французского жернова. Судя по тщательности исследований Вибе, его формулам должно отдать предпочтение пред другими.

Перейдем теперь к указанию количества работы, потребной для других мельничных снарядов, и к определению их размеров.

Для сообщения движения всем мельничным снарядам (для подъема, для зерночистилок, для охладников, сит, эксгаусторов и т. п.) обыкновенно требуется от $^1/_6$ до $^1/_5$ той силы, которая употребляется для движения поставов, т. е. добавочные снаряды, движимые силою, в 5 или 6 раз меньшею, чем поставы, успеют в сутки переработать то количество зерна и муки, которое в сутки смелют поставы. Таким образом, если жернова движутся 5—6 колесами, то для добавочных снарядов нужно одно такое же колесо; если для мельницы назначена машина в 30 сил, то на движение поставов нужно употребить от 25 до 26 сил, а 5 или 6 сил должно употребить на движение других снарядов. Такая мельница, если она будет иметь 5 поставов, то для помола (стр. 680) употребится $25 - 1^1/_4 = 23^3/_4$ силы, следовательно *в час* будет перемалываться 3 раза и просеиваться (без эксгаустора) 26 пуд. пшеницы, или в 10 час. 26 четвертей.

При определении размеров всех других мельничных снарядов, кроме поставов, должно советовать иметь их более того количества зерна, которое перемелют поставы, но, конечно, не более как двойное или тройное количество, иначе капитал и место будут затрачены напрасно. Размеры подъемных снарядов, сит и т. п. определяются по количеству зерна, C четвертей, перерабатываемого в час под жерновами, а это количество легко найти по силе, имеющейся на заводе.

Скорость движения простого *подъема* (стр. 665) для мешков с зерном обыкновенно от 1 до $2^1/_2$ футов в секунду. Каждый раз подымается по одному мешку. Перемолотое зерно обыкновенно еще раз или два подымается тем же подъемом, а потому такой подъем должен быть (с запасом) рассчитан на $10C$, т. е. в час он должен успеть поднять по крайней мере в 10 раз больше, чем перемелют поставы. Но как при подъемах должны быть особые

рабочие и работа длится не целый день (поставы же, полагается, работают день и ночь), а только около 8 часов, то в час подъем должен успеть поднять около $30\,C$ четвертей. А как каждый мешок $= {}^1/_2$ четверти, то должен подняться $60\,C$ раз. Если высота подъема h футов, то при скорости 2 фута в секунду для каждого мешка употребится (считая раз вверх и обратно) h секунд, или на одном подъеме может быть поднято в час $\frac{3600}{h}$ мешков, или $\frac{1800}{h}$ четвертей пшеницы. Число $\frac{30 \cdot Ch}{1800}$, или $\frac{Ch}{60}$, покажет, сколько простых подъемов должно быть устроено на мельнице. Так, если высота подъема 40 футов, а в час мелется 3 четверти ($h = 40$ и $C = 3$), то должно устроить 2 простых подъема или один двойной. Советуют не уменьшать число подъемов и тогда, когда бо́льшая часть муки и проч. идет по элеваторам, потому что они портятся гораздо легче, чем подъемы. Для движения каждого подъема можно считать ${}^1/_2$ до $1{}^1/_2$ лош. сил.

Элеваторы 1) для неочищенного и 2) перемолотого зерна должны поднять в час около $2\,C$ четвертей. Так как элеваторы делаются обыкновенно с ковшами, вмещающими около $\frac{1}{500}$ четверти зерна или муки, скорость обращения их обыкновенно 25 оборотов в минуту (в час 1500), а диаметр барабанов равен расстоянию ковшей друг от друга, то в каждый оборот выпорожнится 3.14 ковша, а следовательно, в час 3.14×1500 ковшей, следовательно около 10 четвертей в час. А потому для подъема $2\,C$ четвертей нужно иметь около $\frac{C}{5}$ элеваторов. Так, если мельница мелет в час 6 четвертей, то достаточен для подъема подвозимого зерна 1 элеватор, и тогда не нужно подъема на блоках, — нужен один элеватор для подъема смолотого зерна (дранья). Для подъема крупы и остатков, падающих из-под сит, нужны еще другие элеваторы, число которых обыкновенно вдвое менее числа главных элеваторов. Когда на мельнице мелется и пшеница и рожь (хотя даже попеременно), то для каждой устраивают особые элеваторы. Сила, потребная для движения элеваторов, зависит, конечно, от высоты подъема. Можно считать, что на каждый элеватор идет, для каждого фута высоты, от ${}^1/_{150}$ до ${}^1/_{100}$ силы, так что когда есть 4 элеватора, три для высоты 40 футов и один для высоты 20 футов, то они расходуют от 1 до 1.5 лош. сил.

Мучные винты делаются обыкновенно в 1 фут диаметром и в 1 фут расстояния оборотов, 25—30 оборотов в минуту. На каждый фут длины мучной винт расходует от ${}^1/_{600}$ до ${}^1/_{400}$ лош. силы, так что если на мельнице всего 200 футов мучных винтов, то они расходуют около 0.5 лош. силы.

Размер *гоппербоя* (стр. 673) определяется тем, что для охлаждения муки, полученной из четверти зерна, нужно от 28 до 35 кв. футов, следовательно для $2C$ четвертей около $60C$ кв. футов поверхности. Следовательно, диаметр плоскости гоппербоя должен быть $\sqrt{76.4 \cdot C}$, но если он будет более 15 футов, то его заменяют двумя меньшими. Больше 5—6 четвертей в час один большой гоппербой не может охладить. Чтобы мука оставалась известное время на плоскости гоппербоя, он должен вращаться тем медленнее, чем меньше его радиус и чем меньше на нем лопаток. Допускают, что число оборотов в минуту должно быть в 5 раз меньше числа лопаток гоппербоя. Восьмифутовый гоппербой делает в минуту 2 оборота, 12-футовый (с 24 лопатками) около 5 оборотов, и т. д. На каждый гоппербой идет от $^1/_{128}$ до $^1/_{100}$ лош. силы на каждый фут диаметра, так что если имеется 2 гоппербоя в 12 и 8 футов диаметром, то от $^1/_6$ до $^1/_5$ лош. силы на оба. Они охладят в час около 21 четверти муки.

Цилиндрические сита делаются обыкновенно диаметром от 2 до 4 футов. Средним числом в каждый час на каждый квадратный фут просеивающей поверхности приходится около 0.003 четверти муки. Следовательно, для двойного количества муки (против перемалываемой в час жерновами) должно иметь столько сит, чтобы вся их боковая или сеющая поверхность была $660C$ и не менее (без запасных сит) $350C$ кв. футов. Эти $300C$ кв. футов материи должны быть примерно распределены следующим образом.

Шелковой материи для лучшей муки № 2 $120C$ кв. футов. Более грубой материи для муки №№ 3 и 4 $100[C]$ кв. футов, для крупы и отрубей $110C$ кв. футов.

По этому уже можно рассчитать число и длину сит. Так, например, если в час обрабатывается 1.3 четверти зерна и желают иметь сито только на это количество, то должно иметь всего 350×1.3, или около 450 кв. футов сеющей материи. Если сито такого диаметра, что каждый фут длины сита требует 7.5 кв. фута материи, то 450 кв. футов распределяется по длине на $\frac{450}{7.5} = 60$ футах, т. е. все 450 футов разместятся на 3 ситах — длиною каждое около 20 футов. Из найденного числа квадратных 20 футов материи, или из числа футов длины сит:

50% идет на сито для первого просеивания дранья
25 » » » разделения крупы первого перемола
14 » » » просеивания второго перемола
11 » » » » третьего »

Если бы, например (для 4 четвертей в час), потребно было 1450 кв. футов сеющей поверхности и если бы на обшивку 1 фута

длины сита шло 9 кв. футов, то это и соответствует 8 ситам, каждое длиною в $18^3/_4$ фута. Эти 8 сит можно бы распределить следующим образом:

Один пеклевальный снаряд из 4 сит с тонкою материею для отсеивания муки от дранья. Длина сит	75	фут.
Один пеклевальный снаряд с двумя ситами, так, чтобы 30 футов было занято крупяною материею и 7.5 фута для мелких отрубей, для разделения крупы от отрубей, оставшихся от 1-го снаряда. Длина сит	37.5	»
Один пеклевальный снаряд для просеивания перемолов крупы, 2 сита, 21 фут длины с мучным ситом (для №№ 2 и 3) и 16.5 с грубым мучным ситом (для муки № 4). Длина всех сит	37.5	»
Длины . . .	150.0	футов.

Подобный расчет можно сделать и для каждого количества и качества муки. Каждый фут длины цилиндрического сита, при 25—30 оборотах в минуту, требует около $\frac{1}{50}$ до $\frac{1}{100}$ лош. силы.

Экгаустор, или продуватель, в 2—4 фута диаметром, при скорости около 50 футов в секунду на окружности (около 350 оборотов в минуту), требует от $1^1/_2$ до 2 сил. Такой экгаустор (шириною в 1 фут) служит обыкновенно для четырех поставов.

Сито со щетками (стр. 638) обыкновенных размеров требует около 4 лош. сил.

Зерночистилка со щетками (фиг. 36) очищает в час на каждый квадратный фут своей поверхности столько зерен, что должна иметь поверхность от 2 *C* до 3 *C* кв. футов, чтобы успела очистить в час *C* четвертей зерна. Она, при обыкновенных размерах и при 25—35 футах скорости щеток, требует от $2^1/_2$ до $3^1/_2$ лош. сил. Одна зерночистилка с боковою поверхностью в 60 кв. футов в 5 часов начистит зерен для суточной работы 10—14 поставов.

Зерночистильные жернова (стр. 658) требуют $2^1/_2$—$3^1/_2$ лош. сил, делают 180—200 оборотов в минуту, имеют диаметр $2^1/_2$—$3^1/_2$ фута.

Приведенные выше данные дают возможность точно исчислить размеры всех главнейших мельничных снарядов по силе машины и по количеству обрабатываемого зерна для самых сложнейших и огромных заводов.

При постройке больших мельниц должно стараться: 1) проводить возможно большее число поставов к одному двигателю, например к одному водяному колесу или к одной паровой машине, чтобы бесполезные сопротивления были по возможности уменьшены; 2) должно иметь некоторую часть запасных поставов и снарядов, например на 10 поставов один, на случай поправки которого-либо

из поставов, чтобы не было напрасного избытка в работе двигателя, когда он вращает меньшее число снарядов; 3) двигатель должно устанавливать с узкой стороны здания, чрез что оставляются большие стены для света, входов и т. п. Так, водяные мельницы должно строить перпендикулярно току воды в канале; 4) поставы как приборы, расходующие наиболее работы, должно помещать прямо подле двигателя, чтобы уменьшить потерю при передаче движения на расстояние; 5) если есть на заводе два или более двигателя, то должно их так располагать, чтобы они обыкновенно при полном ходе завода действовали совокупно, отчего выигрывается равномерность движения; 6) должно стараться, чтобы первый вал делал по возможности больше оборотов в минуту и употреблять большие передаточные колеса, чем уменьшаются боковое давление и потери работы.

Чтобы показать на примерах применение изложенных начал, приводим краткое описание двух мельниц: *водяной мельницы в Бромберге* и *паровой мельницы в Любеке*. Первая, называемая Hercules oder Rother-Mühle, построенная в 1848 г. и дополненная в 1852 г., имеет 12 поставов, сделана по плану Вульфа, стоит на реке Brahe. Длина ее амбаров в основании 200, шириною 50 футов по 5 этажей, в 8—9 футов вышиною. Таких амбаров два. Основание самой мельницы длиною 55, шириною $44^1/_2$ фута. Основание каменное, верх кирпичный. Кроме почвы, 4 этажа: в $13^3/_4$, 14, 14 и $9^1/_2$ футов высоты, а поверх кровельный этаж. Постройка амбаров стоила около 81 тыс. талеров, мельничного здания (с плотиною) 52 тыс. талеров (или рублей). Колеса деревянные полуналивные с кривыми лопатками, только вал и ступицы чугунные. Полезное падение (напор) среднее $7^1/_2$ футов. Высота падения 8 дюймов, ширина 11.5 фута. Количество вытекающей воды 652 240 куб. футов, следовательно работа воды, падающей с высоты 7.5 фута, $=61$ лош. силе, для обоих же колес 122 силы, или, принимая, что колеса передают 60% работы, получим работу, передаваемую колесами, $=73$ силам. Три силы можно положить на бесполезные сопротивления (стр. 680) и 10 сил (стр. 682) на добавочные снаряды: для поставов останется 60 сил, или по 5 сил на каждый постав. Диаметр колес 17 футов, ширина 12 футов каждого, скорость $7^1/_2$ оборотов в минуту, 40 лопат на одном колесе, цена каждого колеса 1500 руб. Вал каждого колеса снабжен сухим колесом ($13^1/_2$ футов), сцепляющимся с шестернями (4 фута) лежачих валов, входящих в здание параллельно осям водяных колес. Эти два вала в минуту делают 25 оборотов. Первое (считая по течению) колесо, далее стоящее от стены, соединено своим валом № 1 с валом № 2, лежащим внутри здания перпендикулярно №1 и параллельно течению воды. Этот вал делает 37.5 оборотов в

минуту. Он сцеплен с параллельным ему валом № 3, который приводит в движение 8 поставов, над ним поставленных и делающих в минуту 110 оборотов. Вал № 3 делает в минуту 55 оборотов, следовательно шестерни веретен бегунов имеют в 2 раза менее зубьев, чем колеса вала № 3. Второе водяное колесо, ближайшее к стене и переднему углу здания, своим валом № 1 (25 оборотов) сцеплено с параллельным ему валом (колеса в $5^1/_2$ и $2^1/_2$ фута) № 4, идущим по стене, перпендикулярной течению; № 4 делает в минуту 55 оборотов, как и № 3. Оба они перпендикулярны друг другу и взаимно сцеплены коническими колесами, чтобы колеса помогали друг другу. Над валом № 4 стоят 4 постава. Итак, всего 12 поставов расположены в углу подле канала: 8 параллельно ему и 4 по стене, перпендикулярной ему. Поставы системы Фейрбейрна, какие изображены на стр. 645. Диаметр камней $4^1/_2$ фута. Для каждых 2 поставов устроен эксгаустор. Кроме того, 4 постава снабжены 1 вентилатором для вталкивания воздуха. Все 6 эксгаусторов и 1 вентилатор помещены над потолком 1-го этажа, где на полу стоят поставы. Для каждых 2 поставов идет канал для движения смолотого под жерновами. Зерна поступают на эту мельницу почти чистые, и потому они прямо идут в зерновые лари. Очищенные зерна идут к весам (для контроля), которые в 2 часа перевешивают 100 ц, перемалываемых ежедневно. Свешенное зерно поднимается элеватором до кровельного этажа, откуда спускается по трубам к ларям, помещенным во 2-м этаже. Отсюда спускается зерно к жерновам, идет в виде помола по каналам и винтам нижнего этажа, поднимается элеватором до кровли, падает на 3 больших и 2 малых гоппербоя (для пшеницы и ржи), помещенных в 4-м этаже. Третий этаж занят 4 пеклевальными снарядами, из которых каждый содержит 4 цилиндрических сита в 20 футов длиною. Мучные винты от этих машин находятся на потолке 2-го этажа; 2 машины назначены для отделения муки, одна для разделения отрубей и крупы, а 4-я для разделения отрубей. Мучной винт передает просеянное особым элеватором. Тонкая мука, поднятая элеватором, идет вниз для упаковки; остатки от 1-го сеяния поднимаются на гоппербой и падают в новую пеклевальную машину для разделения крупы от отрубей. Крупа поднимается на кровельный этаж и падает в лари 2-го этажа. Для подъема и спуска черной муки и отрубей устроен подъем на блоках, потому их собирают в мешки. Приводы для движения гоппербоев, пеклевальных снарядов, элеваторов и т. п. сосредоточены в кровельном этаже, где движется главный горизонтальный вал № 5, параллельный току воды в канале. Он получает свое движение от вертикального вала, проходящего все этажи и сцепленного коническими колесами внизу с среднею частью длинного вала № 3, а вверху с № 5. Этот вал № 5 сцеплен с короткими поперечными

валами, движущими гоппербои, бесконечными ремнями и колесами сообщен с барабанами элеваторов и ремнями с барабанами эксгаусторов и т. д. Он сцеплен далее с вертикальным валом, идущим в 3-й этаж и приводящим в движение пеклевальные снаряды и др. Цена всех машин, устроенных на заводе, около 56 тыс. талеров. При полном ходе машин все работы исполняются одним управляющим, 4 мельниками и 6 работниками. В 24 часа мелется (в 3 помола, стр. 678) около 700 шеффелей зерна, или около 180 четвертей, т. е. в год может быть перемолото около 63 тыс. четвертей. Цена всего заведения с амбарами около 200 тыс. руб.

Паровая крупчатка в Любеке, построенная Вибе для купца Роте (Rothe); машины большею частью с завода Борсига (A. Borsig in Moabit bei Berlin). Она о 4 поставах. В мае 1857 г. был сделан заказ машин, и в декабре того же года мельница была уже пущена в ход, потому что здание (бывший монастырь, а потом фабрика) было уже готово. Длина его 150 футов, ширина 35 футов, высота до кровли 27 футов, 2 этажа и высокая кровля, следовательно вместе с нижним этажом 4 пола. Здание разделили поперечными стенами: справа сделано было отделение в 15 футов шириною для машины, потом следовало отделение шириною в 65 футов собственно для мельницы, остальную часть здания заняли для других целей.

В нижнем этаже (на земле) помещены: фундамент для машины, нижняя часть большого лобового колеса, закром для зерна, конец зернового элеватора для подъема зерна на кровлю к зерночистилкам; в средине стуловой (стр. 668) подъем, приводы от паровой машины, ремни и барабаны для движения бегунов, два винта для каждых двух поставов и при них по элеватору (всего 2) для подъема перемола под кровлю к гоппербою.

В первом этаже. С краю паровая машина, потом 4 постава и 2 крана для подъема бегунов (для насечки), в средине проходит стуловой подъем, с краю 3 пеклевальных машины, поставленные параллельно длине здания.

Во втором этаже над паровою машиною сортировальное сито для зерен, над поставами закромы для поставов, далее большой вал, идущий параллельно длине здания; поперечный вал, движимый продольным валом, сообщающимся с паровою машиною, для передачи движения всем ситам, гоппербою и др., в средине стуловой подъем, а затем верх сита для тонкой муки и ковши, в которые падает мука от гоппербоя и откуда идет она в сита 1-го этажа. В кровельном этаже, над машиною, зерночистильни и конец зернового элеватора, в средине конец стулового подъема (по которому можно втаскивать мешки с мукою и зерном и складывать в любом этаже), верхние концы мучных элеваторов, окан-

чивающиеся в гоппербое, 1-й гоппербой и отверстия для ковшей пеклевальных машин. Места во всех этажах столь много, что они могут служить и для склада зерна и муки. Паровая машина с 2 цилиндрами, с коромыслом (по одну сторону 2 цилиндра, по другую шатун), с расширением, с давлением в $3^1/_2$ атмосферы на поршни, с охлаждением в 25 сил. Она двигает шатуном горизонтальный вал (размах шатуна 4 фута); уровень машины на $1^1/_2$ фута ниже уровня 1-го этажа мельницы; особый ход в фундаменте идет от машины к паровому котлу, в который стекает вода, сгущающаяся в паропроводных трубах и в пространстве, окружающем оба цилиндра. Паровой котел помещен непосредственно подле машины. Для 4 поставов (по 5 сил) идет 20 сил, для элеватора, пеклевальных снарядов и т. п. — 4 силы, для приводов — 1 сила. Вал паровой машины делает 25—26 оборотов в минуту. На нем насажено большое ($10^3/_4$ фута) лобовое колесо, снабженное деревянными зубцами (162 зубца). Внизу эти зубцы сцепляются с малым (около 2 футов диаметром) чугунным зубчатым (с 45 зубцами) колесом, насаженным на горизонтальной оси. Эта ось проходит в нижний этаж мельницы, вращается 90—95 раз в минуту. На конце ее коническое (3 фута 6 дюймов) колесо с 55 зубцами (зубцы деревянные). Оно сцеплено с коническим (3 фута 1 дюйм) же колесом, снабженным 48 зубцами, насаженными на вертикальной оси. Эта ось делает, следовательно, 103.1—107.3 оборота в минуту. На ней насажено 4 шкифа в $4^1/_2$ фута диаметром, для 4 ремней, идущих в четыре стороны к веретенам поставов, расположенных около этой вертикальной оси. Эти веретена поставов снабжены шкифами в 4 фута диаметром, т. е. вращаются со скоростью бегунов от 116 до 120 оборотов в минуту. Два из поставов назначены для первого помола (дранья), а 2 других для перемола крупы и др. Все они имеют французские камни диаметром в $4^1/_2$ фута.

Для передачи движения побочным снарядам подле большого лобового колеса насажен большой барабан, диаметром в 4 фута, шириною в 10 дюймов, на который надет бесконечный ремень, проведенный от барабана на горизонтальный вал, идущий вдоль здания по потолку второго этажа. Этот вал снабжен на своем конце коническим колесом, сцепленным с коническим же колесом горизонтального № 2 поперечного вала 2-го этажа. На вале № 1 сидят: 1) барабан для движения зернового сита во 2-м этаже; 2) барабан для движения вала № 3, движущего (в кровельном этаже) верхнее колесо зернового элеватора и зерночистилку, и 3) барабан для движения стулового подъема; 4) коническое колесо для движения вала № 2. На вале № 2 (2-й этаж) сидят: a) барабаны для движения элеваторов; b) барабан для движения вала № 4

кровельного этажа, движущего верхний мучной винт и гоппербой (коническим зубчатым колесом); c) барабан для движения большой и малых пеклевальных машин; d) барабан для движения мучных винтов нижнего этажа, ведущих муку от поставов к элеваторам.

Очищение зерен производится так: зерна, поднятые в 1-й этаж (подъемы), падают в ящик и поднимаются элеватором, помещенным подле самой стены, отгораживающей машину от мельницы. Элеватор поднимает зерна в верхнюю часть кровельного этажа, где над паровою машиною стоят сперва зерночистительные жернова (200 оборотов в минуту), потом прибор со щетками (200 оборотов в минуту) и, наконец, вентилатор для веяния (400 оборотов в минуту); далее зерна идут в зерновое сито 2-го этажа и отсюда винтом передвигаются в зерновые лари 2-го этажа, стоящие над поставами. Помолотые зерна падают в нижний этаж, двигаются винтами и поднимаются элеваторами под кровлю, где мука падает или на гоппербой, или в особые ящики. Мучной элеватор, сообщенный с 2 поставами, производящими перемол, устроен двойной (два ряда ковшей), так что если оба постава дают разные продукты (например, первый мелет первую, а второй — вторую крупу), то они поднимаются порознь и всыпают перемол: один на гоппербой, другой в ковш пеклевального снаряда для черной муки. Гоппербой устроен один, по правилам, сообщенным на стр. 675. Пеклевальных машин три. Одна с двойным оборотом муки, расположена во 2-м и 1-м этажах, назначена для тонкой муки и снабжена тканями № 00 на длине 3 фута, № 5 — 5 футов и №№ 11—15 на длине 22 фута (на нижнем и верхнем ситах); всякое сито длиною 17 футов, всех сит две пары в одной машине, по две в каждом этаже. Два ящика пеклевальной машины помещены в 1-м этаже. Они об одном сите 18 футов длиною.

Отверстия для муки находятся от всех пеклевальных снарядов в нижнем этаже. Диаметр сит 38 дюймов. Всего сеющей поверхности 936 кв. футов, т. е. по 234 кв. фута для каждого постава. Крупы собираются в мешки и вносятся стуловым подъемом во второй этаж; где выбрасываются в ящики двух поставов для перемола. Отруби не перемалываются.

Паровая машина стоила 5000 талеров (рублей), паровой котел и паровые трубы 2108 талеров, колеса, валы и барабаны нижнего этажа и поставов 2998 талеров, приводы для 3-го и 4-го этажей 524 талера, приводы для подъемов 285 талеров, валы, барабаны и проч. для элеваторов, мучных винтов и пеклевальных снарядов 682 талера, железные части гоппербоя 106 талеров, железные части стулового подъема 55 талеров, железные части зерночистильных снарядов 147 талеров, столярная работа пеклевальных снарядов,

элеваторов, винтов, гоппербоя, поставов и др. 1611 талеров, 4 пары французских жерновов с насечкою и проч. 840 талеров, зерночистильные жернова 38 талеров, металлические ткани для зерночистилки, жесть для элеваторов, краны для подъемов жерновов и другой мелочи 224 талера, ремни для приводов 610 талеров, ситяная ткань 377 талеров; инструменты для ковки жерновов и других поделок 305 талеров, рабочим 1070 талеров, за план и главноуправляющему постройкою 846 талеров — всего 17 828 талеров. Служат при машине и мельнице (для дневной и ночной работы): 1 управляющий, 1 машинист, 2 мельника и 2 работника. Расход каменного угля (с гарантиею фабриканта) 4 фунта на каждую лошадиную силу в час. Мельница может в 24 часа перемолоть (три раза) и обработать около 90 четвертей пшеницы.

Мельницы с цилиндрическими жерновами

Все вышеупомянутые системы поставов устроены по старой системе горизонтально двигающихся жерновов. Такие жернова имеют тот существенный недостаток, что зерно и перемолотая мука остаются в них очень долго, а потому мука выходит сильно нагретая, что, как мы уже говорили, может вредить достоинству муки. Кроме того, недостаток старой системы жерновов определяется тем, что в них истребляется гораздо более работы, чем следует. Это зависит от того, что много силы бесполезно тратится на напрасное нагревание муки, на стирание камней и на напрасное трение муки. Все эти причины заставили обратить внимание на поставы с цилиндрическими жерновами, вращающимися около горизонтальных осей. Выгоды их несомненны. Зерно, попадая в угол между двумя вращающимися цилиндрами или в пространство между неподвижною вогнутою поверхностью и вращающимся цилиндром, должно перемалываться и проходить столь быстро, что мука не успеет нагреться. Сила, движущая цилиндры, должна тратиться только на раздробление зерен до желаемой тонкости. Лишь только получилась мука этой желаемой степени тонкости, — она по силе тяжести и вследствие инерции будет продолжать двигаться вниз, — нет нужды в особой трате силы на передвижение муки, потому что движение ее будет сверху вниз, а не между сжатыми и трущимися горизонтальными поверхностями, как в обыкновенных поставах. Уже эти одни преимущества достаточны для того, чтобы дать предпочтение цилиндрическим жерновам над обыкновенными. Это заставляет нас утверждать, что будущность мельничного искусства заключается в усовершенствовании цилиндрических жерновов.

Успех введения их до сих пор весьма незначителен, потому что снаряды и способы помола цилиндрическими жерновами еще мало исследованы.

В 30-х годах текущего столетия почти единовременно стали известны три системы мучных мельниц с горизонтальными жерновами. Главным поводом к устройству их служили давно известные мельницы подобного рода для измельчения солода, для раздавливания маслянистых зерен, для измельчения многих твердых веществ и т. п. Коллье (Collier) в Париже, Гельфенбергер (Helfenberger) в Швейцарии, Боллингер (Bollinger) в Вене применили подобное же устройство для получения муки из злаков. *Гельфенбергер* построил свой постав из двух мелко нарезанных железных цилиндров, сближенных между собою и вращающихся в противоположные стороны. Под обоими жерновами лежала доска из твердого дерева (почему не из камня?), которая нажималась на нижние поверхности жерновов. Зерна из ковша и башмака, помещенных сверху между обоими цилиндрами, падали между цилиндрами и превращались в грубую муку. Окончательное перемалывание происходило тогда, когда мука попадала в пространство между цилиндрами и доскою. С доски нагретая мука падала в пеклевальный снаряд. Результаты этой мельницы весьма простого устройства не известны. Известно только, что движимая силою, равною 1 лош. силе, она ежедневно молола от 18 до 21 пуда зерен (т. е. около 2 четвертей). Недостатки этой мельничной системы очевидны. Зерна между цилиндрами лупились, раздавливались и трескались, а не резались и не рвались, а между цилиндрами и доскою они крошились и давились, как в ступке. Это требует много работы и не может дать хорошего выхода муки.

В системе *Боллингера* видно уже некоторое улучшение. Его постав составлен из трех твердых металлических цилиндров: два сверху, один снизу. Оба верхние цилиндры, между которыми падают зерна, вращаются в противоположные стороны, касаются друг друга и снабжены бороздками, идущими в обоих цилиндрах по разным направлениям. Нижний цилиндр прикасается к двум верхним. Скорость обращения всех трех различна, что при бороздчатых поверхностях цилиндров делает помол более совершенным, чем в вышеописанной системе. Один из верхних валов делал до 32, другой около 40 оборотов в минуту, нижний цилиндр вращался со скоростью 48—50 оборотов в минуту.

Система *Коллье* состояла из двух рядом лежащих конических валов. Широкий конец каждого вала приложен к узкому концу другого вала, так что оси обоих валов параллельны между собою и лежат в одной горизонтальной плоскости. Скорость вращения обоих валов одинакова, но так как и прикасающиеся окружности

везде (кроме средины) имеют неодинаковые диаметры, то зерно, падающее сверху, попадает как бы между двумя цилиндрами, имеющими неравную скорость вращения. Этим достигается то, что зерна не только давятся между цилиндрами, но раздробляются, рвутся. Этому способствуют насечки, сделанные на обоих валах.

Ни одна из трех вышеописанных систем не имела надлежащего успеха и, кажется, не была испытана в большом виде, что одно могло бы указать на те усовершенствования, которые должны быть введены в этих системах мельничных поставов.

В 1835 г. фрауэнфельдский механик *Зульцбергер* устроил цилиндрическую мельницу, давшую желаемые результаты. Расположение системы валов, их скорость обращения и способ пеклевания составляют особенности системы Зульцбергеровой мельницы. Цилиндры располагаются парами. Диаметр их около 6 дюймов. Они делаются из твердых сортов железа. В каждой паре оси валов лежат в одной горизонтальной поверхности. Оси всех пар лежат в плоскостях, параллельных друг другу. Особое внимание обращено на плотность положения осей, которыми вовсе не определяется ширина мелющего пространства. Оси неподвижны. В каждой паре направление движения каждого цилиндра противоположно направлению соседнего цилиндра. В верхний угол, образуемый цилиндрами, падает зерно или крупа, назначенные для перемола. В том угловатом пространстве, которое остается между обоими цилиндрами, снизу помещается чугунная лежачая трехгранная призма. Верхние грани ее вогнуты соответственно изгибу поверхности валов. Таким образом, каждая из двух верхних граней чугунной призмы соответствует четверти окружности каждого из двух рядом лежащих цилиндров по всей их длине. Поднимая или опуская эту чугунную призму, легко уменьшать или увеличивать расстояние между выпуклыми поверхностями цилиндров и вогнутыми поверхностями призмы. Пространство между ними и служит для перемола. Валы расположены в двух системах. Первая система служит для первого грубого перемола зерен в крупу, вторая — для перемола крупы в муку. Расположение валов в обеих системах одинаково: сверху два вала (между ними засыпается то, что мелется), снизу по бокам две пары валов. В эти последние падает то, что перемололось между верхними валами и что прошло между вогнутою и выпуклою поверхностью верхней пары цилиндров и призмы, к ним приложенной. При грубом помоле, т. е. в первой системе 6 валов, валы бороздчатые, а вогнутые поверхности чугунной призмы обложены сталью, нарезанною как на обыкновенных напилках. Вторая система валов, служащих для перемола на муку, состоит из двух верхних гладких и из нижних, мелко бороздчатых цилиндров. Такая система поставов особенно

хорошо применима к помолу пшеницы. Ржаные зерна неудобно, по их твердости и вязкости, превращать здесь в муку, а хорошо переделывать на крупу разных сортов. Помол пшеницы ведут таким образом: зерна идут сперва чрез чистилку, потом в первую систему грубого помола. Оттуда грубый помол идет в проволочное цилиндрическое сито (без щеток). Здесь полученную крупу проводят в прибор для сортировки крупы (Griesseparator). Этот прибор состоит из ящика с 4 или 5 отделениями, над верхним отверстием которых туда и сюда двигается плоское сито с проволочною тканью 4—5 разных нумеров. Самая грубая крупа, получающаяся в последнем отделе, идет на новый перемол и иногда на систему обыкновенных поставов. Прочие сорты крупы, каждый сам по себе, перемалываются на второй мучной системе валов. На этой системе, однако, всегда получается довольно значительное количество крупы, не перемолотой в муку. То, что выйдет из второй системы, разделяют особою системою сит и вентиляторов на разные сорты муки, крупы и отрубей.

Система из четырех пар крупяных и мучных валов мелет в 24 часа $74^1/_4$ баварских шеффеля (около 79 русских четвертей) пшеницы в муку и в то же время от $189^1/_2$ до $201^1/_2$ баварских шеффеля (около 210 четвертей) перемалывает в крупу.[1] Для движения трех пар цилиндров одной системы требуется средним числом 1 лош. сила. Помол никогда не бывает на этой мельнице столь полон, т. е. количество муки не столь велико, как на обыкновенной мельнице хорошего устройства. Разность около 30%. Этот недостаток, конечно, исправим. Мука с мельницы Зульцбергера превосходит обыкновенную муку своею нежностью. Она не перегревается, не требует охлаждения, зерна не смачиваются, а потому такая мука особенно полезна для сохранения и дальних перевозок, которых не выдерживает мука перегретая, а особенно полученная из зерен, смоченных пред помолом. Тесто из муки с Зульцбергеровой мельницы выходит рыхлое, нежное и припек больше, чем от обыкновенной муки.

---

[1] В Баварии 1 шеффель . . . . . =222.348 л
» Пруссии 1 » (берлинский) . . . . . = 54.96 »
» Саксонии 1 » (дрезденский) . . . . . =103.94 »
» Виртемберге 1 » . . . . . =177.226 »
» Бадене 1 мальтер . . . . . =153.00 »
» Кургессене 1 фиртель . . . . . =160.48 »
» Великом герцогстве Гессене 1 мальтер . . . . . =128.00 »

1 л = 0.0813 части ведра, или 0.0381 четверика, 1 л воды весит 1 кг, или 2.44 русских фунта. Таким образом, 100 баварских шеффелей = почти 106 русским четвертям, а 100 прусских шеффелей = почти 26 четвертям.

везде (кроме средины) имеют неодинаковые диаметры, то зерно, падающее сверху, попадает как бы между двумя цилиндрами, имеющими неравную скорость вращения. Этим достигается то, что зерна не только давятся между цилиндрами, но раздробляются, рвутся. Этому способствуют насечки, сделанные на обоих валах.

Ни одна из трех вышеописанных систем не имела надлежащего успеха и, кажется, не была испытана в большом виде, что одно могло бы указать на те усовершенствования, которые должны быть введены в этих системах мельничных поставов.

В 1835 г. фрауэнфельдский механик *Зульцбергер* устроил цилиндрическую мельницу, давшую желаемые результаты. Расположение системы валов, их скорость обращения и способ пеклевания составляют особенности системы Зульцбергеровой мельницы. Цилиндры располагаются парами. Диаметр их около 6 дюймов. Они делаются из твердых сортов железа. В каждой паре оси валов лежат в одной горизонтальной поверхности. Оси всех пар лежат в плоскостях, параллельных друг другу. Особое внимание обращено на плотность положения осей, которыми вовсе не определяется ширина мелющего пространства. Оси неподвижны. В каждой паре направление движения каждого цилиндра противоположно направлению соседнего цилиндра. В верхний угол, образуемый цилиндрами, падает зерно или крупа, назначенные для перемола. В том угловатом пространстве, которое остается между обоими цилиндрами, снизу помещается чугунная лежачая трехгранная призма. Верхние грани ее вогнуты соответственно изгибу поверхности валов. Таким образом, каждая из двух верхних граней чугунной призмы соответствует четверти окружности каждого из двух рядом лежащих цилиндров по всей их длине. Поднимая или опуская эту чугунную призму, легко уменьшать или увеличивать расстояние между выпуклыми поверхностями цилиндров и вогнутыми поверхностями призмы. Пространство между ними и служит для перемола. Валы расположены в двух системах. Первая система служит для первого грубого перемола зерен в крупу, вторая — для перемола крупы в муку. Расположение валов в обеих системах одинаково: сверху два вала (между ними засыпается то, что мелется), снизу по бокам две пары валов. В эти последние падает то, что перемололось между верхними валами и что прошло между вогнутою и выпуклою поверхностью верхней пары цилиндров и призмы, к ним приложенной. При грубом помоле, т. е. в первой системе 6 валов, валы бороздчатые, а вогнутые поверхности чугунной призмы обложены сталью, нарезанною как на обыкновенных напилках. Вторая система валов, служащих для перемола на муку, состоит из двух верхних гладких и из нижних, мелко бороздчатых цилиндров. Такая система поставов особенно

хорошо применима к помолу пшеницы. Ржаные зерна неудобно, по их твердости и вязкости, превращать здесь в муку, а хорошо переделывать на крупу разных сортов. Помол пшеницы ведут таким образом: зерна идут сперва чрез чистилку, потом в первую систему грубого помола. Оттуда грубый помол идет в проволочное цилиндрическое сито (без щеток). Здесь полученную крупу проводят в прибор для сортировки крупы (Griesserarator). Этот прибор состоит из ящика с 4 или 5 отделениями, над верхним отверстием которых туда и сюда двигается плоское сито с проволочною тканью 4—5 разных нумеров. Самая грубая крупа, получающаяся в последнем отделе, идет на новый перемол и иногда на систему обыкновенных поставов. Прочие сорты крупы, каждый сам по себе, перемалываются на второй мучной системе валов. На этой системе, однако, всегда получается довольно значительное количество крупы, не перемолотой в муку. То, что выйдет из второй системы, разделяют особою системою сит и вентиляторов на разные сорты муки, крупы и отрубей.

Система из четырех пар крупяных и мучных валов мелет в 24 часа $74^1/_4$ баварских шеффеля (около 79 русских четвертей) пшеницы в муку и в то же время от $189^1/_2$ до $201^1/_2$ баварских шеффеля (около 210 четвертей) перемалывает в крупу.[1] Для движения трех пар цилиндров одной системы требуется средним числом 1 лош. сила. Помол никогда не бывает на этой мельнице столь полон, т. е. количество муки не столь велико, как на обыкновенной мельнице хорошего устройства. Разность около 30%. Этот недостаток, конечно, исправим. Мука с мельницы Зульцбергера превосходит обыкновенную муку своею нежностью. Она не перегревается, не требует охлаждения, зерна не смачиваются, а потому такая мука особенно полезна для сохранения и дальних перевозок, которых не выдерживает мука перегретая, а особенно полученная из зерен, смоченных пред помолом. Тесто из муки с Зульцбергеровой мельницы выходит рыхлое, нежное и припек больше, чем от обыкновенной муки.

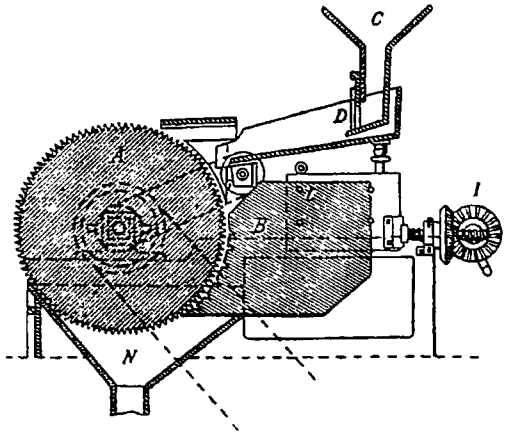
---

[1] В Баварии 1 шеффель . . . . . =222.348 л
» Пруссии 1 » (берлинский) . . . . . = 54.96 »
» Саксонии 1 » (дрезденский) . . . . . =103.94 »
» Виртемберге 1 » . . . . . =177.226 »
» Бадене 1 мальтер . . . . . =153.00 »
» Кургессене 1 фиртель . . . . . =160.48 »
» Великом герцогстве Гессене 1 мальтер . . . . . =128.00 »

1 л = 0.0813 части ведра, или 0.0381 четверика, 1 л воды весит 1 кг, или 2.44 русских фунта. Таким образом, 100 баварских шеффелей = почти 106 русским четвертям, а 100 прусских шеффелей = почти 26 четвертям.

Наиболее упрощенная и, повидимому, весьма удовлетворительная система постава предложена *Адамсом* и *Маасом*. Вертикальный разрез постава по их системе представлен на фиг. 46.

A — бегун, вращающийся по горизонтальной оси со скоростью 100 оборотов в минуту (при каком радиусе?). Неподвижный твердый камень *B* прилегает к части окружности бегуна. Особые винты способны по произволу удалять и приближать камень *B* к бегуну, ось которого неподвижна. Между насечками обеих поверхностей (бегуна *A* и камня *B*) оставляется пространство для прохода зерна и муки, — это и есть мелющее пространство. Ковш *C* и башмак *D* с трещалкою имеют обыкновенное устройство. Зерна падают из башмака в угол между бегуном и камнем и, быстро перемалываясь, пробегают мелющее пространство. Напрасного трения и нагревания нет. Воронка *N* принимает муку, перемолотую камнями.



Фиг. 46. Цилиндрический жернов Адамса и Мааса.

Мы описали пять систем поставов с горизонтальными осями и с цилиндрическими или коническими мелющими поверхностями. Их должно считать зародышами близкого будущего усовершенствования поставов этого рода. Усовершенствования мельничного дела, вероятно, пойдут по этому направлению. Возможность доказана многими опытами, выгоды и преимущества несомненны — остается посвятить капитал, знание, сметливость и настойчивость на развитие этого рода промышленности. А это, несомненно, один из самых важнейших и естественных родов промышленности. Чтобы до некоторой степени судить о потребности этого рода промышленности, заметим, что в России средним числом (по Тенгоборскому) собирается до 260 млн четвертей зерна, а каждая четверть весит около 10 пуд. Из этого количества около $^1/_4$ оставляется на посев и запасы, около 4 млн четвертей идет за границу.[1] Положим, что ежегодно потребляется, а следовательно, и перемалывается 125 млн четвертей

[1] Нельзя не воспользоваться случаем, чтобы напомнить о выгоде отправления хлеба в виде муки пред отправлением в виде зерна. Плата за работу осталась бы внутри края, перевоз был бы дешевле, отруби шли бы на корм скоту.

зерна. На этот перемол необходимо, наименьшее, 45 тыс. поставов, считая, что каждый постав беспрерывно работает 300 дней в году. Для движения всех этих поставов необходима сила около 150 тыс. паровых лошадей (паровая лошадиная сила = 15 пудофутам) в каждую секунду. Эту работу могут выполнить 8 тыс. паровых машин или водяных, или ветряных колес в 20 саж. каждая. Если бы водяные, паровые и тому подобные мельницы заменить ручными, то для доставления муки на жителей России требовалось бы около $1^1/_2$ млн рабочих, потому что только 30 человек, попеременно работая, и то с великим трудом, могут заменить работу одной машины, которой сила равна силе одной паровой лошади. Маленькая мельница о 4 поставах с колесом, дающим работу в 20 сил, *освобождает*, в истинном смысле этого слова, 200 человек от работы рабов. Они были необходимы римлянам, когда те не умели еще пользоваться водою, они и теперь необходимы в странах, где свет современного промышленного усовершенствования не пришел на помощь к ревнителям освобождения.

Промышленность, освобождая людей от чисто механического труда, имеет в виду целое общество, работает в его пользу, а не в пользу отдельных лиц. Не ее вина, если выгоды скопляются в руках капиталистов. Здесь не место распространяться о том противодействии, какое ставит монопольное сосредоточение капиталов в известных руках освобождающему действию успехов промышленности. Ассоциации, сборные капиталы и т. п. суть естественные и сильные орудия противу этого исторического зла. Мы слабо коснулись здесь вопроса об общественном значении промышленных успехов и то только потому, что часто слышали нападки на них, нападки, всей тяжестью своей падающие на общественную систему, бессильную противу почти безграничного сосредоточения капиталов в немногих руках.

О помоле на муку

Под именем *помола* разумеют способы получения разных сортов муки, зависящие от искусства сочетать известную степень перемола [1] с определенным ходом просеивания.

Простой помол в первоначальном своем виде есть первый в историческом и последний в экономическом отношениях. Зерно, как есть, прямо мелется раз нацело на муку, и полученная мука в неизменен-

---

[1] Степенью перемола я для краткости буду называть бо́льшую или меньшую мелкость муки, получаемой из-под жерновов. Она зависит от расстояния [между] жернов[ами].

ном виде идет к потребителям, — вот первоначальный вид простого помола. Просеивание производится в домашнем обиходе. Потери много в количестве муки, а в качестве нет и не может быть хороших достоинств, потому что простое решето и сито не могут отделить из муки простого помола хороших сортов муки, а степень перемола заставляет разрушать оболочки, так что в сеяной муке много мелких серых частиц отрубей или, при грубости помола и просеивания, много крупки. Многие более или менее счастливые приспособления изменили этот помол. Жернова стали подвергать хорошей насечке, — оболочки перестали приводиться в порошок, зерно стало вполне перемалываться. Полученную муку стали пеклевать в многих снарядах и отделять хорошие сорты муки от более низких сортов, от крупки[1] и от разных сортов отрубей. Зерна стали смачивать перед помолом, чтобы придать оболочкам большую гибкость и заставить их лупиться, а не крошиться.

Множество более или менее различных помолов образовалось при изменении первоначального вида простого помола. Эти частные виды употребляемых помолов нет возможности описывать. Мы упомянем только об некоторых из них, говоря о помоле, принятом на французских и немецких мельницах, а теперь заметим, что от простого помола по существу своему существенно отличается *дробный помол*, известный во Франции под именем *экономического помола*, а в Германии под именем *белого помола*. Дробный помол состоит в том, что первый перемол ведется с далеко поставленными жерновами, зерно лупится, дает крупу, а самые нежные части зерна, т. е. самые богатые тонким крахмалом, рассыпаются и дают нежную муку.

Продукт перемола в пеклевальных снарядах делят на муку (лучшие сорты), крупку и отруби. Крупку легко отделить от отрубей, здесь полученных, потому что отруби эти очень велики, а крупа их мельче, тяжелее и круглее, следовательно, в грубых ситах она выпадет прежде отрубей. Крупку и отруби получают разных сортов и мелют их снова на жерновах, ближе друг к другу поставленных, и получают снова муку, крупку и отруби. Так повторяют перемол обыкновенно 4 раза, пока не останутся одни тощие отруби, не содержащие муки, и не станет получаться мука уже с перемолотыми отрубями.

---

[1] Крупкою называю я в статье о помоле ту часть перемола, которая состоит из неперемолотых кусков зерна. Она не дает теста. Смоченная водою, она только мякнет, но не разминается в тесто.

Попавши в тесто, крупка составляет в не[м] комья вовсе не рыхлые. Крупка есть собственно крупа, но она отличена здесь потому, что помол на собственно крупу другой.

И дробный помол, подобно простому, представляет многие видоизменения.

Простой и дробный помолы — вот два существенно отличные вида помола. Который лучше? Вопрос сложный. На него отвечать положительно и прямо, общим ответом, не следует. Вопрос, конечно, должно сразу разделить на три существенных отличных вопроса: который перемол дешевле для мельника? который перемол дает дешевейшую муку лучшего сорта? и, наконец, который перемол дает больше муки вообще? Прежде всего заметим, что решение этих вопросов зависит от сорта зерна: твердые зерна особенно хороши для дробного помола, менее твердые для простого, и т. п.; от свойства жерновов, их насечки и вообще установки постава: простые неточные поставы, не столь твердые жернова, крупная насечка — не годны для дробного помола, и т. д. Решение указанных вопросов зависит также от местной потребности в муке разных сортов, в крупке для каш, для корма скота и т. п. Во все эти подробности нет возможности входить здесь, — это дело сметки, расчета и т. п.

По существу своему и тот и другой из главных видов помола пригодны для всевозможных усовершенствований. При простом помоле, для усовершенствования его, требуется доброта камня, тщательная насечка, перемол полный, чтоб немного выходило крупки, разрывание, а не растирание зерна, потому что тогда и оболочки перешли бы в муку, при этом требуется, конечно, и совершенное, производимое в разнообразных ситах просеивание. Оно-то и делит муку на сорты, потому что внутренние части зерна, богатые крахмалом, легко крошатся при разрезывании жерновами, а наружные части зерна более вязки — они дают более жесткую, т. е. крупную муку и потому просеиваются чрез низшие нумера ситовой ткани. Сущность этих усовершенствований лежит в самой сущности мучного дела. Потому-то на всех новейших американских мельницах и держатся простого усовершенствованного помола. Он, конечно, дешевле для мельника, потому что зерно проходит только раз под жерновом.[1] Простой помол в усовершенствованном его виде дает всей муки (не содержащей отрубей) больше, чем дробный помол, что показывают многие опыты и выводы долгой практики. Оттого-то мы и утверждаем, что простой помол, при усовершенствованных поставах и ситах, лучше, ибо выгоднее дробного для мельника (т. е. по расходу на время работы и цену двигателя) и для потреб-

---

[1] Малое количество крупки идет в новый перемол, но это не может итти в расчет. Каков бы ни был помол, все получится, кроме муки и отрубей, часть крупки. Иначе мука будет слишком перемолота и не даст хорошего теста.

ностей, потому что дает больше муки. Не тот вывод получится, когда обратимся к перемолу на простых мельницах или на мельницах, не доведенных во всех своих частях до совершенства хотя бы так называемых американских мельниц. Там дробный помол выгоднее: он требует небольших изменений в обыкновенном устройстве частей мельницы. Было время, когда его считали единственным выгодным способом помола; долгое время содержался он в секрете у французских мельников. Буке (Bouquet) объяснил этот способ и сделал в нем многие усовершенствования. Достоинства этого способа, против первоначально употреблявшихся способов простого помола, несомненны и состоят преимущественно в том, что дробный, или экономический, помол дает несравненно больше муки хороших качеств, чем первоначальный простой помол. Но едва ли это зависит столько от помола, сколько от усовершенствования всех частей мельничного производства, вводимых при экономическом помоле. Он легко применим для получения хорошей муки и большого количества муки разных сортов на малых мельницах, потому что требует не столь многих пеклевальных снарядов. В разных местах его ведут различно. Мы приводим формулу, показывающую пример экономического помола:

Пшеница.

Чистилки разных сортов для очистки зерен.

Очищенная пшеница.

Ковш, башмак, жернова.

Цельная мука.

Плоское сито и первое цилиндрическое шелковое сито.

Мука 1-го сорта.	*Мелкая крупка.* Жернова.	*Большая крупка и отруби.* Проволочное сито, движущийся цилиндр и щетки.		
		Серая крупка.	*Перловая крупка.*	*Отруби и отброски.*

↓

Сито и жернова.

Мука 1-й крупы.	*Вторая крупка.*	*Серая мука.*	*Отруби и отброски.*

и т. д.

Таким образом, тремя или четырьмя перемолами из 100 частей зерна получают следующие сорты муки, отрубей и проч.:

Белой муки	от первого просеивания	38.3
	из первой крупки	19.2
	от второй	8.5
Серой муки	от четвертого просеивания	5.0
	от пятого	3.3
	Чистых отрубей	10.8
	Recoupes	6.8
	Recoupettes	5.7
	Отбросков, выпаривания и потери	2.4
		100

Собственно говоря, экономический помол состоит в перемоле грубых отрубей. Первый перемол ведется при далеко отстоящих жерновах. При следующих перемолах жернова все сближают более и более. Из перемола сперва отделяют муку, потом крупу и отруби; крупа и отруби идут в новый перемол и сортируются разными ситами. Для экономического помола употребляют обыкновенно большие жернова. Этот помол особенно выгодно употреблять тогда, когда серая крупка может иметь самостоятельный сбыт для корма домашних животных и т. п. Твердая пшеница особенно пригодна для дробного помола.

Наиболее известные помолы, употреблявшиеся во Франции до введения экономического помола, суть следующие:

a) Сельский помол для бедняков есть простой помол, т. е. зерно идет только раз между жерновами, и мука проходит только чрез один мучной мешок. Ткань этого мешка вверху довольно плотна, а в конце очень редка. Из верхнего конца получалась смешанная серая мука, из нижнего конца высыпались крупка и мелкие отруби. Только одни грубые отруби проходили чрез весь мешок, но они уносили с собой много муки, что устраняется во всех новых мельницах тщательным просеиванием самих отрубей. В этом способе все ошибочно, начиная с названия. Это скорее расточительный помол, чем помол для бедняков. Он пригоден для ленивого мельника, но не для продавца муки, ни для ее покупателя, потому что вся мука выходит грубою и серою и значительная часть ее остается в отрубях.

b) Сельский помол для богачей отличается от предыдущего тем, что пеклевальный мешок по всей своей длине состоит из ткани большого нумера, пропускающей только тонкую муку Крупка, грубая или серая мука проходят чрез весь мешок, но не просеиваются.

c) Сельский помол для горожан занимает средину между обоими предыдущими. Мешок пропускает муку, крупу и тонкие отруби, потому мука получается несколько серая. Отруби, выходящие из мешка, содержат, конечно, много муки. Эти помолы имели большое значение для показания недостатков простого помола. Сравнительно с ними дробный вышеописанный помол есть действительно экономический. В настоящее время во Франции ведут или этот последний помол, или простой помол, усовершенствованный на американских мельницах.

Этот последний называется там грубым, или американским, помолом. Для него обыкновенно употребляют четыре различных ситяных ткани. Каждый продукт часто еще вновь просевают. Этим путем получают: белую муку разных сортов, полубелую муку, несколько сортов крупки, отрубяной муки и отрубей. Низшие сорты белой муки и вся серая мука отделяются от крупы и отрубей только чрез посредство хорошо управляемых проволочных и шелковых сит. Должно заметить здесь, что вращающиеся сита имеют то важное преимущество, что дают возможность отделять плотные части от более легких, округленные от более плоских. При постоянном вращении сита более легкие части будут проходить всегда дальше, чем более тяжелые. Оттого белая мука просеется раньше серой, потому что серая содержит в себе рыхлую клетчатку.[1]

Американский помол из 100 частей пшеницы дает средним числом в настоящее время:

Белой муки разных сортов	до 65
Полубелой	около 15
Отрубей и крупки	» 18
Потери и проч	менее 2
	100

Потеря часто меньше 1%. Из 65 частей белой муки больше половины составляют лучшую муку. Само собою понятно, что при американском помоле нагревание муки сильнее, чем при экономическом, а потому хорошее охлаждение неизбежно.

Кроме американского и экономического способов, на мельницах Франции употребляют в настоящее время еще крупяной помол. Этот помол есть видоизменение экономического. Его употребляют только для получения самой тонкой муки и только

[1] Здесь, конечно, дело идет об истинной плотности разных сортов муки, которая зависит преимущественно от содержания крахмала. Чем больше крахмала, тем больше истинная плотность муки. Кажущаяся плотность муки, о которой мы будем вскоре говорить, зависит от других условий.

для перемола твердых и хороших сортов пшеницы. Только она одна и может дать удовлетворительные результаты при этом помоле. Зерна сперва тщательно очищают и сортируют, потом облупливают от оболочки (пропуская чрез далекие жернова), провеивают, мелют *очень* крупно и перемол просеивают. Получают очень немного самой тонкой муки (betit blé), круп и отруби. Крупу мелют по возможности крупно, сеют и получают тонкую муку, крупку и отруби. Эта мука идет на макароны и для пирожных. Она называется betit blanc ou à vermicelle, что соответствует конфектной муке. Крупку снова мелют и т. д. 100 частей чистого зерна дают:

Betit blé	0.8
» blanc	20.4
Муки белой № 1	20.4
» » № 2	6.4
» » просто	11.4
» серой »	19.0
Отрубей и проч.	21.6
	100

В Германии употребляют на простых мельницах два способа помола. Первый называется грубым, второй белым. Грубый помол есть простой. Бо̀льшая часть оболочки разрывается и примешивается к муке, которая пропускается чрез два или несколько пеклевальных мешков. Мука выходит грубая, темная. Белый помол есть дробный. Сперва жернова ставятся так далеко друг от друга, чтобы оболочки не помололись, при следующем перемоле камни сближают. Пеклевальные мешки шьются из тканей разных нумеров и дают муку многих сортов. Таким путем из 100 частей пшеницы получают:

Тонкой муки	55
Средней серой	18
Черной	9
Отрубей	18
	100

Таким же путем обработанные зерна ржи дают на немецких мельницах средним числом:

Тонкой муки	40
Крупной »	20
Среднего сорта	10
Черной муки	5
Отрубей и потери	25
	100

Итак, повсюду способ помола бывает двоякий: простой и дробный; то же самое повторяется и у нас.

Разделение муки на разные сорты зависит от тех качеств ее, о которых будет упомянуто в статье об испытании муки.

Зерна, назначаемые для перемола, после очищения часто предварительно смачивают водой. Для этого зерна в ящике обливают водою, перемешивают и оставляют лежать несколько времени. Или же, и это гораздо лучше, очищенные зерна заставляют сыпаться ровною струею и эту струю обрызгивают струею воды. Количество воды и продолжительность лежания определяются качеством и количеством зерна. Такое смачивание имеет целью заставить разбухнуть оболочки и прилежащий к ним белковый слой (см. стр. 564) и сделать их чрез то мало способными к раздроблению и переходу в муку. Нет спора, что это средство ведет к цели, для которой употребляется, но мука из смоченных зерен скоро портится, дает комки, тухнет и часто дает хлеб с запеком (закалом); такая мука вовсе не годна для перевозки и долгого хранения, потому-то смачивания зерен должно, по возможности, избегать. В настоящее время на американских мельницах избегают смачивания.

Арабы Северной Африки для приготовления общеизвестной в тех местах куску (couscous des Arabes) употребляют замечательный способ отделения зерновых оболочек от мучной части зерна. Для этого они, как рассказывает Пайен, смоченную пшеницу выкладывают кучами на солнце. Зерна скоро разбухают. Им не дают прорастать и для того кучи быстро разгребают. Солнце скоро высушивает зерна, и тогда кожица легко лущится от зерна. Высушенные зерна пропускают между далекими жерновами, вся кожица лупится, и ее легко отвеять. Потеря не превышает 5—6%. Остальная крупа и составляет куску. Это есть совершенно чистая крупа, повидимому, нисколько не поврежденная от непродолжительного действия воды. Вероятно, со временем найдут способы достигать столь же хорошего результата в большом виде попеременным действием воды и струи сухого, слабо нагретого воздуха.

Русские крупчатки употребляют несколько способов для получения лучших сортов белой муки, которая у нас выходит едва ли не лучше, чем где-либо в других местах Европы. Их способы всегда экономические, т. е. дробные. Чтобы дать понятие о них, привожу способ, употребляемый чаще других.

Сперва очищают, или *обивают*, зерна на деревянных жерновах и веялке, потом смешивают с другими сортами зерна, смачивают и смоченным зернам дают сутки полежать. Такие зерна *обдирают*, т. е. на острых жерновах, далеко отстоящих друг от

Друга, обдирают зерновые оболочки. Вышедшее из-под жерновов (дранье) разделяют плоскими ситами на:

Белую куличную муку,
Серую куличную муку,
Белую крупку (манную),
Серую крупку и
Баламутку, или крупные отруби оболочки.

Крупку отвевают вентилатором и ее мелют на близких жерновах, что и дает после просевания лучшую белую муку. Остатки от этого перемола (те, что остались от дранья) смешивают разными способами вместе и чрез новый перемол и просевание получают муку, следующую за первым сортом. Так, чрез разные комбинации остатков от разных просеваний получают разные сорты муки и отрубей. У нас обыкновенно отличают крупичатую муку 1-го сорта (около по 10 руб.), 2-го сорта, или первач (по 8 руб.), 3-го сорта, или другач (по 6 руб.), *выбойку*, или крючки (5 руб.), 2-ю выбойку (по $3^1/_2$ руб.), *месятки*, или мелкие отруби, и *шапша*, или крупные отруби (продают по $2^1/_2$ руб.). Двенадцать кулей, или четвертей, пшеницы, что и составляет обыкновенно *передел*, соответствующий 120 пуд. зерна, дают средним числом [пудов]:

Муки № 1	42
» № 2	42
» № 3	11
Выбойки	6
Отрубей и потери	20
	120

Впрочем, чаще получают муки 2-го сорта больше, чем первого; так, например, на мельнице г-на Митрофанова в Боровичах с 500 переделов получили 4162 мешка (по 5 пуд. каждый) 1-го сорта, 4273 мешка муки 2-го сорта. В этом случае 1-й сорт выходит самый добротный. Где нейдет много такой муки, там 1-го сорта стараются получить больше, и тогда он имеет, конечно, низшие достоинства.

Из 100 частей зерна обыкновенно получается от 85 до 75 частей муки.

Что касается до помола разных сортов хлебных зерен, то он мало отличается от помола пшеницы. Всего хуже молоть смесь каких бы то ни было зерен, даже зерен разных пород, если эти зерна имеют разную величину; такая смесь вовсе не может быть с выгодою подвержена экономическому помолу. Зерна ржи длиннее пшеничных, требуют более мелкой насечки жерновов; их отруби отличны от пшеничных (при равном расстоянии камней),

а потому требуют особых условий при помоле. Грубые и жирные ржаные отруби при вторичном помоле дают некоторое количество муки среднего достоинства. Весьма трудно при помоле ржи вполне устранить перемол оболочек, а потому, кажется, весьма полезно для ржи потребить систему дробного помола, но только без многократного перемола отрубей.

Ячменные отруби еще хрупче ржаных.

Помол на крупу и обрушивание зерен

Крупу получают из хлебных зерен, отделяя от них шелуху и оболочки и придавая им более или менее округленную форму. Обыкновенно для приготовления крупы употребляют ячмень, который для того первоначально обрушивают; в других местах для той же цели употребляют пшеницу, полбу, гречиху, маис и т. п. Различают многие сорты крупы. Самая грубая крупа есть угловатая, вроде нашей гречневой. Лучшие сорты крупы имеют вид маленьких округленных и гладких зерен разной величины. Такая крупа называется перловою.

Мельницы, на которых приготовляют ячменную крупу, выполняют три главные работы:

1) ячмень обрушивается и ломается;

2) обрушенный ячмень округляется;

3) полученная крупа отделяется от муки, вместе с ней образующейся, и крупа сортируется по величине зерен.

Обрушением называется отделение жестких плодовых оболочек от зерна. Мы уже говорили в статье о составе зерен, что полбу, однозернянки, эммер, ячмень, овес и проч. вымолачивают вместе с такими жесткими оболочками, а потому перед помолом должны быть обрушены. Для обрушивания служат или обыкновенные мельничные поставы, или поставы особенно для того устраиваемые. Для них берут обыкновенно более грубые камни, часто простой песчаник. Форма и величина бегуна обыкновенная, насечка грубее обыкновенной. Нижняк тремя или четырьмя дюймами шире бегуна. Расположение постава обыкновенное, только расстояние между камнями оставляется равным вышине обрушиваемого зерна, чтобы зерна не могли перемалываться, а только бы лупились. Из ковша и башмака [обрушенные] зерна засыпают в очко; камни обдирают шелуху, и все вместе падает в ящик или трубу, в которых посредством вентилятора шелуха отделяется от зерен. Для этого могут служить обыкновенные веялки и те зерночистилки, которые мы описали ранее.

Поставы для собственно крупяного производства много отличаются от обыкновенных, и очень редко обыкновенный мельничный

постав на простых мельницах в Германии снабжается особым приспособлением для помола на крупу. Бегун на крупяном поставе имеет нижнюю поверхность с немногими бороздками. Эти бороздки (числом 4) иногда снабжаются с одного края (режущего) стальными вправленными ножами, чтобы края бороздки не тупились. Но ныне вместо того устраивают чаще до 12 бороздок. Бегун делается из песчаника, преимущественно из твердых сортов. Бегун делают диаметром в $3^1/_2$—6 футов. Число оборотов от 220 до 150. Нижняк делается всегда больше бегуна, дюймов на 6 в поперечнике. Весьма часто нижняк заменяется деревянным кругом, обитым жестью. Бегун делается обыкновенно кверху немного шире, чем книзу. Главная работа бегуна производится его боковою коническою поверхностью. Эта поверхность окружена плотным деревянным коническим обечьем, отстоящим от поверхности бегуна не более как на 1 дюйм и опирающимся внизу на выступ нижняка. Это обечье называется Lauf, или Graupenlauf, и делается иногда каменное, а иногда обивается продырявленным железом, но чаще составляется из твердых досок. Обечье на 2—3 дюйма выше края бегуна и покрывается деревянною крышкою. В этой крышке делается сбоку (а не в средине) отверстие для засыпки зерна, а с другого боку отверстие для отвода вдуваемой (вентилатором) струи воздуха. Работа таких поставов ведется периодически. В постав всыпают определенное количество зерна (около 1 четверика), а его превращают в крупу, что длится около $^1/_4$ часа; тогда особый звонок дает знать, что засыпь готова, отворяют засов, и крупа высыпается в отверстие нижняка. Тогда снова засыпают зерна и т. д. Превращение зерна в крупу производится преимущественно чрез действие боковой поверхности бегуна. Обрушенный ячмень, назначаемый для помола на крупу, смачивают водою и оставляют лежать 8—12 часов, от чего ускоряется приготовление крупы и крупа получает более белый цвет (?). Затем зерна всыпают в ковш и пускают под жернов. Грубый помол, полученный таким образом, состоит из смеси оболочек, отрубей, муки и крупы разных сортов.

Эта смесь идет для отсеивания и сортирования в пеклевальный снаряд, состоящий из сит разных нумеров. Повторяя перемол при разных расстояниях [между] постав[ами], получают крупу разных сортов. Чтобы избежать частой пробы мелкости перемола, бегун снабжен особым механизмом (Wecker-Werk), который дает знать (звонком), что бегун сделал желаемое число оборотов. Тогда крупу вынимают из-под жернова, иначе перемол будет мельче желаемого. Остатки от перемола на крупу, так же как и многие остатки от мучного помола, идут в корм скоту. Многие опыты, так же как и весьма простое соображение, показывают, что хлебные зерна,

назначаемые для корма домашним животным, полезно предварительно подвергнуть грубому перемолу. Перемолотые зерна перевариваются гораздо совершеннее, а потому более питательны. В этом смысле весьма полезно перемалывать на крупу овес, назначаемый для лошадей, что и употребляется в хороших хозяйствах.

Для превращения ячменя, овса и т. п. в грубую и мелкую угловатую крупу в настоящее время употребляют особые машины, называемые машинами для перемола зерен, особенно употребима машина Люкардта, в которой зерна проходят между чугунными бороздчатыми цилиндрами.

Такие снаряды, несомненно, выгоднее жерновов, потому что требуют меньше силы и дают меньше муки, чем крупяные и обыкновенные жернова. Устройство их понятно из того, что было говорено нами о цилиндрических поставах.

Свойства и испытание муки

Доброта муки зависит от рода и чистоты зерен, от погоды во время созревания, от способов уборки и сохранения зерен, а также и от поставов, помола и проч. Различают множество сортов муки, что не может быть предметом нашего рассмотрения. Главные сорты муки различаются по ее мелкости, цвету и количеству отрубей, или клетчатой оболочки. Лучший сорт муки называется конфектною мукою или, иногда, первачом. В большей части мельницы нового устройства муку разделяют по нумерам. Ближайшее рассмотрение доброты муки для хлебопечения будет сделано в статье об этом предмете.

Цвет муки, ее сухость, запах и ощущение, какое она оставляет между пальцами, составляют обыкновенные средства для определения достоинства муки при покупке и продаже. Нормальная мука наощупь несколько зерниста, она не имеет черных пятнышек, серых или желтоватых чешуек (признак отрубей), должна поглощать много воды и давать легко тягучее тесто. Точное исследование муки состоит из следующих операций:

1) определение количества воды;

2) извлечение и испытание клейковины;

3) микроскопическое исследование муки и особенно крахмала, добытого из нее;

4) определение азота и пепла.

Сущность этих способов испытания должна быть понятна из того, что мы говорили в статье о составе зерен. Мы не распространяемся о способах испытания муки особенно потому, что этот важный предмет завлек бы нас очень далеко и уже довольно подробно

рассмотрен в книге г-на Ходнева «Химическая часть товароведения», выпуск первый.[1]

Определение влажности производится взвешиванием данной муки, высушиванием ее в течение нескольких часов (пока перестанет она терять в весе) при 110—120° и новом взвешивании.

Вся вода при этом улетучивается, в чем, однако, должно убедиться, взвесивши муку еще раз после нового часового высушивания. Если вся вода была удалена, то после этого вес не изменится; если же вес уменьшится, — значит высушивание не было кончено, и его еще должно продолжать.

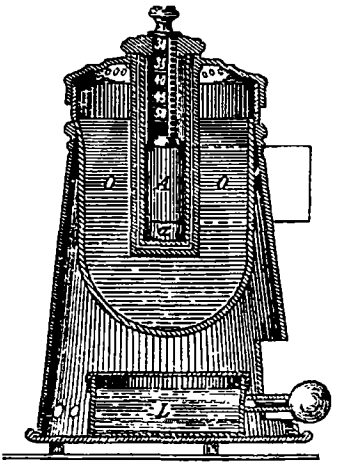
Количество воды в муке изменяется от 6 даже до 20—25%, среднее 17%. Если воды больше 20%, то мука была подмочена.

Получение клейковины из муки составляет одно из важных средств для определения достоинства муки. При этом должно обращать особое внимание на качество полученной клейковины, потому что количество клейковины нельзя точно определить простыми способами, качества же имеют большое влияние на достоинство хлеба. Обыкновенно берут около 100 г, т. е. $^1/_4$ фунта, муки и кладут в полотняную ткань, смешивают с водою и промывают ее под струей, постоянно разминая рукою, но так, чтобы тесто все время оставалось в полотне. Когда получится однообразный кусок теста, то его вынимают из полотна, переминают пальцами и обливают водою до тех пор, пока вытекающая вода не станет совершенно чистою. Это значит, что она унесла весь крахмал. Собранную воду пропускают чрез тонкое волосяное сито. Весь крахмал пройдет, а на сите останутся отруби, подмеси и кусочки клейковины, которые, впрочем, не стоит собирать. Таким образом мука разделяется водою на три части: мягкую клейковину, мелкий крахмал и отруби с примесью. Уже одно это разделение часто показывает достоинство муки, потому что перегретая, проросшая, подмоченная и т. д. мука весьма трудно дает клейковину, промывание ее тогда требует долгого времени — час и более. Упругая однообразная клейковина есть *лучший* признак доброты пшеничной муки. Для испытания достоинства клейковины Боланд устроил особый прибор, называемый *алеурометром*. Этот прибор (фиг. 47) (Aleuromètre de Mr. Boland)[2] состоит из пустого медного цилиндра, длиною 15, шириною в 2—5 см. Он делится на две части; нижняя, в 5 см вышиною, *a* вмещает 15 г свежей клейковины. На нее надевается верхняя часть *A*. В этот цилиндр входит подвижный поршень,

[1] Книжка эта отдельно издана товариществом «Общественная польза» и называется «Хлеб и мучные товары», 1861, Ходнева. Цена 35 коп.

[2] В Париже у известного мне по своей добросовестности и тщательности механика J. Salleron (24, Rue Pavée au Marais) этот прибор с масляною ванною, с спиртовою лампою и термометром стоит 50 франков.

разделенный на 25 частей. При вершине его стоит цифра 25, внизу 50. Если бы поршень дошел до *a*, то показывал бы нуль. Весь цилиндр этот помещается в маленькую ванну *OO*, которая снизу подогревается спиртовою лампою *L*. Посредством ее нагревают масло до 150—250°. Температуру наблюдают особенным термометром, вставленным в ванну *O*. При названных температурах клейковина, теряя воду, разбухает, подымается вверх, доходит до поршня и заставляет его подыматься. Чем лучше клейковина, тем выше подымает она поршень. Та клейковина, которая не достигнет дна поршня и, следовательно, его не поднимет, не годна для хлеба; следовательно, мука, из которой она получена, испорчена (дело идет об клейковине пшеничной муки). Ни один лучший сорт муки не дает клейковины, подымающей поршень выше 50. Шевалье при опытах с различными сортами муки нашел расширение от 29—39.



Фиг. 47. Алеурометр Боланда.

Робен (Robine) дает способ испытывать муку на количество клейковины и белковины посредством слабой уксусной кислоты, которая растворяет белковые вещества, не изменяя крахмала и проч. По удельному весу уксусного раствора можно судить о количестве растворенного белкового вещества, если известно было количество взятой муки и уксусной кислоты. Прибор, служащий для этого, называется Apprèciateur de farines de Mr. Robine.[1] Берут 24 г муки 1-го сорта или 32 г, если мука низших сортов. Берут указанную кислоту и разводят ее до тех пор водою, пока не получится жидкость, показывающая по ареометру Робена 93 деления. Эти деления сделаны на ареометре так, что показывают число хлебов (по 2 кг, или 5 фунт. весом) из мешка муки, вмещающего 159 кг. Отвешенную муку кладут в ступку и приливают на каждые 4 г муки $30^1/_2$ г вышеполученной кислоты, т. е. берут 183 г кислоты, если взята мука 1-го сорта, и 224, если мука 2-го сорта. Муку хорошенько смешивают с 1 частью кислоты, потом приливают всю кислоту, все сливают в стакан и дают отстояться. Тогда снимают пену и погружают ареометр, наблюдая, чтобы температура была равна 15° Ц, или 12° Р. Деление, до которого опустится ареометр, покажет

[1] Полный прибор, для этого необходимый, стоит у Саллерона 16 франков.

плотность раствора и количество клейковины. Оно в то же время покажет достоинство муки и число хлебов, которые из нее можно получить. Так, например, положим, что взята была для испытания мука, которая показала при испытании ареометром 102 деления. Это значит, что из куля муки в 159 кг выйдет 102 хлеба, весом по 2 кг каждый.

При извлечении клейковины, как мы говорили выше, получается крахмал. Та часть его, которая оседает на дно, при испытании пшеничной муки хороших сортов имеет особый атласистый вид; если же мука попорчена или подмешана рожью, маисом и т. п., то крахмал, получающийся из пшеничной муки, липнет к пальцам и может быть отличен многими признаками. Рассматривая крахмал под микроскопом, по относительной величине крахмальных крупинок можно судить, были ли подмеси или нет. Если крахмал высушить и опять снова промыть водой, то в случае смеси нескольких сортов муки осядут несколько разных сортов крахмала. В тяжелейшей части (находящейся на дне сосуда) соберутся крахмальные зерна картофеля и бобов, в среднем слое — крахмальные зерна маиса, а в верхнем — смесь крахмала от пшеницы, ржи и ячменя.

Микроскопическое исследование производится над самою мукою, над разными сортами крахмала и, наконец, над отрубями и оболочками, собирающимися на сите. Этим путем легко узнать подмесь маиса, ячменя, гречихи, картофельной и бобовой муки, но подмесь ржаной муки нельзя точно узнать посредством микроскопа.

Количество пепла часто может служить хорошим путем для открытия подмесей, потому что разные сорты муки содержат различное количество минеральных составных веществ и оставляют различное количество пепла, как о том мы говорили подробнее в статье о составе зерен.

Средним числом можно полагать, что:

Пшеничная мука содержит	0.8%	пепла
Ржаная » »	1.0	»
Бобы и горох содержат	3.0	»
Льняные зерна »	10.0	»

Состав пепла может служить для открытия подмеси ячменя и овса в пшенице и ржи, потому что ячмень и овес содержат в своем пепле много кремнезема, которого так немного в пепле пшеницы и ржи (стр. 547 и 552).

Для испытания муки может служить ее кажущийся удельный вес или степень ее рыхлости. Если в высокий цилиндрический сосуд, вмещающий около 1000 частей по весу (например золот-

ников) воды, всыпать пшеничной муки и постукивать ладонью (но не придавливать), то взойдет 610 частей пшеничной муки.

Ржаной	муки взойдет	540	частей
Бобовой	» »	600	»
Гороховой	» »	580	»
Картофельного	крахмала взойдет . .	750	»
Пшеничного	» » . .	760	»

Если взойдет более 760 частей, значит была подмесь гипсом, мелом или другими тяжелыми минеральными веществами.

Для открытия подмеси ржаной муки к пшеничной лучшее средство состоит в получении клейковины, потому что клейковина ржи имеет (стр. 544) другие свойства, чем клейковина пшеницы. Бо́льшая часть первой растворима в воде и уносится при промывании теста.

Подмесь ячменной муки к ржаной легко открыть анализом пепла, потому что пепел ячменя содержит до 30% кремнезема, тогда как пепел ржи не более 0.2% кремнезема.

Подмесь овсяной муки легко узнать по цвету смеси и по тому, что овес содержит много особого растворимого белкового вещества (стр. 552).

Песок и осколки жерновов часто составляют примесь, зависящую от недостатков в жерновых камнях. Подмесь песку зависит, конечно, от достоинства жерновов и от крепости зерен. По опытам, произведенным в Баварии на трех разных мельницах, заметили, что в 112 фунт. муки переходит от 1.28 до 0.32 фунта песку. Эту подмесь минеральных веществ узнать легко следующим способом: муку взбалтывают с хлороформом (это есть жидкость, имеющая довольно большой удельный вес) и потом дают отстояться: чистая мука соберется наверху слоя жидкости, а песок и другие минеральные части осядут на дно сосуда.

Технология по Вагнеру, вып. III, СПб., 1862. Производство виноградного вина, пива и спирта и алкоолометрия, стр. 242—355.

ВИНОКУРЕНИЕ[1]

§ 1

Если спиртовая жидкость подвергается перегонке (дистиллации), то спирт (алкооль) и вода перегоняются (образуют *дистиллат*), тогда как нелетучие части взятой спиртовой жидкости остаются в перегоночном сосуде (образуют *флегму*), обыкновенно в виде густого водяного раствора. Такая перегонка спиртовых жидкостей называется *винокурением*, а продукт перегонки, обыкновенно состоящий из смеси воды с 40—50% спирта, называется *водкою*. Те перегнанные части, которые содержат гораздо больше алкооля, называются *винным спиртом* или просто спиртом. Хотя обыкно-

---

[1] Литература: *Baling.* Die Branntweinbrennerei. Prag, 1854. — *Pistorius.* Praktische Anleitung zum Branntweinbrennen. 2. Aufl., bearbeitet von *Lüdersdorff*, Berlin, 1841. — *Hermbstädt's* chemische Grundsätze der Kunst Branntwein zu brennen. 3. Aufl., bearbeitet von *Schwarze*, Berlin, 1841. — *Dorner.* Der vollständige Betrieb der Branntweinbrennerei. Pesth, 1843. — *Dorn.* Praktische Anleitung zur Kenntnis und Beurteilung der wichtigsten Operationen in der Bierbrauerei und Branntweinbrennerei. 2. Aufl., Berlin, 1820. — *E. Engel.* Die Branntweinbrennerei in ihren Beziehungen zur Landwirtschaft, zur Steuer und zum öffentl. Wohl. Dresden, 1853. — *C. Trommer.* Lehrbuch der Spiritusfabrikation. Berlin, 1858. — *Otto.* Lehrbuch der rationellen Praxis der landwirtschaftlichen Gewerbe. 5. Aufl., Braunschweig, 1859. — *Muspratt.* Gewerbschemie (engl. Ausgabe, Artikel Alkohol). — *Payen.* Chimie industrielle. 3 édition, Paris, 1859. — *Dumas.* Chimie appliquée aux arts, особенно в третьем издании (von Buchner) vol. VI, p. 524. — *Knapp.* Lehrbuch der chemisch. Technologie. Braunschweig, 1847, p. 380. — *N. Basset* Traité complet d'Alcoolisation. Paris, 1857. Новейшие исследования по винокурению собраны в *Wagner's* Jahresbericht pro 1855, 1856, 1857, 1858 und 1859 und *L. Gall's* praktischen Mitteilungen, 1. und 2. Bände, Trier, 1859. Об нагревании и перегонках, употребляемых при винокурении, также в: *C. Schinz.* Wärmemesskunst. Stuttgart, 1858, 445, und *Peclet.* Traté de la chaleur. Paris, 1860, Tome II, 156—190. Краткое, но довольно полное и практическое руководство для винокуров: *C. Gläser.* Der praktische Branntweinbrennerei-Betrieb. Leipzig, 1862.

венная цель винокурения есть приготовление спиртового напитка, но этот материал идет, кроме того, для многих промышленных целей, например для духов, лаков, для освещения и нагревания, для растворения, настаивания и т. п.; для этих целей по преимуществу и приготовляются крепкие сорты спирта, потому что обыкновенная водка, содержащая мало алкооля, непригодна для этого употребления.

Для истории винокурения могут служить следующие замечания. Хотя древним были известны некоторые спиртовые жидкости, как, например, вино у большинства народов, пиво у германцев и т. п., но они еще не имели ясного представления об том веществе, которое составляет основное начало спиртовых жидкостей. Перегонка спиртовых жидкостей была весьма несовершенна, так что выделение спирта из вин было невозможно, и в творениях древних известен только один факт, показывающий сведения об спирте. А именно, Плиний говорит, что пальмовое вино отличается от всех других вин тем, что может загораться. Вслед за тем, как александрийцы улучшили перегоночные снаряды, им стали известны более крепкие сорты спирта, и тогда-то показана была воспламеняемость жидкости, получающейся при перегонке. В XIII ст. спирт стал известен как лекарственное средство, что видно особенно в произведениях кардинала Vitaris de Fourno из Базеля и Тадеуса из Флоренции и их учеников. Раймонд Люллиус (родившийся на острове Майорке в 1235 г.) исследовал способы получения более крепкого спирта; он описывает повторенные сгущения и перегонку над прокаленным винным камнем (т. е. углекислым кали) как средство для добывания крепкого спирта. Базилиус Валентинус во второй половине XV ст. ввел в употребление негашеную известь и длинные мало изогнутые трубы в холодильниках как средство для получения крепкого спирта. Михаил Савонарола из Падуи (в первой половине XV ст.) исчисляет способы получения водок в особом сочинении (De arte conficiendi aquam vitae simplicem et compositum), появившемся в 1532 г. Там он упоминает об одном из своих друзей, имеющем перегоночный куб в нижнем этаже дома, а шлем этого куба помещенным под кровлею того же дома. Способы получения водок из вин подробнее описаны Арнольдом Бакуоне, который по своему месту рождения — Вилла-Нова в Каталонии (1235)—обыкновенно называется Вилла-Нованус. Водка в Германии сделалась напитком, кажется, в XV ст. и, подобно сахару, перешла в практическую жизнь по преимуществу из аптек, где прежде употреблялась. В 1526 г. водка была, кажется, повсюду распространена. Она добывалась тогда только из вина, потом из дрождей. Искусство извлекать водку из злаков стало известно только в 1590 г. Винокурение из картофеля принадлежит, как известно, к первой четверти текущего столетия.

Во Франции весьма давно были известны спиртовые напитки, полученные перегонкою из вин. Точно так же и в Великобритании древнейшие писатели упоминают о спиртовых жидкостях. В Италии они были известны под именем Acqua vite или Acqua di vita, т. е. виноградная вода, гораздо раньше, чем в Германии. Позднее все сорты водки, были ли они получены из виноградного вина или из какой другой жидкости, получили название Acqua vitae' т. е. живая вода, или жизненный элексир.

Когда винокурение и приготовление спирта перешло из домашнего хозяйства в большие заводы, перегонные кубы были значительно улучшены, стали известны физические свойства смеси спиртовых и водяных паров, на основании которых и сделаны настоящие улучшения в перегонке, остаток от винокурения мог сделаться хорошим кормом для скота. Тогда-то были устроены и улучшены приборы, которые в кратчайшее время извлекают наибольшее количество крепкого спирта из данного количества картофеля, свеклы, хлебных зерен и т. п.

§ 2. Алкооль, или спирт, и его важнейшие свойства

Из всякой спиртовой жидкости может быть получено особое вещество, называемое *безводным спиртом*, или *алкоолем*, или водною окисью этила, или этиловым спиртом.[1] Спиртовые напитки (вино, пиво и т. п.) состоят из воды, спирта и разных растворенных веществ. Спирт, обыкновенно находящийся в продаже, есть смесь такого безводного спирта с водою; так, например, двойной спирт, продающийся у нас, должен по закону содержать $74.7^0/_0$ (по объему) безводного спирта в 100 частях водяной силы. Перегоняя продажный спирт несколько раз и собирая первые порции перегонки, можно получить еще более крепкий спирт, содержащий уже не более $^1/_{10}$ воды (Spiritus vini rectificatissimus). Но одною перегонкою нельзя отделить от спирта всей воды и получить безводный, или абсолютный, спирт (spiritus vini absolutus). Для получения такого спирта, весьма часто употребляемого в химической практике, крепкий спирт смешивают со сплавленным поташом. Поташ не растворяется в спирте, а отнимает от него воду. Слой спирта сливают с поташа и оставляют стоять несколько времени над негашеною известью. Потом отгоняют, вновь смешивают с известью, отгоняют и т. д., пока не получится спирт, не изменяющий своих свойств от новой перегонки

[1] Это вещество есть представитель большого ряда химических соединений, носящих название *спиртов*, или алкоолей. В отличие от других, этот спирт носит название этилового, потому что из него образуется обыкновенный эфир и многие другие эфирные жидкости.

над известью. Такой спирт кипит при 78°, при 0° имеет уд. вес = = 0.807, при 15° 0.794. Оставаясь на воздухе, он скоро поглощает воду. Сродство спирта к воде видно уже из того, что при смешении безводного спирта с водою отделяется теплота. При смешении спирта с водою происходит сокращение объемов. Наибольшее сокращение (при 15°.55 Ц) происходит при смешении 50.4 объема воды с 53.4 объема абсолютного спирта. Тогда происходит не 103.5 объема смеси, а только 100 объемов (во всех других пропорциях происходит меньшее сокращение). Такой спирт называют 53.4%-ным. Крепостью спирта обыкновенно называют число объемов абсолютного спирта, необходимое для получения 100 объемов смеси с водою при 15.°55 Ц.

Если говорят, что взят 80%-ный спирт, — это значит, что в 100 объемах такого спирта находится 80 объемов абсолютного спирта при 15.°55. Для определения крепости спирта обыкновенно определяют его удельный вес.

Безводный спирт, по химическому составу, есть C^2H^6O,[1] т. е. имеет состав:

Углерода	52.1%
Водорода	13.1
Кислорода	34.8
	100.0%

Очевидно, что водный, или обыкновенный, спирт заключает больше водорода и кислорода. Так как вода кипит при 100° (по термометру Цельзия), а спирт при 78°, то посредством определения температуры кипения можно судить о крепости спиртовой жидкости.

Так как от 0 до 78° спирт расширяется на 0.0936 части своего объема, а вода при этом расширяется только на 0.0278 своего объема, то посредством определения расширения спирта можно также судить о его крепости. [Так как] давление спиртового пара при 78° равно атмосферному давлению, тогда как водяной пар имеет такое давление только при 100°, то, определяя давление пара при данной температуре, можно также судить о содержании спирта. О всех этих способах определения содержания безводного спирта в спиртовых жидкостях или было говорено ранее, или будем говорить в статье об алкоолометрии.*

Безводный спирт есть весьма подвижная бесцветная жидкость. Он легко воспламеняется и горит бледноголубым пламенем, нисколько не выделяя копоти, почему и не может быть употреблен

[1] Принимая пай C = 12, H = 1 и O = 16.

* См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. XV, 1949, [*Прим. ред.*]

для освещения, по крайней мере в чистом виде. Для этой цели его смешивают с веществами, дающими копоть, например со скипидаром, которые и придают яркость его пламени. Содержание воды до 40 объемов на 100 не уничтожает горючести спирта, хотя, конечно, уменьшает количество теплоты, отделяющееся при горении. Крепкий спирт, не дающий копоти, служит, как известно, для нагревания в особых лампах, которые преимущественно употребляются при химических исследованиях. Способность спирта поглощать воду и отнимать ее от других веществ служит одною из причин, почему спирт употребляется для сохранения анатомических препаратов и т. п. Они не гниют в спиртовой жидкости, потому что для гниения обыкновенно требуется большое количество воды. Спирт есть хорошее растворяющее вещество для многих смол, почему и употребляется для приготовления лаков. Он также растворяет многие эфирные масла, почему и употребляется для одеколона, духов, пахучих вод и т. п. Он растворяет также многие растительные вещества, почему и служит часто для настоек, наливок и т. п.

При действии окисляющих веществ спирт переходит сперва в алдегид, а потом в уксусную кислоту, как потом будет подробнее сказано в статье о приготовлении уксуса из спиртовых жидкостей. При действии многих кислот спирт образует эфиры, которые, обыкновенно, суть нерастворимые в воде, легкие, приятнопахучие и летучие жидкости. При действии серной кислоты спирт образует или маслородный газ, или обыкновенный эфир, носящий название серного эфира и входящий в состав гофманских капель. Азотная кислота, действуя на спирт, дает азотистый эфир. Смесь серной кислоты и уксусной со спиртом да[e]т уксусный эфир и т. д. Многие из таких эфиров употребляются в медицине и промышленности. Из сказанного выше видно, что спирт есть весьма важное вещество для многих производств.

§ 3. Сырые материалы, употребляемые для винокурения

Так как спирт есть продукт спиртового брожения, которому подвергаются сахаристые вещества, то винокурение распадается на следующие три главные производства:

1) получение жидкости, содержащей сахар. Иногда такие жидкости прямо добываются из растений, но чаще всего крахмалистые части растений превращаются посредством действия солода и др. в сахаристые вещества;

2) брожение полученной сахаристой жидкости;

3) выделение из такой спиртовой жидкости спирта посредством перегонки.

Следовательно, сырыми материалами для винокурения могут служить всякие жидкости, содержащие сахар, и такие, которые могут образовать его при известных условиях.

Все такие материалы не содержат предварительно готового спирта, но, конечно, и всякая спиртовая жидкость, например виноградное вино и пиво, может служить для перегонки спирта. Итак, для винокурения сырыми материалами служат спиртовые жидкости, вещества, содержащие кристаллический сахар или глюкозу, или, наконец, вещества, которые при действии солода или разведенных кислот способны давать глюкозу, а именно — вещества, содержащие крахмал, инулин, клетчатку и сходные с ними тела. Таким образом, материалы для винокурения должны быть ясно разделены на следующие три группы:

1. *Первая группа.* Жидкости, которые предварительно были приведены в брожение и потому содержат готовый спирт; они должны быть подвержены только простой перегонке для выделения спирта; к этой группе принадлежат виноградные вина, пиво и т. п. Они употребляются обыкновенно тогда только для приготовления спирта, когда по каким-либо причинам не находят употребления в том виде, в котором они существуют, так, например, при избытке виноградного вина, при его скисании и т. п.

2. *Вторая группа.* Твердые и жидкие вещества, содержащие или кристаллический, или плодовый, или превращенный, или молочный сахар. Сюда относятся: сахарная свекловица, морковь, сахарный тростник, маисовая солома, сорго (китайский сахарный тростник), фиги, вишни, виноградные ягоды, арбузы и множество других плодов, также патока от приготовления сахарного песку при добывании его разными способами, патока от рафинирования, мед, молоко и т. п.

3. *Третья группа.* Все вещества, не содержащие ни спирта, ни сахара, но могущие образовать сахар, а именно — глюкозу (см. выпуск II, стр. 11 и др. *). К таким веществам относятся: крахмал, инулин, лихенин, пектиновые вещества (в корнях и плодах) и клетчатка. Они находят свое применение к винокурению большею частью в следующих видах:

a) *корни* и *шишки*, как то: картофель, шишки георгин, и т. п.;

b) *семена злаков*: ржи, пшеницы, ячменя, овса, кукурузы, риса;

c) *бобовые* и *другие семена*, как то: греча, бобы, чечевица, горох, лупины, каштаны, конские каштаны и т. п.;

---

* Технология по Вагнеру, СПб., 1862. Так же и в последующих ссылках в тексте на «выпуск» — следует иметь в виду «Технологию по Вагнеру». [*Прим. ред.*]

d) *вещества, содержащие клетчатку*: дерево (опилки), бумага, солома, листья, мох.

Может быть, со временем для приготовления спирта можно будет употреблять и тот синтетический способ, по которому его можно добывать из всякого почти вещества, содержащего углерод, например из каменного угля. Этот способ, вероятно, будет видоизменением того способа, посредством которого в 1855 г. Бертело добыл спирт из маслородного газа (находящегося в светильном газе) и воды, а именно: при содействии серной кислоты. Процесс, происходящий при этом, может быть выражен таким химическим уравнением:

$$\underset{\text{Маслород-ный газ}}{C^2H^4} + \underset{\text{Вода}}{H^2O} = \underset{\text{Спирт}}{C^2H^6O}$$

Маслородный газ, при продолжительном взбалтывании с крепкою серною кислотою, поглощается ею, образуя серновинную кислоту. Из этой жидкости, при разбавлении ее водою и перегонке, получается спирт.

Этот способ образования спирта из простейших элементов противоположен обыкновенным способам получения спирта, где спирт образуется из веществ, более сложных, от их разрушения. До сих пор первый способ имеет только научный интерес и не может быть приложен к практике.

§ 4

Состав сырых материалов для винокурения. Так как количество спирта, которое *можно* получить из сырых материалов, пропорционально количеству тех составов, из которых образуется спирт, то и очевидно, что для определения выхода спирта должно знать состав сырых материалов, иначе было бы невозможно проверять достоинство способов извлечения спирта.

Относительно материалов первой группы уже раньше указано было количественное содержание спирта в виноградных винах и пиве (стр. 55 и следующие за нею, а также стр. 211 и следующие за нею*).

Вторая группа. Сахарная свекловица в настоящее время весьма часто употребляется для винокурения. Она содержит от 9 до 12% кристаллического сахара, как о том подробнее изъяснено в статье «О свеклосахарном производстве» (выпуск II).

---

* Технология по Вагнеру, вып. III, СПб., 1862. [*Прим. ред.*]

Средний состав свекловицы есть следующий:

Воды	от 80	до	82	%
Кристаллического сахара	» 12	»	9	
Клетчатки и пектиновых веществ			1.5	
Жиров, солей, красящих веществ и т. п.			2.5	
			100%	

Так как из 100 частей кристаллического сахара может быть получено до 53 частей безводного спирта, то, следовательно, 1000 частей свекловицы могут дать (заключая 90—120 частей сахара) от 48 до 64 частей безводного спирта или пропорциональное этому количество водного спирта.

Тысяча кг[1] свекловицы дают, по Бассе, средним числом 47.25 л 84%-ного спирта. Так как 1 л 84%-ного спирта весит 0.852 кг и содержит в 1 кг 782 г спирта, следовательно в каждом литре 84%-ного спирта заключается 0.666 кг безводного спирта и в 47.25 л — 31.5 кг безводного спирта. Следовательно, потеря против теоретического числа довольно велика, а именно, по теории должно получиться из 1000 кг не менее 48 кг безводного спирта, а получилось только 31.5 [кг] спирта. Конечно, усовершенствуя производство, можно увеличить этот выход спирта. Судя по практическим наблюдениям, тотчас указанным, можно полагать, что с одного гектара (почти десятина), дающего 50 тыс. кг свекловицы, получится до 23.62 гл 84%-ного спирта. По теории следует с гектара получить около 36 гл, принимая, что 100 частей сахара дают 53 части спирта (безводного) или около 68 частей 84%-ного спирта. Обыкновенная свекла, употребляемая иногда для винокурения, содержит не более 5—6% сахара и от 12 до 14% твердых веществ.

Морковь (Daucus carotta, Mohrrüben) содержит в 100 частях, по анализам Вольфа и Сака:

Клетчатки	3.01	4.63
Пепла	1.11	—
Крахмала и пектиновых веществ	4.32	1.38
Инулина	—	1.00
Сахара	7.11	8.13
Камеди	0.41	—
Белковых веществ	1.58	0.86
Воды	82.40	84.00
	100	100

[1] Килограмм равен 2.444 русского фунта. Литр воды весит 1 килограмм. Литр = 0.651 русского штофа (8 штофов = ведру). Гектолитр = 8.13 русского ведра.

Шмит из Дерпта при анализе разных сортов свежей моркови получил следующее:

Воды	86.97	86.45	86.81
Сухих веществ	13.03	13.55	13.19
Кристаллического сахара	7.19	7.81	8.07
Белковых веществ	2.38	2.07	1.43

В сухой моркови Бибра нашел:

Воды	15.05
Жирных веществ	0.68
Сахара	29.00
Органических кислот	11.77
Инулина	3.00
Белковых веществ	2.77
Клетчатки	37.77

Бассе,[1] наконец, принимает следующий средний состав для моркови:

Воды	79.20	
Кристаллического сахара	7.43	9.0
Глюкозы	1.50	2.3
Пектозина	2.47	—
Крахмала	2.6	—
Остатков	5.8	—

Урожай моркови 500 тыс. кг на гектар. Из тыс. кг моркови по теории следует получить 71 кг спирта. В практике получают не более 45 л 90%-ного спирта, или от 80—100 л 50%-ного, что соответствует 32 кг безводного спирта. Вместо того, чтобы прямо подвергать морковь выжиманиям под прессами, было бы выгоднее смешивать ее с 2—3% солода, чтобы превратить крахмал, инулин и пектозин в глюкозу и тем увеличить выход спирта.

Маисовая (кукурузовая) солома, содержащая значительное количество сахара, перерабатывается в южной Франции в ром. Маисовая солома содержит при цветении 75% сока, после отцветания — до 65% и при созревании — до 60% сока. В первом случае этот сок содержит в 100 частях 7.4% сахара, во втором 8.39% и в третьем 9.10%. Около половины этого сахара состоит из кристаллического сахара.

Сорго, или китайский сахарный тростник, в последнее время стал весьма употребимым материалом для винокурения. Сорго дает

[1] Бассе (Basset) получил из 100 кг сухой моркови 14.5 [кг] сахарного песку и потому считает этот материал выгодным для получения сахара и спирта.

от 65 до 70% сока. Сто частей этого сока содержат от 7 до 14% сахара. Выход спирта, как можно судить по различию содержания сахара и по многим исследованиям и практическим выводам, весьма различен. Полузрелое сорго дает из 100 кг от 5 до 9 л, а зрелое от 8 до 11 л 90%-ного спирта. С гектара можно получить 80—90 тыс. кг зрелого сорго, содержащих от 3 до 4½ тыс. кг сахара, а следовательно, от 1½ до 2 тыс. кг безводного спирта. Принимая во внимание, что и семена сорго могут служить для винокурения, видно, что сорго есть материал, вполне достойный большого внимания винокуров, хотя и должно считать преувеличенными показания Лёффлера [1] о том, что выход спирта из сорго, даже при неблагоприятных условиях, более чем в 2 раза превосходит выход спирта из картофеля и свекловицы.

Сахарный корень (кучмерка, Sinumisarum), употребляемый до сих пор только как овощь, весьма пригоден для винокурения, хотя во всяком случае он стоит ниже сахарной свекловицы. По Дранье, он содержит 8% сахара.

Пырей (Agiopyrum repens) содержит около 3% кристаллического сахара. Сто кг корней его дают 3—4 л 50%-ного спирта. Если раздавленные корни будут прокипячены предварительно со слабою серною кислотою, чтобы превратить крахмал в глюкозу, то после брожения и перегонки получается 4—6 л 50%-ного спирта. Пырей в 1811 г. был предложен как материал для винокурения *Лейви*, а в новейшее время о том же писали *Гофман* и *Рабурден.* [2]

§ 5

Зерновые плоды редко употребляются как материал для винокурения, напротив того, костянковые плоды, и особенно между ними *сливы* и *вишни*, довольно часто.

Первые заключают 6—7%, последние 8—11% сахара. Винокурение из слив, или приготовление сливянки во многих местностях довольно развито, но нигде в столь большом виде, как в южной Венгрии и во всей местности, известной под именем Границы. Там огромные поля засаживаются сливами, плоды которых идут преимущественно для приготовления сливянки — любимого напитка местных жителей. Сливянка, приготовляемая в Сирми, весьма

---

[1] *K. Löffler.* Das chinesische Zuckerrohr (Kao-lien). Braunschweig, 1859, p. 103. Все подробности об сорго и других сахаристых материалах для винокурения, см. в сахарном производстве, выпуск II. *

* Технология по Вагнеру, выпуск второй, СПб., 1862. [*Прим. ред.*].

[2] См. Вагнера Jahresbericht, 1855, p. 224.

распространена под именем слибовицы. По Бассе, 100 кг слив дают 9—11 л 50%-ной водки. Водка, приготовляемая чрез брожение и перегонку вишен, особенно употребима в Шварцвальде и носит там название Kirschengeist, oder Kirschwasser. Обыкновенно при ее приготовлении несколько раздавливают зерна.

Фиги, или винные ягоды (смоква), по анализам Блейя, содержат до 62% сахара. Они употребляются иногда для приготовления водки. Сто кг сухих фиг дают 8—9 кг 94%-ного спирта, т. е. 8.9—10.9 л.

В Алжире употребляют для винокурения *финики*, содержащие при зрелости 36% сахара, по анализам Кличинского. На острове Сардинии в последнее время стали добывать водку из плодов кактуса (Cactus Opuntia), на Корсике и в средней Италии — из ягод земляничного дерева (Arbutus Unedo),[1] в Испании и Греции из сладких стручков (Ceratonia Siliqua). Можжевеловые ягоды в большом количестве идут для винокурения в северных частях Венгрии и около Карпат. Водка, получаемая из них, называется боровицей. По Штеру, 100 кг зрелых можжевеловых ягод содержат 13 кг глюкозы и дают 5 л 20%-ного спирта. Голландская можжевеловка, или *джин* (Genièvre, Gin), получается чрез перегонку обыкновенной водки чрез можжевеловые ягоды.

Рябина (Sorbus aucuparia) в некоторых местах и по временам служит материалом для винокурения. Сто кг зрелых ягод дают 2—2.5 л 50%-ного спирта, а по Либиху из них получается до 4 л водки, похожей на киршвассер. Либих полагает, что прибавление рябинного сока к картофельному затору может уменьшить количество сивушного масла.

Гуща, остающаяся от приготовления пива и виноградного вина, может служить для винокурения. Пивная гуща употребляется для приготовления искусственного рома. Сто кг солодовой гущи дают, по Бассе, 4—5 л 85%-ного спирта.

Молоко, содержащее средним числом около 5% молочного сахара, превращающегося при действии кислот в глюкозу, есть также материал для винокурения. Лошадиное молоко, перебродившее и перегнанное, называется арака, перегнанное еще раз называется арса. Перебродившее, но не перегнанное лошадиное молоко составляет известный у татар и киргизов напиток *кумыс*, у калмыков называемый чигал.[2] Приготовление спирта из сыворотки должно обратить внимание в тех местностях, где готовится много сыра и где развито молочное хозяйство.

---

[1] Mojen получил из 160 кг этих ягод 14 кг весьма хорошей водки.
[2] См. Вагнера годовой отчет, 1856, стр. 242.

Мёд иногда употребляется для винокурения. Сто кг его дают 38—40 *л* спирта.

§ 6

Группа третья. Картофель составляет, особенно в Германии, важнейший материал для винокурения, что зависит от сельскохозяйственных условий и от содержания крахмала, количество которого можно определить разными способами, описанными в первом выпуске о мучном производстве (в статье о картофельном крахмале). Принимая, что 100 кг картофеля содержат 21 кг высушенного на воздухе крахмала, должно получить из 100 кг картофеля:

8.7 кг безводного спирта,
10 » 85%-ного спирта,
22 » 40%-ной водки.

Способ сохранения картофеля служит к изменению его состава и потому может оказывать влияние на выход водки. Потеря происходит в первые месяцы после сбора. Эта потеря достигает 8—10% и зависит первоначально только от высыхания, т. е. от потери воды. От этого зависит также уменьшение объема, достигающее 5%. Далее картофель при сохранении может терять в количестве твердых веществ, особенно в количестве крахмала, а именно: при прорастании картофелин, при развитии глазков и т. п. Эта потеря в весе зависит так же, как и при приготовлении солода, не только от перехода веществ к зародышу, но также и от потери углерода, который при действии кислорода воздуха при этом переходит в углекислый газ. До сих пор мы не знаем другого разводимого растения, которое давало бы на данном поле столь много крахмала, как картофель. До тех пор, пока болезненные явления или другие сельскохозяйственные условия не изменят выгодности картофеля, нельзя ожидать, чтобы он был заменен другим материалом для винокурения. О составе, свойствах и анализе картофеля см. выпуск I, стр. 292.

Земляные груши, или топинамбур (Heliantus tuberosus), как материал для винокурения заслуживает полного внимания и должен быть разводим для этой цели в странах, допускающих разведение его по своим климатическим условиям. Средний урожай земляных груш на гектар следующий:

В Эльзасе на песчаной почве	10 000 кг
» » на хорошей пшеничной почве	35 000 »
» Бадене на голой песчаной почве	17 000 »
» » на песчанисто-глинистой почве	25 000 »
» Рейнском Гессене на известково-глинистой почве	45 000 »

При анализе земляных груш Браконно нашел:

Воды	77.20
Глюкозы	14.80
Инулина	3.0
Клетчатки	1.22
Клейковины	0.99
Камеди	1.08
Жирных веществ	0.06
Воскового вещества (церотина)	1.64
	100.0

По новейшим анализам Пайэна, Пуансо и Фреми, свежие клубни содержат:

Воды	76.04
Глюкозы	14.70
Инулина	1.86
Клетчатки	1.50
Пектиновых веществ	1.12
Белковых веществ	3.12
Солей	1.29
	100.0

По первому анализу земляные груши содержат до 18.8% таких веществ, которые можно превратить в спирт. Сто кг земляных груш поэтому могут выделить 9.65 кг, или 12.3 л, безводного спирта; на практике же считают обыкновенно 6—7 л 90%-ного спирта или 12—13 л 50%-ного спирта.

Фритиллярия (Fritillaria Imperialis) была предлагаема также как материал для винокурения, потому что дает крахмальные луковицы, которые часто достигают веса 850—900 г (более 2 фунт.). Эти луковицы содержат в 100 частях:

Воды	68.0
Крахмала	23.0
Растворимых веществ	5.0
Остатки	4.0
	100.0

Однолетнее разведение этого растения дает на каждый гектар до 19 800 кг луковиц или 4500 кг крахмала, а двухлетнее разведение как двугодичного растения дает на каждый гектар 55 тыс. кг луковиц и 12 650 кг крахмала, — следовательно, на каждый год по 6325 кг.

Пастернак (Pastinaca sativa) содержит средним числом в 100 частях:

4 части крахмала и 6.5 части сахара,

а потому был предложен во Франции как винокуренный материал. Сто кг его дают 4 л (?) спирта.

Растение, известное в ботанике под именем Asphodelus ramosus, употребляется в довольно значительном количестве для винокурения в некоторых странах. Это растение было известно уже в древности, — оно дико растет в южной Европе и Африке и разводится в южной Франции, Италии, особенно в Тоскане и Сардинии, в Испании и на Корсике. На Парижскую выставку 1855 г. был прислан спирт, добытый из этого растения, из Сардинии, Тосканы, Корсики и Алжира. Особенно много заботилось о распространении этого растения флорентинское общество под названием Société Franco-italienne pour la destillation de l'asphodèle (porrazo или bâton royale). Кроме изображений дикорастущих и разводимых видоизменений Asphodelus из разных мест, были доставлены планы двух фабрик в Ponto san Stefano и Ortebello, а также образчики разных других веществ, фабрикованных из того же растения. Между ними должно упомянуть о бумаге, полученной из выжимок. Искусственное разведение корней Asphodelus (по Беру) особенно распространено на Понтийских болотах и на мареммах Тосканы.

Корни Asphodelus отличаются от большей части других винокуренных материалов тем, что не содержат ни крахмала, ни кристаллического сахара, ни глюкозы, а заключают в себе особенное вещество, называемое *асфоделином*. Роген (Roguin) и Клерже (Clerget) показали, что это вещество весьма сходно с инулином, действует на поляризованный свет. По Бассе (Basset), то вещество корней Asphodelus, которое при действии кислот превращается в глюкозу, есть не что иное, как пектоза. Сок, обработанный кислотами, должен содержать 14—16% глюкозы. Сто кг свежих корней Asphodelus могут дать от 5—7 л 90%-ного спирта. Дюпле (P. Duplays) показал, что из корней Asphodelus можно получать спирт тремя способами. По *первому* способу измельчают корни (шишки) в мезгу и 100 кг такой мезги оставляют бродить с 200 г (0.2 кг) сухих дрожжей. Перебродившая жидкость выделяет при перегонке 3.05—4.0 л 96%-ного спирта. По *второму* способу мезгу прожимают, выжатый сок нагревают от 20 до 24° и на каждые 100 л сока кладут 250 г сухих дрожжей. При перегонке получают на каждые 100 кг 4.5—5.0 л 96%-ного спирта. По *третьему* способу мезгу смешивают с 2—3% серной кислоты или с 5—6% соляной кислоты и с 50—60% воды. Смесь кипятят в течение 7—8 часов для сложения, потом насыщают кислоту

посредством мела, прибавляют дрожжей, дают перебродить и перегоняют. По этому способу 100 кг корней дают 6—7 л спирта. Маре (Marès) при анализе корней Asphodelus нашел в них:

Воды	68.84
Золы	0.75
Жирных веществ	2.20
Веществ, переходящих от действия ферментов и кислот в глюкозу	18.25
Пектина	2.30
Белковины	0.42
Клетчатки	7.0
Потери	0.24
	100.00

Китайский картофель (Dioscorea Batatas) в 1850 г. был предложен Монтиньи (Montigny) — французским консулом в Шанхае — как культурное растение и прислан им во Францию. С тех пор его с успехом разводили во многих местах. Много раз указывали на то, что китайский картофель может с выгодою заменить обыкновенный; насколько это верно, о том еще рано судить. По анализам Пайэна, Гарди и Фреми, китайский картофель содержит:

	По Пайэну	Гарди	Фреми
Крахмала и сахара	13.1	17.76	16.0
Белковых веществ	2.4	2.55	1.5
Жиров	0.2	0.30	1.1
Клетчатки	0.4	1.45	1.0
Золы	1.3	1.99	1.1
Воды	82.6	76.95	79.3
	100.0	100.0	100.0

Корни, исследованные Пайэном и Фреми, были разведены в Парижском ботаническом саду, а исследованные Гарди — в Алжире.

Грувен (Grouven) исследовал китайский картофель, разведенный в Боннском ботаническом саду, и нашел:

Воды	83.00
Крахмала	8.00
Белковых веществ	1.13
Слизи и декстрина	1.92
Сахара	0.72
Жиров	0.32
Вытяжных веществ	3.11
Клетчатки	0.7
Золы	1.10
	100.00

Судя по этому анализу, китайским картофелем нельзя думать заменить обыкновенный картофель.

Шишки *георгин*, или далий, содержат большое количество инулина, именно до 9% в свежих шишках, а потому их и предлагали для винокурения. По расчетам Бассе, гектар земли может дать 30 тыс. кг шишек георгин, а из них можно получить 1800 л 90%-ного спирта.

Мареновые корни (Rubia tinctorum) с некоторых пор употребляются для винокурения. Свежие крановые корни содержат 2—3% глюкозы. Чтобы их приготовить для употребления в краску, корни сушат, измельчают в грубый порошок и промывают водою, потом прожимают еще раз, сушат и, наконец, размалывают в мелкий порошок. Промывная вода, содержащая глюкозу, бывшую в корнях, показывает 3—4% по сахарометру. Ее-то и употребляют для винокурения. Сто кг свежих мареновых корней, содержащих 18.9% сухих веществ, дают 1.2 кг безводного спирта.

§ 7

Что касается до достоинства хлебных зерен как винокуренных материалов, то оно, конечно, определяется количеством содержащегося в них крахмала, декстрина и глюкозы. Подробное рассмотрение этого предмета изложено в первом выпуске [«Технологии по Вагнеру»]. * Теперь заметим только главнейшие выводы, необходимые для практического руководства. Конечно, нет нужды распространяться о том, что в практическом отношении достоинство винокуренных материалов определяется главнейшим образом их ценностью, а потому питательные хлебные зерна только тогда с выгодою могут быть употребляемы для винокурения, когда временные или местные условия делают ценность хлебных зерен низкою или ценность спирта чресчур высокою.

Пшеница содержит средним числом в 100 частях:

Крахмала	58.1
Декстрина, глюкозы и т. п.	9.5
Веществ, могущих образовать глюкозу . .	67.6

Следовательно, 100 кг пшеницы могут дать до 35 кг безводного спирта или соответствующее ему количество водного спирта, которое можно вычислить на основании таблиц, приложенных в статье об алкоолометрии. **

---

* См. стр. 507—550 наст. тома. [*Прим. ред.*].

** См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. XV, стр. 230. [*Прим. ред.*].

Рожь содержит:

Крахмала	65.6
Декстрина, глюкозы и т. п. . .	12.0
Веществ, могущих образовать глюкозу	77.6

Следовательно, 100 кг ржи могут дать по теории до 40 кг безводного спирта.

Ячмень содержит средним числом в 100 частях:

Крахмала и других веществ, могущих образовать глюкозу	80.0

Следовательно, из 100 кг ячменя можно получить до 41 [кг] спирта.

Овес содержит:

Крахмала	56.0
Декстрина, глюкозы и т. п. . .	2.5
	58.5

Следовательно, может дать до 30 кг безводного спирта на 100 кг овса.

Кукуруза содержит:

Крахмала	71.2
Декстрина и глюкозы	0.4
Веществ, могущих дать глюкозу	71.6

Следовательно, выход спирта равен 36.6 кг. Кукуруза считается весьма хорошим винокуренным материалом.

Рис содержит до 90% веществ, могущих образовать глюкозу, а потому может дать до 46% безводного спирта.

Эти теоретические выводы о выходе спирта далеко не приложимы к практике, потому что практически невозможно избежать потерь, превратить все вещества в глюкозу и выгнать весь спирт из перебродившего затора. В практике можно допустить, что 100 кг

	Безводного спирта по весу (кг)	по объему (л)
Пшеницы дают	23	29
Ржи »	26	33
Ячменя »	26	32
Овса »	24	30
Кукурузы »	24	30
Риса »	31	38

§ 8

Греча — весьма хороший винокуренный материал. По Бассе, из 100 кг гречи получается практически до 21.8 кг, или 27.2 л, спирта. Кноблох получил из 100 кг гречневой муки с прибавлением 5% ячменного солода 64.4 л 50%-ного спирта.

Просо, по анализам Рейнхарда, в свежем состоянии в 100 частях содержит:

Воды	7.30
Белковых веществ	10.19
Крахмала	56.23
Клетчатки	20.02
Декстрина и глюкозы	3.45
Золы	2.81
	100.00

Выход спирта из 100 кг проса достигает 24 кг, или 30 л.

Дурра, или негритянское просо, по анализам Бибра, содержит в 100 частях:

Воды	11.95
Белковых веществ	8.58
Камеди и сахара	4.28
Жиров	3.90
Крахмала и оболочек	70.23
	100.00

Следовательно, это есть, повидимому, хороший винокуренный материал.

Бобовые семена, как то: горох, бобы, чечевица, вика и т. п., судя по анализам, приведенным в выпуске I, на стр. 60,* содержат около и часто более 40% крахмала, а мука из них заключает до 60% крахмала. Сто кг такой муки дают от 18 до 20 л безводного спирта. Люпинусы, урожай которых довольно удовлетворителен даже на самой тощей песчаной почве, были предлагаемы много раз как винокуренный материал. Об достоинстве их в этом отношении до сих пор нет достаточно точных практических показаний. Анализ люпиновых зерен показал, что они содержат в 100 частях:

Воды	14.3
Крахмала, декстрина и сахара	29.4
Белковых веществ	34.0
Жиров	6.0
Клетчатки	13.0
Золы	3.3
	100.0

* См. стр. 561—562 наст. тома. [*Прим. ред.*].

Жолуди (см. выпуск I) в урожайный год могут дать весьма хороший и дешевый винокуренный материал. Сто кг жолудей дают от 6 до 7 л спирта. К тому же отделу винокуренных материалов относятся и дикие, или *конские*, *каштаны*, могущие выделить от 12 до 14 л безводного спирта. Настоящие *каштаны* содержат в 100 частях:

Крахмала	от 25 до 30
Кристаллического сахара	» 12 » 14
Глюкозы	» 5 » 9
Веществ, могущих дать спирт . . .	от 42 до 53

Следовательно, из 100 кг каштанов может получиться, по крайней мере, от 14 до 15 л спирта.

Хлебное тесто при своем подъеме, зависящем от брожения, выделяет спирт, а потому этот последний может быть получен как побочный продукт хлебопечения, о чем подробнее было говорено в выпуске I.

§ 9

В предыдущих параграфах мы рассматривали такие винокуренные материалы, которые содержат или уже готовый спирт, или вещества, способные подвергаться спиртовому брожению, как глюкозы и кристаллический сахар, или, наконец, вещества, могущие дать глюкозу, а именно: содержащие крахмал, инулин, пектин, молочный сахар и т. п.; теперь же мы обратимся к материалам, содержащим клетчатку, более или менее легко переходящую в глюкозу. К таким винокуренным материалам относятся: дерево, особенно древесные опилки, солома, бумага, мякина, листья, мох, лишаи и т. п.

Браконно в 1819 г. показал способность клетчатки, как главной составной части растений, переходить при действии крепкой серной кислоты в глюкозу, но это открытие не получило своего применения в промышленности.

В 1855 г. является первое замечание в этом отношении, а именно: Арну (Arnould) вновь обратил внимание на переход клетчатки в глюкозу как на средство иметь самый дешевый винокуренный материал. Вот что предлагает он в этом отношении. Крупные древесные опилки высушиваются при температуре 100°; на высушенные опилки наливается мало-помалу крепкая серная кислота, и смесь оставляется стоять часов на 12. По истечении этого времени смесь разводят водою, нагревают до кипячения, насыщают кислоту мелом и, после того как осядет образовавшийся гипс, жидкость сливают и заставляют бродить с дрождями.

На 100 частей сухих опилок употребляют около 100 частей крепкой серной кислоты. Пелуз (Pelouze) говорит, что 100 кг древесных опилок могут дать до 2 гектолитров спирта. Сто кг сухого дерева содержат около 90 кг клетчатки, которая, принимая во внимание потери, может дать до 70 кг глюкозы, а так как глюкоза дает около 50% своего веса безводного спирта, то можно полагать, что 100 кг дерева дадут до 35 кг безводного спирта, или около 43 л безводного спирта, что соответствует 200 л 20%-ного спирта.

Бассе (Basset) дает следующую оценку приготовления спирта из дерева:

Древесных опилок	1.00	франк.
Высушивание их	1.50	»
Потери чрез выпаривание	1.25	»
82 кг серной кислоты	18.20	»
Мела 85 кг	2.55	»
Работа	3.50	»
Брожение, перегонка	5.50	»
Всего .	33.5	франк.

Следовательно, каждый литр спирта без окончательного очищения обойдется около $^3/_4$ франка (20 коп.). Принимая во внимание очищение, проценты на основной капитал, пошлины и т. п., должно думать, что цена достигнет до 1 франка 25 сантимов за литр безводного спирта или до 75 сантимов за литр 50%-ного спирта, а потому должно думать, что мысль о приготовлении спирта из дерева, по крайней мере по способу Арну, нельзя считать практически выгодною.

Ценность фабрикации спирта из дерева обусловливается главным образом *большим расходом на серную кислоту*, а потому предложение Трибуиле (Tribouillet) дает возможность надеяться на значительное понижение ценности спирта по этому способу. Трибуиле предлагает употреблять серную кислоту, служившую для превращения клетчатки в глюкозу, для разложения известкового мыла, получающегося при фабрикации стеариновых свеч. Такое мыло прямо должно обливать той смесью, которая получается при действии серной кислоты на опилки (разведя водой), причем жирные кислоты, а именно пальмитиновая и стеариновая, всплывут наверх, а гипс осядет на дно; водянистый же слой будет содержать глюкозу и может быть подвергнут брожению и перегонке. На такой способ приготовления спирта, в соединении с фабрикациею стеарина, Крамер получил в Баварии патент. Впрочем, до сих пор не известно, был ли применен способ Трибуиле в большом виде на заводах. Баварское политехническое собрание не-

сколько лет тому назад предложило вопрос о промышленном значении способов приготовления спирта из дерева. Принимая во внимание, что такая площадь земли, которая дает 90 ц картофеля, т. е. 14 ц крахмала, или 8 ц абсолютного спирта, может дать в виде леса только 14 ц сухих опилок, а следовательно, никак не более 7 ц спирта, обращая внимание на то, что лес может найти другие, более ценные применения и что превращение его в опилки стоит много времени и работы, увидим ясно, что для спиртового производства можно употреблять только негодные древесные остатки и что это производство не может соперничать с винокурением из картофеля. Большое распространение и важное значение картофеля для сельского хозяйства дают возможность довести винокурение из картофеля до цены весьма малой, которая едва ли возможна будет при [вино]курении из дерева.

Вместо дерева предложено было много раз употреблять другие растительные вещества, содержащие клетчатку или сходные с нею соединения. Так, Мельсан для этой цели предлагает употреблять: a) солому, мох, листья и тому подобные малоценные растительные вещества, остающиеся в виде остатков от разных сельскохозяйственных производств; b) фабричные остатки, как то: мякину, пивные и винные остатки (барду), остатки от сахарного, крахмального и тому подобных производств; c) остатки от вещей, бывших в употреблении, — старые обои, макулатурные листы и т. п. Нет сомнения, что для некоторых из этих веществ фабрикация спирта была бы выгодным сбытом. Особенно обращает на себя внимание употребление лишаев, дико произрастающих в огромном количестве, особенно в гористых местах, потому что они содержат лихенин, легко превращаемый серною кислотою в глюкозу. Рой (Roy) получил из 30 кг лишаев (содержавших от 36 до 44% лихенина) 6.5 л 21%-ного спирта. Столь же хорошие результаты получил Леорье (Leorier).

§ 10

Прежде чем окончить обзор сырых материалов для винокурения, мы должны остановиться еще раз на *минеральном спирте*.

При настоящем состоянии наших сведений о составе спирта, мы можем представлять его состоящим или из:

$$\left.\begin{array}{l}\text{Маслородного газа } C^2H^{4\,1} \text{ и} \\ \text{Воды . . . . . } H_2O\end{array}\right\} = C^2H^6O \text{ спирт;}$$

или из

$$\left.\begin{array}{l}\text{Эфира . . . . . } C^4H^{10}O \text{ и} \\ \text{Воды . . . . . } H_2O\end{array}\right\} = 2C^2H^6O \text{ спирт;}$$

[1] Принимая новые пан, т. е. H = 1, C = 12 и O = 16.

или, наконец, можно рассматривать его вместе с Вильямсоном, Жераром и другими, как воду (H^2O), в которой 1 пай водорода заменен сложною группою C^2H^5, называемою этилом, т. е.

$$\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O = C^2H^6O \text{ спирт.}$$

Каждое из этих мнений, которые не должно считать исключающими друг друга, выражает некоторые химические изменения или реакции спирта. Так, первый взгляд показывает, что спирт может распадаться на маслородный газ и воду и может из них вновь образоваться, что и существует в действительности. В 1828 г. Геннель показал последний способ образования спирта, а именно: при действии серной кислоты (H^2SO^4) на маслородный газ он получил серновинную кислоту ($C^2H^6SO^4$), которая чрез разложение и перегонку дает спирт. Это наблюдение оставалось незамеченным, пока в 1855 г. Бертело не сделал своего общеизвестного наблюдения над образованием спирта из светильного газа. Бертело, так же как Геннель, заставлял маслородный газ поглощаться серною кислотою и разлагал потом образовавшуюся серновинную кислоту. Повидимому, довольно странно, что до сих пор это открытие не применено к фабричному делу [при] добы[че] из каменного угля, торфа, дерева и тому подобных веществ светильн[ого] газ[а] и превращ[ении] его в спирт; но, обращая внимание на то, что светильный газ содержит весьма немного маслородного газа, и на то, что получение светильного газа с большим содержанием маслородного весьма затруднительно, легко объяснить себе кажущееся замедление в успехе винокурения. Известно, что более чистый маслородный газ получается только из чистого спирта и что светильный газ содержит в 100 частях редко более 10 частей маслородного газа, а из 600 л каменноугольного газа Бертело получил только $^1/_4$ л чистого маслородного газа. Поэтому способ получения минерального спирта может найти свое применение лишь тогда только, когда найден будет способ получать дешево и много маслородного газа или когда дана будет возможность дешево извлекать его из светильного газа, не уменьшая ценности (светящей силы) последнего.

§ 11. Приготовление затора из хлебных зерен

Хлебная водка (хлебное вино) приготовляется из пшеницы, ржи и ячменя. Но вино никогда почти не гонят из одного рода хлеба, потому что по опытам найдено, что получается большее

количество спирта, если гонят два рода хлеба, как пшеницу и ячмень, рожь и ячмень и т. д. Лучше брать смесь ржи с пшеничным или ячменным солодом, или пшеницы, смешанной с ячменным солодом. На 1 часть солода полагается 2 части несоложенного хлеба.

Приготовляют или настоящее сусло, как в Англии, причем, как в пивоварении, солодят, затирают, растворяют затор и процеживанием получают сусло, или весь растворенный затор оставляют бродить с гущей. Последний способ употребителен в Германии, и он будет положен в основание следующего описания.

Приготовление затора разделяется на четыре следующие операции, именно, на:

1) крупный помол затираемых зерен,
2) затирание,
3) остуживание затора,
4) брожение затора.

Крупный помол. Сырой, только что соложенный хлеб перед обрабатыванием крупно мелется. В производстве спирта это делается не для того, чтобы приготовить светлое сусло, но чтобы образование сахара было совершеннее, для чего необходимо, чтобы мука была по возможности мельче. Теперь при приготовлении спирта предпочтительно употребляется зеленый солод, однако менее при курении вина из хлеба, чем при курении из картофеля. Помол хлеба производится или помощью мельничных жерновов, или валов. При приготовлении зеленого солода должно заметить, что он совершенно раздавливается вальками.

Затирание. Операция затирания, в сущности, тождественна с разведением сусла при пивоварении, однако с тем отличием, что винокур имеет целью весь крахмал обратить в глюкозу, тогда как пивовар часть крахмала превращает только в декстрин. Совершенное превращение в сахар и потом совершенное превращение глюкозы в спирт, при брожении, возможно только при некотором разжижении затора. Примесь воды не должна быть менее определенной пропорции, если не хотят потерять в добыче. Так как во многих германских землях пошлину берут не с окончательного продукта спирта, но с величины заторных чанов, то для винокура очень важно употребить как можно более с пользой количество затора и производить работу с затором как можно более сгущенным. Таким образом, требования науки и требования практики противополагаются. Первые требуют большей добычи спирта из данного веса сырого материала, вторая — из наименьшего объема затора. Таким образом, для практики существует некоторый предел, до которого в ней выгодно следовать основному положению науки; за этим пределом выгода от разведения

затора теряется вследствие того, что пошлина увеличивается. Теперь опыт показал путь, при котором теория и пошлина, польза и потеря, находятся в равновесии между собою. Прежде на 1 часть солодовой муки полагалось средним числом 8 частей воды, при этом происходило совершенное превращение в сахар и совершенное брожение, и отделение спирта чрез перегонку происходило с легкостью из такого жидкого затора. Этой выгоде противопоставлялся убыток от больших снарядов и большого потребления топлива и к тому еще прибавилась пошлина с большого количества затора. Так, мало-помалу были побуждаемы сходить от 8 частей к шести, пяти, даже до 3.75 и получать с меньшею ценностью большее количество спирта, чем прежде, вследствие совершенного брожения. В новейшее время предпочитают отношение 1 : 4.5. При отношении, меньшем 1 : 3.75, наступает уже явная потеря, тогда остается слишком много крахмала и декстрина в барде.

По словам Шуберта, наименьшее выгодное количество воды изменяется с временем года. Так, в холодную зимнюю погоду на 1 часть зерен можно брать даже $3^1/_2$ части воды, а в теплую не менее $4^1/_2$ воды.[1] Для столь густого затора должен быть взят хороший зеленый солод и сильные дрожди.

Сосуды, в которых производят затирание, называются *заторными чанами*. Что касается до температуры воды, служащей для разведения затора, то обращается внимание на то, чтобы в первый раз температура была достаточно высока для того, чтобы вода проникла в крахмал зерна и размочила его, но во второй раз — чтобы не была так высока, чтобы не уничтожить так называемый диастаз. При этом пригоднее всего температура между 50 и 60° Р, лучше всего 52—53°. Количество воды, потребное для приготовления затора, разделяется на две части. Если следуют отношению 1 : 4.5, то употребляют на

100 частей { 250 частей воды на затирание
200 » » » остуживание

Когда нужно начинать затирание (соложение), кладут в заторный чан 1 часть солодовой муки, 1—1.5 части воды при 50—60°, хорошо смешивают солодовую муку с водою и прибавляют туда крупной муки из несоложенного хлеба. Твердую массу смешивают до тех пор, пока все комки разобьются. Эта работа называется замешиванием затора. После того как тесто промокнет в чану полчаса, туда наливают столько кипящей воды

[1] Der rationelle Brennereibetrieb. v. Schubert, Braunschweig, 1861, стр. 155.

(1—1.15 части), чтобы температура сделалась равною 65°. Эта вторая операция называется по-немецки Garbrennen.

Количество солода не должно быть менее $^1/_6$ всего веса взятой муки, — иначе соложение, т. е. превращение крахмала в патоку, или будет итти медленно или будет неполно.

Ныне часто новое нагревание производят не водою, а паром (паровое затирание), причем основываются на том, что 1 весовая часть водяного пара имеет ту же нагревательную силу, как 6.3 весовой части кипящей воды. Паровое затирание особенно пригодно для винокурен, которые владеют затирательными машинами, позволяющими скорейшее и сильнейшее перемешивание. Однако при этом должно опасаться чрезмерного нагревания некоторых частей солодовой муки.

Для замешивания затора употребляют или весла, или, что гораздо лучше, затиральные машины, вроде тех, какие описаны на стр. 151.*

Первоначально слизистый и мутный затор, по мере обращения крахмала в сахар, делается жидким, прозрачным и сладким. Он принимает особенный хлебный запах и на поверхности покрывается тонким белым слоем пены. По окончании превращения в сахар затор представляет бурую светлую жидкость, которая всегда имеет кислую реакцию, происходящую от образования молочной кислоты.

Прежде чем перейти к брожению, должно понизить температуру затора. Этого достигают *остуживанием* сусла посредством стояния и *разведением* посредством прибавления холодной воды, как о том будет сказано вслед за этим.

Различные методы, употребляемые при приготовлении затора из хлеба, суть следующие:

А. Немецкий способ. Затор оставляют бродить с гущей.

I. *Новый способ приготовления затора.* В заторных чанах затор приводится к температуре, потребной для брожения, посредством остуживания и посредством разведения холодною водою:

а. *В три приема*:

1) затирание крупной муки с 1—1.5 части воды при 50—60° по термометру Цельзия, или 40—48° по Реомюру. (Далее указаны температуры по Цельзию);

2) разведение таким количеством кипящей воды, чтобы возвысить температуру до 60—70°; затор оставляют стоять до совершенного обращения в сахар;

3) остуживание и разведение для приведения затора к температуре, потребной для брожения.

---

* Технология по Вагнеру, вып. III, СПб., 1862. [*Прим. ред.*].

b. *В два приема*:

1) затирание и разведение в одной операции чрез примешивание солодовой муки к воде в 70—80°Ц и оставление стоять до совершенного обращения в сахар;

2) остуживание и разведение.

c. *С помощью водяного пара*:

1) затирание такое же, как и в «a»;

2) нагревание посредством пара.

II. *Старый способ.* В чанах. Затор приводится к температуре брожения не остуживанием, но только разведением холодною водою или льдом.

a. *В два приема*:

1) соединение затирания и разведения, причем солодовая мука смешивается с 40% всего употребляемого для затора количества воды, нагретой до 75°, и тогда оставляется стоять для превращения в сахар. В продолжение этого времени температура понижается до 40°;

2) разведение остальными 60% воды при 10—15°, чрез что и достигается температура брожения (22—23°).

b. *В три приема*:

1) затирание с 20% воды, почти в 50°;

2) разведение 30% кипящей воды; после превращения в сахар температура опускается на 40°;

3) разведение остальными 50% воды, имеющей температуру около 22°.

B. Английский метод приготовления затора. Затор отцеживается от гущи и сам собою подвергается брожению.

§ 12

Остуживание и разведение затора. После того как превращение в сахар совершилось, должно температуру затора как можно скорее привести к температуре, пригодной для прибавления дрожжей и для правильного хода брожения. Охлаждение производится частью чрез *остуживание* в холодильниках,— точно так же, как и в пивоварении, частью помощью снарядов (холодильников), которые производят испарение (см. стр. 169*), частью чрез разведение холодною водою или льдом. Температура, до которой должно охладить, соображается с температурою места брожения и также с продолжительностью брожения. Если применяется трехдневное брожение, то употребляют сообразно с этим немного высшую температуру, чем при четырехдневном брожении. По Людерсдорфу (Lüdersdorff), когда вода и солодовая мука находятся в отношении 1 : 4.5 и когда температура при прибавлении дрожжей должна

* Технология по Вагнеру, вып. III, СПб., 1862. [*Прим. ред.*].

быть 17° Р, должно остуживать затор до следующей температуры, при данных температурах прибавляемой для охлаждения воды:

4	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1[°]P
20.7	20.5	21	22.7	23.5	24	24.7	25.5	26	26.7	27.5	28	28.7	29.5

После того как затор охлажден до потребной температуры (означенной в нижней строке), к нему прибавляют часть охлаждающей воды и переносят его в бродильный чан. Излишек прилитой воды служит для обмывания заторного чана и холодильников и вливается потом в бродильный чан. Приливаемая вода не вымеряется, но наливается в затор до тех пор, пока не достигнет необходимой высоты в бродильном чане, и по этому пространству наперед вычисляется потребное количество солодовой муки. Притом берется во внимание то, чтобы бродящее сусло оставалось на потребной высоте в бродильном чане и чтобы поверх его оставалось некоторое свободное пространство. Последнее должно быть около $^1/_{10}$ всей вместимости чана. Сто кг солодовой муки после разведения занимают пространство в 75 кг, или 75 л воды, откуда следует, что 100 кг солодовой муки

При отношении солодовой муки к воде, как	Дают литров сусла
1 : 7	600
1 : 6	525
1 : 5	450
1 : 4.5	412.5
1 : 4	375

Положим, что вместимость бродильного чана равна 40 гл (4000 л), то для затора, за исключением пустого пространства (= 4 гл), остается еще 36 гл.

Если употреблено отношение солодовой муки к воде, как 1 : 4.5, то будем иметь, что 872.7 кг муки разведены 2727.3 л воды.

По Баллингу, 100 кг смеси ржи и солода дают средним числом 63.5 кг экстракта, потому содержание экстракта будет:

При отношении	[кг]
1 : 7	8.18
1 : 6	9.38
1 : 5	11.0
1 : 4.5	12.07
1 : 4	13.35

При вычислении этих чисел принято во внимание, что солодовая мука содержит 10% сырости; например, 100 кг солодовой муки при содержании воды в 10% доставляют с 456 кг воды: 450 + 10 + 63.25 = 523.25 кг затора, который содержит 63.25 кг экстракта. Сто частей сусла содержат, следовательно, 12.07 части экстракта.

§ 13

Брожение затора. Бродильные чаны бывают большею частью деревянные, хотя употребляются также и каменные. Первые имеют то преимущество, что они дольше удерживают тепло. На этом же основании предпочитаются большие чаны маленьким. Редко преступают вместимость в 300—500 ведер.

С той минуты, когда затор достигнет температуры брожения от остуживания и разведения, не должно замедлять начала брожения.

Без сомнения, самопроизвольное разложение глюкозы на спирт и углекислоту, под влиянием ферментов самого затора, произошло бы от наступившего самоброжения; но подобное самопроизвольное брожение не только требует много времени, но при нем из глюкозы образуются и другие продукты, значительно уменьшающие добычу спирта. Потому к затору всегда прибавляют определенное количество дрожжей. Употребляют пивные дрожжи (верховые дрожжи или осадочные дрожжи) или в смеси с водою и др., или *прессованные дрожжи*, которые приготовляются чрез прессование пивных дрожжей или дрожжей, образовавшихся при брожении винного затора (маточные дрожжи). Последние при употреблении разводятся в теплой воде. На 1000 л затора кладется 8—10 л жидких дрожжей, на 3000 л затора достаточно 15—20 л дрожжей. Прессованных дрожжей *на 1000 л затора употребляют* $^1/_2$ кг, *на 3000 л* — 1 кг. Так как пивные и прессованные дрожжи не всегда имеют потребное качество и не всегда дешевы, то в больших винокурнях обыкновенно приготовляют так называемые искусственные дрожжи, Kunsthefe, более подробное описание которым будет помещено гораздо ниже, как прибавление к производству спирта. *

Прибавление дрожжей к остуженному затору производится таким же образом, как и в приготовлении пивного затора. Именно, когда затор чрез разведение охладился почти до 50° Ц, то несколько ведер его отливают в маленький чан, остужают его до 28—30° и кладут туда пивных или прессованных дрожжей в количестве, потребном для всего количества затора. Брожение начинается очень скоро, и когда оно сильно развилось, массу взбалтывают и выливают в бродильный чан, заключающий остуженный затор. Спустя 2—5 часов начинается брожение, причем температура возвышается до 30—32°. Если примем, что затор был смешан с бродящим дрождевым затором в 10 часов утра, то после

---

* Здесь не помещается. См.: Технология по Вагнеру, вып. III, СПб., 1862. [*Прим. ред.*].

полудня мы заметим, что в некоторых местах появились пузырьки и что поднятие затора начало делаться заметным. Образование пузырьков и увеличение объема в течение ночи возрастает таким образом, что не только наполняется бродильный чан, но затор иногда поднимается над краями чана и начинает стекать вниз по бокам его. С этой минуты углекислота начинает проходить из бродящей массы, причем масса немного опускается. Уже было сказано, что брожение началось уже после полудня предыдущего дня, но образующаяся углекислота поглощается в большом количестве затором, который оттого увеличивается в объеме. Как только затор насытился углекислотой, она начинает выходить большими пузырями; от образования, восхождения и лопанья их происходит кругообразное движение. Это явление происходит обыкновенно спустя около 24 часов после прибавления дрождей, и при нем иногда происходит второе вспучиванье. С этого времени брожение идет медленнее, кругообразное движение мало-помалу теряется, так что к вечеру второго дня поднимаются только маленькие пузырьки, в течение третьего дня только изредка поднимается пузырек, хотя образование углекислоты продолжается еще в такой степени, что затор не принимает еще своего первоначального объема. Во время брожения твердые составные части затора, поднимаемые углекислотой, образуют на поверхности затора корку или пену, чрез которую выходящий газ должен прокладывать себе дорогу. Как только образование углекислоты оканчивается, твердые части снова опускаются вниз и уступают свое место жидкости. Это явление происходит на четвертый день и считается знаком окончания процесса брожения. Как только затор выбродил или поспел, должно тотчас приступить к отделению спирта. То, что здесь подразумевается под окончанием брожения, есть не абсолютное окончание брожения, но относительное, принимая во внимание экономическую выгоду, которая связана с своевременным прерыванием брожения, о чем едва ли нужно распространяться. В странах, где платится подать с количества затора, должно объявлять о времени, употребляемом для брожения, должен ли затор быть готов в 3 или 4 дня (трех- или четырехдневное затирание). Чрез поддерживание определенной температуры и чрез определенное количество дрождей мы в состоянии точно рассчитать, будет ли затор готов к перегонке чрез 3 или 4 дня. Что касается до температуры, то обыкновенно принимают:

Летом	Зимой	Когда затор должен поспеть
17—20°	20—22°	От 60 до 72 часов
20—22	22—25	» 36 » 48 »

Об ходе брожения и его успехе судят по добыче спирта, доставляемого затором при перегонке. Между тем нашли другой путь испытания затора— посредством вкуса. Хорошо перебродивший и богатый спиртом затор — должен иметь слабо кисловатый, подобный сыворотке, вкус, который после переходит в горьковатый (кислый вкус происходит от образующейся при брожении янтарной кислоты); затор не должен пахнуть кислым. Степень брожения определяется в заторе сахарометром так же хорошо, как и в пивном сусле. Об устройстве таких сахарометров говорится в выпуске II. Однако в спиртовом производстве ареометрические исследования не имеют такого значения, как при пивоварении, потому что в приготовлении спирта настоящая проба производится перегонкою, что не имеет места при пиве.

§ 14. Приготовление затора из картофеля

Картофель, так же как и хлебные растения, содержит крахмал, способный превращаться в глюкозу, но не содержит вещества, называемого диастазом. Это вещество не производится в картофеле, даже и при прозябании его. Потому, для того чтобы крахмал картофеля перешел в глюкозу, мы должны всегда при обрабатывании картофеля прибавлять к нему солода или приготовленный картофель обрабатывать разведенной серной кислотой. Смотря по тому, употребляется ли первое или последнее, можно различать:

a) приготовление затора с помощью солода,

b) приготовление затора посредством серной кислоты.

Первый способ приготовления затора более обыкновенен, и онто преимущественно и будет составлять предмет последующего изложения.

При приготовлении винобродящего картофельного затора можно отличать следующие операции:

1) промывание, варение и размельчение картофеля,

2) соложение,

3) охлаждение и разведение затора,

4) брожение затора.

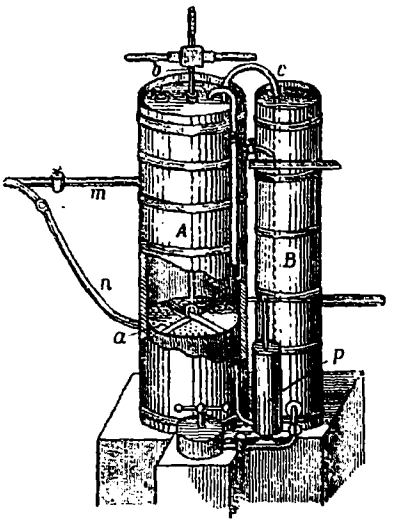
Промывание и варение картофеля. Прежде чем начнут парить или варить картофель, его обыкновенно очищают от приставшей к нему земли; это особенно тогда необходимо, когда картофель рос на глинистой почве и был собран в сырую погоду. Промывание производится или в корыте, или в кадке. Лучше же всего для промывания картофеля употреблять такие барабаны, какими промывают свекловицу на свеклосахарных заводах. Такие приборы

описаны в выпуске II «Технологии по Вагнеру». После промывания переходят к варению картофеля, не очищая его от шелухи. Прежде картофель варили водой, а ныне вообще паром. Варение в воде производится в медных кубах, требует немного хлопот, но требует больше времени и горючего материала; притом этим путем часто получают водянистый и слизистый картофель, что препятствует его размельчению. Употребляемое теперь варение паром должно производиться как можно скорее, потому что чем скорее это производится, тем мучнистее будет картофель и тем легче можно будет его размельчить и крахмал его обратить в глюкозу. Изменения, которые картофель претерпевает во время варения, уже описаны в выпуске I (стр. 298). Здесь мы только упомянем о том обстоятельстве, что между тем как диастаз, действуя на крахмал невареного картофеля, преобразовывает его только при температуре около 65°, диастаз превращает в глюкозу уже ниже 60° крахмал вареного картофеля, который был приготовлен помощью распаривания в горячих водяных парах. Для варения картофеля служат деревянные чаны, а для образования необходимого количества пара — паровой котел; в маленьких винокурнях для этого употребляют простые котлы. Для сварения 100 кг картофеля нужно круглым числом 25 кг пара (по Троммеру, на 1200 кг картофеля, который должен быть сварен в течение 1 часа, нужно 240 кг водяных паров).

Чаны делаются из мягкого дерева и снабжены железными обручами: они имеют сверху и снизу вставные дны, а вместе с тем подвижное складное дно; нижнее дно снабжено медным краном. В верхнем дне находится снабженное покрышкой отверстие, в которое всыпается картофель. Складное дно состоит из подвижных соединенных между собою досок, оно продырявлено и лежит над нижним дном на брусочках, имеющих дюйм в высоту. Над складным дном устраивается дверка для вынимания сварившегося картофеля. Введение пара производится посредством паровой трубы 1.2—2 дюйма в диаметре, которая проходит или в боку чана на половине его высоты и уходит в него на 6 дюймов, или над складным дном чана. Успех варения картофеля может быть узнан помощью тонких железных прутьев, входящих в отверстия, сделанные на различных высотах чана; эти прутья легко проходят в массу картофеля, не встречая сопротивления. Но проба производится тогда, когда во внутренности не будет происходить ни охлаждения, ни сгущения и когда пар с силою стремится из медного крана. Паровик устроен так, что он ежедневно приготовляет именно количество, потребное для соложения картофеля, чрез что мы приобретаем контроль издержанному картофелю и избавляемся от постоянного отмеривания картофеля.

§ 15

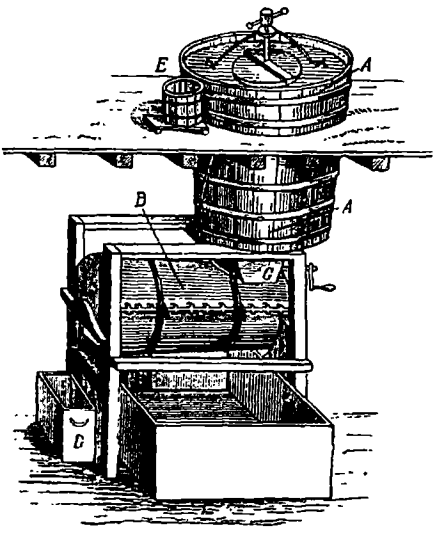
Размельчение сваренного картофеля. Как только картофель сварился, отворяют дверцы, чтобы вынуть картофель из чана и поместить его в аппарат, служащий для его размельчения. При этом ток паров только умеряется, но не прерывается, отчего картофель остается горячим. При охлаждении вареный картофель, как известно, часто принимает мыловатые свойства, вследствие чего он только труднее размельчается и не может быть равномерно смешан с водою. Но только тогда можно достигнуть совершенного перехода крахмала в глюкозу, когда снаряды для раздавливания доставляют рыхлое, мучнистое вещество, а не сжатую в комки массу. Простейший снаряд для размельчения картофеля состоит из двух пустых чугунных валов, оси которых лежат на подставках станка и которые помощью двух колес так связаны между собою, что при поворачивании валы движутся в противоположном направлении. Валы имеют обыкновенно в длину от 1 до 1.5 фута и в поперечнике 2 фута. Над валами находится деревянная воронка, из которой падает картофель из сосуда для нагревания. Приведенные в движение валы захватывают картофель и раздавливают его, смотря по большему или меньшему расстоянию между ними, на крупную или мелкую массу, которая падает в находящийся под валами ящик, из которого, когда он наполнится, она относится в заторный чан.



Фиг. 1. Прибор для размельчения картофеля.

Действие вальков редко бывает совершенно, потому что картофель, когда он проходит между валов, уже не бывает более горяч. Поэтому были делаемы многократные предложения для устранения этого неудобства. Из всех этих снарядов по своей идее и по совершенству устройства, заслуживает особого внимания снаряд, предложенный Сименсом (Siemens, в Пирмонте). Этот прибор (фиг. 1) состоит из прямо стоящего сосуда *A*, в котором почти на трети его высоты находится решетчатое дно *a* из чугуна. На оси верхней части сосуда *A* находится вертикальный железный

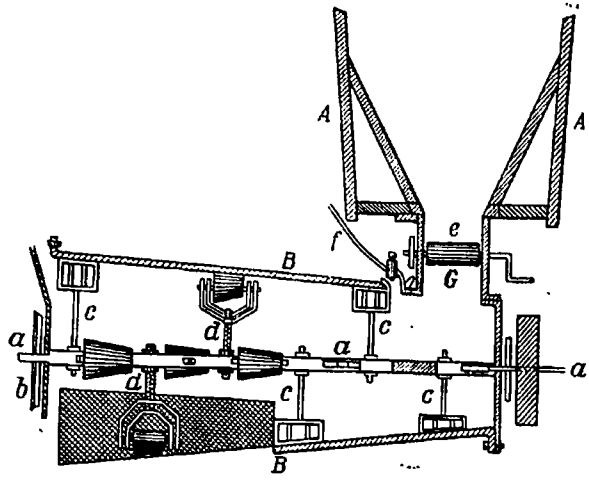
прут *b* и на нем резальный аппарат со многими ножами, который помощью винта может быть приводим в движение вверх и вниз. На нижнем конце железного прута находится горизонтальный крест, в котором укреплены две ручки ножей, между тем как другие две ручки состоят из двух, одна подле другой лежащих, полос стали. Верхняя часть сосуда наполняется картофелем, который варится паром, проходящим чрез трубку *m*. Сгустившаяся вода вытекает чрез решетчатое дно и чрез находящийся под ним кран. Как только из крана вместо воды начнут выходить водяные пары, то пары проводят чрез трубу *n* вместо верхней части сосуда в нижнюю. Пар проходит чрез решетчатое дно, чрез картофель и выходит из верхней части по трубке *c* до дна сосуда *B*, наполненного водою; происходящее от того напряжение пара возвышает его температуру и температуру картофеля, причем последний переходит в такое состояние, при котором он при помощи навинчивания кверху креста может быть обращен в порошок. При опускании винта обращенный в порошок картофель посредством нагнетательного насоса *P* получает из чана *B* кипящую воду. Разжиженная масса стекает в нижнюю часть сосуда *A*, между тем как шелуха остается на решетчатом дне. Стальные полоски креста, соскребая ее, держат дырочки решетчатого дна открытыми. Хотя помощью этого аппарата размельчение картофеля совершенно, однако он не вошел в практику. Причина этого заключается в сильном разжижении затора и в большой потере силы.



Фиг. 2. Прибор для растирания картофеля.

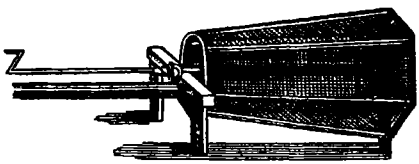
Гораздо проще размельчающая машина Сименса из Гогенгейма (фиг. 2 и 3). Существенную часть ее составляет горизонтально лежащий конический барабан *B*, внутри которого вертится вал, по сторонам которого находится несколько ручек *cc* и *dd*, снабженных вальками. Картофель, положенный в барабан из чана *A*, раздавливается вальками и выдавливается ими чрез сито, находящееся на нижней стороне барабана. Ручки *cc* и *dd* так укреплены на оси *a*, что они составляют винтообразную линию. Ручки *cc* вместо

вальков имеют решетчатые рамки. Шейка *G*, лежащая между чаном и барабаном, содержит два шестиугольных валька *e*, посредством обращения которых производится предварительное размельчение



Фиг. 3. Прибор для растирания картофеля, разрез.

картофеля. Чрез трубу *f* производится введение солода, состоящего из 1 кг солодовой муки и 100 л воды при 40—50° Ц, из сосуда *E* в барабан, что делается не столько с целью образовать сахар, сколько затем, чтобы воспрепятствовать истертой массе скататься в комки. Картофель чрез отверстие *g* выходит в ящик *D*. Вообще при этом аппарате на 100 кг картофеля нужно 16—20 кг, или литров, воды (включая сюда и солод). Этим аппаратом можно в час размельчить 35—40 ц картофеля.



Фиг. 4. Прибор для отделения шелухи от растертого картофеля.

Там, где по причине обложения податью количества затора должны обращать внимание на сбережение заторного пространства, пользуются, по предложению Гартмана и Сигля (Siegl), для всех твердых веществ, как то: картофельной шелухи, солодовой кожуры и проч., которые занимают обложенное податью пространство, однакож не способны преобразовываться в спирт, применением центробежной силы. Фиг. 4 представляет машину, служащую для этого. Она состоит из восьмиугольного станка, имеющего вид

барабана в 5—6 футов длины, обтянутого проволочной сеткой. Железная ось двигается на двух подставках. Жидкий затор проходит чрез отверстия сита, между тем как шелуха и проч. собирается в самую широкую часть станка и оттуда выкладывается. Хотя этот аппарат не вполне удовлетворителен, однако в основании его лежит правильное понимание невыгоды употребления весьма густого затора.

§ 16

Затирание. Картофель, равным образом как хлебные зерна, от прибавления солода солодится, т. е. при этом крахмал превращается в сахар (глюкозу). Пользуются ячменным солодом, потому что он действует сильнее и выгоднее других родов солода, однако нередко употребляют также ржаной солод, смешанный с ячменным. Зеленый солод действует сильнее, чем сушеный, и дает бо́льшую добычу спирта. Отношение солодовой муки к картофелю принимается различно: у одних господствует мнение, что на 100 частей картофеля достаточно 2—3% ячменя (в солоде), другие хотят, чтобы бралось 10% ячменя. Мы могли бы здесь с верностью положить среднее количество, и в самом деле более всего употребляется прибавление к 100 частям картофеля 5 частей ячменного зеленого солода. Сто частей картофеля (содержащего почти 20% крахмала) дают средним числом 17.3 части безводного экстракта в сусле, 2 части ячменного солода дают 3 части безводного экстракта; потому добыча спирта распределяется по этим двум материалам.

При обыкновенном затирании картофеля его берется немного больше, чем при затирании хлеба, именно почти в отношении сухого вещества к воде, как 1 : 4.5; 1 : 4, даже 1 : 3. Ясно, что большое содержание воды в картофеле при этом отношении взято во внимание. Картофель, как было сказано в первом выпуске, содержит 72—75% воды. Если принять, по Баллингу, содержание воды средним числом в 72.5%, то 27.5% сухих веществ будут состоять из:

Крахмала	21.125
Клетчатки	2.250
Составных частей сока . . .	4.125
	27.500

Альбумин составной части сока, составляющий почти 1%, свертывается при варении картофеля и делается оттого нерастворимым. Во время варения картофеля почти 1 часть вымывается, так что почти только 2% составных частей сока переходят в сусло, которые, однако, по большому содержанию соли, смотря по знаку сахарометра, дают показания в 3%. Сто частей высушенного

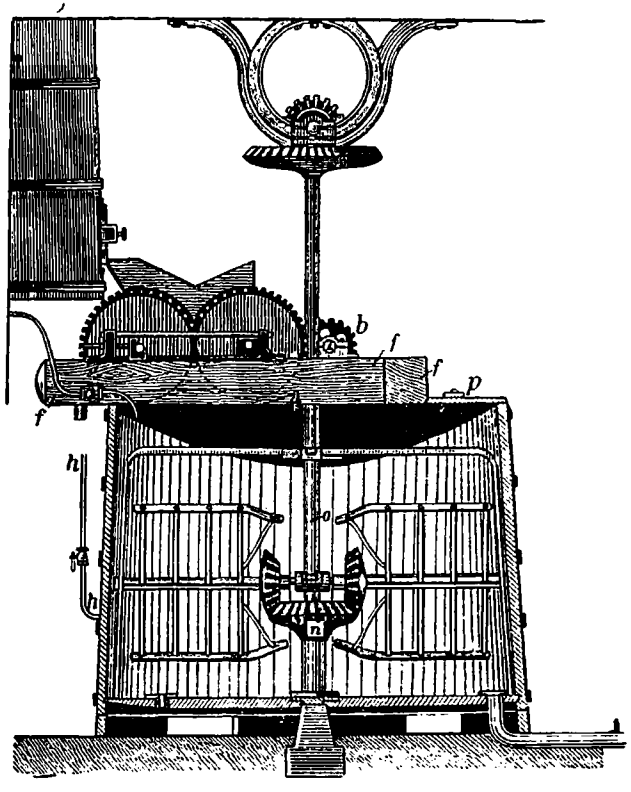
крахмала дают 82 части экстракта в сусле. На 100 частей картофеля употребляется 5 частей ячменного солода, который доставляет 60% экстракта. А потому содержание экстракта в сусле, при различных отношениях смеси сухих веществ и воды, представляется следующим образом:

Отношение		Вес смеси		Сухое вещество состоит из		Экстрактное содержание				Количество сусла	
сухого вещества	к воде	сухого вещества	воды	высушенного солода	картофеля	солода в 60%	картофельного крахмала в 82%	картофеля почти в 3%	всего		
		килограммы								килограммы	проценты
1	9	100	900	15.4 [%]	100	3	17.32	3	23.32	982.7	7.38
1	8	100	800		317.6					882.7	8.12
1	7	100	700		сырого	9.24	53.28	9.22	71.74	782.7	9.16
1	6	100	600		карто-		62.5			682.7	10.50
1	5	100	500		фели					582.7	12.31
1	4	100	400		в 27.5%					482.7	14.86
1	3	100	300		84.6[%]					382.7	18.74

После того как картофель будет размельчен, он приводится в прикосновение с размельченным же солодом. Если употребляют сухой солод (высушенный солод), то самое лучшее, когда он будет измолот как можно мельче; напротив, зеленый солод должен быть только раздавлен. Так как начало солода, обращающее крахмал в глюкозу, так называемый диастаз, растворимо в воде, то, кажется, будет рационально, если раздавленный солод пред его употреблением затереть с холодною водою и оставить с ней на несколько времени стоять. Затирание происходит в заторных чанах, форма которых бывает овальна, когда затирание производится руками; она бывает круглая, когда затирание производится посредством механической силы. Ручное затирание производится сделанными для того *мешалками*, которые называются заторным веслом, когда они в широком конце имеют форму в одном или в двух местах продырявленной лопаточки, и Moischharken, когда имеют вид грабель. При больших производствах употребляют большею частью заторные чаны с мешалками или заторные машины, описанные на стр. 151.* Чаще всего расположение всех снарядов есть следующее: наверху сбоку ставится паровая бочка для распаривания картофеля, при ее отверстии помещается снаряд для разминания вареного картофеля (чаще всего валы); измельченный картофель

* Технология по Вагнеру, вып. III, СПб., 1862. [*Прим. ред.*].

прямо отсюда падает в заторный чан, так что валы, служащие для растирания, помещаются на крышке заторного чана. В заторный чан проводится сверху труба для холодной воды, а сбоку труба от парового котла. В дне чана сделаны два отверстия с затычками, служащие для спускания готового затора в бродильный чан и для спуска воды. В середине чана на его дне укрепляется чугун-



Фиг. 5. Машинный заторный чан с валами.

ная стойка, оканчивающаяся наверху горизонтальным коническим колесом. В этой стойке находится подпятник для вращающейся оси, движимой сверху. На этой оси сидят два подпятника для двух горизонтальных осей. В эти подпятники упираются две горизонтальные оси мешалок. Эти оси снабжены коническими вертикальными зубчатыми колесами, так что зубцы их задевают за зубцы неподвижного горизонтального колеса. Вследствие этого при движении главной вертикальной оси горизонтальные оси будут описывать круги в горизонтальной плоскости, и в то же время

мешалки (сидящие на этих осях) будут совершать круговороты в вертикальных плоскостях. Такое приспособление служит для полнейшего замешивания. Весь такой снаряд виден на прилагаемом рисунке (фиг. 5).

Картофель из мельницы тотчас падает в заторный чан, и так как масса крахмала уже бывает в виде клейстера и потому находится уже в таком состоянии, при котором диастаз солода может произвести образование сахара уже при температуре ниже 65°, то следует только солоду дать надлежащую температуру, чтоб он растворил находящийся там крахмал и способствовал увеличению добычи спирта. Так как картофель, выложенный из мельницы в заторный чан, горяч и потому имеет температуру высшую, нежели та, которая необходима для процесса, то температура истертого картофеля должна быть понижена как можно скорее для того, чтобы обращение в сахар шло как можно более с пользой. Итак, приемы при затирании картофеля частью противоположны приемам, употребляемым при затирании ячменя, так как при последнем температура повышается, а не понижается.

Прежде назначенного для затирания количества картофеля в заторный чан наливают определенное количество воды (на 100 кг 10 л) при 25—60°, смотря по времени года, и в этой воде затирают размолотый или раздавленный солод. После этого в затертую солодовую муку кладут размельченный картофель и тогда мешают до тех пор, пока вся масса картофеля не будет перенесена в чан. Причем температура сусла возвышается до 60—65°.

Когда весь картофель затерт и температура сусла будет 63—65°, то мешалки останавливают и заторный чан покрывают. Образование сахара оканчивается почти в $1^1/_2$ часа. Когда весь крахмал исчезнет, то свойства затора существенно переменяются: он уже не бывает больше мутен, но становится прозрачным, приобретает серый цвет и сладкий вкус. Хорошим признаком хорошего затирания считается частное отделение жидких частей от твердых, именно от шелухи. Способ, предложенный на стр. 156* для испытания затора посредством действия иода, и здесь также может быть употреблен с выгодою.

Что касается до количества глюкозы, то оно должно соответствовать количеству крахмала, содержавшегося первоначально в заторе. Однако даже в самом лучшем заторе часть его находится в виде декстрина. Так как при брожении спирт образуется только из глюкозы, то необходимо употребление сахарометра, чтобы окончательно рассчитать приблизительно добычу спирта, а из одного относительного веса затора нельзя даже получить сколько-нибудь

---

* Технология по Вагнеру, вып. III, СПб., 1862. [*Прим. ред.*].

приблизительно верные результаты, потому что декстрин оказывает свое влияние на удельный вес раствора. Потому для узнания качества затора в практике часто дают преимущество упомянутым внешним признакам пред ареометрическими исследованиями.

§ 17

Есть довольно много изменений способа затирания, при которых частью производится совершеннейшее размачивание крахмала и превращение его в глюкозу, частью предотвращается обваривание солода (умерщвление так называемого диастаза). Эти различные способы затирания могут быть рассматриваемы по следующему образцу:

I *способ*, при котором картофель и солод затираются сразу, а не отдельно и по частям:

a) видоизменение обыкновенного способа, при котором солод сам по себе затирается и тогда к нему прибавляется весь картофель зараз;

b) видоизменение, при котором картофель и солод, каждый отдельно, затираются и потом смешиваются.

II *способ*. Дробная картофельная прибавка (метода Галля).

III *способ*. Дробные картофельные и солодовые прибавки (метода Гумбиннера).

По способу Галля, на 550 кг картофеля употребляют 50 кг солода, 15 кг овса и 2.5 кг овсяной мякины. Прежде чем картофель совсем сварится, смолотый солод и мякину около одного края заторного чана обливают 25 л горячей воды, у другого края заторного чана замешивают солод с 35 л воды при 45° Ц. К этому затору прибавляют картофель в три приема, каждый из одной трети всего картофеля. После каждой прибавки хорошо затирают и [со] следующей прибавкой ждут до тех пор, пока картофельная масса вследствие образования глюкозы несколько разжидится.

По методе Гумбиннера, к воде, находящейся в заторном чане, прибавляют столько картофеля, пока затор не сделается густ и не будет иметь температуры 50—60°. Тогда к густой массе примешивают четвертую часть незатертой солодовой муки и не прибавляют нового картофеля и другой четверти солода до тех пор, пока масса не разжидится. Так продолжают поступать с картофельной и солодовой прибавкой и с промежутками между ними, пока не будет затерто все. Затор, оставленный для обращения в сахар, еще несколько раз взбалтывается. Спустя $1^1/_2$ часа можно приступить к остуживанию. Без сомнения, метода Гумбиннера совершенно рациональна и в то же время удобоисполнима. Вместо примеси солода в сухом состоянии можно предложить употреблять его предварительно затертым.

Остуживание и *разведение* производится таким же образом, как было описано на стр. 168.* Количество прибавляемой воды можно определить по табличке, помещенной выше (стр. 739). В холодильнике затор претерпевает изменения, которые частью выгодны, но частью невыгодны для добычи спирта. Выгодным изменением считается прибавление содержания сахара. В остуженном заторе заключается больше глюкозы, чем прежде, — факт, который можно объяснить только присутствием в сусле протеиновых веществ, которые имеют свойство — декстрин охлажденного сусла обращать в глюкозу.[1] Другое изменение состоит в образовании молочной кислоты, которая всегда образуется при содействии особенного молочнокислого фермента на счет сахара. Молочная кислота образуется тем обильнее, чем медленнее происходит охлаждение затора до температуры брожения. Лучшее средство понизить образование ее до невредящей степени состоит в возможно скорейшем охлаждении. Средства, притупляющие кислоты, как то: мел, сода и натр, не устраняют образования кислоты, но только располагают глюкозу к обращению в молочную кислоту. Причина образования кислоты лежит в протеинообразном молочнокислом ферменте (lévure lactique Пастера), который при своем образовании изменяется таким образом, что не действует больше как фермент. Прибавление к суслу извести также неприменимо, потому что она не только превращает часть глюкозы в смолистое вещество, но и позже прибавленные дрожди делает недействующими. Кроме того, прибавление извести наносит ущерб питательности барды. Советуют против этого употреблять известные части растений, содержащие дубильное вещество, именно хмель, которые до некоторой степени предотвращают белковые вещества от преобразования во вредящий фермент, не производя при этом вредного влияния на барду.

§ 18. Приготовление затора помощью серной кислоты

Преобразование крахмала в глюкозу, кроме так называемого диастаза солода, может быть произведено разведенными кисло-

[1] Всякое белковое вещество при определенной степени разложения имеет свойство превращать крахмал в глюкозу. Таковы, например, кровь, желчь, мозговые вещества, дрожди, белковина проросшего ячменя, слюна, гнилое мясо. Мульдер хочет, чтобы слово *диастаз* было исключено из науки,— он предлагает слово Satzmehlumbilder, и ему едва ли чем-нибудь можно возражать с точки зрения химической, потому что диастаз как отдельное химическое соединение не существует. Напротив, в технологии оно может быть допущено, только чтобы под ним понималось содержание таких разлагающихся белковых веществ, которые в состоянии превратить крахмал в глюкозу.

* Технология по Вагнеру, вып. III, СПб., 1862. [*Прим. ред.*].

тами — именно разведенной серной кислотой, о чем было сказано во втором выпуске при описании производства крахмального сахара. Этот способ приготовления сусла был предложен г-ном Лепле (Leplay). При этом производстве сырой картофель растирается в кашу; эта каша кладется в большой чан и обливается большим количеством воды. Крахмал, отделившийся из растертых клеточек картофельной каши, садится частью на дно чана, частью на растертую картофельную массу. Стоящая сверху серая жидкость и вместе с ней белковина картофеля, которые затрудняют действие серной кислоты, удаляются помощью сифона. Устранение этой воды производится еще проще, когда в чану находится такая трубка, посредством которой можно выливать жидкости из заторного чана, как описано на стр. 150. * Промывание должно повторять несколько раз. Сама жидкость может служить для скота или как питье или для смачивания сухого корма; разумеется, она не так питательна, как барда. Между тем как картофель промывается, в другом чану потребное количество разведенной серной кислоты нагревается почти до кипения помощью паровой трубы. На гектолитр картофеля полагается [от] 1.5 до 2 кг английской серной кислоты и на разведение ее 3—4 л воды. В эту кипящую жидкость постепенно кладется промытая картофельная каша. Варение продолжается до тех пор, пока в жидкости не останется нисколько крахмала и декстрина, присутствие которого узнается иодной настойкой. Проба жидкости, смешанная в пробирном сосуде с крепким спиртом, не должна окрашиваться молочным цветом, — в противном случае варение должно продолжать. После почти пятичасового варения образование сахара оканчивается. Жидкость переливается в чан с двойным дном и, для отделения свободной клетчатки, спускается в другой чан, где нейтрализуется мелом. Жидкость, сцеженная с гипса, приводится в брожение помощью затора, содержащего солод и дрожди.

Практика еще не решила окончательно о достоинстве способа Лепле. В том, что об нем говорили до сих пор, находится много противоречий. Вообще все суждения согласуются в том, что с новым способом связано вообще меньше выгоды: что́ сберегается в солоде, то поглощают издержки на серную кислоту и на топливо, которого при продолжительнейшем варении употребляется значительно больше. В хозяйствах, которые некоторым образом основаны на производстве спирта, в которых винокурение составляет средство приготовления корма, едва ли можно ввести серную кислоту, хотя она имеет ту выгоду, что весь декстрин превращает в глюкозу, чего не бывает при употреблении солода.

* Технология по Вагнеру, вып. III, СПб., 1862. [*Прим. ред.*]

Напротив, кажется, что при собственно спиртовом производстве, которое вовсе не связано со скотоводством, там, где можно достать дешевые горючие материалы, а также в землях, где платится подать с солода, особенно при дорогой цене ячменя, серная кислота заслуживает внимания. Там, где обложено податью количество затора, в пользу серной кислоты говорит еще то, что 4 гл сернокислого затора заключают столько же преобразованного картофельного крахмала, сколько 5 гл обыкновенного солодового затора.

§ 19

Брожение картофельного затора. Прибавка дрожжей к остуженному затору в бродильном чане действует точно так же, как и при заторе из хлебных растений (стр. 740). Как средство, производящее брожение, употребляются также пивные дрожжи. На 100 кг кладется 1—2 л жидких пивных дрожжей или $^3/_4$—1 кг прессованных дрожжей. В картофельном заторе кроме солодовой и хлебной шелухи находится еще мелко растертая клетчатка; эти вещества при брожении всплывают на поверхность и образуют на ней покрышку, их оставление и влияние производят замедление в ходе брожения. На этом основании различается *правильное* и *неправильное брожение*. Первое начинается спустя 4—6 часов после прибавления дрожжей и идет в продолжение времени, соответствующего количеству положенных дрожжей и температуре. Брожение идет спокойно, не бурно, — всплывшие вещества как бы перекатываются, причем они, вроде кругового движения, с одной стороны, опускаются, с другой — поднимаются из затора. Иногда покрышка вздувается наподобие бродящего теста и поднимается до тех пор, пока не выйдет углекислый газ, после чего она снова опускается (*прилив* и *отлив*). Напротив, неправильные брожения бывают под *покрышкой* и *без покрышки*. При брожении под покрышкой она в продолжение брожения лежит неподвижно, и оно, обыкновенно, бывает недостаточно успешно. Причину этого должно искать в ошибочном процессе затиранья или в несовершенном превращении в сахар, в малом количестве дрожжей или также в низкой температуре затора или того места, где производится брожение. Когда во время брожения покрышка будет *прорвана* и пена будет выходить поверх ее, то хотя это брожение и будет сильнее, чем то, которое происходит под покрышкой, однако результат его все-таки неудовлетворителен. Равным образом, когда брожение идет *без* покрышки, то это есть доказательство слабого брожения, потому что образование углекислоты происходит недостаточно сильно для того, чтобы удержать гущу на поверхности затертой жидкости. При

нормальном брожении затор после 60—70 часов перебродит и будет готов к перегонке.

Остальные свойства брожения картофельного затора совершенно подобны свойствам брожения пивного затора (стр. 173*): температура бродящей массы возвышается тем более, чем больше количество затора, чем больше в заторе бродящего экстракта и чем совершеннее и скорее идет брожение, — другими словами, температура находится в прямом отношении к количеству заключающейся глюкозы или к количеству происшедших продуктов: дрождей и спирта. Тщательных изысканий над температурою в бродящем заторе в различных вышеупомянутых родах брожения до сих пор еще не сделано. Достойны замечания только изыскания Келлера, по которому температура:

При брожении с катающейся покрышкой . . .	15	—18° Ц
» » без покрышки	10	—13
» » под покрышкой	5	— 7
» » с прорванной покрышкой . . .	2.5	— 5

Увеличение объема бродящего затора незначительно и составляет только 0.25% первоначального объема. Процентное содержание сахара, как и в пивном заторе, до и после брожения находится в прямом отношении к количеству перебродившей глюкозы и дает твердую точку опоры к суждению об успешности брожения. Картофельное сусло, показывающее, по Баллингу, при 17°.5 Ц 16% экстрактного содержания, показывает:

	По сахарометру
По истечении 24 часов	10%
» » 48 »	2
» » 66 »	1

Причем оно может итти в перегонку. Кажущееся потребление глюкозы есть 16—1 = 15% сахарометра, а степень брожения затора $\frac{15}{16} = 0.937$. Брожение было так называемое кружащееся. Спустя 40 часов температура поднялась около 15° Ц. Вместимость чана была 60 эймеров (3384 л), температура места брожения 12°.5 Ц.

§ 20. Приготовление затора из свеклы

Употребление для производства спирта таких растений, в которых тела, образующие спирт, находятся уже в состоянии кристаллического сахара или глюкозы, избавляет от обращения в сахар или процесса соложения, и потому такие продукты могут итти в брожение, как только будут разрезаны клеточки, содержащие

* Технология по Вагнеру, вып. III, СПб., 1862. [*Прим. ред.*]

сахар, и сахар будет надлежащим образом растворен. Большая выгода, происходящая от минования процесса соложения, бросается слишком в глаза для того, чтобы мы не должны были всеми силами стараться достигнуть ее и ввести для производства спирта растения, содержащие сахар, вместо содержащих крахмал. Причем, однако, мы должны заметить, что такое, содержащее сахар, вещество только тогда может иметь приложение, когда оно сносит существующее количество пошлины и удовлетворяет требованиям, которые выводятся из технического и меркантильного взгляда на спиртовое производство.

Между растениями, заключающими сахар, заслуживающими внимания как спиртовые материалы, находятся сахарная свекловица, описанная во втором выпуске, и морковь, о которой было говорено выше. Здесь мы рассмотрим только винокурение из свекловицы. Сахарная свекловица особенно ценна как спиртовое растение в те годы, когда картофель вследствие картофельной болезни не годится для употребления в пищу; также еще, когда вследствие низкой цены сахара и большого количества пошлины производство сахара из свекловицы не окупается. Свекловица содержит на 100 частей:

Сока	96
Нерастворимых веществ	4
	100

Получение сока, как оно просто ни кажется, необыкновенно трудно, потому что растертая свекла, несмотря на богатство сока, образует очень плотную мезгу, что видно из того, что 4% (твердых веществ) клетчатки и пектозы достаточны для удержания 96% сока. Это губчатое свойство свекловичной мезги препятствует преобразованию всей свекловицы в сильно сгущенный затор, и до сих пор не найдено было средства разжижать мезгу. Если б мы могли заставить совершенно перебродить плотную свекловичную мезгу, то 100 кг ее дали бы 6 л спирта, т. е. такую добычу, которая даже при самых низких ценах спирта позволяет выработку его из свекловицы. Так как совершенное переброжение свекловицы невозможно, то потребно обрабатывать сок свекловицы и получать его как при производстве свекловичного сахара — чрез выжимание и вымачивание, подробно описанные во втором выпуске.

Смотря по роду получения сока, мы можем различать следующие способы:

1. Получение сока чрез растирание (превращение в мезгу):

a) выжимание;

b) отделение в центробежном аппарате.

2. Получение сока чрез вымачивание, причем:

a) куски свекловицы промывают холодною или горячею водою [способы Сименса и Дюбрюнфо (Dubrunfault) и др.];

b) куски свекловицы промывают горячими остатками (бардой) от предыдущей перегонки спирта {способ Шампоннуа (Champonnois)}.

3. По способу Лепле и по изменению его Плюхартом (Pluchart) размельченную свекловицу подвергают брожению, не выделяя из нее сока и не прибавляя дрождей, и выгоняют спирт из перебродивших кусков свекловицы посредством горячих водяных паров.

Что касается до *получения сока чрез растирание и выжимание или чрез отделение свекловичного сока помощью центробежных машин*, то оно, без сомнения, будет самое выгоднейшее для спиртового фабриканта, когда соединяются винокурение из картофеля и из свекловицы и когда сок свекловицы употребляется для охлаждения густого картофельного затора. Такое применение, однако, во многих землях не имеет места вследствие наложения пошлины; но и там нечего возражать против сгущения свекловичного сока посредством выпаривания. Сгущение сока до такой точки, при которой объем его заключает столько сахара, сколько объем соложенного картофеля, и притом при столь малом отношении твердых составных частей к воде, что брожение может происходить невредимо, по Троммеру, есть единственный путь (в Пруссии и вообще в землях, где обложено податью количество затора) привести свекловицу в параллель с картофелем, т. е. употреблять ее с такой же выгодою при спиртовом производстве, как картофель.

Сок смешивается с серною кислотою, которой кладется 1% противу сахарного содержания. Серная кислота производит то, что сок бродит без прибавления дрождей. Брожение начинается при 18—20°, температура не должна возрастать выше 20°. Прибавление серной кислоты производит еще то, что весь сахар претерпевает спиртовое брожение и не происходит ни молочной кислоты, ни слизистого брожения. Избежание образования этой кислоты составляет главную задачу приготовления спирта из свекловицы. При приготовлении сахара из свекловицы легче всего производят вредное изменение сока преимущественно содержащиеся в свекловичном соку азотистые вещества. Потому при курении вина из свекловицы крайне необходимо удаление или уничтожение вредного действия эт[их] веществ. По показаниям Сименса, благоприятнейшие результаты в рассуждении добычи спирта дает брожение затора, приготовленного из только что сваренной или испаренной (следовательно нагретой) свекловицы. При этом поступают следующим образом: свекловицу, разрезанную на кусочки или ломтики, для уничтожения вредного влияния ея азотистых составных частей прежде

всего нагревают с определенной пропорцией воды до тех пор, пока она не сделается вялою, а потом промывают. Промывание или вымачивание завянувших кусочков производится по способу вымачивания Домбаля (Dombasle). Очищение свекловичного сока производится чрез нагревание с серною кислотою (на 1000 кг свекловицы 1 кг серной кислоты). Из свекловицы, сырой сок которой показывал 14% по сахарометру, получается очищенной жидкости 12—13% по сахарометру, которая приводится в брожение помощью осадочных пивных дрождей (36 ц свекловицы дают 100—112 л водки в 50%).[1]

§ 21

По способу Шампоннуа, вместо воды, для *промывания кусочков свекловицы* употребляется барда. Шампоннуа полагал, что этим он нашел средство ничего не извлекать из свекловицы, при употреблении ее в спиртовом производстве, кроме ее сахарного содержания. Но этот способ не распространился даже во Франции и применяется только в маленьких винокурнях, где получение из свекловицы хорошего корма ценится выше, чем совершенное употребление ее для производства спирта.

Лепле, как было упомянуто выше, подвергает всю массу свекловицы брожению и перегонке. Этот способ не отличается удовлетворительною добычею спирта, однако он важен для сельского хозяина потому, что применим как для среднего, так и для большого производства, а также и потому, что доставляет отличный, сгущенный, легко сохраняемый корм. В чан вместимостью в 80 гл, заключающий 44—45 гл сока уже перебродившего, кладут 2200 кг промытой и разрезанной свекловицы, потом прибавляют туда 4.5—5 л серной кислоты. Свекловица удерживается над жидкостью помощью продырявленной тяжелой покрышки. Скоро происходит брожение и, если температура поддерживалась около от 25—28°, оканчивается в 10—12 часов. Когда для начала производства недостает уже бродившего свекловичного сока, то он производится вымачиванием в теплой воде кусочков свекловицы и прибавл[ением] к этому пивных дрождей.

Мы опускаем дальнейшее описание остальных способов приготовления виннобродящего затора из свекловицы.

---

[1] Многочисленные опыты над различными родами обработки свекловицы для спирта были также сделаны в Вейхенстефане под надзором Гельфериха (Helferich). Лучшие результаты были получены при свекловице пареной и потом растертой помощью терки. См.: Zeitschrift des landwirtschaftlichen Vereins in Bayern, 1856, стр. 194—202.

§ 22. Спирт из остатков от производства сахара из тростника и свекловицы

На Антильских островах, а также и в Ост-Индии остатки от сахарного производства, как то: сахарная пена, патока и проч., приводятся в брожение, и перебродившая жидкость подвергается перегонке. Водка, полученная чрез перегонку разведенной водою и перебродившей патоки сахарного тростника (см. выпуск второй), носит в английских колониях название *рома* {Rhum (Tassia)}, на Мадагаскаре и Иль-де-Франсе название *гильдива*. Части, прежде всего перешедшие при перегонке, заключают в себе особенный аромат рома. Чрез брожение и перегонку пены сахарного тростника получается жгучая острокислая водка, которая обыкновенно дается черным работникам и называется *негритянским ромом*. В Англии и Германии приготовляют много обыкновенного рома, причем в разведенную патоку от рафинировки сахара кладут дрождей и спустя 3—4 дня перебродившую жидкость перегоняют. Свойственный рому запах происходит от маленького количества эфира летучей жирной кислоты, пеларгонового эфира. В некоторых местах винобродящую жидкость настаивают перед перегонкою с ароматическими веществами, как то: персиковыми листьями, трилистником, корой акации и проч.

Патока, образующаяся в большом количестве при свеклосахарном производстве (выпуск второй), служит также для приготовления спирта. Однако патока сама собою очень трудно совершенно перебраживает. Но если мы прежде устраним щелочные свойства патоки и помощью варения патоки с разведенною серною кислотою переведем тростниковый сахар в некристаллический, то брожение легко начинается и приходит к концу. Для этой цели к патоке примешивают разведенной серной кислоты (на 100 кг патоки кладется 1 кг английской серной кислоты), тогда смесь варят в продолжение почти $1^1/_2$ часа, потом разводят ее водою до 7° Боме и примешивают к ней дрождей, при температуре 22°, действие которых усиливается помощью предшествующего смешивания их с ячменною солодовою мукою и оставления бродить смесь. Таким образом приготовленные дрожди содержат часто столько свободной кислоты, что прибавка к патоке серной кислоты делается не необходимою (как, например, на заводе Роберта в Зеловице в Моравии). Брожение оканчивается спустя 3—4 дня, после чего приступают к перегонке. 100 кг патоки дают средним числом 40 л водки. Однако для добычи спирта ничего нет определенного, потому что патока имеет очень различное сахарное содержание и самая выгодная патока для сахарного фабриканта содержит едва 34% сахара. Первоначально противный запах свек-

ловичной водки (свекловичное сивушное масло состоит из малого количества пропилового спирта, потом бутилового и амилового спиртов, пеларгоновой и каприловой кислот, сверх того новейшие изыскания сделали вероятным присутствие в нем смеси эйнантиловой, капроновой и валериановой кислот) от долгого стояния большею частью теряется. Оставшийся после перегонки спирта остаток в кубе перерабатывается в поташ.[1]

Должно заметить, что сахарную патоку, назначенную для винокурения, необходимо первоначально развести таким количеством воды, чтобы раствор имел крепость от 18 до 20° по Баллингу, т. е. содержал около этого процентов сахара. Чтобы узнать, сколько нужно взять воды или сколько поместить патоки в имеющийся бродильный чан, необходимо знать содержание сахара в патоке. По одному из способов, описанных с подробностью в выпуске II* (стр. 62 и сл.), определяют истинное процентное содержание сахара в патоке. Положим, нашли, что 100 фунт. ее содержат 55 фунт. сахара. Сколько фунтов взять такой патоки, чтобы вышло 150 ведер водяного раствора, содержащего [20]% сахара? Весь такой раствор будет весить:

$$\underset{\text{Число ведер}}{150} \times \underset{\text{Вес ведра воды в фунтах}}{30} \times \underset{\text{Уд. вес сахарного раствора}}{1.086} = \underset{\text{Вес всего сахарного раствора}}{4887 \text{ фунт.}}$$

Этот вес будет состоять из 80% воды и других подмесей и из 20% сахара; следовательно сахара в нем будет $\frac{4887 \times 20}{100}$, или 977.40 фунта. Чтобы взять 977 фунт. сахара, должно иметь патоки x фунтов.

$100 : 55 = x : 977.4$, откуда $x = 1777$ фунт., или около 47 ведер, потому что ведро такой патоки весит около 38 фунт. Таким образом можно точно делать все расчеты. О выходе спирта можно судить по следующей приблизительной пробе. Определяют сперва Баллинговым ареометром (показывающим проценты сахара) крепость затора; нашли, положим, 18%, после конца брожения тем же прибором вновь определяют крепость перебродившей жидкости; положим, нашли 4%, тогда берут разность обоих показаний $= 18 - 4 = 14$ и помножают ее на 0.45, получится произведение 6.30, которое и покажет число процентов безводного спирта, заключающихся в полученном перебродившем заторе.

---

[1] Подробное описание обработки патоки от свеклосахарного производства для спирта находится у Валькгофа «Der praktische Rübenzuckerfabrikant», Braunschweig, 1858, стр. 258—269, откуда и заимствованы некоторые добавленные здесь подробности.

* Технология по Вагнеру, вып. II, СПб, 1862. [*Прим. ред.*]

§ 23. Спирт из вина и винных выжимок

Перегонка спирта из вина особенно производится во Франции, а также в Испании и Португалии. Во Франции считают ежегодного производства винного спирта или французской водки в 450 тыс. гл в 85% и 400 тыс. гл водки в 60%. Качество из вина перегнанной водки зависит от степени свежести винограда, от более или менее старательных брожения и перегонки, от большего или меньшего взаимного смешения жидких начал вина со спиртом, от старости вина и от рода его. Старые вина дают лучшую водку, чем молодые. Вина, полученные по способам Галля и Петио, особенно годны для перегонки (стр. 81—83*). Изменившиеся вина дают только низшие сорта водки. Белые вина преимуществуют перед красными, потому что они дают больше выгоды и раньше поспевают к перегонке. Достойно замечания то, что те французские вина, которые нехороши как столовые вина и которые очень трудно сохраняются, дают лучшие водки. Такие вина называются Blasenweine, vins de chaudière. Вина с земляным вкусом дают свой вкус также и перегнанным из них водкам. Так, некоторые вина Дофинэ дают водки, которые пахнут и имеют вкус флорентинского фиалкового корня. Вкус вина из Côte-Rotie и вкус сланца, свойственный мозельским винам, находится также и в перегнанных из них водках. Свежеперегнанная водка бесцветна и остается без цвета, если тотчас же разливается в бутылки. Если, напротив, их сохраняют в бочках из дуба, то они растворяют часть краски и экстрактивного вещества дуба и принимают желтоватое окрашивание. Лучшие сорты винных водок перегоняются в департаменте Шаранты (Charente); все они в торговле носят название *коньяка* и отличаются особенным пряным вкусом, которому до сих пор тщетно старались подражать. Коньяк различают как лучший шампанский коньяк и как древесный коньяк, последний сорт ниже. За сортами коньяка идут следующие низшие сорты водок: Сен-Жан д'Анжели (Saint Jean d'Angely), Сентонж (Saintonge) и Они (Aunis), Сюржер (Surgères), Може (Maugé), Ла Рошель (la Rochelle), Марманд (Marmand) и Арманьяк (Armagnac).

Из *виноградных выжимок* и из *винных подонок* также перегоняют водку (водка из выжимок и друзская водка) (стр. 71*). Разрыхленные выжимки обливают водою, потом их хорошо обрабатывают и дожидаются начала брожения. Образующаяся при этом теплота дает меру для прибавленного количества воды. Бродить

---

* Технология по Вагнеру, вып. III, СПб., 1862. [*Прим. ред.*]

оставляют или в бочках, или в ямах, обмазанных цементом. Перебродившие выжимки перегоняются; первый дистиллат, кажущийся мутным от примешанного к нему сивушного масла, называется бланкетом и бывает довольно худ. Из него чрез новую перегонку получают водку в 50%. Водки, полученные из выжимок и винных поддонок, бывают низкой доброты. На Рейне и Майне перегоняется большое количество этих водок.

Все необходимое об друзском масле и коньячном масле, которые служат для подделки коньяка, уже было сказано (стр. 71*).

§ 24. Перегонка затора

Перебродивший зерновый и картофельный затор есть смесь летучих и нелетучих веществ, т. е. смесь веществ, которые при нагревании не переходят в пар (не улетучиваются), и таких, которые при этом образуют пары. К первым принадлежат: солодовая шелуха, неорганические соли, протеиновые вещества, разложившиеся и неразложившиеся дрожди, янтарная кислота, молочная кислота, глицерин и т. д.; к летучим — спирт, сивушное масло, вода и малое количество уксусной кислоты. Происшедшие от брожения летучие составные части затора отделяются от нелетучих помощью *перегонки,* причем летучие составные части переходят в пар и эти пары помощью остуживания снова сгущаются. Когда затор нагревается до кипения, то образуются пары, которые именно состоят из спирта и воды; следовательно полученная чрез сгущение этого пара жидкость есть смесь воды и спирта.

Вода кипит при +100° Ц (или 80° Р) при 760 мм барометрического давления.

Спирт кипит при +78°.3 Ц (или 62°.6 Р).

Так как точка кипения воды лежит на 21°.7 Ц выше, чем точка кипения спирта, то, может быть, могут подумать, что если затор нагревать почти до 80°, то будет переходить *только спирт,* вода же будет оставаться. Но этого, как известно, не случается, и точка кипения смеси воды и спирта при всех обстоятельствах при начале нагревания бывает гораздо выше, чем точка кипения чистого спирта (на этом основывается даже *эбулиоскоп* для определения содержания спирта в жидкости, стр. 45—51*), и образующиеся пары всегда будут смесь спиртовых и водяных паров. Причину этого составляет частью сродство спирта к воде, частью также испарение. Первое удерживает спирт и препятствует ему при точке

---

* Технология по Вагнеру, вып. III, СПб., 1862. [*Прим. ред.*]

его кипения (при 78°.3 Ц) отделиться в состоянии спиртовых паров. Когда помощью нагревания дойдут до точки кипения смеси спирта и воды (она бывает при 90° Ц), то бо́льшая часть спирта обращается в парообразное состояние, потому что его точка кипения гораздо ниже; напротив, воды испаряется только такое количество, сколько бы превратилось ее в пар, когда бы чрез воду, нагретую до 90°, пропустить струю воздуха. Образующиеся пары спирта при этом действуют именно как струя воздуха и принимают во время прохода чрез смесь спирта и воды зависящее от температуры количество водяных паров. Так как количество паров, отделяющихся от жидкости, находится в прямом отношении к температуре жидкости, то количество водяных паров в паровой смеси возрастает в пропорции, чем выше поднимается точка кипения смеси, наконец, до того, что когда достигнется точка кипения воды (= 100° Ц), в отделяющихся парах уже не будет находиться и следа спирта. Потому при начале перегонки пары состоят из *большего* количества спирта и очень *малого* воды, далее из *большего* количества воды и, наконец, *только* из воды. Итак, посредством простой перегонки затора мы не можем спирт отделить от других летучих составных частей затора. Напротив, если мы перервем перегонку (или испарение, как при пробе пива Ценнека (Zenneck), стр. 218*, и Фухса, стр. 225*) в надлежащее время, то мы получим в дистиллате [1] весь спирт с небольшим количеством воды, между тем как остаток перегонки (флегма) не будет содержать ни следа спирта. Дистиллат, состоящий из спирта и воды, называется *водкой первой гонки* (полувино); если мы подвергнем его вторичной перегонке или сгущению, то дистиллат будет богаче спиртом. Такие перегонки, или курения, вина мы можем продолжать до тех пор, пока не достигнем некоторого спиртового содержания, которое уже нельзя возвысить посредством перегонки. Последняя часть воды так упорно держится спиртом, что отделение ее посредством перегонки невозможно; но этого можно достигнуть, если в содержащий воду спирт положить вещество, которое имеет большее сродство к воде, чем последняя к спирту. Таковые тела суть, например, едкая известь, сплавленный хлористый кальций и т. д.; при такой обработке и следующей перегонке получается *абсолютный спирт*, который в технике никогда не употребляется в большом количестве. При сгущении водки первой перегонки прежде переходящий очень богатый спиртом дистиллат называется Vorlauf, следующий Nachlauf. Два

---

* Технология по Вагнеру, вып. III, СПб., 1862. [*Прим. ред.*]

[1] Дистиллатом называется то, что перегналось и получено в холодильнике,

раза перегнанный спирт содержит 50% чистого спирта; помощью перегонки можно приготовить спирт не выше 95%. Остаток затора от перегонки спирта называется *бардой*.

§ 25

Теперь мы перейдем к разрешению вопроса: какая теплота потребна для перегонки известного количества спирта? Положим, что требуется из затора перегнать в час 100 кг спирта. Спирт, которого точка кипения лежит при 78°.3 Ц, при своем переходе в пары поглощает 207 единиц тепла; его относительная теплоемкость = 0.622 (по изысканиям Реньо 0.644); из этого следует, что для перехода 1 кг спирта от 0° в пары он употребляет $78.3 \times 0.622 + 207 = 255.70$ единицы тепла, следовательно, почти $^4/_{10}$ той теплоты, которая потребна для нагревания и обращения в пары 1 кг воды от 0°. Так как 1 кг каменного угля может обратить в пары 6 кг воды, то 1 кг каменного угля превратит в пар 15 кг спирта $\left(\frac{6 \times 10}{4} = 15\right)$.

По предыдущему можно также вычислить потребление горючего материала для смешанного пара. Пусть, например, следует перегнать вино, в котором спирт относится к воде как 1 : 24. Опыт показывает, что для того, чтобы перегнать весь спирт, должно превратить в пар 22% всей массы, тогда дистиллат показывает 17° Боме и состоит из 4.2% спирта и 17% воды. Если хотят 1000 кг этого вина перегнать в час, то должно превратить в пар 220 кг жидкости. Эти 200 кг состоят из

42 кг спирта
178 » воды
220 кг

Количество каменного угля, потребное для этого превращения в пар, будет:

Для превращения в пар 42 кг спирта . . . $\frac{42}{15} = 2.8$ кг
» » » » 178 » воды . . . . $\frac{178}{6} = 29.6$ »
» нагревания остатка (780 ») до 100° . . . $\frac{780}{39} = 20.0$ »
Общее количество каменного угля . . . 52.4 кг

Из действительно пламенем нагреваемой поверхности перегоночного куба можно, по предшествующим опытам, составить себе

понятие о потреблении горючего материала на перегонку. Так как 1 кв. м нагреваемой поверхности куба в хорошо построенном аппарате пропускает 26 400 единиц тепла, то 8 кв. м позволят перейти 211 200 единицам тепла, что при десятичасовом производстве составит 2 112 000 единиц тепла. Для произведения этого количества полезного тепла потребно:

$$\text{Каменного угля } \frac{2\,112\,000}{5600^{1}} = 377 \text{ кг}$$

$$\text{Дерева . . . . } \frac{2\,112\,000}{3200^{2}} = 660 \text{ »}$$

Если дело идет об винокурении из картофеля, то на 100 кг обработанного картофеля идет почти 15.1 кг каменного угля, или 26.5 кг дров. Произведение 1 кг спирта требует 2 кг каменного угля, или 3.3 кг дров.

§ 26

Перегонный аппарат, как он употребляется для получения спирта, состоит в своей самой простейшей форме из четырех частей, именно: из бражного куба, колпака (шлема), холодильника и приемника для принятия дистиллата.

Куб, или бражный котел, обыкновенно делается из медных листов, реже из железных и обыкновенно имеет вид плоского котла, который оканчивается вверху круглым отверстием 12—14 дюймов в диаметре. Дно бывает или гладкое, или в средине вогнутое. Для спускания барды непосредственно над дном приделывается сточная труба, снабженная краном. В верхней части куба находится еще сбоку надставная труба для наливания в куб затора. Вместимость куба соображается с количеством подвергаемого обработке затора или с образующимся в данное время количеством пара, что вытекает из положения, что для того, чтобы выгнать весь спирт, должно обратить в пар 25—30% затора.

---

[1] Один килограмм каменного угля среднего качества дает средним числом 5600 единиц тепла.

[2] Один килограмм высушенного на воздухе дерева дает средним числом 3200 единиц тепла.

Число для высушенного дерева = 4314 единицам тепла, как о том будет подробнее объяснено в выпуске VI «Технологии по Вагнеру», который будет иметь предметом описание горючих материалов и рациональных способов их употребления для комнатного и фабричного отопления.

Галль принимает, что из 200 кг обращаются в пар:

В заторе	3%	20	кг
»	»	25	»
»	»	29	»
»	»	33	»

причем отделяется на

1 кг	спирта	5.6	кг	воды
1 »	»	5.25	»	»
1 »	»	4.8	»	»
1 »	»	4.5	»	»

Колпак, или *шлем*, проводит образовавшийся пар из куба в сгущающий аппарат. Хотя для этого может быть употреблена простая труба, однако в простых перегонных снарядах предпочитают делать колпак больше и шире, чтобы не только отделить частички затора, которые грязнят дистиллат, но также чтобы получить богатейший спиртом продукт, потому что вследствие большей поверхности пары претерпевают остывание, которое мешает унесению прежде сгущающихся водяных паров. Большой колпак имеет еще и ту выгоду, что он доставляет помещение расширяющемуся при нагревании затору. Так как объем пара во время остывания уменьшается, то лучшая форма для колпака будет в виде конуса.

Холодильники имеют назначение не только просто возможно совершенно сгустить пар, прошедший чрез шлем, и превратить его в капельную жидкость, но и то, чтобы охладить дистиллат до 16—17° или вообще до такой температуры, при которой не происходит значительной потери от испарения жидкости. Холодильники не должны давать излишнего простора парам, потому что иначе во время перегонки проникнет атмосферный воздух, который перемешается со спиртовыми парами и при своем выходе или при своей перемене унесет перемешанный с ним пар и тем произведет потерю в спирте; они должны быть устроены просто и прочно и допускать легко и совершенно чищение. Холодильники суть трубы из олова или меди (редко из свинца), которые охлаждаются водою или затором в новых перегоночных аппаратах. Теплота пара, которая может быть в данное время поглощена холодильником, зависит от величины поверхности холодильника, а также от различия температур внешней охлаждающей жидкости, касающейся плоскости холодильника, и внутренней, которая находится в соприкосновении с паром. Охлаждение тем сильнее, чем холоднее охлаждающая поверхность. Как постоянный пункт для вычислений

величины охлаждающей поверхности считаются, по Пекле и др., следующие положения, выведенные из опыта. Один квадратный метр (равен около 10 кв. футам) охлаждающей поверхности (из меди в 1—1.5 линии толщины) сгущает в минуту 1.5 кг водяных паров, когда средняя температура охлаждающей воды 25°, и 1 кг водяных паров, когда эта температура равна 38°. Как средние из других многочисленных опытов мы можем принять следующие числа. Пусть средняя температура охлаждающей воды будет $n°$ Ц, тогда *в час* сгустится m кг водяных паров:

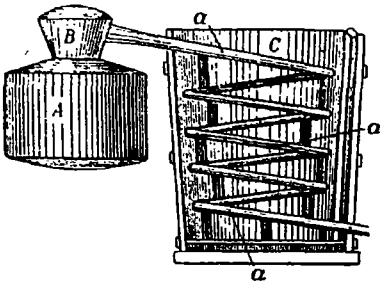
Температура охлаждающей воды	Сгущенные водяные пары, в килограммах
25°	91.8
38	61.2
50	46.2
62	36.6
75	30.6

Мы можем принять по теории, что охлаждающая поверхность составляет средним числом половину нагревающейся поверхности. В практике, однако, дело бывает совершенно иначе, и охлаждающая поверхность составляет удвоенную или утроенную нагревающуюся поверхность.[1]

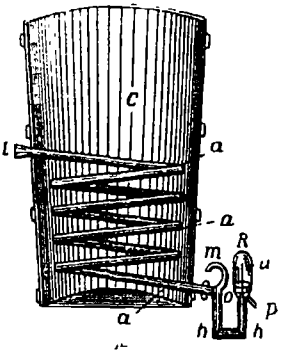
Прежде употреблялись прямые, косо идущие чрез охлаждающий сосуд медные трубы (так называемые Stichröhre), которые для того, чтобы сгущать большее количества пара, должны были иметь неудобную длину, потом были употребляемы спиральные охлаждающие трубы (впервые Глаубером в 1650 г.). Таким образом происшедшие *змеевики*, когда их длина и их диаметр находились в прямом отношении к вместимости куба или к количеству сгущающихся паров, самым лучшим образом соответствовали требованиям, потому что весь охлаждающий снаряд занимал мало места, незначительное наклонение изгибов змеи составляло причину того, что сгущенные пары стекали медленно и потому жидкость, будучи долго задерживаема в охлаждающей трубе, была надлежащим образом остужена. Невыгода змеевика состоит в том, что его очень трудно совершенно вычистить; если труба сделана не из олова, но из меди, то со временем образуется внутри трубы осадок медных солей, который может сделать дистиллат содержащим медь; на наружной поверхности трубы осаждается накипь, происхо-

[1] Баллинг предложил как эмпирическое правило для величины охлаждающей поверхности, что в каждый час для каждых 25 кг сгущенного пара потребна охлаждающая плоскость в 1 кв. м (= 10 кв. футам), или 5 см (2 дюйма) диаметра отверстия охлаждающей трубы, если длина ее в 6.32 м (почти 20 футов).

дящая от воды, употребляемой для охлаждения (гипс, углекислая известь), которая уменьшает теплопроводимость трубы. Другое зло состоит в несообразном с целью употреблении воды; вытеснение согретой воды холодною производится чрезвычайно медленно: поднимающаяся согретая вода, прежде чем оставить охлаждающий сосуд, охватывает все вверху лежащие изгибы, которые тогда уже более не способны к сгущению, равным образом происходит сильное и частное смешение теплой воды с холодной. Фиг. 6 показывает охлаждающий сосуд *C* со змеевиком *aa* (подле бражный куб *A* с колпаком *B*). Холодная вода, служащая для остуживания, проводится посредством трубы на дно охлаждающего сосуда; вода, сделавшаяся легче от нагревания, поднимается кверху и отводится чрез верх. Если недостает воды, то пространство в охлаждающем сосуде поверх змеи должно делать достаточно великим, и тогда охлаждающая труба не будет окружена теплою водою (фиг. 7), потому что последняя вследствие своей легкости собирается наверху. В отверстии змеи находится особый прибор (сообщающая труба) *hh*, который наполнен происшедшей от сгущения жидкостью; как только жидкости сберется до *o*, она протекает чрез трубу *p*, так что дистиллат в сообщительных трубках почти всегда так же беден спиртом, как и образующиеся из затора пары. Для определения содержания спирта служит ареометр, который плавает в жидкости под примазанным стеклянным приемником *R*. Чрез трубу *m* отводятся различные роды переходящих газов.



Фиг. 6. Простой куб со змеевиком.

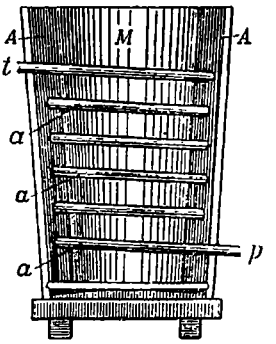


Фиг. 7. Охладник в виде змеевика.

При предыдущем простом перегоночном аппарате поперечник труб соразмеряется так, что при выходном отверстии он уменьшается до 1 дюйма; в том же месте, где входят пары, он равен $^1/_{12}$ поперечника куба. Длина охлаждающей трубы определяется следующим образом: средний поперечник множат на π ($= 3.14159$) и на произведение разделяют величину охлаждающей поверхности.

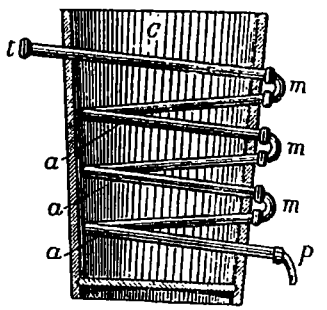
§ 27

Остальные охладительные снаряды имеют целью частью разделение пара и охлаждающей воды на возможно тонкие слои (для экономии воды), частью увеличивание соприкасающейся площади стенок холодильника с охлаждающей водою, частью также достижение лучшего и совершеннейшего очищения. Ускорению охлаждения можно способствовать посредством различных устройств холодильника; этого можно достигнуть, например, если, как на фиг. 8, внутренность охлаждающего сосуда занята сосудом или кадкою *M*, так что охлаждающая вода находится только между стеной охлаждающего сосуда и этой внутренностью. Для этой внутренности употребляется обыкновенно круглый, наполненный камнями сосуд, который ставится в средину охлаждающего сосуда. При этом устройстве охлаждающая вода употребляется более сообразно с целью, вследствие чего происходит лучшее охлаждение перегоняемой жидкости и экономия в трате холодной воды.



Фиг. 8. Змеевик с внутреннею кадкою.

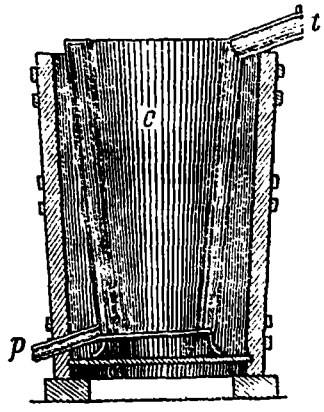
В холодильнике Келля (Kölle) (фиг. 9) охлаждающая труба состоит из прямых, лежащих по ломаной линии труб со связями *mm*, которые могут быть отняты при очищении аппарата. Этот аппарат не очень употребителен, потому что довольно крутые трубы дают много убыли в сгущаемой жидкости и последняя недостаточно охлаждается.



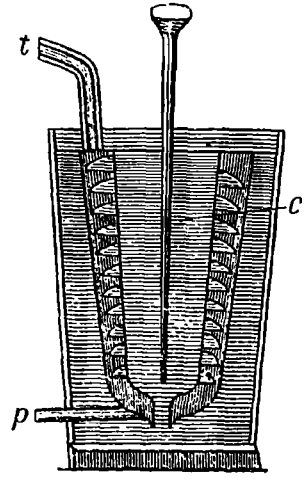
Фиг. 9. Змеевик Келля.

Между несложными холодильниками заслуживает упоминания также аппарат Гедда (Gedda), который состоит из двух усеченных конусов, помещенных один в другой концентрически; на обоих концах они связываются посредством колец, так что таким образом промежуток между двумя конусами закрыт. Верхняя ширина промежутка равняется трем нижним. Прежнее устройство холодильника Гедда (фиг. 10) имело недостаток в том, что аппарат было очень трудно чистить; также еще то, что входящий в верхнюю часть пар тотчас сгущался и горячая жидкость скоро падала вниз, не будучи надлежащим образом охлаждена для выхода.

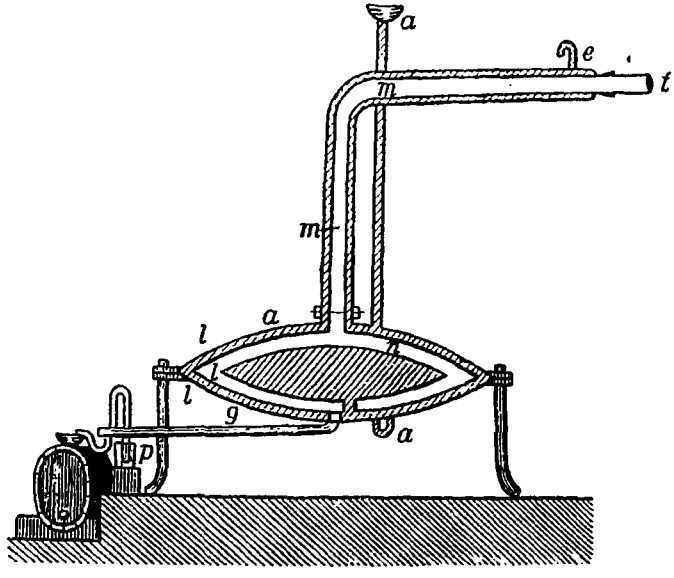
Это зло устраняется посредством нового устройства (фиг. 11), при котором в промежутке находятся свитые спирально жестяные



Фиг. 10. Старый холодильник Гедда.



Фиг. 11. Новый холодильник Гедда.

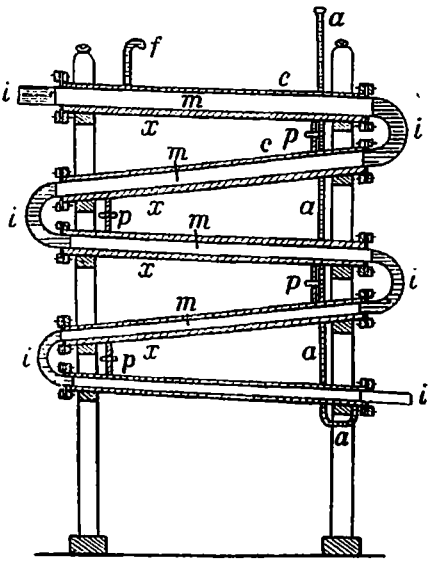


Фиг. 12. Холодильник Шварца.

полоски, которые образующуюся от сгущения жидкость допускают стекать очень медленно и тем ускоряют выделение теплоты.

Сверх того, в новом аппарате конусы можно вынимать один из другого и легко чистить.

Холодильник, устроенный Шварцем (фиг. 12), допускает большую экономию в охлаждающей воде, потому что она стекает, нагревшись почти до температуры, с которой входят пары; при относительно большой охлаждающей поверхности он дает только небольшой простор для паров. Аппарат состоит из трех, один в другом лежащих тазов *III*, имеющих форму чечевицы. Пары чрез трубу *m* вступают в пространство *n*, в котором происходит сгущение, сгущенная и охлажденная жидкость стекает чрез трубу *p*. В пространстве между двумя внешними тазами находится охлаждающая вода, которая вливается чрез трубу *a*, и чрез соединительные трубки охлаждающая вода проходит также во внутренний таз, откуда она идет выше и соединяется с нагретой водой внешнего промежутка. К сожалению, этот аппарат очень трудно чистить. Равно замечателен, касательно экономии охлаждающей воды, аппарат Бабо (фиг. 13), который имеет большое сходство с известным холодильником Либиха для химических лабораторий. Направленные вниз и уменьшающиеся, расположенные по ломаной линии трубы *mmm* свободно — без охлаждающего сосуда — укреплены в станке, и каждое из пяти отделений охлаждающей трубы окружено широкими трубами *xxx* так, что между ними находится пустота, в которой может обращаться охлаждающая вода, когда она входит чрез трубу *a*, вступает из одного отделения в другое посредством соединительных трубок *pppp* и при *f* вытекает. Коленчатые части трубок *cccc* прикрепляются к каждому порознь отделениям охлаждающей трубки помощью винтов и могут быть, равно как и сама охлаждающая трубка, разделены и отняты, когда требуется аппарат чистить. Охлаждаемая труба в поперечнике не кругла, но в точке, где происходит сгущение пара, вогнута с нижней стороны затем, чтобы заставить осаждающуюся на внутренних стенках жидкость сбегать



Фиг. 13. Холодильник Бабо.

по двум сделанным углублениям, причем поверхность соприкосновения охлаждающей трубы со сгущенной жидкостью значительно увеличивается.

§ 28

Мы рассмотрим теперь только те аппараты, помощью которых можно получить от одной перегонки *уже крепкий спирт*. Все эти аппараты столь разнообразны в своем устройстве, что имеют общего между собой только то, что смешанные спиртовые и водяные пары на своем пути от куба до холодильника должны беспрерывно делаться богаче спиртом до тех пор, пока, наконец, они примут крепость желаемого спирта и пойдут в холодильник для сгущения. Это обогащение производится двумя способами, именно:

1. Тем, что паровую смесь снова пропускают в спиртовую жидкость, которая производится посредством сгущения паров, отделившихся вначале; далее, когда температура вследствие продолжающегося вхождения новых паров возвысится, то происходит новая перегонка, при которой пары будут гораздо богаче спиртом, чем при первой (начало *ректификации*). Сгустительные приборы, основанные на этом, называются *ректификаторами*.

2. Тем, что пары от действия охлажденных стенок и металлической верхней части аппарата снова осаждаются; производя таким образом охлаждение, мы в состоянии разложить смесь паров так, что части, богатые спиртом, останутся парообразными, между тем как водяные пары с малою подмесью спирта (слабый спирт) сгустятся (начало *дефлегмации*). Приборы, сгущающие спирт подобным образом, называются *дефлегматорами*.

Прежде, когда хотели приготовить крепкий спирт, надобно было подвергать дистиллат снова перегонке, что стоило денег и времени. Теперь, напротив, это сгущение происходит в аппарате само, и тем, что мы разлагаем смесь паров, мы в состоянии от одной перегонки получить спирт желаемой крепости. Первый перегонный аппарат с разложением пара (appareil d'analyse des vapeurs) был устроен в 1801 г. Адамом в Монпелье. С тех пор явилось очень много аппаратов с подобным же действием, хотя с очень различным устройством; важнейшие из них будут описаны в следующих параграфах.

В новых перегонных аппаратах вообще можно различать следующие части:

1) куб, или котел, в котором находится перегоняемый перебродивший затор;

2) холодильник, со слабым спиртом первой гонки (Lutter, погон, недогар), который служит как *ректификатор* для паров, выходящих из куба;

3) дефлегматор, в котором смесь паров (пары первой гонки, Lutter) разлагается: 1 часть, более водянистая, сгущается, между тем как другая, богатейшая спиртом, остается парообразною. Последняя идет в холодильник, а первая стекает в ректификатор и в куб;

4) наконец, следует истинный, или последний, холодильник, где пары, прошедшие ректификатор и дефлегматор, сгущаются и стекают в подставленный сосуд.

Начало ректификации мы можем самым лучшим образом выяснить, если представим себе обыкновенный вульфов прибор (т. е. ряд двугорлых склянок, какие постоянно употребляются при химических работах), состоящий из четырех сосудов, в котором соединительные трубки доходят почти до дна следующего сосуда, так что входящий в этот сосуд пар должен пройти чрез находящуюся в нем жидкость. Эта жидкость чрез это нагревается почти до кипения и снова перегоняется; дистиллат в следующем сосуде богаче спиртом, чем в предыдущем, и крепость спирта возрастает с количеством сосудов или ректификаций. Посредством четырех ректификаций из водки получается спирт в 94%. Образуется ли упомянутая жидкость сама собою чрез сгущение отделившихся паров, или она была налита в аппарат в виде затора или водки первой перегонки, — начало нисколько не изменяется.

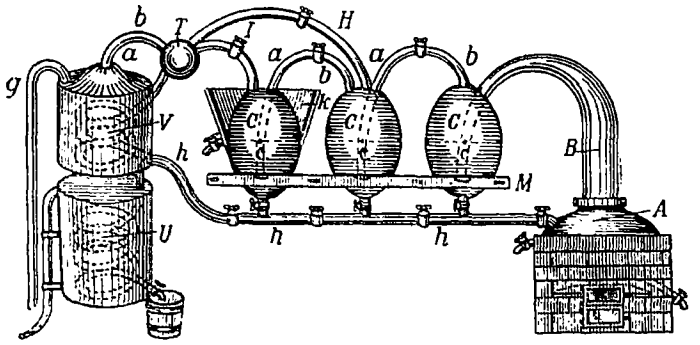
Начало дефлегмирования можно также сделать наглядным помощью вульфова аппарата, только при нем шейки сосудов соединены таким образом трубками, что они только проходят шейку, а не доходят до дна. Таким образом, пары первой перегонки проходят систему сосудов, не проходя слоя жидкости. Каждый сосуд есть дефлегматор, в котором пары первой перегонки разлагаются на водянистый спирт и спиртовые пары, — последние в следующем сосуде опять отделяют воду и т. д. Дефлегматоры снаружи охлаждаются, и наиболее сообразно с целью охлаждать их посредством затора, который от того *нагревается*. Ясно, что эти *нагревания* равным образом связаны и с ректификаторами, как и с дефлегматорами.

§ 29

Вульфов сосуд, о котором француз Эдуард Адам случайно узнал из химических чтений в Монпелье, дал повод к устройству улучшенного перегонного прибора Адама, на который он в 1801 г. взял патент. Почти в одно время Берар и Солимани взяли патент на аппарат, основанный на том же начале, который, хотя и был устроен сообразнее с целью, однако был менее употребителен, чем аппарат Адама: его знаменитость была обязана не столько действительным преимуществам, сколько случайному обстоятельству,

именно тому, что в его патенте было сказано, что помощью его аппарата можно отнимать у вина весь спирт. Так же неосновательно было утверждение, которое суд дал владетелю патента, что на всякий вновь явившийся перегонный аппарат должно смотреть как на обиду права Адама. Бесчисленные процессы и неприятности, в которые впутывались те, которые для перегонки вина употребляли не Адамов снаряд, а другой, наконец причинили то, что снаряд Адама много лет был наиупотребительнейшим во Франции. Фиг. 14 показывает существенные части этого аппарата.

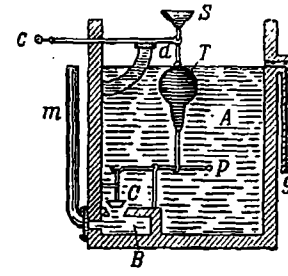
Пары, образующиеся из бражного куба *A*, проходят чрез шлем *B* последовательно в каждый из трех овальных сосудов, так назы-



Фиг. 14. Винокуренный аппарат Адама.

ваемые яйца *CCC* (вульфовы сосуды), которые, как ясно показывает рисунок, сообщаются между собою посредством труб *ab*. Ректификаторы, или яйца, лежат в рамах *M*; почти посредине они снабжены кранами, чрез которые может быть спускаема водка первой перегонки. Третий и последний ректификатор окружен холодильником *k*. Посредством труб *H* и *I* второй и третий ректификаторы соединены с сосудом *T*, который находится в связи с змееобразно изогнутою трубкою холодильника, или дефлегматора, *V*. Охлаждающая труба продолжается в другом сосуде *U*. Посредством трубы *ab* аппарат *V* соединяется как с шаром *T*, так и с кубом и всеми ректификаторами. Трубка *hhh* идет от *V* в бражный куб и соединяется со всеми ректификаторами. Чрез особый кран куба спускается барда (*или* флегма). Если нужно привести аппарат в действие, то его наполняют перебродившим затором или тем вином, которое хотят сгустить в приборе. Наполнение производят чрез трубку *g* помощью насоса или подъемника сока (Montejus), описанного во втором выпуске. Этот затор, или вино, чрез *hhh* проходит в бражный куб; тогда наливают вином ректификаторы

почти до половины, наливают в холодильник *U* и в холодильник последнего ректификатора воды. Потом начинают перегонку. Пары в ректификаторах делаются все более и более богатыми спиртом; сверх того, они разлагаются в дефлегматоре *V* и в виде парообразного спирта проводятся в холодильник *U*, где они сгущаются. Дефлегматор служит равным образом как предварительный нагреватель (прикубок). Все остальное ясно показано на рисунке. Ныне аппарат Адама более не употребляется, потому что [в] нем пары в кубе должны преодолевать значительное давление и аппарат должен быть сделан из металла очень крепко; и на этом основании он был дорог. Сверх того, он не допускал беспрерывного производства.

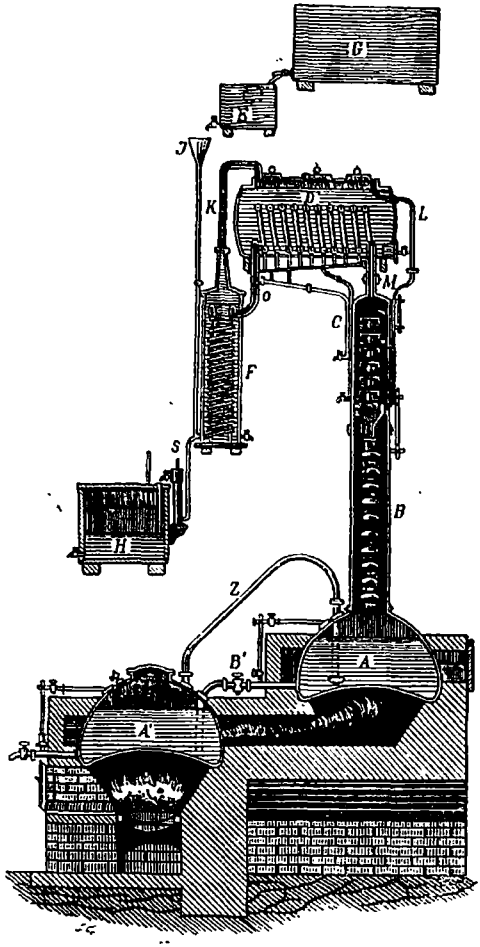


Фиг. 15. Прибор Солимани.

Перегонный аппарат, устроенный также в начале текущего столетия Солимани, имеет существенное преимущество пред аппаратом Адама. Особенность этого аппарата состоит в особенно устроенном холодильнике, который окружен водою постоянной температуры в 40°. Пар из куба (пар первой перегонки) входит в холодильник снизу, сгустившаяся часть возвращается в куб, между тем как несгущенный пар идет в холодильник и там сгущается. Чрез изменение температуры воды в холодильнике мы можем получить дистиллат любой крепости. Для того чтобы вода оставалась при постоянной температуре, Солимани устроил следующий аппарат (фиг. 15). В аппарате *A*, в котором находится (не представленный здесь) дефлегматор, в нижней части укреплена коробка *B*, в которой находится открывающийся кверху клапан *C*, довольно тяжелый для того, чтобы представлять сопротивление столбу воды, находящемуся в трубке *m*. К клапану прикреплен рычаг *P*, который находится в связи с поплавком *T*, снабженным чашечкою *S*. Аппарат основывается на убавлении плотности воды при нагревании. На чашечку *S* накладывается столько тяжести, что поплавок закрывает или открывает клапан, когда температура повысится или понизится против желаемой степени. Если температура возвысилась, то поплавок опускается и открывает клапан *C*, чрез который входит вода посредством трубы *m*. Посредством штанги *cd* мы можем управлять положением поплавка и удлинять или укорачивать плечо рычага. Теплая вода вытекает чрез *g*.

Перегонный снаряд Исаака Берара явился немного спустя после того, как сделались известны аппараты Адама и Солимани; он основан на том же начале, но отличается по своему устройству.

Именно, дефлегматор состоит из два раза изогнутого под прямым углом цилиндра, который посредством перегородок, имеющих отверстие сверху и снизу, делится на 13 отделений. Этот цилиндр окружен водою и так расположен, что пары из куба могут проходить или чрез одно отделение, или чрез все. Пары будут тем богаче спиртом и тем больше дефлегмированы, чем больше отделений они пройдут.



Фиг. 16. Винокуренный аппарат Целье—Блюменталя.

§ 30

К таким аппаратам, которые назначаются для перегонки вина (не затора) и которые могут быть употребляемы беспрестанно, принадлежит аппарат *Целье—Блюменталя* (Cellier. Blumenthal) (фиг. 16), сделавший эпоху в истории производства спирта и после улучшенный в устройстве Дероне (Desrosnes). Он состоит из двух кубов A и A', первого ректификатора (colonne distillatoire) B, второго ректификатора C, предварительного нагревателя вина и дефлегматора D, холодильника F, регулятора E для прилития жидкости, которая находится в резервуаре G. Куб A', равно как и куб A, наполняется вином и действует как паровик; образующиеся пары первой гонки в обоих ректификаторах приходят в соприкосновение с непрерывным током вливающегося вина, причем происходит дефлегмация; пар, сделавшийся богаче спиртом, в сосуде D делается еще крепче и оттуда переходит в холодильник F.

Для того, чтобы ректификация в ректификаторах в самом деле происходила сама собою, должно, чтобы текущее вниз вино было нагрето до известной степени, что ему дается тем, что его нагревает охлаждающая вода.

Образовавшийся в кубе A' пар идет чрез трубу Z почти до дна другого куба A. Оба куба нагреваются одним топливом. Помощью трубы B' жидкость проводится из второго куба в первый. Первый ректификатор содержит известное количество полукруглых, согнутых, наклоненных один к другому кружочков неравной величины, которые на отвесном пруте так укреплены, что они могут выниматься и очищаться. Большие кружки своею вогнутою плоскостью обращены кверху и продырявлены наподобие сита. Вследствие этого применения восходящие пары встречают большие плоскости, смоченные вином, которое, сверх того, падает из тазиков вниз в виде каскада и приходит в тесное соприкосновение с парами. Во втором ректификаторе C находится шесть отделений, в средине каждого из них находится вырезка, которая снабжена прямостоящим дульцем, на котором укреплена обращенная коробка, которая достает почти до дна отделения. Часть паров сгущается в отделении, так что пары принуждены проходить чрез водку первой гонки и притом преодолеть давление столба жидкости почти в 2 см. Предварительный нагреватель и дефлегматор D есть горизонтально стоящий медный цилиндр, заключающий змеевик с вертикальными изгибами. Труба M соединяется с этим змеевиком, другой же конец ее входит в трубу o. В изгибах собирается флегма, [в] которой содержание спирта в передних изгибах будет самое крепкое, в задних же гораздо слабейшее; она собирается в нижней части каждой спирали и выводится оттуда чрез отводные трубочки в общую трубу, из которой жидкость помощью другой трубки и, проходя приделанный кран, или вся, или часть ее, может быть по желанию отведена или в трубу o, или в ректификатор. Нагретое вино, служившее для охлаждения змеевика, чрез трубу L входит из дефлегматора в ректификатор и там падает каскадом в куб A. Холодильник F есть со всех сторон закрытый цилиндр со змеевиком, который сообщается с трубою o; другой конец охлаждающей трубки выводит дистиллат наружу. Кроме того, в этом аппарате находится труба K, которая снабжает вином дефлегматор. Вино вливается сперва из E в F, потом в D, оттуда течет уже нагретое в B и A'.

Когда аппарат должен быть приведен в действие, то прежде всего оба чана, A и A', наполняют вином. Потом открывают кран E, так что труба J, холодильник F и дефлегматор наполняются вином. Тогда вино в кубе A' нагревают почти до кипения.

Пары, уходящие по трубе *Z*, сгущаются в *A*, жидкость, находящаяся в нем, чрез прохождение пара и чрез циркулирующее под ним пламя, нагревается также скоро до кипения. Пары первой перегонки идут в первый ректификатор и оттуда в змеевик дефлегматора *D*, и там бо́льшая часть их сгущается, флегма идет назад в ректификатор. Как скоро предварительный нагреватель *D* нагреется так сильно, что рука не переносит более жара в нагретом вине, отворяют кран сосуда *E*, из которого вытекает холодное вино. Вино, проведенное в холодильник *F* чрез трубу *J*, начинает скоро нагреваться в этом аппарате и тогда отводится в предварительный нагреватель, где его температура возвышается почти до кипения; оттуда оно идет по трубе *L* в ректификатор *B*, а оттуда в куб *A*. Как только в жидкости куба *A′* не останется нисколько спирта, то водянистый остаток (флегму) спускают чрез кран и тогда открывают кран *B′*, чтобы куб *A′* снова наполнился. Пар проходит тот же самый путь, но в обратном направлении; после своего сгущения в холодильнике *F* он отводится в сосуд *s*, снабженный ареометром, и оттуда в *H*. Спирт, полученный помощью описанного аппарата, будет тем крепче, чем большее количество изгибов охлаждающей трубы в дефлегматоре соединено с ректификатором. Смотря по тому, какое спиртовое содержание должно иметь вино или какой крепости дистиллат, в практике решается, которые из кранов можно оставить открытыми.

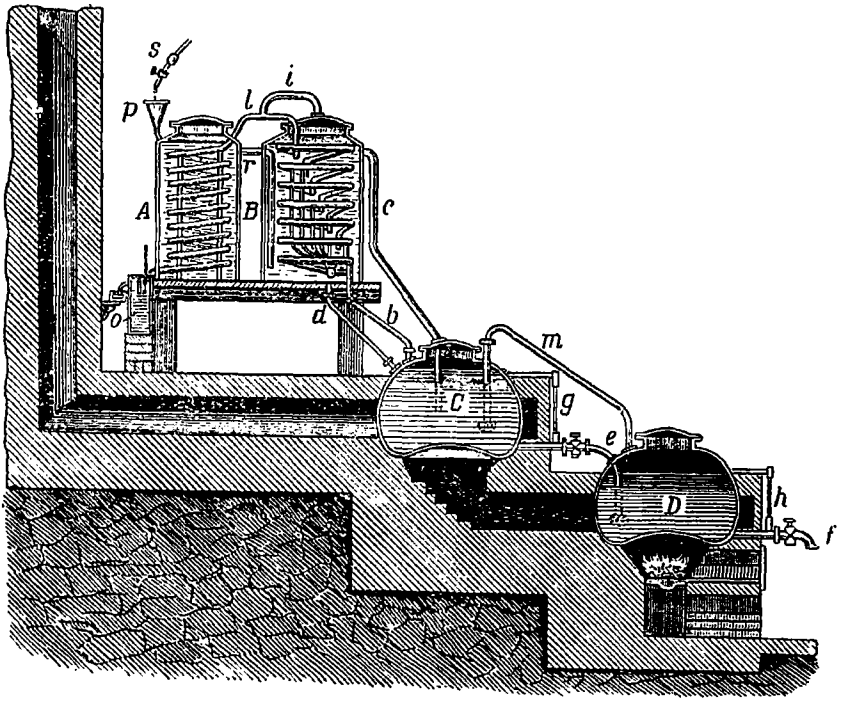
Деронов аппарат легко может быть употреблен для непрерывного производства; для этой цели надобно только резервуар, холодильник и ректификатор наполнить холодною водою и закрыть нижний конец трубы *L*.

§ 31

Очень замечателен также перегонный аппарат Ложье (фиг. 17 представляет его в разрезе). Хотя прежде описанный аппарат отличается малым потреблением топлива, скоростью перегонки и преимущественно свойствами дистиллата, однако он очень сложен, потому что так устроен, что мы можем употреблять вино с любым содержанием спирта и тем перегонять спирт по желанию крепкий. Такие же аппараты, как аппарат Ложье, долженствующие всегда перегонять жидкости (вино или затор) только с одинаковыми свойствами и давать дистиллат с постоянным содержанием спирта, напротив, могут быть устроены гораздо проще.

При аппарате Ложье перегоняемая жидкость проходит чрез трубу *s* и воронку *p* в сосуд *A*, где она занимает нижнюю часть, чтобы служить для сгущения спиртовых паров. Из этого сосуда нагретая жидкость передается помощью трубы *r* в нижнюю часть

другого сосуда *B*, где при помощи охлаждающей трубы происходит дефлегмация. Потом жидкость посредством *c* переходит во второй бражный куб *C*, который нагревается сгорающими газами топлива первого бражного куба *D*; в кубе *C* жидкость претерпевает ректификацию, и барда идет чрез трубу *e* в куб *D*; *m* есть паровая труба, которая проводит пар из куба *D* в куб *C*; труба *b*

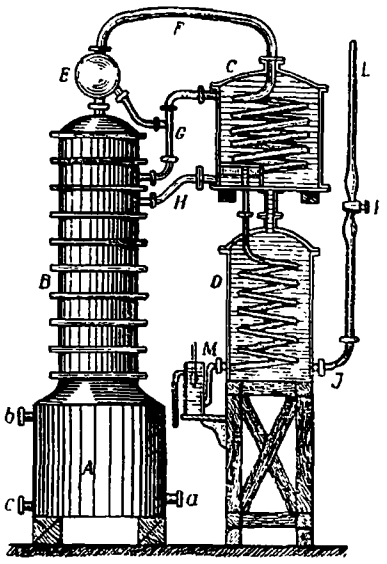


Фиг. 17. Винокуренный аппарат Ложье.

проводит спиртовые пары в дефлегматор. Чрез трубу *d* проходит флегма, выделившаяся из паров в трубах дефлегматора *B*, в куб *C*; *f* — особый кран, служит для выпускания барды из чана *D*; *g* и *h* — трубы для замечания высоты жидкости в котлах *C* и *D*. Трубка *l* проводит несгустившиеся пары из дефлегматора в холодильник, *i* — образовавшиеся в сосуде *B* пары в охлаждающую трубу. Спирт, сгущенный в холодильнике, идет, как показывает чертеж, в пробный цилиндр *o*, — находящийся там ареометр указывает его процентное содержание. Дефлегматор, или предварительный холодильник, сосуда *B* состоит из 7 отделений, которые образуют широкую спираль. Каждый из оборотов этой спирали

на своем нижнем конце снабжен маленькой трубкой; эти трубочки соединяются в трубку *d*, чрез которую сгущенные части возвращаются в куб.

Посредством силы варения и посредством вливания вина можно по желанию производить охлаждение в дефлегматоре, так что получается спирт или в 50% или выше 80%.



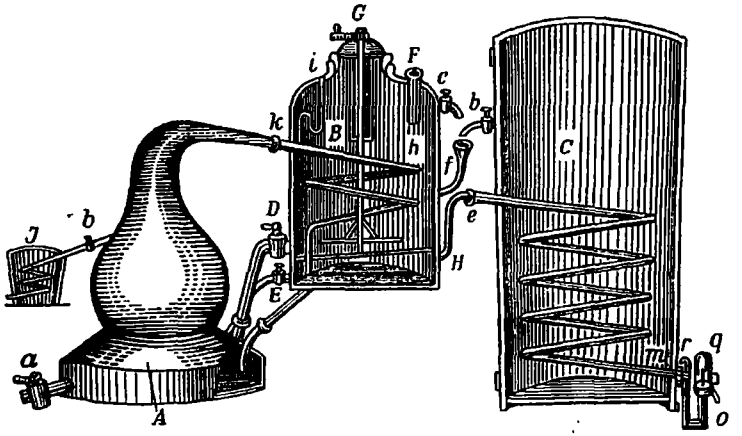
Фиг. 18. Паровой винокуренный прибор.

Иногда употребляют аппарат еще простейшего устройства, в котором перегоняемая жидкость нагревается посредством змеевика, в котором обращается пар при высоком давлении. Фиг. 18 представляет такой аппарат. *A* есть цилиндр из чугуна или меди, в котором перегоняемая жидкость нагревается помощью медного змеевика, который входит в цилиндр чрез *b* и выходит из него в *a*; чрез *c* спускается отделенная от спирта барда. *B* есть дефлегматор, в котором перегоняемая жидкость беспрерывно стекает вниз, между тем как образующиеся в *A* пары первой перегонки беспрерывно поднимаются. Устройство дефлегматора с целью увеличения поверхности соприкосновения бывает очень различно. Пары идут в резервуар *E* и чрез трубу *F* в ректификатор *C*, который устраивается как обыкновенно; сгустившаяся часть бежит чрез *H* назад в дефлегматор, несгустившиеся пары идут в охлаждающую трубу сосуда *D*, в котором сгущаются, остывают и выходят чрез *M*. Перегоняемая жидкость проходит из высоко помещенного резервуара, чрез трубу *LJ*, снабженную краном *K*, в аппарат, и сперва в *D*, потом *C*, оттуда чрез трубу *G* в дефлегматор и, наконец, в цилиндр *A*. О выгодах употребления (для перегонок) паров высокого давления будет сказано подробнее в выпуске VI.

§ 32

Из употребляемых аппаратов в Германии, при которых перегоняемым веществом служит картофельный затор, ниже будут описаны аппараты Дорна, Писториуса, Галля, Шварца и Сименса.

Аппарат Дорна (фиг. 19) состоит из бражного куба (Brennblase) *A*, пространного и потому как дефлегматор действующего колпака, холодильника *C* и медного сосуда *HB*, находящегося между кубом и холодильником; этот сосуд перегородкою разделен на два отделения *B* и *H*, из которых верхнее служит как предварительный нагреватель, а нижнее как ректификатор (содержащий вино первой гонки). Находящийся в связи с колпаком маленький охлаждающий сосуд *J* допускает в любое время испытание спиртового содержания образующихся в кубе паров. Предварительный нагреватель до уровня крана *c* наполнен затором и содержит



Фиг. 19. Винокуренный аппарат Дорна.

именно столько затора, сколько потребно для наполнения бражного куба. Затор посредством механизма *G* по временам мешается для того, чтобы поглощение теплоты сделать равномерным. Образующиеся из куба пары первой гонки идут в змеевик *kh* и тем постепенно нагревают затор почти по 85°. По окончании перегонки барда спускается чрез трубу *a*, и куб из предварительного нагревателя снова наполняется затором. Как только перегонка началась, пары сгущаются в змеевике *h* предварительного нагревателя и собираются, как жидкость, в ректификатор *H*. Пары уже более не сгущаются в *i*, что и бывает на самом деле, как только затор дошел до известной температуры, тогда они проходят в водку первой перегонки и нагревают ее до кипения. Образующиеся от этой второй перегонки (ректификации) пары идут чрез *e* в змеевик холодильника *C* и выходят в *r* в виде жидкости. Перегонка продолжается до тех пор, пока дистиллат не будет заключать 35—40% спирта; тогда помощью маленького холодильника *J* пробуют, отде-

ляются ли еще от затора спиртовые пары. Если выпущенный при *b* дистиллат не показывает более спиртового содержания, то это значит, что перегонка кончена. Куб опоражнивается, снова наполняется из предварительного нагревателя чрез *D*, в предварительный нагреватель наливается новый перебродивший затор, и перегонка опять начинается. Находящаяся в ректификаторе водка первой гонки стекает по трубе *E* назад в куб.

Аппарат Дорна, как видно из рисунка и описания, не содержит собственно дефлегматора, а только имеет перегонный куб. Потому ныне его редко употребляют для получения спирта из затора, а чаще для ректификации спирта.

§ 33

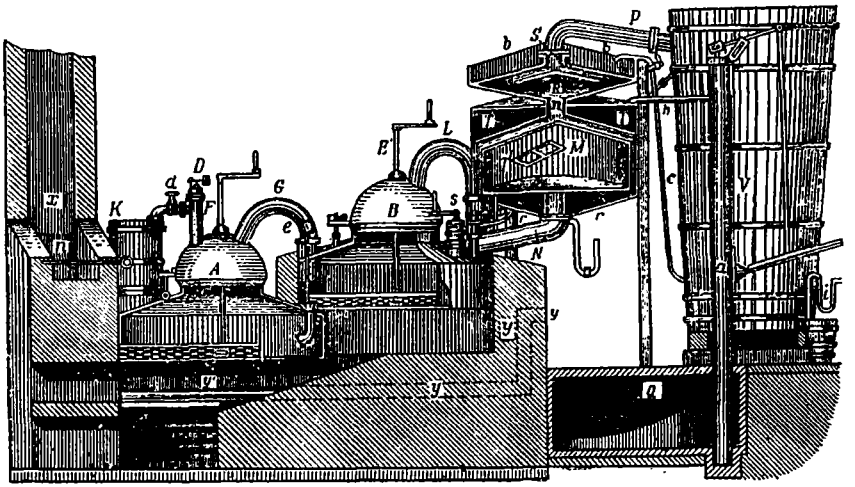
В Германии Писториус [1] (1820) был первый, употребивший два перегонных куба вместо одного, и с кубами самым сообразным с целью образом связал ректификаторы и дефлегматоры. Так как, употребляя в дело нормально устроенный аппарат, мы посредством его не только получаем из затора весь спирт, но получаем его самый чистый и крепкий, и притом с малыми издержками времени, рабочей платы и топлива, то мы должны признаться, что аппарат Писториуса исполняет многое. Потому в северной Германии большею частью (гораздо менее в южной Германии, где введен более аппарат Галля) ему отдается преимущество перед другими аппаратами, в устройстве которых во многих случаях аппарат Писториуса служит исходною точкою.

A и *B* (фиг. 20) представляют два куба. *A* есть собственно куб, который нагревается или непосредственно топливом или, гораздо сообразнее с целью, — паром, который проходит чрез трубу, соединенную с паровиком. Второй куб *B* стоит немного выше после первого и, когда не употребляется нагревание паром, согревается пламенем от находящегося под первым кубом топлива. Куб *A* называется бражным кубом, на нем помощью винтов укреплен колпак; *D* есть труба, выходящая из колпака и снабженная отворяющимся внутрь предохранительным клапаном, чрез который может входить воздух, как скоро при конце перегонки от сгущения пара произойдет незанятое воздухом пространство. В связи с трубой *D* и *d*, как и при аппарате Дорна, находится маленький холодильник, который закрывается краном и служит для того, чтобы узнавать окончание перегонки. В обоих

---

[1] *Pistorius* J. H. L. Praktische Anleitung zum Branntweinbrennen. 2. Aufl., bearbeitet u. herausgegeben von F. Lüdersdorff, mit 10 Tafeln Abbildungen, Berlin, 1841.

кубах находятся мешальные снаряды, которые состоят из вертикальных железных прутьев, вверху снабженных рукоятками, к нижнему концу их прикреплен поперечный прут, на котором находится цепь, которая прилегает к дну куба и которая при обращении рукоятки получает змееобразное движение. Эти мешальные снаряды должны не только предохранять затор, чтобы он не пригорел, но и выталкивать чрез спускное отверстие последний остаток отогнанной барды. Труба *G* проводит пары первой гонки во второй куб,



Фиг. 20. Аппарат Писториуса.

котором она идет далеко вниз. Труба *L*, выходящая из колпака второго куба, проводит пары в предварительный *нагреватель затора*, который (как и у Дорна) разделен на два отделеняи: верхнее *M* заключает затор, нижнее *r*, — пары первой гонки, которые из *r* чрез узкий промежуток *n* поднимаются в *тарелку* или *дефлегмационный аппарат R*. Часто пары, прежде чем они пройдут в *r*, проводят в третий, осадочный куб, которого на нашем рисунке не находится. Тарелочный аппарат состоит из двух или трех обращенных один к другому, соединенных между собою усеченных конусов из листовой меди, а на поверхности его находится плоский сосуд для воды, *bb*. Хотя тазы находятся между собою в связи посредством трубы, однако в средине их находится перегородка, которая укреплена так, что между внешним краем ее и стенкой таза остается очень узенькое пустое пространство. Потому вошедшие

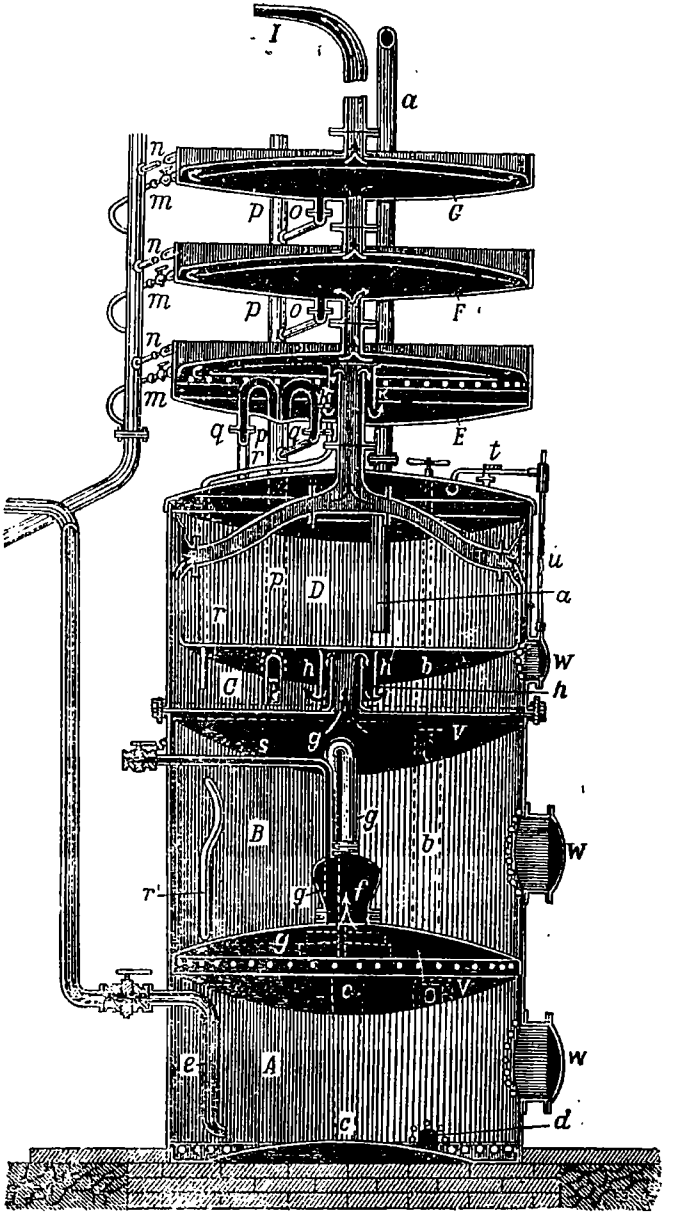
в нижний таз пары не могут тотчас выйти чрез противоположное отверстие, но должны обойти перегородку. Труба *c* проводит холодную воду в тарелочный аппарат, а короткая труба *w* — в предварительный нагреватель. Насос откачивает затор из сосуда *Q*, где налит затор, в предварительный нагреватель. Из него затор идет во второй, а оттуда в первый куб.

Предварительные действия при употреблении аппарата Писториуса существенно следующие: кубы и предварительный нагреватель наполняют затором; когда наполнение совершено, то первый куб *A* нагревают или прямо огнем, или пропущенным паром. Пары, образующиеся в кубе *A*, идут чрез затор куба *B*, который оттого нагревается до кипения. Потому куб *B* действует как ректификатор; так как происшедшие в нем пары не должны преодолевать никакого особенного давления, то те, которые не сгустились в предварительном нагревателе, позволяют этим проходить в тарелочный аппарат. Если нужно начать перегонку, то каждая тарелка наполняется холодною водою, и стараются посредством приливания холодной и остуживания теплой воды, чтобы пары оставили тарелочный аппарат и перешли в холодильник. Когда пары оставят самую верхнюю тарелку, тогда начинается собственно перегонка. Сгустившаяся жидкость, которая сначала образуется каплями, сбирается все более и более в цилиндр, где находится ареометр, и, наконец, стекает в виде струи в спиртовой резервуар. Хотя о продолжительности каждой перегонки и о времени, в которое освободится куб, нельзя сказать ничего определенного, потому что время зависит от количества и свойств затора, однако можно принять, что при обыкновенных пропорциях перегонка оканчивается в $^1/_2$—2 часа.

Ныне нагревание паром почти везде вытеснило нагревание прямо огнем. Опасения за слишком сильное разжижение затора от сгущающихся паров неосновательны, потому что употребляют затор, уже сгущенный и богатый спиртом. С помощью аппарата Писториуса, с хорошим затором и надлежащим наблюдением за прилитием охлаждающей воды в тарелки можно приготовить крепкий спирт в 85—90%.

§ 34

Вышеописанный аппарат Писториуса часто с выгодою заменяется его же аппаратом, отличающимся тем, что оба котла, ректификатор и дефлегматор, помещаются не рядом, а друг над другом, так что образуют колонну, или цилиндр, чрез что сберегается металл. Первый прибор (фиг. 20) Писториуса называется nebeneinanderstehenden Pistorius'scher Apparat, а второй (фиг. 21) — столбовой



Фиг. 21. Столбовой винокуренный аппарат Писториуса.

винокуренный аппарат Писториуса. Прилагаемая фигура[1] дает ясное понятие об этом приборе (фиг. 21). *A* — есть первый куб (бражный чан, заторный куб); *B* — второй куб, служащий для нагревания перебродившего затора парами, идущими из *A*; *C* — ректификатор, служащий для осаждения первых паров, сгущающихся на счет холодных стенок сосуда *D*, и содержащий в себе осевшие частицы, бедные спиртом; *D* — предварительный нагреватель затора. Холодный затор входит в него чрез трубку *a*. По трубке *b* затор, здесь предварительно нагретый, можно спустить во второй куб; *E* — ректификационная тарелка; *F* и *G* — дефлегматоры.

Затор, вводимый чрез трубку *a* в *D*, спускается нагретый в куб *B* по трубке *b*, а оттуда также трубкою *c* спускается в нижний, или первый, куб *A*.

d — отверстие в нижнем кубе для выпуска выкуренной барды. Оно снабжено, конечно, трубкою и краном; *e* — паровая труба, ведущая водяной пар в первый куб из парового котла. Этот пар и служит для нагревания всего снаряда. Пары спирта и воды из первого куба по воронке *f* и трубке *g* идут во второй куб. Трубочка *s* служит для отвода этих паров в маленький холодильник, служащий для испытания содержания спирта, выходящего из первого куба. При правильном ходе производства эти испытания почти не нужны, потому что можно уже по практике знать, когда наступает время совершенного истощения барды. Спиртовые и водные пары, пройдя чрез затор, помещенный во втором кубе, дают пар, идущий чрез водку, осевшую в ректификаторе *C*, проходя чрез колпачок *h*. Потом, унеся из этой водки часть спиртовых паров и оставив на место их часть воды, пары охватывают предварительный нагреватель *D*, осаждают еще часть слабого спирта, или водку. Далее пары идут к ректификационной и дефлегмационным тарелкам и здесь еще осаждают часть слабой водки. Спиртовые пары, сгустившиеся во всех этих приборах, проводятся трубкою *l* в охладник, где и превращаются из паров в жидкость. Движение паров по всем этим снарядам указано на фигуре белыми стрелками.

Пары, превратившиеся в жидкость в тарелочных дефлегматорах, проводятся трубками *oo* в трубу *p*, которая оканчивается в сосуде *C*. Для той же цели служат трубки *r* и *q*. Трубка *r'* служит для спускания водки, собравшейся в ректификаторе *C*, из этого сосуда во второй куб *B*.

t — есть кран для впускания воздуха в коробку *D*, когда из нее выпускается затор в куб *B*; *vv* — воздушные краны для первого

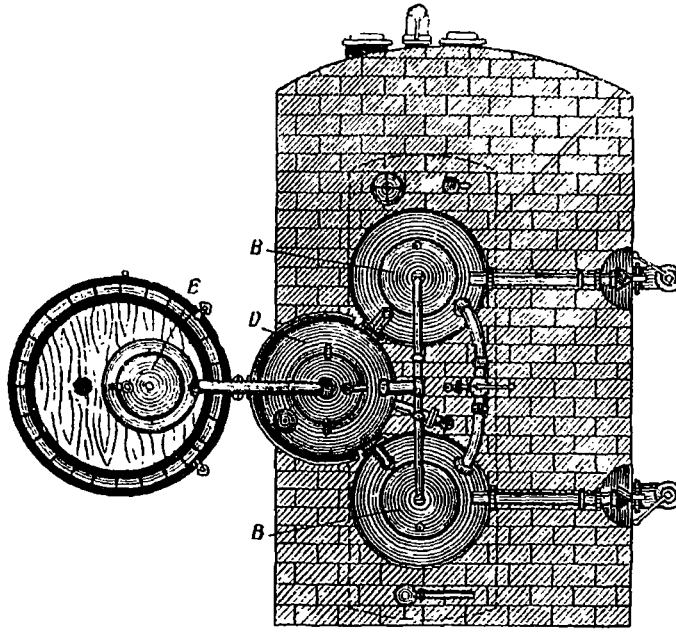
[1] Описание и фигура этого снаряда, а также и прибора Реймана (фиг. 29) заимствованы из «Der rationelle Brennereibetrieb», *V. Schubert*, Braunschweig, 1861, стр. 198 и 211.

и второго кубов, необходимые для того, чтобы можно было выливать из этих сосудов находящуюся в них жидкость; *www* — завинченные отверстия для очистки и других поправок снаряда. По трубкам *ттт* и *ппп* проводится вода в тарелочные снаряды.

Выгоды столбового снаряда Писториуса состоят не только в экономии металла, а следовательно, и в меньшей его ценности, но также и в том, что он охлаждается гораздо меньше, чем другие снаряды, от действия воздуха, потому что внешняя поверхность прикосновения его с воздухом меньше, чем у других снарядов.

§ 35

При лучших аппаратах, которые употребляются для перегонки перебродившего затора, неравной крепости пары первой перегонки около конца перегонки убавляются в крепости. Это зло устра-

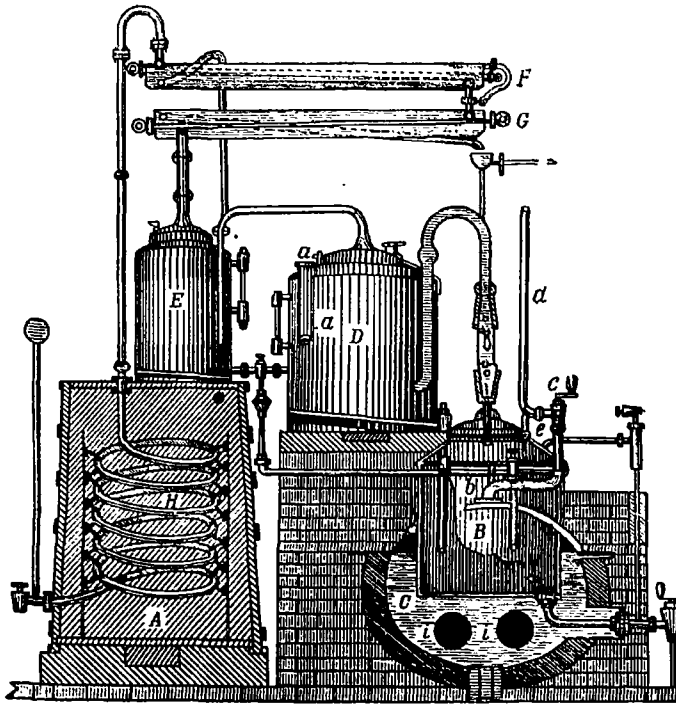


Фиг. 22. Вид прибора Галля сверху.

няется в аппарате Галля, или мариенбадском аппарате (фиг. 22 и 23).

Два куба *B* и *B* (фиг. 22) находятся в связи с паровиком *C* (фиг. 23) и с сосудом, заключающим водку первой гонки (сепа-

ратором), как это бывает и в других перегонных аппаратах. Но только род и образ этой связи особенный. *BB* — два куба, находящиеся один подле другого. *C* есть паровик с дымовыми трубами *ii*. Кубы для того, чтобы они не охлаждались снаружи, погружены в паровик. *D* — третий куб, находящийся вне паровика. *E* — сосуд,



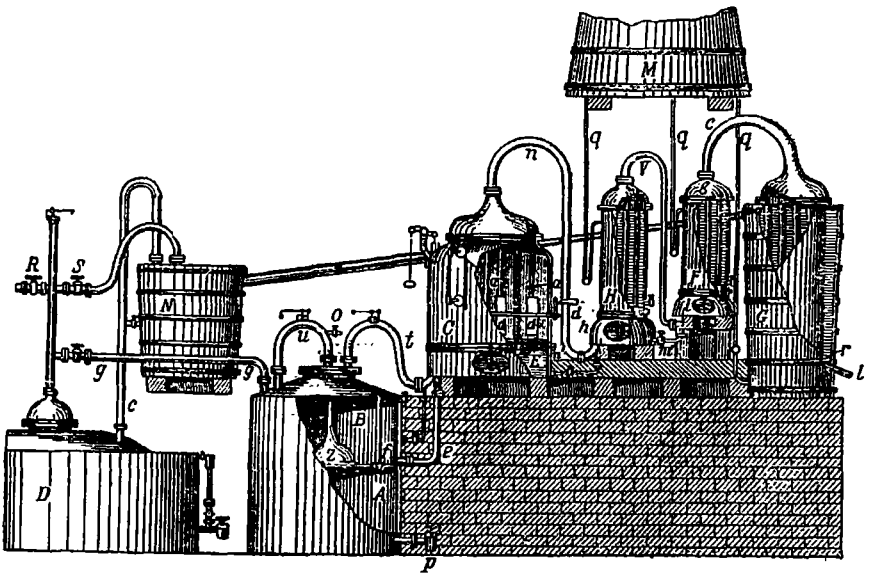
Фиг. 23. Разрез прибора Галля.

содержащий водку первой гонки, *F* и *G* — два дефлегматора; *A* — охлаждающий сосуд с охлаждающей трубою *H*. Затор наливается прежде всего посредством трубы *aa* в куб *D*, который действует как ректификатор и нагреватель. Из этого куба наполняются оба куба *BB*. Выходящий из паровика пар чрез изогнутую трубу *b* доходит до крана *e* с тремя отверстиями, откуда он проводится или в один из двух кубов *B*, или вверх чрез трубу *d* в сосуд для распаривания картофеля. Пар, вошедший в один из кубов *BB*, идет в другой из кубов, который служит вторым кубом, оттуда в куб *D*, потом в сосуд, содержащий водку первой гонки, *E*, чрез оба дефлегматора *F* и *G* и в холодильник *A*. Особенность

аппарата Галля состоит в том, что посредством соответствующих соединений трубами и помещений кранов каждый из обоих кубов может быть по желанию сделан или первым, или вторым, причем пар может входить по произволу сначала в правый и потом в левый кубы и наоборот; сверх того каждый куб может быть выведен из связи с аппаратом, опорожнен и снова наполнен, между тем как другой продолжает беспрерывно действовать. Потому аппарат Галля принадлежит к тем, которые могут употребляться беспрерывно.

§ 36

Перегонный аппарат, устроенный *Шварцем*, наиболее употребителен в южной Германии. Этот аппарат (фиг. 24), устроенный наподобие аппарата Писториуса и для производства паром, по



Фиг. 24. Винокуренный аппарат Шварца.

описанию Галля,[1] состоит из паровика *D*, двух бражных кубов *A* и *B*, предварительного нагревателя *C* с сосудом *E*, содержащим водку первой гонки, двух ректификаторов *H* и *F* и холодильника *G*. *M* — резервуар для холодной, *N* — такой же для горячей

[1] *L. Gall.* Beschreibung des Schwarz'schen Dampfbrennapparates, mit 2 Steindrucktafeln, Trier, Gall.

воды. Остальные части замысловато устроенного аппарата и их действия мы увидим лучше, когда проследим путь, который принимают отдельные вещества — водяные пары из паровика, пары водки первой гонки, флегма, сгущенный спирт, затор и вода.[1] Водяные пары, образующиеся в паровике *D*, идут чрез трубу *g* в нижнее отделение двойного куба *A* и проходят чрез находящийся там нагреваемый затор, собираются уже смешанные с спиртовыми парами в колпаке *z*, оттуда по трубе *u* совершают соответственный путь чрез верхнее отделение двойного куба, откуда после двойной ректификации переходят по трубе *t* в предварительный нагреватель *C*, верхняя часть которого действует как дефлегматор и снабжена трубами *aaa*, которые охлаждаются затором; сгустившаяся там флегма собирается в сосуд, содержащий водку первой гонки и действующий как ректификатор. Чрез последний проходят идущие из верхней части куба пары и идут по трубам *aa* в колпак и колпаковую трубу *n*, которая окружена сосудом, постоянно охлаждаемым. Тут продолжается дефлегмация. Из *H* пар передается чрез *V* в *F*, аппарат, который устроен соответственно предварительному нагревателю, только в меньшем размере, потому что количество пара уменьшилось настолько, насколько он сделался богаче спиртом; в этом аппарате дефлегмационная труба окружена не затором, а водою, которая беспрерывно переменяется. Пришедший в колпак *b* и колпаковую трубу *c* пар уже так богат спиртом, что тотчас проводится в холодильник *G*; дистиллат вытекает в *l*.

Предназначенный для перегонки перебродивший затор сначала наливается в предварительный нагреватель *C*, в котором он посредством мешательного снаряда получает равномерное состояние и температуру. После того как он нагреется, его спускают по трубе *e* в верхнее отделение двойного куба, а оттуда посредством клапана *f* в нижнее, где также собирается флегма из остальных частей аппарата; именно флегма бежит назад из отделений *h* и *l* обоих ректификаторов *H* и *F*, чрез обе трубы *m'* и *n'* в пространство *E*, а оттуда идет в верхнее отделение двойного куба, где смешивается с затором. Как только затор отдаст весь спирт, что узнается испытанием возгораемости газа посредством пробного крана *o*, то барду удаляют из куба чрез кран *p*. Чрез трубы *qqq* ректификаторы и холодильник снабжаются водою. Нагревшаяся в холодильнике вода спускается посредством трубы *r* в чан *N* и в паровик. Чрез *R* пары проводятся в сосуды с картофелем,

[1] Приводимое здесь описание основывается частью на описании Кнаппа, из которого взяты приложенные, достойные похвалы, технологические рисунки №№ 15 и 16.

чрез S в резервуар N, когда вода в нем должна быть нагрета до кипения.

Продукт, выгнанный непосредственно помощью вышеописанного снаряда, должен иметь крепость только 70%. Если хотят получить спирт крепче, то к аппарату прибавляются еще два новых ректификатора.

Аппарат Шварца имеет преимущество перед многими другими в том, что отдельные части его могут быть легко и безопасно вычищены. Но в нем находится также много недостатков, это именно то, что устройство предварительного нагревателя затора не вполне сообразно с целью, — сгущенная жидкость в сосуде E недостаточно соприкасается с парами, и предпринятая перегонка выполняется не так, как бы следовало. Пары так скоро идут чрез эту жидкость, что они не совершенно лишаются воды, и потому всегда переходят в дефлегмационный аппарат еще содержащими воду; там их ректификация происходит тоже несовершенно, потому что круглые и прямые трубы представляют для пара мало точек соприкасания и бо́льшая часть пара избегает остывания, даже до того, что сгустившиеся в пузырьки пары разрываются несгустившимися. Холодильник, состоящий из прямых вертикальных труб, также несообразен с целью, потому что пары, входящие сверху, как только сгустятся, тотчас падают каплями и стекают, не имея времени выделить теплоту. Необходимое охлаждение дистиллата возможно только с большим потреблением охлаждающей воды.

§ 37

К аппаратам, которые устраиваются с незначительными издержками относительно производства, принадлежит также построенный в технической мастерской в Гогенгейме перегонный аппарат, который из затора дает непосредственно водку. На фиг. 25 он представлен в разрезе с теми изменениями, при которых он употребляется для приготовления спирта. Аппарат состоит из двух помещенных в паровике бражных кубов, с изменяемым по произволу сообщением кубов (помощью кранов a, b и c), как в аппарате Галля (см. фиг. 22); предварительный нагреватель и дефлегматор построены по Сименсу. Холодильник представлен на фиг. 13. L — паровик, P — один из бражных кубов, K — сосуд для водки первой гонки, R — предварительный нагреватель, A — резервуар для водки первой гонки для наполнения ею паровика, C — дефлегматор, B — приемник для сгустившегося в C пара. Из дефлегматора пары входят в не изображенный здесь холодильник.

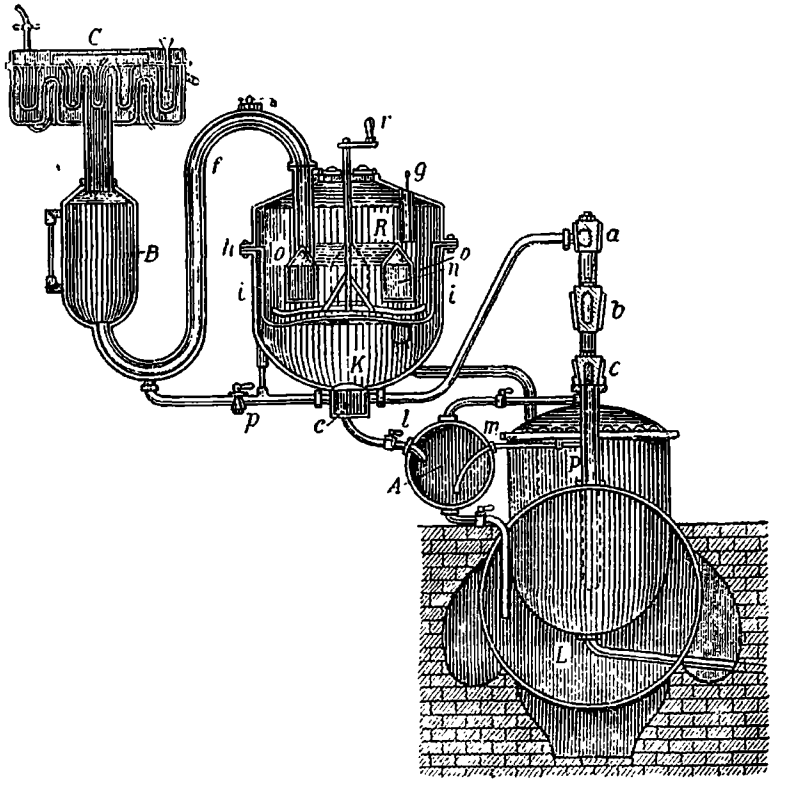
Размеры этого аппарата основаны на следующем вычислении. Положим, что паровику нужно прокипятить перебродивший затор

от 5 тыс. кг картофеля в четыре промежутка времени, каждый по 40—45 минут; следовательно, в три часа перевести в пар пятую часть веса картофеля, т. е. 1 тыс. кг, или в час 333 кг, для чего необходима поверхность почти в 11 кв. м. Для производства курения необходима паровая машина, потому эту паровую площадь должно увеличить еще почти на 20%; следовательно, паровик должен представлять испаряющую плоскость в 13.5—14 кв. м. Для бражного куба нужно иметь только такую величину, какая потребна для помещения почти 500 л. Водка первой гонки, как уже было упомянуто, стекает назад из *A* не в бражный куб, но в паровик,[1] и бражный куб снаружи не охлаждается, потому что он стоит в паровике, отчего превращаются в жидкость выходящие из него водяные пары. Предварительный нагреватель затора состоит из цилиндрических частей *ii*, основания которых имеют углубление. В цилиндре находится тесная узкая часть *oo* собственно приемника затора с нагревающей трубой *f*. Посредством флянцев *h* верхняя часть предварительного нагревателя соединяется с нижнею; *r* — мешальный снаряд, который во время перегонки приводится в движение. Пары из второго куба проходят в углубление под предварительным нагревателем, который для того, чтобы пары привести в соприкосновение с флегмою, покрыт ситом. Пары обходят нижнюю часть заторного приемника и вступают в трубу *f*, чрез которую они проводятся в нижний цилиндр дефлегматора. *Флегма, собравшаяся в сосуде для водки первой гонки, отводится* в резервуар *A*. Верхняя и нижняя части предварительного нагревателя сделаны из чугуна, только внутренние дны и нагревательная плоскость из меди. Этот предварительный нагреватель имеет перед другими подобными предварительными нагревателями преимущество в равномерном распределении теплоты; кроме того, он может легко очищаться, вследствие чего мы получаем, с одной стороны, лучшее распространение тепла, которое от образования накипи, не пропускающей тепла, скоро убывает, с другой — более чистый продукт. Дефлегматор *C* устроен так, что сгущаемые пары выходят из него по двум лежащим одна против другой трубкам, которые после в холодильнике снова соединяются. Остальное будет ясно частью из рисунка, частью из того, что было сказано прежде о других сложных перегонных аппаратах.

---

[1] Отведение водки первой гонки в паровик представляет не только то преимущество, что мы сберегаем в пространстве затора в кубе и выгоняем богатейший спиртом и чистейший (свободный от амилового спирта) пар первой гонки, но и получаем более здоровую барду, потому что многочисленные опыты показали, что корм из барды, содержащей водку первой гонки, вреден.

Кроме описанных здесь аппаратов, служащих для перегонки перебродившего картофельного затора, есть еще различные видоизменения, касательно которых можно указать на специальное



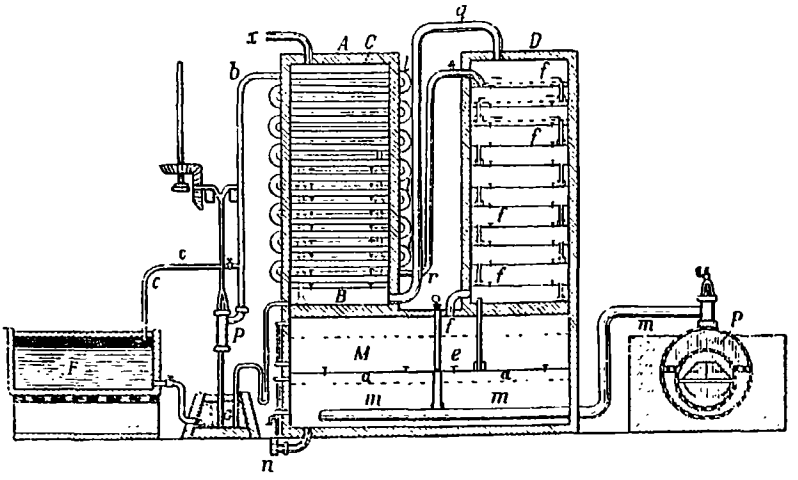
Фиг. 25. Гогенгеймский винокуренный снаряд.

руководство винокурения: *Otto.* Lehrbuch der rationellen Praxis der landwirtschaftlichen Gewerbe (5 Aufl., 1860).

§ 38

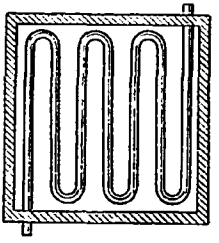
В Англии, где перегоняют не картофельный затор, а отстой хлебного затора, чаще всего употребляют аппарат Коффея (Coffey), который фиг. 26 изображает в разрезе. Он по своему принципу подобен аппарату Целье—Блюменталя. Он может действовать непрерывно. В нем ток паров первой перегонки, уже с значительным содержанием спирта, сходится в противоположном направлении с током

спирта с незначительным спиртным содержанием. Аппарат Коффея состоит из четырехугольного деревянного сосуда *M*, содержащего перебродивший затор, на котором находятся две колонны, или



Фиг. 26. Аппарат Коффея.

надставки. Одна колонна (ректификатор) *A* служит для нагревания затора; нижняя часть *B* дефлегмирует и ректифирует пары первой гонки, в верхней же части *C* происходит сгущение. Вторая колонна (анализатор) *D* служит как ректификатор. Сосуд *M* разделяется на два отделения помощью продырявленного медного листа *aa*, в котором находится несколько клапанов в виде буквы *T*. Колонна *A* разделяется подобными же медными листами на 12, а приемник водки первой гонки на 10 отделений. Дыры сита не пропускают проходить парам, но пропускают жидкость, которая протекает из одного отделения в другое, находящееся под ним, и т. д. Насос *P* постоянно поднимает перебродившее сусло из *G* в трубку *b*, чрез которую наполняется аппарат; излишнее поднятое сусло идет чрез трубу *c* опять в резервуар для затора *F*. Труба *b* входит в самое верхнее отделение *A*, образует там семь раз согнутую трубу (фиг. 27 изображает вообще внутренность отделения); [сусло] проходит далее по таким же трубам в части *B*, здесь нагревается и течет по трубе *r* в колонну *D*. Здесь оно струится по каплям чрез продырявленные дны *ff*, выделяет часть своих спиртовых паров



Фиг. 27.

и служит для ректификации паров, идущих из *M*. Сусло, потеряв в *A* почти весь спирт, приходит в *M*, откуда от времени до времени спускается чрез трубу *n*. Чтобы сусло во время своего прохождения в *A* по листам, которые образуют отдельные отделения, образовало бы слой известной высоты, вводные трубы вставляются почти на дюйм над листами; нижний конец трубы помещен в чашке и заперт находящимся там суслом. В сосуде *M* образуются почти совершенно лишенные спирта водочные пары. Они происходят от нагревания парами, идущими из котла *P* по трубе *mm* в сосуд *M*. Пары, заключающие незначительное количество спирта, которое еще удерживается суслом, идут чрез решетчатый лист *aa* и оттуда чрез трубу *f* в самое нижнее отделение колонны *D*, в котором пары проходят сусло, которому отдают воду и из которого берут спирт; то же происходит и в каждом следующем отделении. Из последнего отделения они идут чрез трубу *q* в нижнее отделение *B* и здесь еще раз подвергаются ректификации на счет водки, сгустившейся в нижнем (*B*) отделении колонны *A*. Отделения *B* разделены продырявленными листами, как и отделения колонны *D*. Лист, разделяющий оба отделения *B* и *C*, не продырявлен, так что пары в верхнюю часть *C* проводит только коротенькое дульце, там они, не будучи пропущены по продырявленным листам, окончательно дефлегмируются и уходят по трубе *x* в холодильник. Труба для воды, которою наполняется паровик, проходит частью в горячей барде, потому вода входит в котел уже нагретою, чем сберегается топливо.

Размеры аппарата Коффея часто необыкновенны: по Муспрату в Англии есть такие аппараты, при которых в час употребляется в дело 2—3 тыс. галлонов затора, следовательно 9080 — 13 620 л.

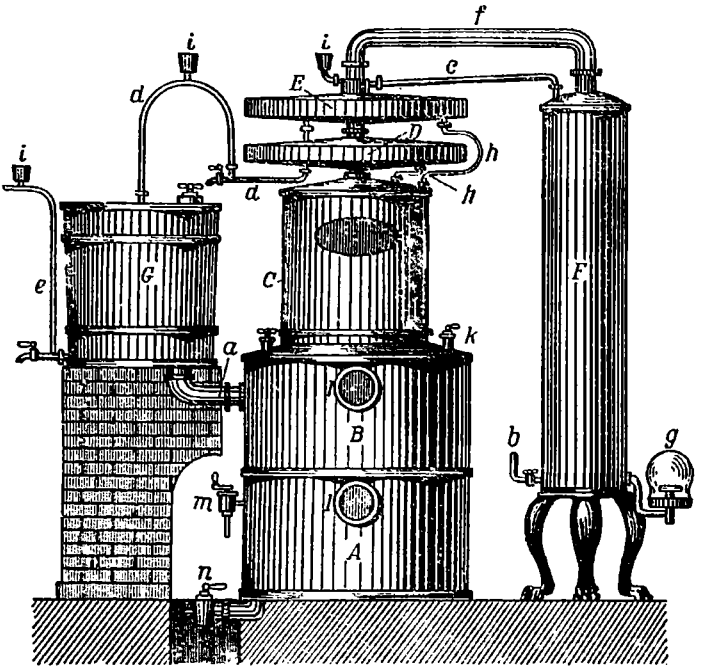
§ 39

В недавнее время *Рейман* (W. Reimann), фабрикант медных и латунных изделий в Гентине (Genthin), в Саксонии, стал устраивать перегоночный аппарат (фиг. 28), который заслуживает полного внимания винокуров. Его достоинства: простота, удобство и дешевизна. В нем нет ничего особенно нового и оригинального, но все части отличаются простотою и соразмерностью, которые делают этот прибор, по словам Шуберта, удобнейшим из всех ныне известных. Полное устройство внутренних частей снаряда Реймана до сих пор не известно, но фиг. 28 передает общую его конструкцию.[1]

---

[1] Рейман поставляет свой прибор ценою по 52 талера за центнер, т. е. около 18—20 руб. на пуд.

A — первый куб; *B* — второй куб; *C* — ректификационная колонна; *D* — и *E* — две закрытые дефлегмационные тарелки; *F* — медный холодильник; *G* — деревянный сосуд для предварительного нагревания затора; *a* — есть труба для спуска нагретого затора из *G* в *B*; *b* — конец трубки, ведущей холодную воду в холодильник из резервуара, стоящего выше верхнего дефлегматора; *c* — трубка,



Фиг. 28. Перегоночный аппарат Реймана.

ведущая нагретую воду холодильника к верхней тарелке дефлегматора. Она идет далее к нижней тарелке, а нагревшись здесь еще более, протекает трубкою *d* в средину сосуда *G*, служащего для предварительного нагревания затора. Чрез это теплота, поглощенная водою холодильника и дефлегматора, не теряется даром, а идет с пользою. Трубка *e* выливает все-таки еще теплую воду в бочку, из которой вода употребляется для разбавления затора, и т. п.

По трубе *f* пары спирта идут из верхнего дефлегматора в холодильник: здесь они сгущаются и вытекают чрез отверстие, около которого находится измеритель *g*.

Трубочки *h* и *h* служат для стока флегмы в ректификаторы; *iii* — воздушные воронки; *k* — предохранительный клапан; *II* — рабо-

чие отверстия обоих кубов; *m* — труба для проведения пара в нижний куб; *n* — кран для выпуска барды из нижнего куба.

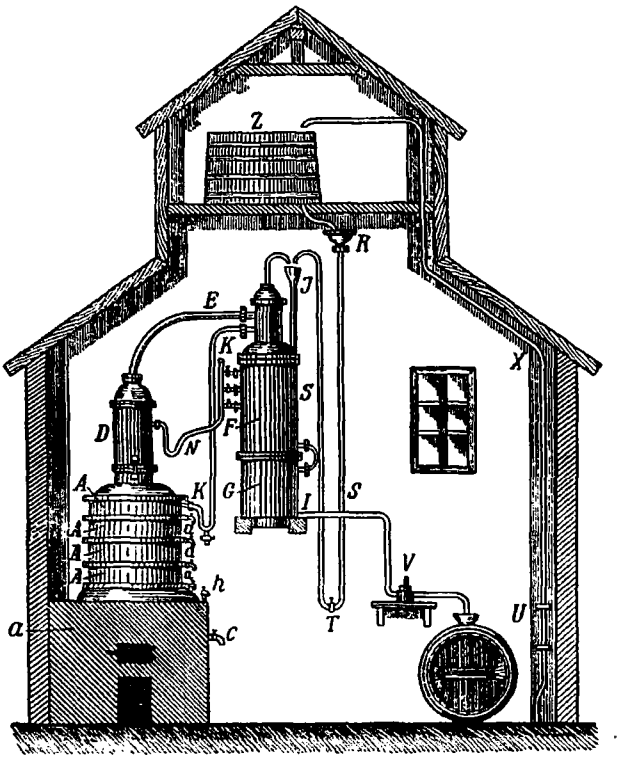
Прибор Реймана перерабатывает в час 857 кварт, или 80 ведер, затора и дает спирт в 84 — 86% Траллеса. Он не имеет коробки с сгущенною флегмою, и оттого нет тех невыгод, которые сопряжены с употреблением этой части перегоночных снарядов. Прибор Реймана, вмещающий до 95 ведер, стоит около 1700 талеров (рублей). Воды для охлаждения он требует гораздо меньше, чем все почти другие снаряды. Противу прибора Писториуса воды идет только $^1/_3$.

§ 40

Как прибавление к перегонным приборам, мы опишем, наконец, еще аппарат Эргота (Ergot), который отличается простотою устройства, точным ходом перегонки, экономией в топливе, дешевизною, незначительною стоимостью поправок и крепостью продукта. Этот аппарат должен служить для перегонки вина помощью пара, однако он может быть применен к перегонке всяких других жидкостей. Над печкою *a* (фиг. 29), заключающею куб, возвышаются перегонные тарелки *AAAA*, которые посредством трубы *E* находятся в связи с предварительным нагревателем *F* и холодильником *G*. Резервуар для затора *Z* находится в верхнем отделении здания и получает назначенное для перегонки вино посредством насоса *U* и выходящей трубы *XX*.

Под резервуаром находится поплавок с краном, шар которого погружен в воронке *R*, находящейся на трубе *SS*, имеющей вид U; эта труба запирается по середине краном *T*. Труба *J*, расширяющаяся наверху в воронку, входит внизу в дно холодильника и посредством трубы *KK* соединяет последний с перегонными тарелками, на внешней стороне которых проходит вино, которое постепенно направляется в середину, причем протекает по изогнутым спиралью отделениям. Во всех этих отделениях оно мешается и разбивается паром, который выходит чрез наклоненные трубки. Когда назначенная для перегонки жидкость прошла в середину тарелки, то она сбегает с помощью наклонной трубы к краю тарелки, непосредственно внизу стоящей, где она совершает то же самое круговое движение и получает то же движение от пара. Работа аппарата происходит следующим образом: при закрытом кране *T* вино накачивают в чан *Z*, из которого оно бежит в трубу *S* и подымается в ней до края *R*. Когда чан *Z* будет наполнен, открывают кран *T*, причем жидкость поднимается в левом колене трубки, имеющей вид U, а в правом опускается, от чего поплавок опуска[ется] и кран *R* отворяется. Этот кран до тех пор остается

отворенным (и затор до тех пор выливается в R), пока жидкость в R ниже поплавка. Лишь только жидкость наполнит все приборы и станет высоко в воронке R, тотчас поплавок всплывает и этим запирает кран и прекращает вытекание вина или затора из чана Z. Вино бежит чрез воронку J в холодильник, наполняет



Фиг. 29. Винокуренный прибор Эргота.

его почти весь и тогда чрез трубу KK бежит в самую верхнюю перегонную тарелку, обращается вышеописанным образом по всем тарелкам и, наконец, приходит в куб. Когда он достаточно наполнился, что узнается посредством показателя h, то кран T запирают до тех пор, пока не начнется образование паров. Образовавшиеся пары проходят чрез отверстия под печкой и приводят находящуюся там жидкость в сильное движение и кипение; туда входят новые пары, которые проходят дальше кверху, так что действие их скоро распространяется по всем тарелкам, и тогда

винные пары тем более и более сгущаются, чем дальше опускается [вино] по аппарату.

Пары приходят в цилиндр *D*, где дефлегмируются, а оттуда идут чрез *E* в холодильник. Спирт выбегает чрез трубку *I*; на ней находится сосуд для пробы *V*, который имеет такое устройство, что может показывать градусы алкоолометра, и при этом нечего опасаться потери чрез испарение и разлитие. Барда стекает через кран *c*. Краны *QQQ* служат для чищения тарелок, труба *N* служит для обратного отвода слабого дистиллата в аппарат для новой ректификации. Так как аппарат может иметь 3—5 тарелок, смотря по содержанию спирта в вине, то его можно изменять, смотря по крепости влитого вина и по крепости желаемого продукта. Сверх того, большая часть тепла делается полезною, чем существенно уменьшается ценность производства.[1]

§ 41. Очищение от сивушного масла

Выше было замечено, что при спиртовом брожении вместе с обыкновенным спиртом (этиловым спиртом) образуются, между прочим, другие, часто малоизвестные, продукты, также большее или меньшее количество гомологических спиртов: пропилового, бутилового и амилового, бо́льшая примесь которых сообщает спирту неприятные свойства и которые обозначаются именем *сивушных масл.* Эти сивушные масла суть продукты брожения и могут происходить или чрез разложение глюкозы, или также (по Мюллеру) из некоторых продуктов разложения дрожжей, именно из лейцина ($C^6H^{13}NO^2$), который, кажется, может переходить в амиловый спирт, главную составную часть картофельного сивушного масла. Потому взгляд, что сивушное масло в картофельном спирте происходит из картофельных зародышей и в них находится уже образованным, будет ошибочен. Состав сивушного масла различен, смотря по свойству затора (будет затор картофельный, хлебный или свекловичный). Большое количество его образуется тогда только, когда брожение происходит в густом растворе глюкозы при высокой температуре и при отсутствии винной кислоты. При сильном разжижении и низкой температуре бродящая жидкость не дает нисколько сивушного масла, — по крайней мере, нисколько амилового спирта, который не происходит также тогда, когда брожение происходило в присутствии винной кислоты.

Все сивушные масла имеют между собою общего то, что они гораздо труднее летучи, чем вода и спирт, потому при пригото-

[1] Подробное описание перегонного аппарата Эргота находится у Дюпле (*Duplais*): Traité des liqueurs et de la distillation des alcools, II, Paris, 1858, стр. 71—73.

влении водки они входят в большом количестве при конце перегонки, между тем как при приготовлении спирта они заключаются по большей части в продукте сгущения дефлегматора. Часть сивушного масла переходит с водкой или спиртом и отделяется от них с большим трудом. *Сивушное масло хлебной водки*, которое сообщает ей неприятный характеристический запах и вкус, получается в виде зеленовато-бурой смолистой массы с удушающим запахом. Оно состоит из смеси кислот пальмитиновой, пеларгоновой (или эйнантиловой) и зернового масла (oleum silicum), которое похоже на эфирные масла. *Свекловичное сивушное масло* есть густое масло, непрозрачное, кислой реакции и острого запаха. Оно заключает пропиловый и бутиловый спирты, амиловый спирт, а также пеларгоновую кислоту, каприновую кислоту и другие жирные кислоты. Друзское сивушное масло, которое происходит при брожении виноградного морса, рассматривается как *сивушное масло*. *Картофельное сивушное масло* существенно есть амиловый спирт ($C^5H^{12}O$), — оно бесцветно, подвижно, с проницающим, заставляющим кашлять, удушливым запахом и жгучим вкусом, оно кипит при 132°. Помощью окисляющих деятелей — марганцовокислого кали в смеси с серной кислотой или хромокислого кали, или перекиси марганца, или платиновой черни — его можно перевести в валерьяновую кислоту ($C^5H^{10}O^2$). Кислоты преобразовывают его наподобие обыкновенного спирта в особенный род эфиров. Эти эфиры частью очень приятного запаха и находят применение в приготовлении духов, ароматизировании конфект и т. п. Уксуснокислый сивушный эфир (уксуснокислый амил) носит имя *вишневого масла*, валерьяновокислое амиловое соединение называется *яблочным маслом*, бутировокислое соединение — *ананасным маслом*.[1]

При многих применениях картофельного спирта содержание сивушного масла составляет невыгоду его, что устраняется очищением. Приемы, которые употребляются для этой цели, стремятся частью к умерщвлению сивушного масла чрез окисление или действие хлора, или к скрытию его помощью преобразования в менее неприятно пахнущие соединения, частью к действительному отделению сивушного масла. Белильная известь, марганцовисто- и марганцовокислый кали и т. п. образуют, когда чрез них пропускают содержащий сивушное масло спирт, валериановокислый сивушный эфир, но они распространяют свое окисляющее действие также и на обыкновенный спирт, как на амиловый спирт, так что употребляемое количество агентов очень трудно сделать удобным. Если содержащий сивушное масло

[1] Подробности о составе и свойствах этих эфиров и сивушного масла см. в «Органической химии» Менделеева.*

* См.: Д. И. Менделеев, Соч., т. VIII, 1947. [*Прим. ред.*].

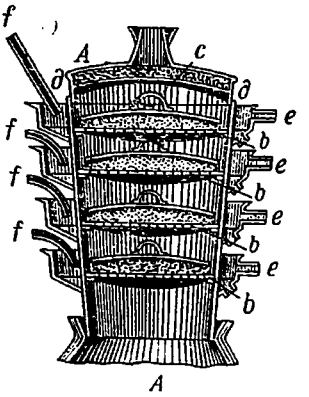
спирт направить на смесь серной кислоты и уксуса, то образуется вместе с уксусным эфиром уксуснокислая окись амила, которая имеет приятный, похожий на фруктовый, запах. Так же действуют соляная и селитряная кислоты, которые часто и употребляются для очищения от сивушного масла. Квасцы, глауберовая соль, поваренная соль, медный купорос, которые также предлагаются как средства очищения от сивушного масла, могут только вредить, потому [что] они возвышают при ректификации точку кипения и тем улетучивают часть сивушного масла.

Удаление сивушного масла из спирта может быть произведено чрез повторенную ректификацию и дефлегмацию, также, но только несовершенно, чрез действие жирных кислот, потому что жирные масла и вообще жиры, будучи смешаны с содержащим сивушное масло спиртом, отнимают бо́льшую часть сивушного масла. Для этого, например, Бретон напитывает фланель маковым или оливковым маслом, и материю кладут в цилиндрический сосуд с решетчатым дном, потом в цилиндр наливают спи́рт, содержащий сивушное масло, которое отнимается жирным маслом. По изысканиям Клетчинского, всякий спирт и водку можно сделать свободными от сивушного масла помощью перегонки с мылом, — все равно, принадлежит ли сивушное масло амиловому или бутиловому типу, все равно, будет ли сивушное масло картофельное или свекловичное. Мыло может отнять и удержать до 20% сивушного масла и при высокой температуре паровой перегонки может снова отдать совершенно все сивушное масло; употребляемое для очищения мыло должно быть твердое натровое мыло и свободное от жидких жирных кислот, которые могут запачкать дистиллат.

Более всего говорящее в свою пользу очищение от сивушного масла состоит в применении хорошо прокаленного угля (растительного угля, торфяного угля, костяного угля), который, когда мы его приводим в соприкосновение с спиртом, заключающим сивушное масло, механически отнимает его. Людерсдорф произвел изыскания над поглощающей сивушное масло силой различных родов древесного угля и нашел, что для очищения картофельного спирта в 80% Траллеса и хлебного спирта той же крепости потребны на 1 л следующие количества угля, выраженные в граммах:

Уголь	Картофельный спирт	Хлебный спирт
Сосновый	56	44
Березовый	38	60
Липовый	20	36
Ольховый	66	60
Костяной	160	236
Дубовый	76	128
Ивовый	52	80

В противоречие с этими числами Варрентрапп (Varrentrapp) нашел, что 1 часть костяного угля очистит от сивушного масла такое количество спирта, какое 6—7 частей соснового угля или 3 части бурого кокса. Новейшие изыскания также показали, что раскрошенный костяной уголь в том состоянии, в каком его употребляют на сахарных заводах, относительно своей очищающей способности превосходит все сорты угля. Спирт и водку очищают помощью угля частью в парообразном состоянии, частью посредством настаивания с ним на холоде и процеживанием и, несообразно с целью, помощью ректификации с ним, потому что при температуре кипения взятое углем сивушное масло легко может быть снова выделено им. Угли, употребляемые для очищения от сивушного масла, помощью бороздчатых валов размельчаются, и крошки угля чрез сито освобождаются от пыли. Размельченным углем наполняют медный цилиндр, который снизу и сверху имеет вставные продырявленные дны, и цилиндр помещают в перегонном аппарате между тарелочным аппаратом и ректификатором таким образом, что пары проходят чрез уголь снизу вверх. На 100 л водки, данной для очищения, кладется 3—5 кг размельченного угля, чрез который это количество паров может пройти два раза, прежде чем истощится его поглощающая способность, которая возобновляется прокаливанием. По способу, предложенному Петерсом, наполняют прямо стоящий сосуд, в котором на расстоянии 3 дюймов от дна находится ситчатое дно, наполовину [покрытое] прокаленным древесным углем, и на него насыпают смесь из 2.5 кг порошка перекиси марганца и 5 кг костяного угля, после чего сосуд совершенно наполняется древесным углем и туда наливается водка, которая в нем оставляется 3 дня. Таким аппаратом можно производить работу 12—15 месяцев. Существенная часть аппарата Фалькмана (фиг. 30) есть шлемообразный сосуд *A*, в котором находятся продырявленные дны *bbbb*, на каждом дне лежит слой угля, который покрывается покрышкой *c*. Все же покрывается крышкой, заключающей слои угля *дд*. Находящийся снаружи около сосуда *A* холодильник, который на рисунке представлен трубами для наливания *ffff* и трубами для стекания *eeee*, служит для того, чтобы соразмерять температуру слоев угля. Этот аппарат очень замечателен, потому что в нем в самом деле в одно время происходит и очищение от сивушного масла и дефлегмация.



Фиг. 30. Очистительный дефлегматор Фалькмана.

§ 42. Добыча в спирте

Добыча в спирте из данного материала зависит не только от количественного отношения составных частей сырого вещества, образующих спирт (крахмал, глюкоза и сахар), но также от более или менее сообразного с целью выполнения всех операций приготовления спирта (способа затирания, хода брожения) в пригодных для того аппаратах. Что касается до первого пункта, то химия научает, что когда мы обращаем внимание на то, чтобы вещества, подобные глицерину и янтарной кислоте, при спиртовом брожении образовывались только в малом количестве, [то]:

162 части крахмала ($C^{12}H^{20}O^{10}$)	дадут	92	части	спирта	(C^2H^6O)
171 часть сахара ($C^{12}H^{22}O^{11}$)	даст	92	»	»	»
180 частей глюкозы ($C^{12}H^{24}O^{12}$)	дадут	92	»	»	»

Следовательно дадут:

100 частей	крахмала	56.78	части спирта
100 »	сахара	53.80	» »
100 »	глюкозы	51.1	» »

Однако опыт показывает, что добыча спирта бывает меньше, чем по предположению, что каждые 2 пая крахмала или сахара должны давать 1 пай спирта; так, 100 частей сахара дают не вышеупомянутые 53.8 части спирта, но только 51.1 части.

Выводы о добыче спирта или водки будут ближе тогда, когда вычисляется не количество сырого материала крахмала или сахара, употребленного для приготовления спирта, но количество способного бродить экстракта, который они в состоянии дать. Так, дадут:

100 частей	ячменя	60	част.	экстракта
100 »	сушеного солода	60—65	»	»
100 »	зеленого »	55	»	»
100 »	овса	42	»	»
100 »	ржи	65	»	»
100 »	пшеницы	70	»	»
100 »	маиса	65—70	»	»
100 »	риса	74	»	»
100 »	картофеля	16—17.3	»	»
100 »	картофельного крахмала . .	82	»	»
100 »	картофельной муки	73	»	»

Так как, по изысканиям Баллинга, 100 частей лишенного воды сусла при совершенном брожении дают 48.4 части спирта, то для

100 кг упомянутых выше сырых материалов максимум получения спирта будет (в килограммах):

Ячмень	29
Сушеный солод	29
Зеленый »	26.6
Овес	28.3
Рожь	31.4
Маис	31.4
Рис	35.8
Пшеница	33.8
Картофель	8.7
Картофельный крахмал	39.6
Картофельная мука	35.3

Но практика показывает, что в сусле никогда не происходит совершенного брожения, и даже количество неразложившегося экстракта может доходить до 20%. Из этого вытекает, что добыча спирта в практике гораздо меньше и почти следующая:

	Добыча спирта	
	вес, в килограммах	объем, в литрах
100 кг ячменя	25.70	32.04
100 » ржи	24.46	32.99
100 » пшеницы	23.04	28.72
100 » овса	23.80	29.68
100 » масла	24.38	30.39
100 » риса	30.70	38.27
100 » картофеля	6.60	8.08

Но и этого количества часто не достигают в практике.[1] Сравнение выше упомянутых показаний с показаниями на стр. 728 и др. об количестве спирта, вычисляемом из количества данных, содержащих сахар, веществ, показывает, как мало вообще должно давать цены теоретически вычисленным числам в настоящем случае перед практическим производством; но, однако, оно, тем не менее, показывает, чего можно ожидать от улучшения способов получения спирта.

---

[1] По показаниям Отто, дают:

	Спирта	
	килограмм	литров
100 кг ячменя	18.9	23.9
100 » ячменного солода	23.3	29.4
100 » пшеницы	20.9	26.3
100 » ржи	19.4	24.5
100 » картофеля	7.8	9.8

Если мы данную в примечании добычу спирта (Отто) рассчитаем на водку в 50% Траллеса, то получим, что дают:

	Литров водки
100 кг ячменя	44.64
100 » ячменного солода	54.96
100 » пшеницы	49.22
100 » ржи	45.80
100 » картофеля	18.32

Переложивши эти показания на число объемных (например ведерных) процентов, получим, что 6 л (кварт или ведер) водки соответствуют $6 \times 50 = 300$ ведерным процентам спирта; 7 л, следовательно, 350%; 8 л = 400%; 8 л спирта в 48% Траллеса равно 384% спирта. Числа литров водки или спирта, помноженные на содержание спирта в процентах по Троммеру, дадут:

100 кг	ячменя	$44.64 \times 50 = 2232\%$ спирта
100 »	ячменного солода	$54.96 \times 50 = 2748$ »
100 »	пшеницы	$49.22 \times 50 = 2461$ »
100 »	ржи	$45.80 \times 50 = 2290$ »
100 »	картофеля	$18.32 \times 50 = 916$ »

(Для перечислений на ведерные, квартные и тому подобные проценты следует только знать, скольким литрам (килограммам) соответствует 1 ведро; 1 прусская кварта = 1.145 л).

Как прибавление к статистике винокурения, будут приведены следующие (из химии брожения Баллинга взятые и переложенные на метрический вес и меру) из практики выходящие примеры:

Винокурни	На 100 кг картофеля приходится килограммов хлеба	100 кг картофеля и хлеба вместе дают абсолютного спирта		100 кг картофеля и хлеба дают вместе барды	100 л бродящего пространства дают абсолютного спирта
		килограммы	литры	литры	литры
1	6.2	5.7	7.2	176.5	5.0
2	7.6	7.8	9.8	170.9	7.0
3	6.9	8.4	10.6	175.5	7.6
4	11.9	7.1	9.0	226.0	5.2
5	8.7	8.7	11.0	205.2	6.3
6	7.4	7.8	9.9	—	6.8
7	7.1	8.2	10.4	—	6.8
8	4.9	8.5	10.8	—	6.0
9	6.4	8.4	10.5	—	5.4
10	6.5	9.4	11.8	—	6.0
Средним числом . .	7.4	8.0	10.1	—	6.2

§ 43. Остатки от винокурения

(Значение винокурения в сельском хозяйстве)

Значение, которое имеет винокурение в сельском хозяйстве и, особенно, в скотоводстве, очень значительно. Существо этого значения определяется несколькими словами. Винокурение оставляет остатки, которые употребляются как корм для скота; оно извлекает из вещества, содержащего крахмал, которое оно обрабатывает, в самом деле только спирт, который образуется чрез брожение затора, и оставляет все неизмененные брожением коренные питательные вещества картофеля и хлеба в сгущенном виде. Когда выгнан продукт (спирт или водка), можно возвратить издержки, употребленные на производство его, потому что остатки винокурения получаются как даровой корм, производство которого может даже выступить на передний план, тогда как водка занимает место побочного продукта. И при больших размерах спиртового производства это случается. Так бывает во многих странах, — например, в Лифляндии 1785 [г.] производившееся там винокурение главным основанием имело производство корма. Так, в 1820 г. в германских государствах, несмотря на низкую цену водки, многочисленные поля обрабатывались и употреблялись для возделывания картофеля и хлеба, и их скотные дворы увеличивались помощью винокурень. Отсюда естественно, что каждый хозяин, когда допускает его состояние, ищет как можно более выгоды в расширении винокурни.

Но выгодные условия изменяются тотчас с размножением винокурен. Потребность на сырые материалы возвышает цену их и вызывает чрезмерный избыток водки, что должно уменьшать цену продуктов. Многие маленькие винокурни, именно городские, выгоды которых встречаются с деревенскими, выносят часто подобное затруднение, к которому прибавляется еще положенная на водку пошлина: они не могут вынести конкуренции спиртовых заводов, которые, в противоположность сельским винокурням, производящим работу только в зимние месяцы, производят беспрестанно и, следовательно, основным и производным капиталом могут работать и сбывать выгодно свой продукт.

Винокурение из картофеля, рассматривая его как сельскохозяйственный промысел, основывается на химическом разложении довольно изменчивого вещества картофеля на весьма важное кормовое вещество и на продукт, относительно очень сгущенный, весьма постоянный и легко перевозимый, а именно — на *барду* и *спирт*. Правильное суждение, — принесет ли выгоду в данном случае винокурня в связи с сельским хозяйством, или нет,— возможно тогда только, когда бросается в глаза величина значения винокурни для

скотоводства и вследствие этого увеличение производства навоза; также возможность обрабатывать для возделывания картофеля песчаные поля и т. п., а точный и подробный расчет издержек и прибыли влечет баланс между выгодой и убылью. *Издержки* составляют: ценность сырого материала, рабочая плата, надзор, топливо, держание утвари, рост с основного и оборотного капитала и водочная (с затора) и прочие пошлины. *Прибыль* составляют спирт (или водка) и барда. Должно упомянуть то, что издержки на сырые материалы принадлежали к главным факторам, определяющим прибыль винокурни. Сравнение этой цены с ценностью произведенных продуктов, за исключением пошлины с продуктов, позволяет наперед узнать, будет ли в данном случае выгода в конце. Вторая часть выгоды состоит в остатках винокурения, из *барды*, которая тоже должна быть обращена в деньги,—вещь, которая трудно исполняется, потому что взгляды сельских хозяев, как и сельскохозяйственных химиков, касательно цены этого питательного остатка очень расходятся и должны расходиться, когда мы примем во внимание то, что барда никогда не может иметь постоянного состава, что ее свойства зависят от свойств сырых материалов, от перегонки которых она осталась, сверх того, от различных способов курения, от неравного совершенства способов затирания и брожения и т. д.

Тем, что̀ мы знаем о химических свойствах и ценах барды как корма, мы обязаны изысканиям Риттгаузена, Троммера, Грувена, Сименса и других, из которых частью заимствовано следующее.

Барда есть жидкость, в которой частью растворены, частью осаждены: неразложенный крахмал, декстрин, пектиновые тела, протеиновые вещества, жир, малые количества сахара, шелухи, янтарной кислоты, глицерина, солей и составных частей дрожжей. Содержание в ней сухих веществ составляет до 4—10%. Это различие происходит вследствие различных составов сырых материалов, различных количеств воды, которую прибавляют при затирании, и неравномерного отделения воды из перебродившего затора при перегонке.

То, что теперь мы можем вычислить в практике с приблизительною точностью количество и качество барды, которая остается от определенного количества картофеля, солода и заторной воды, показывает следующее собрание результатов изысканий Риттгаузена, произведенных в 1855 г.[1]

---

[1] См.: Jahresbericht der chem. Technologie, 1855, p. 227.

Сухого вещества картофеля, солода и дрожжей, в килограммах	Прибавка воды к затору, в отношении	Вес затора, в килограммах	Вес барды, в килограммах	Содержание барды, в процентах
14.8	1 : 7.5	126	148	4.4
14.8	1 : 6.2	106.5	124.5	2.5
15.7	1 : 5.9	109	128	5.4
14.4	1 : 4.9	85	87.5	6.0
14.4	1 : 4.0	72	82	7.1
14.4	1 : 3.0	57.5	64.5	9.1

14.7 кг сухих веществ сырого материала дают средним числом только 6.25 кг твердых веществ в барде, оттуда выходит при брожении и перегонке 8.45 кг, или 57.4%, которые равны весу крахмала, который чрез брожение разложился на спирт и углекислоту; 42.6% нелетучих частей затора остаются в барде. Если принять средним числом содержание твердых частей в барде в 5%, то получим для барды следующий состав (I) (по вычислениям Грувена). Для сравнения тут же приведен анализ картофельной барды Гелльригеля (II):

	I	II
Крахмала	2.81	2.60
Жира	0.14	0.14
Протеиновых веществ	1.14	1.00
Клетчатки	0.46	0.72
Золы	0.45	0.72
Воды	95.00	95.00
	100.00	100

Риттгаузен, анализируя различные сорты барды, получил следующие результаты при следующих отношениях заторной воды: (III) 1 : 7.3, при (IV) 1 : 6, при (V) 1 : 4.08, при (VI) 1 : 4, при (VII) 1 : 3:

	III	IV	V	VI	VII
Безазотистых веществ	2.78	3.23	3.08	4.14	5.31
Протеинов	0.82	1.04	1.26	1.39	1.78
Клетчатки	0.46	0.43	0.94	0.78	1.00
Золы	0.52	0.59	0.72	0.79	1.01
Воды	95.40	94.71	94.00	92.9	90.9

Когда в винокурне картофель и солод употребляют постоянно в равном количестве и одинаковых свойств, затор имеет одинаковое сгущение и, кроме того, все способы остаются те же самые, то

барда всегда довольно точно имеет один и тот же состав, следовательно и одинаково питательна. Остается принять, что средним числом $^3/_4$ твердых составных частей барды суть питательные вещества, отношение веществ, содержащих азот, к несодержащим — средним числом = 1 : 3, а отношение этих веществ в картофеле 1 : 8. Когда последний преобразовывается в барду, то он теряет бо́льшую часть своих безазотистых начал и делается кормом, богатым протеиновыми веществами. В практике 150—250 кг картофельной барды ценятся = 50 кг сена. Цена барды как корма будет гораздо выше, когда в ней отношение твердых составных частей к воде будет меньше. Это разжижение, однако, случается по большей части вследствие применения пара при перегонке. Относительно лучших свойств барды и всеобщего употребления ее, по Троммеру, было бы выгоднее устранить это употребление пара и заменить его непрямым паровым нагреванием.[1]

§ 44. Пошлина с водки[2]

По господствующим теперь финансовым началам, водка является самым пригодным особенным предметом обложения податью, потому что ее употребление, если оно переходит за пределы, связано с вредным влиянием, так что совершенно основательно желать, чтобы потреблению ее положить границу чрез возможно высокую цену вследствие большой пошлины. Чтобы этою пошлиною, взимаемою хотя и не с производимого, но с потребляемого (с первых вообще она снята), не уменьшать выгодное влияние винокурен на сельское хозяйство и скотоводство, искали средства спастись от этого, дозволяя маленьким винокурням, служащим для сельскохозяйственного промысла, облегчение пошлины.

---

[1] Большое разжижение барды принимается за признак худого свойства ее. Естественно, что большое количество воды увеличивает отделение мочи, что имеет следствием увеличение образования навозной жидкости. Если устранение их произведено надлежащим образом, то это, без сомнения, не будет делать ущерб здоровью животных, питающихся бардою. Непосредственно вредного действия барда не имеет, как видно из сделанных до сих пор изысканий относительно этого вещества. В барде не находится никаких составных частей, вредящих собою здоровью животных, с единственным исключением сивушного масла, которое иногда находится в барде. На малое остающееся количество спирта, а также и на образующиеся при брожении кислоты нельзя смотреть как на нечто вредящее здоровью животных. Конечно, не то бывает с медью, которая отделяется от медных частей куба и нагревателя и нередко в малом количестве проходит в барду (по Троммеру).

[2] См.: *Engel.* Die Branntweinbrennerei. Dresden, 1853. — *B. Quadrat.* Der Verzehrungssteuerbeamte als Chemiker. Brünn, 1857. — *Rau*, Grundsätze der Finanzwissenschaft. Heidelberg, 1855.

Обложение податью водки (или спирта) распространяется или на *производство*, или на *потребление*. Обложение податью потребления почти невозможно, неудобно для потребителей и ценно для государства. Контроль удобоисполнимее и отягчается меньшее количество людей, когда не потребление, но производство обложено податью. Такой образ наложения подати можно производить:

1) с *сырого материала* (картофеля, сахарной свекловицы, хлебных зерен), причем берется во внимание среднее содержание в них твердых веществ или образующих спирт тел (крахмал или сахар);[1]

2) с затора, причем берется в рассуждение или только *количество*, или также *качество* и *состояние*;

3) с самого производного *продукта*, причем определяется его крепость, т. е. количество заключающегося в нем абсолютного спирта;

4) с *времени*, которое потребно для брожения определенного количества затора и для перегонки определенного объема перебродившей массы.

Обложение податью *продукта*, без сомнения, есть самая правильная и рациональная метода обложения пошлиной. Оно не поставляет производству курения никаких затруднений, оно не ограничивает выбора сырого вещества и не касается способов, употребляемых для винокурения, так что дозволяет делать все возможные улучшения в них. Но оно имеет свою худую сторону в том, что не понуждает, как другие роды обложения податью, винокура к улучшению производства. Винокур, у которого обложены податью его сырой материал, его затор и его время, должен заботиться об том, чтобы в меньшее время получить большее количество спирта и улучшать способы, чтобы бо́льшая добыча спирта избегнула от обложения податью; если при производстве обложен податью продукт, то относительно пошлины для винокура все равно, будет ли он работать нерадиво или рационально. Если количество спирта, которое получает он при своем методе курения, и обложенное пошлиною, будет незначительно, то он должен платить меньше пошлин, и обратно. Другая худая сторона обложения податью продукта есть легкость, с которой может быть произведен обман. Тогда чиновники должны обращать внимание на все части производства, чтоб быть убежденными, что только произведена обложенная пошлиною водка, но не более. Потому этот теоретически совершенный образ наложения подати неудобоисполним и ведет

[1] В Баварии облагается податью солод, а не картофель, который служит для производства спирта.

к вредным последствиям для винокура. В Англии он признан законом.

Обложение податью *сырого материала,* когда хотят сделать его справедливым, связано с большими трудностями, так как при нем должно принимать во внимание не только весовое количество, но и составные части, образующие спирт. Потому должно быть точно определено, какую добычу спирта дает определенное количество данного для обработки сырого материала. Так как проба малой, произвольно взятой части из всего количества сырого материала не может дать правильного суждения о всем, то из этого следует необходимость контроля количества затора. С другой стороны, этот образ наложения подати требует, чтобы чиновники были по необходимости в состоянии произвести потребно точную пробу сырого материала (химическую пробу посредством взвешивания или титрования, определения относительного веса и проч.). Так как сырой материал (картофель и хлебные зерна, менее легко свекла) довольно легко может быть скрыт от пошлины и потому обман будет неизбежен, то правительство принуждено наблюдать и за производством. Хотя он нигде не употребляется, однако войдет впоследствии, потому что согласен с требованиями науки; имея целью бо́льшую добычу спирта из определенного количества сырого материала, он составляет сильное поощрение к усовершенствованию производства винокурения.

Обложение податью *времени* основано на подати с времени употребления данных перегонных *кубов*. Если в винокурне известны все потребные для перегонки снаряды, то по этому можно легко и довольно близко сделать заключение о произведенном количестве спирта и о времени, потребном для перегонки, а также легко контролировать и это время. Причем, обкладывая определенной пошлиной принятое за единицу пространство времени, которое необходимо для перегонки, задачею винокура делается — произвести из обрабатываемого сырого материала в наименьшее время наибольшее количество спирта. Чем больше количество пошлины, тем важнее кажется для винокура задача, за разрешение которой он получает назначенную правительством премию за наилучшее пользование драгоценным временем.[1] Ни при одном случае в промышленности британское «time is money» не представляет такой справедливости,

---

[1] Когда в 1786 г. в Англии ввели пошлину с кубов, то основывались на предположении, что куб может быть опорожнен сженедельно 7 раз. Но спустя 2 года в неделю могли уже курить 40 раз; в 1798 г. куб мог быть опорожнен чрез 8 минут, а потом даже в 3 минуты. Пошлина с куба возросла от 30 шиллингов до 5 фунтов стерлингов на галлон вместимости куба.

очевидно, как в этом. Спиртовые фабриканты сделали все возможное, чтобы получить премии, и винокурение давно было бы совершенным промыслом даже на маленьких заводах, если бы подать собиралась со времени и правительство строго смотрело за исполнением подати со времени. Чтобы при усовершенствовании спиртовых заводов новых времен точно определять количество выкуриваемого вина, явилась необходимость нового способа определения производимого количества спирта. Это средство нашлось в вымерении пространства, которое занимает затор во время брожения. Этот род обложения податью носит имя *пошлина с количества затора*, или, короче, *пошлины с затора*. Он введен законом во многих землях Таможенного союза и в Австрии,[1] и он действительно дает крепкое основание, из которого вытекают другие роды обложения податью. Главное основание лежит в трудности произвести обман с бродящим затором.[2] К сожалению, во всех землях, в которых подать берется с пространства, занимаемого затором, винокур имеет задачею получить большее количество спирта не из данного количества сырого материала, но из меньшего объема затора (густого затирания). Нормальное обращение в сахар, или процесс затирания, а также и брожение превращенного в сахар затора зависит от определенной степени разжижения его, которую нельзя переступить, не потеряв от того в спирте. Между тем как рациональная техника требует некоторого разжижения затора, обложение податью требует наиполезнейшего употребления обложенного податью пространства, т. е. воз-

---

[1] В Пруссии подать состоит из 2 зильберграшей с 20 кварт пространства заторного чана; для сельских хозяев, которые курят из своих плодов, хотя только в зимнее время и в ограниченном объеме (не более 900 кварт пространства заторного чана в 1 день), $1^1/_4$ серебряных гроша. Для бродящего затора почти везде полагается известное пространство ($^1/_{10}$ вместимости бродильного чана), на которое не налагается подати.

[2] Обманы относительно бродящего затора производятся двумя способами. Во-первых, затор ставится в помещения, не принадлежащие винокурне; при раскрытии этого такой затор выдается за барду или за искусственно приготовленный корм для скота. В противном удостоверяются следующим образом: когда затор еще не перебродил, то он имеет сладковато-кисловатый вкус; если же он перебродил, то имеет вкус спиртуозный и кисловатый. Свежий затор при нагревании дает пары, содержащие спирт, чего не дает барда, равным образом и корм для скота содержит также мало спирта. Второй род избежания пошлины состоит в том, что в заторном пространстве производят большее количество затираний, чем объявляют. Если в заторном чане в продолжение дозволенного времени производилось затирание два раза, то говорят: Doublierung, при трехразовом затираньи: Triplierung. При нескольказовом затирании начало ускоренного брожения возможно только при увеличенной прибавке дрожжей и увеличении температуры (квадрат).

можно сгущенного затора.[1] В практике из методы густот затирания и его последствий можно вывести, что перегонные аппараты получат многократные усовершенствования и более сообразное с целью устройство и вообще успехи винокурного промысла будут, вероятно, больше тогда, когда нарушения законов акциза в производстве, в разделении времени, продолжительности брожения, продолжительности курения, размеров сосудов и проч. не будут существенными препятствиями.

Пошлина с пространства, занимаемого затором, дает производству винокурения в больших размерах преимущества перед маленькими сельскохозяйственными винокурнями. Не только введение паровых аппаратов для нагревания и перегонки, допускающих обработку очень густого затора, связано с известной величиной производства, но и постановка их обойдется дешевле, когда расходы на содержание и уплату процентов распределятся на большее количество спирта. Следовательно, винокурни с беспрестанным производством имеют преимущество перед теми, которые курят только зимой, каковы маленькие сельскохозяйственные винокурни, которые существенно имеют целью только более стоящее цены употребление самими же возделанного картофеля. В сельском хозяйстве остатки от винокурения, барда, как корм для свиней и коров имеют такое большое значение, что чаще производство этих остатков выступает на первый план, как главный продукт, водка же сходит на задний план, как побочный продукт.[2]

Обложение податью пространства, которое занимает затор, неоспоримо имеет много худых сторон, потому что пространство зависит от сырого материала. Для картофельного затора надобно оставлять по крайней мере 10% пространства незанятым затором, тогда как затор из патоки, маиса и из других веществ может совер-

---

[1] По Шварцу (см.: Polytechn. Journ., 1858, CXLIX, стр. 377), образование в водке сивушного масла обусловливается главным образом тем родом подати, какой обыкновенно сбирают с заторного пространства, почему необходимо стало работать с густым затором. Когда из хорошего затертого картофеля извлекали светлое сусло и оставляли его, сильно разжиженное и при очень низкой температуре, бродить, прибавляя к нему винного камня, то тогда — по Шварцу — происходило очень мало или и вовсе не происходило сивушного масла.

[2] Есть еще особенный род обложения податью водки, так называемый Kesselgeld: именно, винокур платит в продолжение года Pauschsumme за вместимость каждого куба, которые хозяин назначает для употребления. К колпакам котлов, за которые не заплачена подать, правительство кладет печать. Это установление, хотя и удобно для винокура и для заведывающих накладыванием подати, однако оно производит большое неравенство, потому что те, которые чаще употребляют свою посуду, платят самое меньшее.

шенно перебродить при 4—6% свободного пространства. При обработке мерзлого картофеля нередко нужно 15% свободного пространства для предупреждения перебрасывания жидкости чрез край. Курение картофеля, попорченного гнилостью, при существующем количестве пошлины невозможно потому, что тогда до $^1/_3$ пространства затора наполняется мертвыми струпьями и потому дает незначительную добычу в спирте. Потому сельскому хозяину бывает невозможно употреблять больные остатки картофеля. Во время, когда введена была подать с пространства, занимаемого затором, картофельная болезнь не была известна. Теперь это условие составляет недостаток в узаконениях о податях.

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. V, 1891, стр. 197.

БЕЛКОВЫЕ ВЕЩЕСТВА

Белковые вещества составляют громадный класс органических, т. е. углеродистых, а именно углеродистоазотистых соединений, неизбежно встречаемых в каждом организме до того, что каждая клетка растений содержит белковые вещества, а клетки животных организмов почти нацело состоят из белкового вещества, и жизненные отправления сосредоточиваются в тканях, содержащих эти вещества. Они, составляя вместе с водою принадлежность жизнедеятельности, отличаются великою изменяемостью своих свойств, непрочностью и легкою способностью ко множеству химических превращений. Эти свойства белковых веществ служат, с одной стороны, объяснением того непостоянства, которое отличает всякие растительные и животные вещества вне организмов, а, с другой стороны, объясняют и то обстоятельство, что жизнедеятельность, сопровождаемая постоянною изменчивостью вещества, сосредоточивается в белковых веществах, как очень легко подвижной или легко изменяемой материи. Понятно отсюда, что белковые вещества составляют одну из важнейших задач естествознания, но до сих пор, несмотря на массу исследований, сделанных физиологами и химиками для изучения белковых веществ, они не поддаются тем приемам, которыми удалось овладеть громадною массою других углеродистых и углеродистоазотистых веществ. Первейшую причину этого составляет чрезвычайная трудность отделения различных белковых веществ друг от друга и великая сложность их состава и превращений. Поэтому поныне нельзя, не впадая в односторонность, дать сколько-нибудь отчетливое, но краткое химическое описание белковых веществ. Многие сведения прямо противоречивы, не удовлетворяют современным химическим требованиям и страдают неполнотою. Поэтому для «Энциклопедического словаря» следует ограничиться лишь общим первым знакомством с белковыми веществами, которые подробнее рассматриваются в курсах физиологической химии. Для первого же знакомства с разнообразием, свойствами и приготовлением белковых веществ может служить приводимая вслед за сим недавняя

(1890 г.) статья Робинсона («Albuminoids»), помещенная в «A Dictionary of applied chemistry» (by Thorpe, v. I, p. 28), потому что она написана объективно, лишена односторонности, в которую ныне, при неполноте сведений о белковых веществах, легко впасть в этом предмете. Статья Робинсона составлена преимущественно руководясь взглядами французского химика Бешана и отвечает не только первым химическим сведениям о белковых веществах, но касается и их заводско-фабричных применений. Некоторые из белковых веществ, вследствие их технического значения, например глютен, будут рассмотрены отдельно, тем более, что статья Робинсона имеет в виду почти исключительно белковые вещества, встречающиеся в животном царстве, так как они наиболее доныне исследованы. В переводе[1] мною произведены лишь немногие изменения. В статье о питательных веществах будет рассмотрено значение белковых веществ для питания человека и животных.

---

[1] Переводила доктор медицины С. А. Гульшамбарова.

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. VII, 1892, стр. 69—77.

ВОЛОКНА РАСТЕНИЙ

Волокна растений (химико-техн.). Из всех видов и сортов клетчатки (см. это слово) наиболее изучена как в химическом, так и в техническом отношении клетчатка, образующая волокна, а между ними — волокна хлопка. Те свойства, которые принадлежат этому последнему, очень часто переносятся на все другие виды клетчатки, что может приводить иногда к неточным обобщениям. Так, например, волокна хлопка легко и до конца растворяются в аммиачном растворе окиси меди, т. е. в реактиве Швейцера,[1] а некоторым видам клетчатки это не свойственно. Фреми отличал несколько видов клетчатки, и ныне несомненно должно признать по крайней мере три видоизменения: обыкновенную клетчатку, под которой и подразумевается клетчатка хлопковых волокон, пара- и мета-клетчатку. Пара-клетчатка, образующаяся на поверхности листьев[2] и содержащаяся во многих корнях, становится растворимою в реактиве Швейцера только после обработки кислотами, а мета-клетчатка, содержащаяся в грибах и листьях, не растворяется даже и после действия кислот, хотя все эти виды клетчатки, как волокна хлопка, представляют состав $C^6H^{10}O^5$, нитруются, окрашиваются в синий цвет с иодом и раствором хлористого цинка. Быть может, дальнейшие исследования покажут, что различие некоторых реакций клетчатки зависит только от присутствия подмесей, как в древесине — лигнина или инкрустирующего вещества, но возможно также, что и сама клетчатка $C^6H^{10}O^5$ подвергается, как глюкозы и множество других, к ним близких веществ, особым изомерным превращениям,

---

[1] Реактив Швейцера приготовля[ют], осаждая раствор медного купороса едким натром, тщательно промывая полученный осадок водной окиси меди и прибавляя его затем к водному аммиаку до тех пор, пока происходит растворение. Должно сохранять от испарения аммиака и от поглощения углекислоты в хорошо закупоренной склянке. В аммиачном растворе окиси никеля волокна растений и вообще клетчатка не растворяются, а шелк растворяется.

[2] Получается из кутозы, о которой, как о сложной клетчатке, говорится далее.

так как крахмал, декстрин и некоторые иные формы углеводов, представляя состав клетчатки, явно по свойствам своим отличаются от всяких видоизменений клетчатки. Поэтому ныне, когда большинство наблюдений собрано именно для хлопковых волокон, полезно изложить их особо, не переводя на свойства всяких иных видов клетчатки, чтобы не составилось преждевременного обобщения.[1] Громадное практическое применение волокнистых веществ, особенно хлопковых, и та роль, которую играют химические свойства волокон в некоторых из этих приложений, заставляют подробнее остановиться на этом предмете, хотя всякие волокнистые вещества применяются в пряжу, бумагу, войлок и ткани почти исключительно на основании их механических свойств, т. е. формы, длины, гибкости, крепости и т. п. Эти последние свойства волокон рассматриваются особо в статьях: «Волокнистые вещества», «Хлопок», «Лен», «Джут» и т. п. Здесь же приведены сведения о химических изменениях, претерпеваемых в разных случаях волокнами, имея в виду преимущественно технические приложения таких свойств волокон.

Волокна хлопка в отношении чистоты глубоко отличаются от всяких других растительных волокон, потому что уже в самом растении отделены друг от друга и, как шерсть, только одним концом прикреплены к месту своего развития. Посторонних веществ, кроме клетчатки, в них очень мало, и простая механическая обработка, а затем беление хлопка, дает сразу чистое клетчатое волокно. Лен, пенька, дерево и другие растительные вещества освобождают волокна только после ряда процессов, изменяющих подмешанные вещества и оставляющих клетчатые волокна, как более стойкую форму растительных веществ. По возможности очищенные, как при белении (см. т. V, стр. 182), * от посторонних веществ, волокна хлопка представляют удельный вес около 1.45 и во всех своих частях содержат золу, количество которой достигает 0.2%. Зола эта при осторожном выжигании сохраняет вид и особенности строения волокон хлопка, что дает повод предполагать, что минеральные составные части волокон входят в них в соединение с клетчаткою, и это допустимо, потому что у клетчатки существует несомненная способность давать соединения с различными основаниями. Слабые кислоты не отнимают от волокон хлопка зольного вещества, в них содержащегося. Но плавиковая кислота, повидимому, может до конца отнимать всю золу хлопка и льна.

Волокна хлопка удерживают при обыкновенной комнатной

[1] В своем изложении я придерживаюсь более всего данных и выводов, сделанных Кроссом (C. F. Cross).

* Здесь Д. И. Менделеев ссылается на V том Энциклопедического словаря Брокгауз и Ефрона. [*Прим. ред.*]

температуре около 6—7% гигроскопической влажности. Она лишь очень медленно выделяется, и то не до конца, в сухой пустоте и вполне выделяется только при температуре около 105°.[1] Так как в растениях клетчатка, несомненно, образуется из растворов и принимает сперва водную желатинообразную или студенистую форму так называемых гидрогелей (см. это слово), свойственную коллоидам (см. это слово), то способность волокон удерживать воду и после высушивания вновь ее поглощать, быть может, представляет некоторое отношение к ее способности желатинировать и давать студенистые гидраты.[2] Способность волокон хлопка, поглощая воду, давать, как дают многие коллоиды, или студенистые нерастворимые гидраты, или, в известных условиях, и растворы, проявляется во множестве случаев, которые мы далее рассматриваем с некоторою подробностью не только потому, что это в химическом отношении связано с основными свойствами клетчатки, но и потому, что одни из случаев присоединения воды к клетчатке и коллоидного ее разбухания находят прямое применение в технике, а другие объясняют случаи, встречающиеся в фабрично-заводских применениях как хлопковых, так и иных растительно-волокнистых веществ, особенно при их очищении.

Реактив Швейцера.[3] Раствор гидрата окиси меди в крепком аммиаке, приготовленный так, чтобы в нем не содержалось никаких примесей посторонних солей, оказывает весьма замечательное действие на волокна хлопка. В соприкосновении с названной жидкостью волокна сперва разбухают, переходят в студенистую массу и затем вполне растворяются.[4] Разнообразные

---

[1] Не подлежит сомнению (по опытам, произведенным Ф. Ю. Ворожейкиным и другими в Научно-технической лаборатории Морского министерства), что волокна хлопка, оставаясь *долгое время* (т. е. несколько суток) при температурах, близких к 100° Ц, начинают изменяться, теряют в крепости, желтеют (повидимому, окисляются) и при нитровании дают уже меньшее количество нитропродукта, сравнительно с такими же волокнами хлопка, сушившимися при 100° лишь одни сутки.

[2] Формуле $2C^6H^{10}O^5 + H^2O$ отвечает содержание 5.26% воды. Заметим, что прямые опыты показывают изменчивость в крепости бумаги от степени содержания в ней гигроскопической воды.

[3] Хотя этот реактив и называется реактивом Швейцера, но действие его, повидимому, было впервые изучено Джоном Мерсером («Жизнь Джона Мерсера», лонд. изд. «Life of John Mercer», Лондон, 1886).

[4] Наблюдая под микроскопом первое действие этого реактива на волокна хлопка, можно легко видеть примечательное явление разбухания волокон в четкоподобные образования с перехватами, правильно распределенными по длине волокна. Их можно объяснить, предполагая, что на поверхности каждого волокна есть слой, труднее разбухающий, который, сползая, образует перехваты. Этим явлением (равно как и характерною формою плоских завитых лент) легко отличить волокна хлопка от многих других сходных волокон (см. Хлопок).

реактивы, например соли щелочных металлов, осаждают из такого раствора синее, желатинообразное водное соединение окиси меди и клетчатки. Этот осадок вновь легко растворяется в слабом растворе аммиака или разведенных кислотах. При разбавлении аммиачномедного раствора значительным количеством воды клетчатка осаждается, однако для полного ее осаждения потребно несколько дней. Осаждающее действие нейтральных солей и простого разбавления водою показывает сходство получаемого раствора клетчатки со многими другими растворами коллоидов (гидрозолей); так, например, гидрозоли сернистой меди или глинозема осаждаются от малейшего количества многих солей.

Кислоты, действуя на описанный раствор, до конца осаждают всю клетчатку, соединяясь с окисью меди; осадок имеет вид водного студенистого глинозема и, подобно ему, после высушивания представляет твердую роговую массу. Если прибавить уксусносвинцовой соли к раствору хлопка в реактиве Швейцера, то получается осадок соединения с окисью свинца; пропорция непостоянна, однако близка к составу $C^6H^{10}O^5PbH^2O^2$. Если выпарить аммиачномедный раствор хлопка, то аммиак уходит, и получается бесформенная масса, содержащая клетчатку и водную окись меди. С другой стороны, если аммиачный раствор окиси меди выпарить на поверхности миткаля (а также бумаги, например пропускной), погрузив его в раствор, то на поверхности миткаля остается зеленое лакообразное соединение, покрывающее поверхность волокон, склеивающее и цементирующее их между собою. Чрез это миткаль становится крепким, негнющим и совершенно непромокаемым. Такой способ обработки тканей и бумаги из клетчатки предложен и применен (1884) в Англии Вильсденом (Willesden). Он предложил применять описанный способ для обработки, например, корабельных канатов, ткани для канатов и бумаги, которые при перематывании их с одного вала на другой пропускаются чрез раствор медноаммиачной соли и высушиваются над сушильными цилиндрами. Продукт, изготовленный таким образом, обладает большою прочностью, не пропуская воду даже в том случае, когда его в ней нагревают в продолжение нескольких недель под давлением нескольких атмосфер.

Волокна хлопка лучше большинства других видов волокнистых веществ и клетчатки сопротивляются действию растворов едких щелочей (едкого кали и едкого натра) даже после действия хлора в присутствии воды. Такие способы употребляются при белении писчебумажной массы, пряжи и ткани из растительных волокон. Применяемые при этом растворы не оказывают никакого действия на хлопчатобумажную массу даже при значительном нагревании, но они изменяют волокна джуты (см. это слово), эспарто (альфа,

применяется в бумагу, см. Эспарто) и даже льна, т. е. раствор щелочи после действия хлора обращает часть упомянутых видов волокон в растворимые продукты. При более высоких температурах, как, например, при кипячении под давлением (которое употребляют писчебумажные фабрики и белильни), количество клетчатки, переходящей этим путем в растворимые продукты, выражается очень ощутительно потерею веса, и нет сомнения, что при этом растворяются не подмеси, а сами клетчатки. Хлопок, как сказано, наименее подвержен подобному изменению. Явления, замечаемые при белении различных тканей, дают очевидное доказательство происходящего в них изменения, так как от быстрого просушивания после беления льняных и других вышеупомянутых тканей волокна отвердевают; если насыщение водой было значительно, то смежные волокна слипаются, образуя жесткую ткань. Последнего можно избежать, подвергая отбеленный товар постепенному сушению, а это заставляет полагать, что при действии щелочи после хлора часть клетчатки с поверхности становится студенистою. Эти замечания имеют серьезное значение при окончательной отделке тканей и пряжи. Так как при белении волокна хлопка не подвергаются разбуханию, то при просушке хлопчатобумажных тканей их можно прямо нагревать на горячих барабанах, тогда как полотно и всякие льняные ткани, для сохранения мягкости и гибкости, необходимо сушить после беления очень медленно; их растягивают на станках, на чердаке, где сушка идет постепенно, причем в продолжение всего времени просушивания их вытягивают руками для предупреждения образования жестких мест. Точно так же самые высокие сорта писчей бумаги, особенно приготовленной из льняной и эспартовой массы, вместо быстрого просушивания на горячих барабанах следует высушивать лишь при возможно низких температурах, причем бумага пропускается над длинным рядом полых барабанов из металлической сетки, внутри с крылаткой, вращающейся в сторону, противоположную той, куда передвигается бумага.

Действие крепких растворов щелочей при обыкновенной температуре на хлопок было впервые изучено Мерсером. От действия раствора едкого натра уд. веса 1.23—1.28 при обыкновенной температуре хлопчатобумажные волокна разбухают, сокращаются по длине и становятся прозрачными. Мерсер пишет, например: «Я смочил отбеленный кембрик несколькими каплями раствора едкого натра (уд. веса 1.3) и заметил, что центральная часть каждой капли сократилась и сделалась полупрозрачной, вокруг образовалась кайма, которая не стала прозрачной и не сократилась, — очевидно, в ней содержалось весьма мало реактива». Мерсер изучал и наблюдал описываемое явление с разнообразней-

ших сторон. Коснемся главнейших. Сокращение длины доходит до 15%,[1] приращение крепости (измеряемое усилием для разрыва отдельных нитей) — около 50%, вес, после промывки и сушки, возрастает примерно на 5%, что обусловливается прибавкой воды.

Опыт ясно показывает, что действие щелочи есть результат ее присоединения к волокнам, и Мерсер полагает, что происходит $C^6H^{10}O^5 + NaHO$ или $2C^6H^{10}O^5 + Na^2O$, а Гладстон показал, что в действительности происходит $2C^6H^{10}O^5 + NaHO$, легко разлагаемое даже углекислотою.[2] Соединение это от промывки водою образует соответствующий гидрат $C^{12}H^{20}O^{10}H^2O$. Процентное приращение веса, вычисленное для этого состава, будет 5.5%. Присоединенная вода, хотя легко выделяется при нагревании, поглощается вновь при выставлении на открытом воздухе. Факт этот, вероятно, находится в соответствии с такою же, хотя менее ясно выраженною, гигроскопичностью свежих волокон хлопка. «Мерсеризованная» хлопчатая бумага, будучи обработана спиртом до истощения, чтобы удалить избыток щелочи, тем не менее удерживает некоторую часть ее, соответствующую формуле $2C^6H^{10}O^5 + NaHO$, как показал Гладстон.

Действие едкого натра на волокна хлопка представляет значительные различия, смотря по температуре раствора, а именно: действие реактива замедляется от нагревания. Для растворов вышеуказанной крепости наиболее благоприятна обыкновенная температура воздуха. С другой стороны, более слабые растворы, не оказывающие действия при обыкновенной температуре, реагируют при охлаждении. Мерсер нашел, что самая энергичная реакция получается при перемешивании раствора едкого натра уд. веса 1.35 с 70% льда или снега, причем температура падает на много градусов ниже 0°. Растворение в едком натре окиси цинка также увеличивает энергию щелочной реакции. Таким образом, раствор уд. веса 1.1, не имеющий заметного действия на клетчатку, становится энергичным реактивом, если в нем растворить водную окись цинка.

Замечательное изменение волокон хлопка, обусловливаемое действием щелочей, доныне получило мало технических применений, хотя Мерсер приметил значительное увеличение способности волокон хлопка принимать краски после обработки щелочью.

---

[1] Мне удавалось достигать при «мерсерировании» сокращения длины в 20%.

[2] Мои личные опыты дали близкие к этому данные.

Действие хлористого цинка в крепком водном растворе сходно с действием едких щелочей, и Мерсер включил это действие в вышеупомянутую свою привилегию. В это описание включено также действие разведенной серной кислоты. Изменения, обусловливаемые ею и другими минеральными кислотами, могут быть рассматриваемы так же, как изменения в степени гидратации или соединения с водою. Все эти реагенты производят поверхностное или более глубокое изменение клетчатки, которое *можно* понимать как разбухание или соединение с водой.

Серная кислота, разбавленная водою до уд. веса 1.35, азотная кислота уд. веса 1.3 и крепкая соляная кислота постепенно изменяют волокна при обыкновенной температуре и лишают их своего начального сцепления по длине, так что волокна распадаются, становятся хрупкими и лишаются крепости. С другой стороны, действие этих кислот на волокна состоит в их отвердевании и сопровождается линейным их сокращением. Это находит применение для получения твердой пропускной бумаги, долженствующей выдерживать значительные давления. Наиболее подходящим реактивом является азотная кислота (уд. вес 1.3), действие ее почти мгновенно (Френсис, 1885). Волокна, подверженные действию холодной крепкой соляной кислоты, отчасти растворяются, но наибольшая часть их переходит в рыхлое состояние, причем сохраняются многие остальные характерные свойства, присущие первоначальной массе. Продукт этот был исследован Жераром и назван им «гидроцеллюлозой», «гидроклетчаткой» в знак того, что это вещество он считает соединением клетчатки с водою $2C^6H^{10}O^5 + H^2O$. Однако это различие состава доныне еще нельзя считать вполне установленным, так как многое благоприятствует мнению, что это есть лишь слабо изменившаяся клетчатка, мало отличающаяся в своем составе от первоначальной. Особым наведением для сего служит то, что распадение, подобное производимому кислотами, наблюдается, если их подвергать действию высоких температур. Явление это было предметом специального исследования Мейрера и Гростета (B. Mulhouse, 1883), которые нашли, что волокна не изменяются от продолжительного влияния на них температур ниже 150°, но едва температура перейдет на несколько градусов выше этой точки, как происходит очень быстрое распадение волокон, ткань тогда теряет свою первоначальную крепость. Если нагревание до 150—160° производить в закрытом сосуде с водою, — явление получается то же. Следовательно, кислород не принимает в нем никакого участия, и 150—160° следует просто считать критическою температурою волокон, как есть такая температура для множества веществ и, например, для стали (см Железо, Сталь). Действие значительно ускоряется и становится

энергичнее от присутствия кислот, причем распадение имеет место при гораздо низших температурах.[1]

Практическое применение этого распадения волокон посредством действия кислот представляет процесс, которому подвергают то шерстяное тряпье, которое содержит волокна хлопка, для того чтобы освободить шерсть от хлопка и др. Такое освобождение шерстяных волокон производится при изготовлении так называемой «искусственной шерсти», ныне в громадных массах применяемой при изготовлении шерстяных тканей и состоящей из разорванных и растрепанных волокон шерсти при переделке шерстяного тряпья. После очистки смешанного тряпья его погружают в сильно разбавленную серную кислоту, удаляют избыток раствора и затем высушивают в горячей камере. Растительные вещества подвергаются распадению и затем легко удаляются или выпадают из шерстяного тряпья, которое при том не изменяется (см. Гидроцеллюлоза, Искусственная шерсть, Карбонизация).

При меньшем содержании воды серная кислота оказывает непосредственное действие своим сродством, причем происходят разлагаемые водою сернокислые соединения или кислые *эфиры*. Состав этих веществ (Блондо, Маршан, Феликс и в последнее время Гениг и Шуберт, 1887) непостоянен, в зависимости от температуры (7—40°) и количества серной кислоты, но во всяком случае образуются серноэфирные кислоты $C^{6n}H^{10n-x}O^{5n-x}(HSO^4)^x$, дающие соли, и растворы которых водою, особенно при нагревании, легко разлагаются с выделением при непродолжительном действии вещества, как клетчатка, реагирующего с иодом, а при продолжительном действии (серной кислоты) переходящего в декстрин и глюкозу. Это значит, что серная кислота не только соединяется с клетчаткою, но, кроме того, все более и более изменяет ее, постепенно удаляя от первоначально взятой клетчатки и тем более приближает к декстрину и глюкозе, чем продолжительнее было действие серной кислоты и чем выше была температура (50—40°). Если действие происходит только в течение нескольких секунд и затем прекращается, то одновременно с разложением серноэфирного соединения водою происходит гидрат клетчатки, который следует считать крахмалистым ее изменением, или обозначать словом *амилоид*, как был назван этот продукт

[1] Так как исследования Tauss (1884) показывают, что клетчатка при нагревании с водою при температурах выше 100° (при давлении до 5 и более атмосфер) дает отчасти глюкозу и декстрин, а при 20 атмосферах давления — гидроцеллюлозу, то очень было бы немаловажно для дальнейшего изучения химической природы клетчатки более подробное исследование этого предмета. Дерево дает при этом около 20—30% растворенного вещества, происходящего из лигнина (см. дальше, а также Лигнин).

более ранними наблюдателями. Если же действие продолжается в течение нескольких минут, то восстановленные подобным же образом углеводы суть растворимые соединения, образующие, как уже было указано выше, переходный ряд к декстринам.

Особенно примечательно действие на волокна растений серной кислоты, имеющей плотность около 50° Боме (т. е. содержащей около $H^2SO^4 + 3^1/_2H^2O$), потому что она дает гидрозоль клетчатки или ее коллоидальный раствор. Гюинье (Guignet, 1887) оставлял волокна растений в прикосновении с такою кислотою и полученную студенистую массу промывал водою и спиртом до прекращения реакции с серною кислотою, высушивал при обыкновенной температуре, и оказалось, что полученная рогообразная масса затем при действии воды бухнет, а потом дает однородный, выдерживающий кипение желтоватый раствор, осаждающийся от присутствия солей, серной кислоты и избытка спирта.[1]

Повторяя опыт Гюинье, я нашел его описание совершенно верным, за одним изъятием. Гюинье пишет, что раствор хорошо процеживается и по испарении дает однородную пленку. У меня оказалось, что раствор чрез плотную фильтру не проходит и по испарении оставляет пленку, содержащую ясно видные под микроскопом волокна, так что здесь происходит, по моему мнению, не растворение в строгом смысле, а только равномерное распределение сильно разбухшей массы. Во всяком случае, коллоидальность клетчатки здесь становится очевидной, и она вполне объясняет получение пергаментной бумаги, которая, как показали мне прямые опыты, отлично нитруется. Действие смеси азотной и серной кислоты на пергаментную бумагу, как и вообще на волокна растений, предварительно подвергшиеся действию крепкой серной кислоты, идет даже несколько быстрее, чем на свежие волокна растений.

Здесь должно упомянуть о двух промышленных применениях вышеописанных реакций. Если непроклеенную бумагу, особенно же состоящую из чистых отбеленных хлопковых волокон, погрузить в серную кислоту, разбавленную водою до уд. веса 1.65—1.50, и быстро и вполне промыть водою, то она обращается в так называемую *пергаментную бумагу*. Это название ясно показывает изменение, происшедшее с бумагою; ее главнейшие внешние свойства состоят в значительном увеличении прочности, прозрачности и непромокаемости, изменения эти сопровождаются значительным

---

[1] Серная кислота в 60% Боме переводит клетчатку опять в нерастворимое состояние. Считаю не излишним сказать здесь, что действие серной кислоты на волокна растений хотя много изучалось, но требует новых более полных и систематических исследований.

линейным сокращением (20%) и небольшой потерей в весе, которая зависит от перехода части клетчатки в растворимое состояние. Коротко говоря, в результате получается поверхностное превращение волокна в разбухшее клейкое амилоидное вещество. Операции погружения бумаги в кислоту и промывки ныне выполняются соответственными, непрерывно действующими механическими приспособлениями, т. е. бумага обрабатывается в непрерывных лентах, переходя чрез барабаны и погружаясь при сем в кислоту и в воду.

Другое промышленное производство, основанное на реакции между клетчаткою волокон и серною кислотою, есть обращение ее в глюкозу. Отбеленные волокна растворяют в крепкой кислоте, тягучий раствор разбавляют водою и кипятят, затем удаляют серную кислоту посредством осаждения мелом и выпаривают раствор. Полученный продукт есть «глюкоза», могущая (Бешан) находить различные приложения, например для винокурения (см. Глюкоза).

Реакция хлопка и других видов волокон растений с азотной кислотой еще более энергична и ведет к образованию весьма замечательного ряда азотнокислых эфиров клетчатки или *пироксилина*, *коллоксилина* и вообще нитроклетчатки. Представители этого разряда производных составляют хлопчатобумажный порох, коллодий, целлулоид и другие вещества, имеющие особо важные применения, и потому особо описываемые в статьях «Пироксилин», «Порох», «Коллодий» и др. Упомянутые соединения обыкновенно приготовляются посредством действия смесей азотной и серной кислот. Хотя взаимодействие происходит непосредственно в том случае, когда была употреблена очень крепкая азотная кислота, но тогда реакцию трудно контролировать, потому что кислота разбавляется образующейся водой и действие ее пропорционально этому разбавлению ослабляется, так как после известного разбавления (сильнее, чем до $NHO^3 + H^2O$) нитрование клетчатки уже не происходит, а она либо переходит в раствор или дает гидроцеллюлозу, или остается неизменною. Роль серной кислоты в употребляемых смесях состоит в том, чтобы поглотить воду, происходящую при реакции, так как клетчатка + азотная кислота дает воду + пироксилины.

Не останавливаясь над пироксилинами (потому что они будут описаны особо), заметим только, что высшая степень нитрования их отвечает тринитроклетчатке

$$C^6H^7(NO^3)^3O^2$$

и что вещества эти относятся как сложные эфиры (например, обмыливаются щелочами), что и заставляет считать в клетчатке

присутствие 3 спиртовых (алькоольных, см. Алькооль) остатков.[1] Соответственно вышеуказанной тринитроклетчатке, Шютценбергер получил *трехуксусную клетчатку* $C^6H^7(C^2H^3O^2)^3O^2$, действуя при 180° уксусным ангидридом на волокна растений (хлопок, бумагу), не растворимую в воде и спирте, но растворимую в крепкой уксусной кислоте, а из такого раствора выделяемую водою в аморфном виде. Щелочами она легко обмыливается, образуя студенистую клетчатку. Франшимон (1879), облив волокна растений (бумагу, хлопок) уксусным ангидридом, при нагревании в открытом сосуде не заметил действия, но, прибавив несколько капель серной кислоты, тотчас заметил сильное разогревание и растворение клетчатки. Продукт обработан водой, промыт холодным спиртом и растворен в кипящем. По охлаждении выделяется кристаллическое соединение, плавящееся около 212° и представляющее трехуксусную глюкозу $C^6H^9(C^2H^3O^2)^3O^2$. Это показывает, что и здесь, как при действии одной серной кислоты, изменение клетчатки может доходить до глюкозы. Во всех предшествующих случаях замечается то общее, что везде 3, но не более, пая водорода из 10, содержащихся в клетчатке, подвергаются реагированию с остатками кислот. Однако Кросс и Беван (1890) получили пятиуксусную клетчатку $C^6H^5(C^2H^3O^2)^5$, когда к уксусному ангидриду прибавили немного хлористого цинка, и эту смесь кипятили с чистым хлопком, а после полного растворения вылили массу в воду, причем и осадилось названное соединение (из 1001 частей получено 180 — после очищения), которое при обмыливании потеряло 80% своего веса в виде уксусной кислоты.[2]

Витц, в Руане, обратив внимание на те перемены, которые совершаются с волокнами хлопка при хлорном белении, пришел к заключению о том, что при этом не только посторонние вещества претерпевают существенные перемены (становятся растворимыми и отмываемыми в водяных растворах, чрез которые проходит отбеливаемый товар), но и сама клетчатка при избытке окислителя и доступе воздуха, по крайней мере с поверхности, изменяется и относится иначе к красящим веществам, к раствору хлористого ванадия (поглощает его даже следы до 1/1 000 000 000 000

[1] Химическое строение клетчатки тогда можно представить в виде кетоно-спиртового ангидрида, содержащего спиртовые группы (CHOH), что и принято Толленсом.

[2] Авторы поэтому считают, что в клетчатке все атомы кислорода находятся в виде спиртовых остатков, образующих так называемую замкнутую цепь.*

* Это мнение неверно: в остатках глюкозы, образующих молекулу клетчатки, содержатся лишь три гидроксила, как об этом и упоминалось ранее в данной статье. [*Прим. ред.*]

части) и различным реагентам. Если выбеленный миткаль погрузить в раствор хлорной (белильной) извести и развесить на воздухе, то затем получающаяся ткань окрашивается от щелочей в желтый цвет, а из Фелингова раствора (щелочной виннокислый раствор окиси меди) выделяет закись меди желто-оранжевого цвета. Витц назвал это изменение клетчатки *оксицеллюлозой* и ее образованием объясняет те пятна на беленых тканях, которые иногда являются при их окрашивании в разные цвета. Франшимон считает, однако, что при этом, кроме побочных продуктов окисления, сама клетчатка изменяется только относительно содержания воды. Хотя изменения в свойствах несомненны, но в отношении изменения состава еще много сомнительного. Настюков (1892) считает вещество, полученное Витцем, за смесь неизмененной клетчатки с $C^6H^{10}O^6$.

Если волокна хлопка кипятить с азотною кислотою, плотностью 1.2—1.3, то происходит значительное количество растворенной щавелевой кислоты и получается остаток (до 30%), уже очень трудно поддающийся дальнейшему действию кислоты. Остаток этот растворяется в разбавленных щелочах и представляет эмпирический состав $C^{18}H^{26}O^{10}$.

Витц утверждает, что и различные другие окислители, прежде чем глубоко изменять клетчатку и переводить ее в продукты, подобные щавелевой кислоте, сперва, не изменяя вида волокон растений, изменяют их состав и свойства. Так, хромовая и хлорная кислоты оставляют после слабого действия и полного удаления такие следы на тканях, что они при окрашивании ясно видимы, что можно применить для нанесения на тканях рисунков. Соли окиси железа от действия света также производят особое изменение волокон, выражающееся в том, что Мерсер этим путем получил фотографические изображения на тканях из волокон растений.

Сплавленное едкое кали или очень крепкий раствор смеси едких натра и кали при нагревании совершенно уничтожают волокна растений, превращая клетчатку в щавелевую кислоту; но разбавленные растворы, даже при нагревании, не подвергают волокна хлопка более глубокому изменению, чем те, о которых упоминалось в начале статьи. Подмеси же (пектиновые, инкрустирующие вещества, лигнин и др.), часто сопровождающие волокна и клетчатку, очень легко изменяются от действия щелочных растворов, что и дает один из приемов для отделения подмесей, сопровождающих волокна растений.

Смесь двухромовокалиевой соли и серной кислоты при нагревании *вполне* окисляет волокна и сожигает клетчатку в смесь углекислого газа и окиси углерода, чем можно пользоваться в некоторых случаях технических анализов.

Но при обыкновенной температуре волокна растений, а именно клетчатка, в них содержащаяся, не растворяются или не изменяются даже смесью бертолетовой соли с азотною кислотою (Шульце), что может служить для отделения подмешанных или с клетчатками соединенных (ее проникающих, как в сложных видах волокон и вообще в растениях) веществ. Вообще чистое волокно растений, состоящее из клетчатки, отличается чрезвычайною — относительною — *прочностью* сравнительно со многими другими веществами, встречающимися в растениях.

Волокна хлопка, как указано с самого начала статьи, по своему совершенно особому образованию (как пушок на листьях), составляют исключение из всех других видов растительных волокон, применяемых в прядильном и писчебумажном производствах. Всякие иные волокна облечены другими тканями растений и должны быть для практического применения по возможности освобождены от посторонних подмесей. Это совершается с большею или меньшею легкостью и полнотою и производится на основании химических и механических приемов. Последние рассматриваются особо для каждого рода волокон, и здесь мы остановимся только на химических отношениях, применяемых для освобождения волокон от соседних с ними или их проникающих тканей и веществ. При этом должно ясно отличить длинные, собственно прядильные волокна, могущие давать пряжу и ткани, от волокон бумажной массы, куда требуются более короткие волокна (длинные разрываются ролами, см. Бумага писчая). Лен и хлопок могут быть считаемы типическими представителями первых, а волокна дерева и соломы — вторых. Но так как все отличие здесь в длине и она изменяется последовательно, то нет резких границ для этих двух классов волокон растений, хотя в практике их отличие совершенно ясно и состоит в способности первых давать пряжу, что не свойственно вторым. В очищенном виде оба рода волокон представляют клетчатку, такую же, как в волокне хлопка. Но отдельные волокна льна, как волокна хлопка, нацело состоят из одной трубки, длиною до 28 мм, а потому после полного очищения вполне пригодны для прядения, тогда как волокна джуты имеют длину всего в 3 мм и если применяются в прядении, то лишь в состоянии слипшихся отдельных клеток, образующих своей совокупностью на воде однородные волокна. Если бы их очищать до конца химическими способами от связывающих веществ, то волокна распались бы на короткие отдельности, годные для производства бумаги, но негодные для прядения и тканья. Потому джутовые, кокосовые, эспартовые и тому подобные волокна не подвергают в прядильном деле полному очищению, и оттого они при всей начальной крепости все-таки не могут выносить в виде тканей столь продолжи-

тельной службы, как, например, лен. Так, джутовые мешки менее прочны, чем холщевые, но, послужив тканью, они становятся тряпьем, пригодным для производства бумаги, для чего употребляются и все другие волокнистые вещества после изнашивания тканей.

Таким образом, простое или сложное (состоящее из системы отдельных волокон, склеенных между собою) волокно растений в его естественном состоянии всегда есть смесь клетчатки и неклетчатки. Наибольшею белизною и неизменностью от действия воды, воздуха и различных влияний (наибольшею механическою прочностью) отличается волокно, наиболее освобожденное от всего постороннего, т. е. от всей «[не]клетчатки», а потому основными прядильными веществами или волокнами растений служат только длинные волокна, как у льна и хлопка, ибо после отделения по возможности всех подмесей, удаляемых при белении (действием щелочей, хлора и других сильных деятелей, изменяющих неклетчатку), они все же остаются в виде длинных трубок. Многие же иные прядильные вещества, например джута и пенька, не выдерживают окончательной отбелки, т. е. тогда распадаются на отдельные короткие волокна, не могущие дать крепкой пряжи. Такие волокнистые вещества применяются в «суровом» виде, образуя «суровые ткани», обладающие своеобразным цветом и уже далекие от того, чтобы представлять чистую клетчатку.

Поэтому изучение волокон с химико-технической стороны сводится на знакомство с природою тех естественных сочетаний волокон клетчатки с неклетчаткою, которые встречаются в действительности. В этом отношении полезно прежде всего узнать, что ныне можно отличать три сорта сочетаний клетчатки с неклетчаткой: 1) адипоцеллюлозу, или покровные образования, или воскообразные клетчатые образования, 2) пектоцеллюлозу, или клетчатые образования с подмесью веществ, обладающих пектиновыми свойствами, и 3) лигноцеллюлозу, или клетчатку с древесинными образованиями. Примерами первых служит кожица листьев и пробка, вторых — лен и пенька и третьих — масса древесины и волокна джуты. В практике из волокон растений применяются исключительно только два последние класса волокнистых образований.

Адипоцеллюлоза. Покровные ткани растений должны быть отнесены к числу чисто клеточных, а не к волокнистым. Пробка, верхняя кожица листьев (кутикула), верхние слои бересты и т. п. состоят из вещества, отличительное свойство которого есть непромокаемость. Этим свойством, точно так же, как и эмпирическим составом, вещество это, названное Фреми «кутозою», напоминает некоторые сорта воска. Для примера приводим процентный состав яблочной кожицы, очищенной от воска, случайных и побочных

веществ: C = 73.66, H = 11.37, O = 14.97, составу же клетчатки $C^6H^{10}O^5$ отвечает C = 44.4%, H = 6.1% и O = 49.5%. Очевидно, что кожица очень далека составом от чистой клетчатки, хотя после обработки реагентами (см. Клетчатки) дает или оставляет клетчатку. Пробка также есть не очень сложное вещество, она содержит в себе большое число продуктов, воскообразные и протеиновые вещества, дубильную кислоту и проч., которые соединены с остовом вещества, которое соответствует кутозе. И кутоза и пробка дают остаток клетчатки при обработке их сернистокислыми щелочами для отделения от них неклетчатки. Последняя, при кипячении с крепкими растворами щелочей, дает две жирные кислоты: одну твердую и другую жидкую. Весьма возможно, что сама кутоза есть смесь, а с другой стороны, что она есть сложное эфирное соединение клетчатки. Ныне подобные вопросы еще не решены существующим запасом исследований. В некоторых волокнах, например от новозеландского льна (Phormium tenax), они так близко и тесно соприкасаются с тканями кожицы, что их взаимное отделение всегда бывает очень неполное. В таких сырых материалах, употребляемых в писчебумажном производстве, которые состоят из стеблей и листьев односемянодольных (например солома и эспарто), адипоцеллюлоза составляет значительную пропорцию. В этом случае их разлагают химическими способами, которые требуют сравнительно сильных реактивов, но в сущности того же рода, как и для очищения пектоцеллюлозы.

Пектоцеллюлоза. Этот второй отдел сложных видов клетчатки характеризуется составными частями неклетчатки, принадлежащими к группе *пектиновых* веществ. По своему составу и многим свойствам они приближаются более предшествующих к волокнам хлопка. Обыкновенно они дают желатинообразные гидраты и под влиянием многих реактивов претерпевают ряд последовательных изменений, кончающихся превращением сравнительно инертных пектина и пектоза в кислоты пектиновую и метапектиновую.

Типическим представителем пектоцеллюлозы может служить волокно льна. Кольб нашел, что в очищенном русском льне C = 43.7, H = 5.9, O = 50.4. При кипячении с слабым щелочным раствором около 20% вещества льна переходит в растворимое состояние; значительную пропорцию отделяемого вещества составляет тело, тождественное с пектиновой кислотой Фреми (C = 42.0%, H = 4.8%). Волокнистый остаток от истощающей обработки щелочными растворами, доходящий в большинстве льнов до 75% первоначального веса, есть практически чистое волокно льна. В продажной льняной кудели, кроме того, находится кутикулярная

ткань (адипоцеллюлоза) и костра (лигноцеллюлоза), которые можно удалить механически, подвергая волокно той обработке, какой подвергается самое растение (см. Лен).

Лигноцеллюлоза. Как показывает самое название, сюда относится ткань дерева (см. Дерево, Лигнин). Простейшим же примером между волокнами растений должно считать волокно *джуты* (однолетнее растение Corchorus, разводимое в громадных размерах в Индии, растущее в закаспийском крае). Элементарный состав очищенных волокон джуты выражается (Cross and Bevan) $C^{12}H^{18}O^{9}$, и они содержат около 80% клетчатки и около 20% лигнина, которого состав примерно равен $C^{6}H^{8}O^{3}$.[1] При обработке смесью азотной и серной кислот получается $C^{12}H^{14}(NO^{2})^{4}O^{9}$. Клетчатка, получаемая из джутовых волокон (действием слабых кислот и щелочей), представляет гидрат или водное вещество, гораздо быстрее поддающееся действию окисляющих и всяких других реактивов, чем клетчатка хлопка. А между тем само волокно джуты, или ее сложная клетчатка, по некоторым типическим реакциям сходно с хлопком, например по растворимости в реактиве Швейцера, по образованию взрывчатых азотнокислых соединений и растворимых сернокислых. Она окрашивается в бурый цвет раствором иода, в яркожелтый цвет растворами солей анилина и других ароматических оснований, в темнокрасный цвет флороглюцином в присутствии крепкой соляной кислоты. Раствор в реактиве Швейцера только отчасти снова осаждается кислотами, осадок по реакциям сходен с начальным веществом; взрывчатые соединения с азотной кислотой желтого цвета (часть переходит в раствор). Из этого можно думать, что здесь не простая смесь, а истинное соединение клетчатки. Оно, однако, непрочно и легко поддается гидролитическому действию слабых щелочей и кислот.[2] Кипящие щелочные растворы (едкий натр с 2% окиси) растворяют 10—15% по весу волокна, но при этом не замечается изменения в его структуре; растворы кислот (5% серной) растворяют 15—30%, смотря по продолжительности действия.[3] Сернистая кислота,

---

[1] Эта неклетчатка оказалась содержащею фурфуроловый и уксусный остатки.

[2] Толленс (1889) получил ксилозу $C^{5}H^{10}O^{5}$ как непосредственный продукт гидролиза джутовых волокон. Окончательный продукт гидролитического действия кислот составляют клетчатка и фурфурол $C^{5}H^{4}O^{2}$.

[3] Если считать клетчатку за вещество, содержащее спиртовые остатки и в этом отношении подобное глюкозам, то на сложные виды клетчаток можно смотреть как на сочетанные соединения клетчатки, настолько же отвечающие ей, насколько глюкозиды (см. это слово) отвечают глюкозам.

двусернистокислые и сернистокислые соли щелочей и щелочных земель с волокнами джуты (как и с другими видами лигноклетчатки), дают клетчатку, а неклетчатку переводят в раствор.[1] Температуры, необходимые для действия сернистой кислотой (7.5% SO^2), будут 90—100°, двусернистокислыми солями (4% SO^2) — 140—150°, средними сернистокислыми солями (4% SO^2) — 170—180°, причем увеличение температуры соответствует уменьшению гидролитической способности, посредством прогрессивной нейтрализации кислоты. Развивающееся при этом давление газов требует употребления закрытых сосудов для описанных реакций, имеющих важное техническое применение, которое будет описано в статьях «Масса бумажная» и «Целлюлоза».

Характерны реакции лигноцеллюлозы, например джутовых волокон, с галоидами. Иод поглощается лигноцеллюлозою, но получаемое бурого цвета соединение так же неустойчиво, как иодистый крахмал. Бром реагирует на волокно в присутствии воды, образуя не вполне определенные соединения, которые растворяются в щелочных растворах. Повторением этой операции два или три раза выделяют всю неклетчатку; при этом получают в виде клетчатки от 72 до 75% веса волокна. Хлор не действует на сухое волокно, даже при 100°, но в присутствии воды быстро соединяется при обыкновенной температуре, развивая тепло. Хлорное производное желтого цвета, растворимо в спирте и осаждается водою из раствора в виде хлопьев. С раствором сернистокислого натрия дает характерное темномалиновое окрашивание.

При кипячении с хлорною водою клетчатка остается в виде раздробившихся волокнистых элементов. Прием этот представляет наиболее скорый способ определения количественного отношения клетчатки к неклетчатке, как для джутовых волокон, так и для других видов лигноцеллюлозы.[2]

На основании исследований Гуго Мюллера средний состав волокон, высушенных на воздухе, для некоторых обыкновенных видов есть следующий:

---

[1] Считаю возможным высказать здесь предположение о том, что разлагающее действие сернистой кислоты на лигноцеллюлозы основывается на связи их неклетчатки с фурфуролом и ксилозой, в которых несомненно существует алдегидная группировка, а алдегиды соединяются с сернистою кислотою, как давно известно и выражено ясно в полученной мною (1859) сернистоэнантоловой кислоте.

[2] Хлорный дериват неклетчатки в данном случае по характеру есть ароматическое соединение, сходное с охлоренным пирогаллином (Кросс).

	Семя хлопка	Двусемянодольные			Односемянодольные	
		волокна луба			стебли	
	хлопок	лен	конопля	джут	эспарто	ржаная солома
Клетчатки [1]	91.35	81.99	77.13	63.76	48.25	47.69
Воска	0.40	2.37	0.20	0.38	2.07	1.93
Водного экстракта .	0.50	3.62	6.29	1.00	10.19	10.05
Влаги	7.00	8.60	8.74	9.86	9.38	11.38
Золы	0.12	0.70	2.87	0.68	3.72	3.20
Неклетчатки [2] . . .	—	2.72	6.07	24.32	26.39	26.75

Не входя в описание разнообразных технических приемов, применяемых для получения как свободных волокон прядильных веществ, например льна, конопли или джуты (эти приемы будут изложены в статьях, относящихся к каждому из этих веществ), так и бумажной массы, для которой часто требуется по возможности удалить всю неклетчатку, мы остановимся теперь только на указании того, что все способы, практически применяемые для освобождения и очищения растительных волокон, основываются на вышеуказанных свойствах чистых волокон клетчатки, представителем которых служат волокна отбеленного хлопка. Они от слабых растворов щелочей, от воды и растворов солей, например мыла, не изменяются, не только при обыкновенной температуре, но даже и до 150° в закрытых котлах, и в раствор или вовсе не переходят, или переходят в ничтожно малых количествах, а всякие подмеси и все то, что, составляя неклетчатку, проникает клетчатку волокон или находится с нею в соединении, претерпевает изменение. Оно совершается еще полнее под влиянием растворов сернистой кислоты (что открыто Пикте) и сернистокислых солей, которые не действуют на клетчатку, а неклетчатку переводят в растворимые вещества, легко отмываемые от клетчатки. На этом основано получение химическим путем древесной писчебумажной массы, или «целлюлозы», играющей ныне большую роль во всем бумажном производстве. Предмет этот будет рассмотрен в статьях «Дерево» (химический состав), «Древесная масса» и «Целлюлоза». Но и

[1] Процентное отношение ее определено обработкою до истощения бромовой водою и посредством кипячения с разведенным аммиаком для выделения неклетчатки.

[2] Здесь вошли все вещества, кроме летучих (вода), негорючих (зола), извлекаемых спиртом, эфиром (воск) и водою (водяной экстракт) и удаляемые из волокон при обработке бромом, аммиаком, слабыми кислотами и щелочами.

помимо столь энергических деятелей, как кислоты, щелочи и некоторые соли, волокна клетчатки освобождаются от всего, что должно назвать неклетчаткою, при помощи действия воды, воздуха, бактериальных изменений и вообще естественных деятелей, всюду рассеянных, как видим в процессе лугового беления (см. Беление тканей и пряжи) и вымочки льна, пеньки и джуты, которые все основаны на том, что клетчатка волокон более стойка, чем все иные вещества, вместе с нею встречающиеся. При вымочке льна, например, склеивающие вещества изменяются ранее волокон и других клетчатых форм стебля, а когда они изменятся, при мятье и трепке льна, волокна механически легко уже освобождаются от сопутствующих других клетчатых образований.

То же начало сравнительной прочности клетчатки действует и при хлорном белении, а также и тогда, когда обработку волокнистых веществ ведут при помощи пропускания тока чрез соленую воду, в которой погружено волокнистое вещество, потому что и здесь (способ Кельнера, 1886) развивающийся хлор или кислород сперва обращают свое действие на посторонние вещества и лишь после того на клетчатку.[1] Но так как клетчатка сама по себе не есть вещество, абсолютно неизменное во всех упомянутых случаях, и так как она легко может окисляться и переходить иными способами в растворимое и вообще нестойкое состояние, то все вышеуказанные приемы освобождения или выделения волокон клетчатки должно продолжать лишь до определенного предела, который указывается условиями дела и составляет ту грань, на которой в полное право входят практические приемы фабрично-заводского производства или того технического искусства, определяемого опытом, навыком и внимательностью, которое не поддается уже научному обобщению.

Это последнее и поныне еще не овладело всеми теми химическими сведениями, какие необходимы для столь же полного обладания делом обработки волокнистых веществ, какими оно уже запаслось, например, в деле производства кислот, солей и металлов. А так как волокнистые вещества играют в промышленном применении, судя по ценности,[2] не меньшую роль, чем металлы, то нельзя не пожелать, чтобы химические сведения о первых достигли той степени полноты, какую они имеют по отношению ко вторым.

---

[1] Однако, судя по химическому закону масс, можно полагать, что действие хлора разделяется и часть его идет на клетчатку, другая же на неклетчатку, но первая в несколько раз менее второй.

[2] В статьях о металлах и волокнистых веществах можно видеть, что денежные суммы, а следовательно и количество труда, обращающиеся около волокнистых веществ и металлов, в целом мире применяемых, почти одинаковы.

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. VIIa, 1892, стр. 847.

ГАЗОЛИН

Так называют наиболее летучие, в воде нерастворимые, жидкие углеводороды, уд. веса от 0.6 до 0.68 (от 100 до 75° Боме), входящие в состав нефти и способные с большой легкостью переходить в парообразное состояние, что зависит именно от низкой температуры их кипения, лежащей около 30—70° Ц. Такие же углеводороды, но имеющие в среднем высшую температуру кипения, называются бензином. Однако в продажном бензине всегда содержится большее или меньшее количество газолина. В состав его входят преимущественно пентаны C^5H^{12} и гексан C^6H^{14} (см. эти слова).

Газолин отгоняется из бензина при его дробной перегонке. Газолин применяется не только, подобно бензину, для растворения (извлечения) различных маслянистых, смолистых и других органических веществ, но также для карбурирования (см. это слово и Водяной газ) светильного газа и особенно карбурирования воздуха. Эти последние применения газолина основываются на том, что пары газолина легко образуются, т. е. он легко переходит в газообразное состояние (откуда происходит и самое название), и на том, что пары его горят ярко светящим пламенем даже и тогда, когда смешаны с воздухом, ибо содержат сравнительно много углерода. В простейшем виде освещение таким газом, образованным из смеси паров газолина с воздухом, столь легко производится, что может быть устроено в каждом помещении простыми средствами.

Поступать следует так: где-либо в высокой части здания, например летом прямо на чердаке или около потолка в комнате, помещают сосуд с газолином (который или сразу наливается, или постепенно притекает из тонкого отверстия воронки с краном), устроив так, чтобы поверхность его испарения была велика (например, вкладывая губку или устраивая ряд поверхностей, по которым стекает газолин), и из этого сосуда отводят вниз трубки, кончающиеся обыкновенными газовыми горелками с надлежащими (по силе желаемого света) отверстиями. Если в сосуде будет находиться газолин,

то он испаряется, пары смешиваются с воздухом и, будучи тяжелее его, сами опускаются по трубам, а, выходя из горелок, могут быть зажжены и горят ярким белым пламенем.[1] Легкость этого приема получения горючего газа заставила изобресть множество специальных приборов для освещения с помощью газолина. Но, хотя освещение это вполне безопасно при надлежащем уходе и соответственных качествах газолина, однако распространение ограничено, во-первых, в виду большой огнеопасности обращения с газолином и вообще с летучими частями нефти, а во-вторых (и это трудно устранимо), вследствие того, что при испарении выделяются более летучие части газолина ранее остальных частей и потому содержание горючих паров в воздухе изменяется, что влечет за собою неравномерность горения и трудность регулирования степени яркости пламени. Удается это преодолевать только при большом числе горелок и при постоянном приливании газолина в сосуд, где он вполне испаряется. Тем не менее, там (особенно вблизи от заводов, добывающих газолин, бензин и т. п.), где легко иметь газолин по дешевым ценам (он так легко летуч, что его далекая перевозка затруднительна) и нет обыкновенного газа, поныне применяют освещение карбурированным воздухом.

Газолин, как и все продукты перегонки нефти, носит сверх этого множество различных иных названий (лигроин, нефтяной эфир и т. д.), но иногда этим особым названиям придают и специальные значения, смотря по различию свойства и состава. Такое обстоятельство зависит от того, что газолин не составляет определенного вещества, а смесь разных легко летучих углеводородов, отгоняемых из бензина, а потому, смотря по содержанию тех или иных (C^4H^{10}, C^5H^{12}, C^6H^{14} и C^7H^{16}, также C^6H^{12} и т. п.) и по относительной пропорции, свойства (уд. вес, летучесть и др.) смеси могут значительно изменяться. Американские писатели отличают от бензина: 1) *цимоген* (cymogene), сгущаемый только при сильном охлаждении и сдавливании, имеющий температуру кипения около 0° Ц и применяемый лишь для охлаждений; 2) *риголен* (rhigolene), кипящий около 15—20° Ц, уд. веса около 0.61, применяется в медицине как анестезирующее средство (подобно хлороформу), содержит преимущественно C^4H^{10}; 3) *нефтяной эфир*, или масло Шервуда (Scherwood oil), кипит около 40—60°, уд. вес около 0.66, употребляется для растворения каучука и извлечения жирных масл; 4) *газолин*, или канадское масло (canadol), кипит около 70—90°,

---

[1] Объем карбурированного воздуха равен сумме объемов воздуха и паров газолина, но чрез испарение газолина температура понижается, чрез что объем воздуха сокращается. Смесь эта к взрыву не способна, вследствие избытка горючего пара (см. Газовые взрывы).

уд. вес около 0.68, применяется как предшествующий и особенно для карбурирования светильного газа, и 5) *лигроин* (или Danforth's oil) кипит при 80—120°, уд. вес 0.7—0.72, употребляется в особых «газовых» лампах, похожих на бензиновые, и для растворения смол в лаки и т. п. Затем уже следует, по американской номенклатуре, еще выше кипящий бензин. Но в Европе редко следуют этому американскому делению легких продуктов перегонки бензина и только отличают от него газолин, как более летучую часть нефти, тем более, что далекой перевозки легчайшие продукты нефти не выносят, а сырая американская нефть, поступая на заводы Европы, уже мало содержит этих веществ, улетучивающихся при перекачивании, хранении и перевозке. Бакинская нефть хотя и содержит менее, чем американская, летучих частей (бензина и газолина), хотя и представляет по содержанию главной своей массы иные углеводороды (см. Нефть), * однако заключает те самые углеводороды, которые входят в состав американского газолина. Так, например, C^5H^{12} получен мною из бакинской нефти точно так же, как получается из американского газолина.

---

* См. Менделеев Д. И., Соч., изд. АН СССР, т. X, 1949, стр. 800—830. [*Прим. ред.*]

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. VIII, 1892, стр. 296.

ГЕМАТИНОН

Гематинон (Haematinon), или пурпурино (porporino итальянцев).—В древних мозаиках встречается стеклянный сплав, окрашенный в характерный красный цвет, промежуточный между цветом киновари и сурика, носящий это название. Если его расплавить, он дает зеленовато-черную массу, которая от восстановителей не приобретает красной окраски, хотя по анализам и оказалось содержание медной закиси, придающей эмалям (см. Стекло, Глазури) красное окрашивание. Петтенкофер, Кейзер и русский императорский Стеклянный завод воспроизвели этот род мозаичной эмали. Например, Петтенкофер плавил смесь 100 частей кварцевого песка, 11 частей извести, 1 часть жженой магнезии, 33 части свинцового глета и 50 частей соды в бесцветное стекло и затем прибавлял 25 частей окиси меди, 2 части железной окалины и немного угля. Такой сплав имеет сперва бурый цвет, но при долгом накаливании и медленном охлаждении получают желаемую яркокрасную окраску. Сплав сходен с авантюрином, который представляет стекло (см. это слово), окрашенное закисью меди.

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. VIIIa, 1893, стр. 889.

ГЛИЦЕРИН

Удельный вес водных растворов глицерина. Чистый глицерин в жидком виде при обыкновенной температуре представляет густую, сиропообразную жидкость, очень мало изменяющую свои внешние свойства от прибавки воды. Но так как от прибавления воды удельный вес уменьшается, то содержание глицерина в растворе проще всего (когда нет иных подмесей) определяется с помощью удельного веса.[1] Определения, сделанные мною в 1861 г. для безводного глицерина, согласуются с позднейшими более подробными исследованиями В. Ленца (1880) и Герлаха (1884), и в результате[2] получается следующая таблица, в которой p означает содержание глицерина в процентах по весу, s есть удельный вес при 15° Ц (считая воду при 4° за 10 000),[3] ds/dp есть изменение (производная) удельного веса при возрастании содержания глицерина на 1% и ds/dt есть изменение удельного веса при возрастании температуры на 1° Ц.

p	s	ds/dp	ds/dt	p	s	ds/dp	ds/dt
0%	9992	23.6	—1.5	60	11562	28.7	—4.6
10	10233	24.5	—2.0	70	11845	27.8	—5.2
20	10472	25.3	—2.2	80	12118	26.9	—5.4
30	10739	26.2	—2.8	90	12382	25.9	—5.7
40	11005	27.0	—3.5	100	12637	25.0	—5.7
50	11279	27.8	—4.1				

Данные для удельного веса выражаются с достаточною для практики точностью двумя параболами:

От $p = 0$ до $p = 63\%$; $s = 9992 + 23.65p + 0.0420p^2$
» $p = 63\%$ до $p = 100\%$; $s = 9671 + 34.33p - 0.0467p^2$

Промежуточное же соединение ($p = 63.0\%$ глицерина) отвечает составу $C^3H^8O^3 + 3H^2O$.

---

[1] Для той же цели применяют также определение показателей преломления света и упругости паров растворов глицерина.

[2] Подробности см.: *Д. И. Менделеев.* Исследование водных растворов по удельному весу. 1887, стр. 498.*

* См. Менделеев Д. И., Соч., т. III, 1934. [*Прим. ред.*]

[3] В безвоздушном пространстве.

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. IXa, 1898, стр. 588.

ГРЕБНИ

Гребни (техн.). — Гребни и гребенки, как общеупотребительное орудие для расчесывания волос и шерсти, приготовляются из рога быков и буйволов,[1] черепахи, кости (слоновой и всякой иной), из металлов, особенно латуни, из дерева, преимущественно пальмового, из гуттаперчи, из рогового (твердого) каучука (см.) или эбонита, из целлулоида (см.) и других материалов. Это производство занимает много рук и часто составляет предмет мелкой ремесленно-кустарной промышленности. В России особенно известны некоторые местности производством подобных изделий. Так, например, в Московской губернии в уездах Клинском и Дмитровском, в окрестностях большого торгового села Рогачева, с древних времен скупающего рога по всей России, по деревням производят всякого рода роговые и костяные изделия, из которых гребни и гребенки идут по всей стране.

В статье «Роговые изделия» будут описаны способы обработки рога и черепахи; здесь же мы остановимся только на производстве гребней, но для примера берем рог, как материал наиболее сложной обработки.

Роговой конус сбивают с костяного стержня после размачивания в холодной воде и, отпилив от него сплошную вершину, идущую на токарные изделия,[2] или распиливают поперек на кольца

---

[1] У нас от черкасских быков. Обычные коровьи рога дают лишь малые гребни и ценятся не дороже 6 коп. пара, тогда как воловьи продаются по 30—40 коп. за пару.

[2] Вершинка рогов обыкновенно всегда черного цвета. Она идет преимущественно для пуговиц (цена пуда около 3—5 руб.). Гребенщики окрестностей Рогачева отрезают вершинку поменьше, около самого начала внутренней пустоты, введя особый способ пользования верхнею частью рога; а именно, когда рог размякнет в горячей воде и над угольями, тогда вершинку протыкают накаленным железным прутом, чрез что оконечность рога расширяется и, после разрезывания, при прессовании становится еще тоньше. Если срез имеет очень узкое отверстие, то его на токарном станке рассверливают пред нагревом. Этим способом выгады-

желаемой ширины, а потом вдоль, чтобы можно было каждое кольцо превратить в пластинку, или, что дает более материала, и прямо целиком превращают в пластины. Пиление производится пилою с мелкими зубцами, но без развода и со спинкою тоньше лезвия, чтобы пила не заедала. Целые (однако с отпиленною вершиною) рога или нарезанные из них кольца кладут в кипяток, чтобы рог размяк и легче расправлялся в пластинки. Вынутый из воды рог разогревают (надев на палку) над горящими углями, чтобы он еще более размяк, и тогда (если не был распилен) разрезают вдоль ножом и, тотчас расправляя, зажимают в горячий винтовой пресс. Пресс устраивается обыкновенно горизонтальный, т. е. с вертикальными плоскостями, и сдавливание производится от руки, но возможно сильное. Пресс ставится прямо подле горна с горящими углями. В прессе сразу прижимаются или расправляются 6 или более пластин, и для каждой имеются свои вкладыши. Пластины, по мере заготовления, вкладывают всегда в одни металлические вкладыши, которые имеют высшую температуру, и, расправленные, перекладывают в следующие, более далекие и охлажденные уже вкладыши, так, чтобы охлаждение рога произошло в самом прессе, — иначе пластинка будет коробиться.

Если рог предварительно распилен на кольца, то, разогрев в воде и на углях, их разгибают и расщепляют на более тонкие пластинки желаемой толщины, которые в разогретом состоянии расправляют чрез прессование, причем естественные неровности слоев сглаживаются. Если же рог обрабатывается не распиленный, то выпрессованные и охлажденные пластины распиливают сперва поперек на куски желаемой величины и формы по роду приготовляемых гребней, а потом пилою же толстые куски распиливают надвое. При распрямлении рога необходимо соблюдать сноровку, чтобы не образовалось трещин, которые особенно вредны по краям, потому что легко идут дальше. Для предупреждения их образования прибегают к маслу (у нас — к конопляному), которым смазывают края нагретого рога перед прессованием. Чтобы прессование давало по возможности ровные пластины, все грубые случайные неровности срезывают ножом, а когда желают получить особо

вается материал, по крайней мере, на 2 гребня; от каждого обыкновенного рога от черкасских быков выходит обычных гребней около 8 штук, так как нижняя часть рога дает в толщину один гребень, а верхняя, более толстая часть рога, распиливается надвое, плоскость же всего рога в распластанном состоянии около 24 кв. вершков. Некоторыми ближайшими сведениями, касающимися рогового производства, снабдил меня в его гребенной мастерской (в Демьянове-Маслихе, около Боблова, в Клинском уезде) крестьянин Ефрем Никитин, поставляющий свои изделия в Москву и Тверь.

прочный рог, опиленные и вообще приправленные пластины прессуют вторично. Необходимо соблюдать, чтобы при нагреве рога он не был перегрет или не подгорел местами, потому что тогда получается хрупкая масса, лишенная надлежащей связности.

Нижние части рога и его поверхностный слой дают вообще и более красивые и более прочные гребни. Перед пилением и нарезкою зубьев пластинки держат в холодной воде, так как от нее, по замечанию опыта, масса рога становится менее твердою и менее хрупкой. Подготовленные куски рога отпиливают напилком, придавая желаемые размеры и утончая к концам, на которых будут нарезываться зубья. Самая нарезка зубьев производится стальными пилами — или прямыми с двойным лезвием, или круглыми.

Прямые пилы состоят из станка с ручкою и двумя винтами, которыми зажимаются плашки, пилы и положенная между ними дощечка, толщина которой равна ширине зубьев. Одна пила выдается из станка на всю глубину прореза, а другая только едва выступает и служит лишь для того, чтобы начать следующий пропил, в который и вставляется затем лезвие пилы. Толщина пилы определяет ширину промежутка между зубьями гребня.

Способ этот применяется ныне лишь в редких случаях для нарезки крупных зубьев, обыкновенно же употребляют круглые пилы диаметром вершка в $1^1/_2$ (для частых гребней) и более. Приводя в круговращение, при помощи приспособления, одинакового с токарным станком, такую круглую пилу (она у окружности немного толще, чем около средины, а центральным отверстием закреплена на шкиве станка), подводят зажатые в суппоре пластинки (обыкновенно две или три зажимаются сразу) и делают прорезы. Для того же, чтобы прорезы вышли равными и на одинаковом расстоянии, весь суппор переставляют после каждого надреза на следующий зубец особого круглого стержня, расположенного параллельно оси вращения станка и имеющего желобки или надрезы, соответственные частоте прорезов гребня. На этом стержне суппор с гребнями лежит при помощи двух полукруглых вырезов и может вращаться. Рабочий, поворачивая суппор, подводит края гребня к пиле или отводит от пилы, а, отведя от пилы, переставляет суппор на следующий зубец, и таким образом нарезка даже очень частых зубьев гребня требует лишь несколько минут.

Когда нарезываются крупные редкие зубья, например на гребенках для кос, где расстояние между зубьями более толщины зубца и двух пропилов, тогда, для экономии материала, нарезку ведут так, чтобы сразу вышли две гребенки с зубцами, вложенными друг другу в промежутки (двойные или дублированные гребни). Для этого пластинку сгибают дугою (конечно, при на-

греве рога или черепахи) и, сделав надлежащие пропилы зигзагом, получают две гребенки, которые потом разгибают при разогревании до надлежащей степени. В некоторых случаях для нарезки всех зубьев гребня прямо применяют ряд круглых пил, насаженных на общий стержень и равных по числу количеству прорезов гребня.

Существуют также, особенно для производства каучуковых гребенок, и сложные машины для нарезки зубьев, приводимые в действие механическими приводами, и притом зубья или нарезываются пилами, или вырезываются качающимися ножами, например в размягченном чрез нагревание каучуке. При пропиле частых зубьев в роге и черепахе на гребне остаются стружки, и если прорезы сделаны круглою пилою, то, конечно, на одной стороне гребня, и для того, чтобы при очистке этих стружек напилком и ножом не происходило мелких трещин, ослабляющих зубья гребня, наблюдают, чтобы эти стружки образовались на внешней поверхности рога, которая плотнее и вязче, чем внутренняя поверхность.

Когда зубья нарезаны, ножом и напилком окончательно обделывают гребень, а при редких, крупных зубьях округляют края каждого зуба и переходят к окончательной отделке, которая требует не менее времени и навыка, чем нарезка зубьев и подготовка пластинок, так что несколько отдельных рабочих единовременно успевают заканчивать свои отдельные работы: распилку, подготовку к пропилу, пропил зубьев, а другие в то же время производят окончательную отделку, сложность которой иногда увеличивается разного рода вырезами, украшающими гребни. Когда гребень окончательно обделан и его поверхность выскоблена до надлежащей ровности, тогда ее шлифуют и полируют при помощи мокрой суконки с мелкою пемзою, трепелом или известью. Масло не употребляется не только потому, что заседает в зубьях, но и препятствует вытравке, применяемой для придания роговым изделиям вида черепаховых. Способы такой вытравки при помощи металлических соединений приведены в статье «Роговые изделия».

Роговые частые гребни продаются дюжинами и из первых рук стоят, смотря по величине, от 40 до 80 коп. за дюжину. Гребенки и вообще ходячий гребенной роговой товар в общем ценится около 40 руб. пуд. Из сотни пар рогов выходит около $1^1/_2$ пуда товара. Сверх того, получается около 5 пуд. стружек, обрезков и опилок, идущих как для удобрения земли (роговые стружки представляют отличное азотистое удобрение), так и для производства синькали и других целей. Пуд их ныне на месте стоит от 25 до 75 коп. смотря по крупности, — крупные ценятся дороже. Отпиленная сплошная вершинка рогов продается около 3 руб. пуд.

Из 100 пар рогов получается около 8 пуд. костяных стержней, которые идут как кость, и около 5—6 пуд. самого рога. Несколько лет тому назад изделия из рога ценились в 2—3 раза дороже, а отбросы (стружки, стержни, вершинки) дешевле. По таможенному тарифу 1891 г. роговые изделия проходят по 2 пункту статьи 215 с оплатою пошлины по 50 коп. золотом с фунта. Это составляет по курсу около 75 коп. за фунт, или около 30 руб. за пуд. Несмотря на такую высокую пошлину, цена роговых изделий падает именно потому, что их производство укрепилось в крестьянстве и соревнование сбавляет цены. Высокая таможенная пошлина здесь, как и во многих других случаях, только предохраняет от наплыва соответственных иностранных продуктов и содействует развитию производства внутри страны, т. е. дает заработок ее жителям.

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. XIa, 1894, стр. 913.

ЖИВИЦА И ЕЕ ПЕРЕРАБОТКА *

Собирание и переделка живицы составляют один из тех видов промышленности, который явно покровительствуется русским таможенным тарифом ввиду того, что Россия имеет во многих краях большие леса хвойных дерев, могущих доставить громадные массы канифоли (главный продукт живицы) и скипидара превосходных качеств, как показали многие опыты, а между тем ввозятся из года в год возрастающие количества этих товаров, идущих ныне на всю Европу почти исключительно из С.-А. С. Штатов, где обильные еще местами хвойные насаждения (например в Северной Каролине) усиленно эксплуатируются в этом отношении. Доцент Петербургского университета г. Тищенко в 1893 г. посетил эти места и готовит к печати отчет об канифольно-скипидарном производстве в Америке (см. Канифоль и Скипидар). Количество и ценность ввоза в Россию канифоли (гарпиуса, галипота), терпентина (очищенная живица) и скипидара (терпентинового масла) видны из следующих данных:

Ввезено по европейской границе	Канифоли		Терпентина и скипидара	
	тысяч пудов	на тысячи рублей	тысяч пудов	на тысячи рублей
В 1884 г.	1190	1739	8	43
» 1888 »	1383	1491	14	55
» 1892 »	699	963	32	149

Ввоз, таким образом, был более 1 млн пуд., примерно на $1^1/_2$ млн руб., продуктов живицы (почти исключительно американских); Россия, однако, вывозит смолу и скипидар низшего

* Статья написана В. М. Рудневым под ред. Д. И. Менделеева, приводимое окончание написано Д. И. Менделеевым. [*Прим. ред.*].

качества, получаемые при сухой перегонке осмола и, в сущности, ведущие происхождение из той же живицы хвойных лесов, [в] следующи[х] количества[х]:

Вывезено по европейской границе	Дегтя и смолы древесных		Скипидара и терпентина	
	тысяч пудов	на тысячи рублей	тысяч пудов	на тысячи рублей
В 1884 г.	1475	687	158	446
» 1888 »	1041	332	215	571
» 1892 »	1226	418	364	823

Т. е. вес вывозимых продуктов превосходит вес ввозимых, но пудовая ценность вывоза гораздо ниже. Очевидно, что это зависит от несовершенства существующей эксплуатации,[1] а именно от того, что у нас держатся прежде всюду господствовавшего способа [ис]пользования живицы смолистых дерев, сопряженного притом с истреблением дерев, тогда как их выгоднее эксплуатировать подсочкою на живицу, тем более, что это влечет за собою правильный присмотр за живущим хвойным лесом. В былые времена воздействие на привычки народа и введение улучшений делалось с помощью одних предписаний и запрещений, ныне же для сего прибегают к поощрению внутренних улучшений, предоставляя начинателям особые выгоды — чрез увеличение таможенных пошлин на привозные продукты; это имеет еще и другое значение, доставляя временно таможенные доходы, облегчающие другие подати. По этим соображениям при пересмотре в 1891 г. таможенного тарифа пошлина на канифоль увеличена от 13 до 40 коп зол. с пуда (ст. 82), а для скипидара и терпентина (ст. 86) с 40 до 60 коп. зол. с пуда, имея при этом в виду также и то, что перевозка этих продуктов из местностей, изобильных хвойными лесами, в местности, прилегающие к границам империи и представляющие рынки сбыта или развитой промышленности,—эта перевозка сопряжена с накладными расходами, увеличивающими стоимость товаров. Бесспорно, однако, что одно таможенное покровительство, без запаса надлежащих знаний и примеров, не может бороться с укоренившимися экономическими привычками и с отсутствием инициативы, но и на эти стороны дела — возбуждения соответственных промышленных пред-

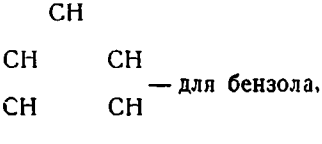
[1] Частью же от того, что вывоз идет преимущественно из Архангельска, а ввозимое требуется преимущественно в московский и прибалтийский промышленные округа, куда подвоз из Архангельска дорог.

приятий внутри России — ныне обращено должное внимание правительства, и надо ждать, что успех увенчает усилия этого рода, как это видно в других отраслях промышленности, которым покровительствовали ранее, например в сахарном, нефтяном и тому подобных производствах, и потому можно полагать, что с течением времени Россия с ее громадными хвойными лесами станет не ввозить, а выпускать за границу свои продукты живицы, как произошло это, на глазах у всех, с керосином, который за 20 лет сему назад ввозился к нам в количестве до 3 млн пуд. в год, а ныне внутренняя потребность возросла до 30 млн пуд., и в то же время русский керосин вывозится в количестве, доходящем до 50 млн пуд. в год.

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. XII, 1894, стр. 12.

ЖИРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ *

Разделение всех углеродистых или органических соединений на жирные и ароматические введено в первый раз в половине текущего столетия Жераром и приведено им в его классических сочинениях по органической химии. Все почти последующие исследователи этой области химии придерживались того же подразделения. Так, например, из русских химиков Бутлеров, Бейльштейн, Зайцев и Меншуткин в своих сочинениях по органической химии явно проводили указанное деление. С своей стороны, как при изложении в 60-х годах «Органической химии», так же при установлении (1862) понятия о пределе органических соединений, я старался выставлять на вид постепенность и непрерывность перехода от жирных соединений к ароматическим, выставляя на первый план то обстоятельство, что первые отвечают пределу C^nH^{2n+2}, а вторые далекому от него классу соединений, соответствующих углеводородам, состава C^nH^{2n-6}, или еще более далеким от предела производным. Ацетилены, терпены и тому подобные ряды, отвечая промежуточным разрядам C^nH^{2n-2} и C^nH^{2n-4}, должны поэтому составлять ступени перехода. Подобные, вполне естественные, соображения были совершенно забыты, особенно по поводу господства той части структурного (см.) учения, примененного к органической химии, по которой для предельных соединений признается цепеобразное строение, например $CH^3—CH^2—CH^3$ для пропана, а для ароматических — замкнутое или кольцеобразное, например:



— для бензола,

так что в понятиях структуристов различие того и другого класса соединений сводится на различие цепеобразной структуры от кольцевой или замкнутой. Дальнейшие соображения, сюда относящиеся, см. Замещения, Структура, Углеводороды.

---

* Окончание статьи В. Яковлева, редактированной Д. И. Менделеевым, написано Д. И. Менделеевым. [*Прим. ред.*].

Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Ефрона, т. XXII, 1897, стр. 382.

ОТБРОСЫ

Отбросы, или *остатки* (техн.). — Не только в жизни людей и в процессах, совершающихся естественным образом в природе, но и при производстве всякого рода изделий, во всех стадиях изменений, является много остатков, или отбросов, накопление которых могло бы сильно стеснять промышленность, — особенно, если такие отбросы не способны к гниению и тлению, при помощи которых в природе избегается накопление не находящих применения остатков. Одну из задач промышленности составляет переработка подобных отбросов в ценные товары. Наиболее блестящими примерами подобного рода могут служить: переделки тряпья, костей и каменноугольного дегтя, составляющего остаток от получения светильного газа и кокса из каменного угля. Тряпье собирается, сортируется, очищается, и все, отвечающее растительным волокнам (см. Волокна растений), * переделывается в бумагу и папку, а шерстяное же, очищаемое от клетчатки карбонированием или карбонизацией (см.), растрепывается и дает искусственную шерсть (см.), так что ныне повсеместно организовано собирание тряпья, и оно имеет немалую рыночную цену, составляя предмет международной торговли. То же должно сказать про кости и их отбросы, переделываемые в клей и фосфористые удобрения. Подобных примеров много для всех почти остатков потребления, например для стеклянного боя, для жестяных коробок и т. п., которые собираются и переделываются в соответственные товары: например, стеклянный бой идет в подмесь к стеклу при его приготовлении (плавлении, варке). Особенное значение переделка отбросов имеет при множестве заводских производств, так как иногда самая масса отбросов составляет большую долю от добываемого продукта. Так, около содовых заводов, там, где не заботятся о переделке «содовых остатков» (содержащих преимущественно основной сернистый кальций), скопляются целые их горы,

---

* См. стр. 817—835 наст. тома. [*Прим. ред.*]

и в них содержится вся сера, бывшая во взятой в дело серно-натровой соли (сульфат), что и дало повод к переработке такого отброса на серу. Когда добывают светильный газ (см. Газовое производство) из каменного угля, образуется деготь, который сперва сожигался как топливо за недостатком иных приложений, потом из него стали чрез нагревание удалять летучие вещества, а твердую остающуюся смолу применять для пропитывания картона (кровельный толь), для искусственного асфальта и т. п., а затем из летучих составных начал начали добывать бензол и другие жидкие углеводороды, нафталин, антрацен, фенол и др., и все эти продукты нашли ценные и важные приложения, из которых особо примечательно получение анилиновых красок (из бензола) и ализарина (для крашения кумача в адрианопольский, пунцовый и другие цвета — из антрацена), как образец того, к чему может приводить переделка отбросов. Подобным же примером, хотя более новым и еще мало разработанным, могут служить нефтяные «остатки» (см. это слово, Вазелин и Нефть), первоначально не находившие прямого приложения и составляющие отбросы нефти при ее обработке в керосин, а потому прямо сожигавшиеся и еще ныне сожигаемые в топках, а между тем дающие безопаснейшее осветительное масло, смазочные масла, вазелин, парафин и тому подобные ценные продукты. Утилизация отбросов, говоря вообще, есть превращение бесполезного в ценные по свойствам товары, и это составляет одно из важных завоеваний современной техники.

Газета «Россия», 18 августа 1900 г.

ВИСКОЗА НА ПАРИЖСКОЙ ВЫСТАВКЕ

Прожив в Париже много недель и осмотрев очень многое на выставке, в последние 2 недели, когда блестящие и кричащие о себе предметы уже перестали отвлекать внимание, я каждый день находил иногда в темных уголках, в скромной обстановке и среди утомительного однообразия обыденных предметов, экспонаты, заслуживающие полного внимания с разных сторон. Не решаясь даже перечислять их, я желаю остановить общее внимание лишь на одном примере, особенно потому, что в нем соединилось много интересов и его чрезвычайно легко пропустить, так как тут ничто — без должного объяснения — не бьет в глаза, а значение, особенно для России, может быть в будущем громадным.

А именно я хочу сказать об открытой англичанами Кросс и Бевaном [1] — *вискозе* и преимущественно о выставленных пасмах ее волокон. Вискоза помещена в 3 классах, но особенно в 87-м, в витрине 2-го этажа, среди французских экспонатов химической промышленности. Волокна вискозы совершенно напоминают шелк — по мягкости, блеску, крепости и даже по сложению (видному под микроскопом) из ряда друг к другу прилегающих тончайших (в 2—3 сотых миллиметра) волоконцев. Исходным или сырым продуктом может служить дерево, солома и всякий растительный продукт, например сорные травы, содержащие клетчатку. Средства превращения этого дешевейшего сырья также все вещества дешевые — едкий натр, сернистый углерод и т. п., а потому продукт, или этот новый вид искусственного шелка, должен быть дешев. По словам лиц, заинтересованных в деле, все до сих пор выполненное показывает, что пуд готовых волокон обойдется дешевле, чем пуд сырого хлопка. В этом одном уже видна великая будущность, так как для производства волокна не надо будет полу-

[1] В ученом мире особо известны имена этих двух исследователей клетчатки, но в вопросе о вискозе (по специальной литературе судя) к ним добавляется еще третье — имя Бидля (Cross, Bevan and Beadle) как участника в открытии свойств вискозы. Об этом предмете много пишется уже года два, но на Всемирную выставку вискоза попала ныне впервые.

тропического хлопка, и наши обычные хозяйства, разводящие хлеб и не знающие куда девать свою солому, или выращивающие лес, могут стать производителями превосходного и дешевого волокна.

Прежде чем хотя бы кратко объяснить процесс превращения растительной клетчатки (целлюлозы, древесно-бумажной массы и т. п.) в вискозу, считаю необходимым указать на то, что Шардоннэ и другие несколько лет тому назад уже выпустили в свет искусственный шелк, представляющий тот же блеск и сложение, как шелк, и его могущий заменить и даже уже заменяющий. Но, во-первых, волокна его не крепки, легко ломаются и рвутся (если хорошо разнитрованы, если же недостаточно разнитрованы, то горючи, как бездымный порох, а потому опасны для применения), а во-вторых, — и это для распространения всего важнее, — такой искусственный шелк (Шардоннэ и других) дорог, хотя и дешевле обычного шелка, но в несколько раз дороже, чем хлопок или лен. И это немудрено, так как для превращения клетчатки в этот продукт надо применять такие дорогие вещества, как азотная кислота (для превращения в нитроклетчатку или коллодий), спирт с эфиром (для растворения коллодия) и сернистый аммоний (для разнитрования), при превращении же вискозы идут только дешевые продукты, и часть их возобновляется, т. е. не пропадает, а возвращается.[1]

Теперь я постараюсь коротенько сообщить о приготовлении вискозы и о некоторых ее свойствах и приложениях, предваряя, что предмет этот полон такого большого научного интереса, что достоин гораздо более подробного изложения, чем может быть мое газетное, назначенное исключительно для того, чтобы обратить на предмет внимание нашей промышленности, могущей, судя по изобилию сырья, приобрести большое общее значение в деле производства вискозы и ее приложения. Она, кажется мне, тем интереснее, что тут сказывается в лучшем виде все значение чисто научных химических исследований, обещающих еще много новых промышленных революций совершенно мирного свойства.

---

[1] Сказанное выше по отношению к искусственному шелку указывает, в общих чертах, приемы его производства, если добавить при этом, что эфирно-спиртный раствор нитроклетчатки (коллодионного хлопка) выдавливается чрез капиллярные отверстия в воду, что и дает волокна коллодия, которые потом разнитровывают. Описывать все подробно (как для этого шелка, так и для вискозы) у меня, к сожалению, нет времени (мне опять необходимо возвратиться в Париж), и лица, желающие узнать подробности, найдут их в выпусках «Библиотеки промышленных знаний»,* издаваемой под моею редакцией. Первая серия выпусков печатается и к осени должна явиться в продаже в конторе «Энциклопедического словаря» Ефрона и К°.

* «Программу библиотеки промышленных знаний» см. Менделеев Д. И., Соч., изд. АН СССР, т. XXI, 1951, стр. 303. [*Прим. ред.*].

Клетчатка (по составу $C^6H^{10}O^5$), как известно давно, составляет главную массу оболочки каждой растительной клетки и в почти чистом виде всем знакома в виде вещества хлопкового и льняного волокна и в виде писчей и печатной бумаги. Если она образуется в растениях из их соков или водяных растворов, то очевидно, что есть такое ее состояние, в котором она растворима в воде. Но в том виде, в каком мы ее получаем, она совершенно не растворима ни в воде, ни в обычных растворяющих жидкостях (спирт, эфир, хлороформ, масла и т. п.). Знаем же мы ее в форме организованной, т. е. именно в такой, какую она получила в растениях, и те ее формы — удлиненных клеток, — которые применяются более всего в промышленности, драгоценны именно по своему волокнистому сложению. Крепость тканей и бумаги определяется именно вязкостью волокон и их способностью сплетаться и сволакиваться (как волосы в войлок), а также неизменностью чистой клетчатки под влиянием обычных деятелей природы. Неволокнистой клетчатки, например в травах, в коре и листьях, много более, чем волокон. Химическая стойкость и нерастворимость клетчатки гораздо более, чем всех иных составных начал растений, на чем и основана возможность выделения клетчатки из всяких видов и частей растений. Получение химической массы, или целлюлозы, из дерева, соломы и т. п. для производства печатной и писчей бумаги основано именно на этой стойкости клетчатки.

Перевести клетчатку в раствор удалось уже довольно давно. Так, например, аммиачный раствор окиси меди или крепкий раствор хлористого цинка растворяют клетчатку, и из такого раствора легко выделяется обратно клетчатка уже в форме неорганизованной, чем давно пользуются даже в некоторых приложениях, над которыми, однако, не считаю надобным останавливаться.

Все известное с химической стороны показывает, что клетчатка есть вещество спиртового характера, т. е. по свойствам подобна обыкновенному, или винному, спирту. Особенно указывает на это способность клетчатки давать с кислотами эфиры, что свойственно всем спиртам в большей или меньшей мере, а эти эфиры возобновляют при воздействии щелочей обратно спирты, как соли способны давать гидраты металлических окислов. Таковы коллодий и пироксилин, дающие бездымный порох, — это суть сложные эфиры клетчатки и азотной кислоты, или так называемая нитроклетчатка.

Сообщив вступительные понятия, я уже могу говорить об открытии Кросса и Бевана. Они между всеми современными химиками за последнее время более всего занимались дальнейшим изучением свойств клетчатки и сделали в отношении к ней много новых открытий, исходя из того, что клетчатка есть спирт. Так, они открыли и вискозу, пользуясь тем, что ранее была известна способ-

ность клетчатки — как и всякого спирта — давать натровое производное чрез прямую обработку раствором едкого натра. Такое соединение само по себе очень прочно, но водою разлагается, как и для других спиртов. Для получения вискозы берут клетчатку (например бумажную массу) и обливают ее, конечно перемешивая, крепким раствором (5 частей воды на 1 часть сухого NaHO) в такой пропорции, чтобы примерно на 1 часть сухого едкого натра приходилось не менее 2 частей клетчатки. Натровое соединение клетчатки образует зернистые хлопья, которые в замкнутом сосуде (что и необходимо — вследствие большой летучести сероуглерода) при обработке сероуглеродом дают желтую ксантогеновонатровую соль клетчатки, точь в точь так, как и обыкновенный спирт дает свою соответственную ксантогеновонатровую соль. Если спирт, вообще, выразить химической формулой XOH, то его натровое производное будет XONa, а ксантогеновая соль будет содержать, сверх того, элементы сероуглерода CS^2, т. е. представит состав CS(XO)(NaS). Полученная ксантогеновонатровая соль клетчатки оказалась легко и вполне растворимою в воде и дающею чрезвычайно вязкий, густой, как крахмал, студенистый и клейкий раствор, который и составляет раствор вискозы. Как все растворы ксантогеновых солей, раствор этот даже сам по себе на воздухе (с улетучением сероуглерода) и под влиянием воды и всяких, даже слабых, деятелей легко разлагается, оставляя клетчатку, которая отлагается в той неорганизованной (аморфной) форме, в какой в природе (в растениях) клетчатка бывает только в момент своего отложения.

Если выдавить этот раствор (берут раствор, содержащий более 10 % клетчатки, он еще очень густой) чрез ряд тонких отверстий, то отлагающаяся или восстановляющаяся из раствора клетчатка так и сохранит форму пучка фибр, или волокон, как проволока, прошедшая чрез волочильню. Крепость получаемого пучка волокон вискозы или нити, полученной из нее, не меньше, а больше, чем у нити того же веса, приготовленной из хлопка, что объясняется прямо бесконечною длиною каждого отдельного волокна. А так как в каждом пучке не менее 10—20 волокон, то однообразие крепости исключительное. Гибкость, блеск и красота нитей в совершенстве напоминают шелк, так что ткани должны выходить прекрасные. Но их выставлено немного, вероятно потому, что указанная сторона применений вискозы возникла только недавно и еще не успели обзавестись всем, что необходимо для производства тканей, а выставили лишь первые пробы.

Понятно, что можно готовить и толстые волокна или проволоки и струны [из] вискозы. Так, уже применяют подобные проволоки для получения угольков для электрических ламп накаливания, тем

более, что для этой цели ранее того уже применяли нити, приготовленные из клетчатки, растворенной в хлористом цинке. Струны из вискозы, говорят, дают хороший звук.

Других применений родилось уже множество (например для аппретировки тканей, для пленок разного рода, для получения твердой и окрашенной папки, для закрепления красок, для прочного искусственного рога, для черенков, формованных укреплений и т. п.), и это само собою понятно, потому что при переходе из растворимо-вязкого состояния в твердое массе легко придать желаемую форму и в нее можно примешать любое иное вещество, например краску или любой порошок. Примечательно, что вискоза в растворимом виде отлично и чрезвычайно плотно пристает к асфальту (кровельный толь отлично красится красками, затертыми на вискозе), к каучуку (с ним смешивается, образуя эмульсию, вероятно, в силу содержания элементов сероуглерода и т. п.), что обещает множество приложений всякого рода, особенно на том основании, что малое количество вискозы способно прочно скреплять при затвердевании большое количество посторонних тел, так что, будучи сама горюча, она может входить в состав негорючих масс (так, чистая смола асфальта горюча, а асфальтные полы, содержа много извести и гравия, — не горючи).

В разных своих применениях вискоза получила разные хитрые названия (фиброзы, фиброля, клизаля и т. п.), которые так стали любить в последнее время.

Французское общество поощрения национальной промышленности (Soc. d'Encouragement de l'industrie nat.) выдало авторам золотую медаль, и, конечно, на Всемирной выставке сделанное открытие будет увенчано высокою наградою, потому что немного есть других открытий, обещающих стране столь блестящую будущность, и это дело должно считать всемирным.

Пожелаем в заключение, чтобы у нас не только поскорее привилось это дело, но и распространилось широко, потому что страна наша изобилует всякими растительными продуктами, не находящими себе приложения.

Притом клетчатка не истощит почвы и для питания не пригодна. А на Западе начинает чувствоваться недостаток даже в древесине для бумажной массы. Если бы мы отправили только свой отпускной (за границу) лес в виде готовых деревянных изделий (например в виде дверей, рам, паркета, мебели и т. п. вместо отправки в виде бревен), а отбросы, при этом получаемые, превратили в изделия из вискозы, особенно в волокна, то разбогатели бы побольше, чем от всей нашей хлебной торговли. А хлеб и дома скушают.

27 июня 1900 г.

Документ хранится в Музее им. Д. И. Менделеева Всесоюзного Научно-исследовательского института метрологии им. Д. И. Менделеева.

Его превосходительству М. М. Федорову

(Управляющему Министерством торговли и промышленности)

Милостивый государь,
многоуважаемый
Михаил Михайлович!

На письмо Ваше от 15 мая за № 3603, касающееся русских заводов, производящих скипидар, имею честь сообщить следующее:

1. Русские заводы, добывающие скипидар, можно разделить на две категории, причисляя к первой те, которые занимаются собиранием живицы («серы») с хвойных дерев, при перегонке которой получается скипидар и остается канифоль, а ко второй — те, которые в ретортах («казанах») подвергают сухой перегонке так называемый «осмол», т. е. [пни] хвойных дерев, проникнутые смолистыми началами живицы, после того как на корню с них содрана часть коры.

Заводов первого рода сравнительно немного, заводов второго рода очень много, и они весьма разнообразны по устройству и по качеству получаемого ими скипидара, дегтя и подсмольной воды, угля, пека и тому подобных продуктов. Часть этих заводов временно устраивается крестьянами в лесах и назначается исключительно для получения древесной смолы. Но есть заводы и очень полного устройства, назначаемые главным образом для обработки водянистых частей — перегонки на древесноуксусную кислоту.

2. Перечислить заводы той и другой категории я считаю для себя невозможным и полагаю, что сведения о всех крупнейших имеются в Отделе промышленности, а быть может, в недавно введенном указателе фабрик и заводов. Некоторые из лучших заводов, лично мне известные и отчасти посещенные мной, также воздерживаюсь упоминать по той причине, что я интересовался этим предметом много лет тому назад, и, вероятно, многие заводы переменили свое положение по разным причинам.

В Вятской, Новгородской, Пермской, Вологодской и в болотисто-лесных частях западных губерний лежат центры наибольшей производительности этого рода.

3. Каталоги выставок как всероссийских, так и, в особенности, местных, вероятно имеющихся в Отделе, могут доставить наилучшие из современных материалов. Часть оных содержится также в исследованиях, касающихся кустарной промышленности.

Мне известно также, что удельное ведомство, обладая большими лесами, в свое время было озабочено устройством подобных заводов, и, вероятно, от него можно получить многие сведения, а в указателе фабрик и заводов, вероятно, содержатся указания крупнейших заводов.

4. Архангельский порт вывозит много смолистых продуктов сухой перегонки дерев, и, вероятно, Архангельская казенная палата имеет немало сведений, относящихся до адресов заводов.

5. Считаю необходимым обратить внимание на то, что скипидар, получаемый из русских пород хвойных дерев, может играть такую же роль, как и весьма распространенный французский скипидар, получаемый преимущественно из пинус маритима. Он все же по существу своему кое-чем отличается от видов скипидара, обращающегося во французской торговле. Притом в русской оптовой торговле очень часто обращается малоочищенный и окрашенный скипидар, который, вероятно, ради его очищения и желают получить французские заводчики. Вполне ж очищенный русский скипидар, который мне приходилось иметь в руках, например от завода Мамонтова, с нескольких новгородских и других заводов, может во всех отношениях соперничать со всеми лучшими французскими скипидарами, но имеет и ценность, почти равную французскому, так что едва ли будет годен для вывоза, тем более, что спрос на скипидар внутри России возрастает.

Вследствие чего и по многочисленности хвойных лесов в некоторых частях России было бы весьма желательно покровительство этой отрасли русской промышленности, могущей доставить нужные ей канифоль, скипидар, уксусную кислоту и ацетон, ввозимый к нам из-за границы в значительных количествах.

Прошу принять уверение в совершенном почтении и преданности

Д. Менделеев.

1906 г.

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Академии Наук СССР

*

Редактор издательства *Ю. А. Эшман.*
Технический редактор *Д. М. Крол*
Корректор *Н. П. Ракова*

*

РИСО АН СССР № 4288.
Подписано к печати 27/X 1951 г.
М-43387. Бумага 60×92/16. Бум. л. 26 7/8.
Печ. л. 53 3/4 + 1 вклейка. Уч.-изд. л. 53.2
Тираж 3000 экз. Заказ 2207.
Цена в переплете 45 р. 50 к.

4-я типография им. Евг. Соколовой
Главполиграфиздата при Совете Министров СССР.
Ленинград, Измайловский пр., 29.

ИСПРАВЛЕНИЯ И ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
9	13 сверху	органических	неорганических
9	14 »	неорганических	органических
248	4 снизу	(фиг. 64)	(фиг. 65)
275	1 »	фиг. 113	фиг. 110
285	15 »	сакой	такой
286	7 сверху	фиг. 125	фиг. 124
616	11 снизу	должно	должны
739	3 сверху	$\frac{4}{20.7}$	$\frac{14}{20.7}$
786	2 снизу	(фиг. 29)	(фиг. 28)