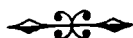


АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ



СОЧИНЕНИЯ

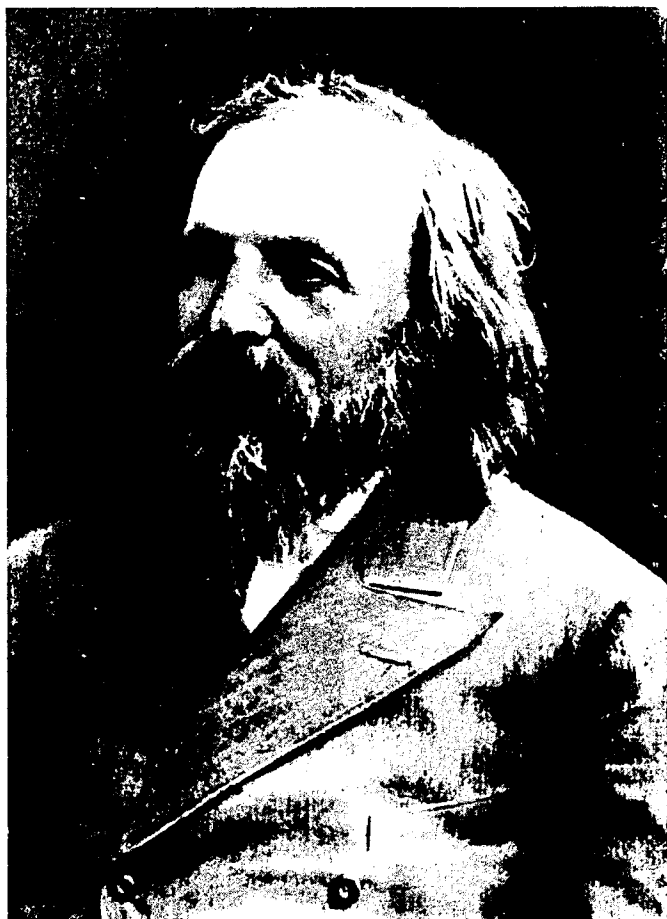
IX



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Ленинград—Москва

1949



D Mendel

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Академики: *В. Г. Хлопин* (ответственный редактор), *С. И. Вольфкович*,
И. В. Гребенщиков, *В. С. Немчинов*

Члены-корреспонденты АН СССР: *Т. П. Кравец*, *А. А. Максимов*,
С. Э. Фриш

Канд. хим. наук *Е. Д. Волова* (ученый секретарь)

Кураторы тома: Проф. *С. П. Вуколов* и засл. деят. науки *Л. И. Багал*

П О Р О Х А

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
От редакции	7
Письмо Н. М. Чихачеву	11
О бездымном порохе	17
Об экономических условиях приготовления принятого для пере- вооружения армии бездымного пороха	47
Сосбражения, касающиеся Главной артиллерийской лаборатории взрывчатых веществ	147
О пушечном порохе Морской научно-технической лаборатории . .	165
О способе снабжения флота пироколлодийным бездымным порохом	169
О бездымном пироколлодийном порохе	181
О пироколлодийном бездымном порохе.	
Глава I	210
Глава II	254
О заказах и заготовлениях сырых материалов, потребных для про- изводства бездымного пороха на Охтенском заводе в 1891—1894 гг.	309

ОТ РЕДАКЦИИ

IX том работ Д. И. Менделеева посвящен деятельности его в области химии и технологии бездымных порохов. Этой отрасли химической технологии Д. И. уделил всего несколько лет (1890—1894), но за такой короткий промежуток времени он сделал очень много.

Д. И. Менделеев впервые получил нитроклетчатку, названную им пирокolloдием, и под его руководством был изготовлен бездымный (пирокolloдийный) порох, до сих пор представляющий особый интерес по своим химическим и баллистическим свойствам.

Что побудило Д. И. Менделеева, ранее никогда особенно близко не интересовавшегося этой областью, заняться вопросами химии и технологии бездымного пороха?

Дело в том, что уже начиная с половины прошлого столетия в различных странах делались попытки применения пироксилина для стрельбы. Но все эти попытки не дали положительных результатов. И только в 1884 г. французскому инженеру Вьелю удалось подойти к разрешению проблемы. Он воспользовался способностью малоазотной нитроклетчатки растворяться в смеси спирта с эфиром. Взяв смесь обыкновенного высоконитрованного нерастворимого пироксилина с растворимым и обрабатывая ее спирто-эфиром, Вьель получил массу в виде студенистого теста. Прессуя из него пластинки или ленты и затем высушивая их, Вьель впервые приготовил бездымный порох плотной консистенции, способный, в отличие от пироксилина, сгорать медленно, последовательными слоями.

С 1886 г. Франция стала уже вводить у себя бездымный порох. Сведения о бездымности нового пороха и его выдающихся баллистических качествах заставили и русское правительство заняться вопросами производства новых видов порохов. Военное (сухопутное) ведомство в 1890 г. приступило к опытам производства бездымного пироксилинового пороха на Охтенском заводе в Петербурге. Так как в первую оче-

редь бездымный порох был нужен для новой трехлинейной винтовки и легких полевых пушек, то военное ведомство обратилось к уже готовому французскому образцу бездымного пороха и пригласило из Франции специалистов-инженеров для организации аналогичного производства на Охтенском заводе. После различного рода неполадок и взрыва пироксилиновой сушилки эти инженеры были отозваны, и работы на Охтенском заводе стали производиться своими силами.

Применение бездымного пороха для морской артиллерии, особенно крупнокалиберной, требовало специального изучения. С этой целью морское ведомство решило организовать специальную лабораторию. Для организации такой лаборатории и разработки бездымного пороха для орудий флота управляющий Морским министерством адмирал Чихачев пригласил крупнейшего русского ученого Д. И. Менделеева. Дмитрий Иванович был назначен консультантом по производству взрывчатых веществ и вскоре затем совещательным членом Артиллерийского комитета (в сухопутном ведомстве).

В докладной записке на имя военного министра (1891) Д. И. пишет: «... бездымный порох составляет новое звено между могуществом стран и научным их развитием. По этой причине, принадлежа к числу ратников русской науки, я на склоне лет и сил не осмелился отказаться от разбора задач бездымного пороха...».

Задача, взятая на себя Д. И., была одной из крупнейших, принимая во внимание сложность требований, которым должен был удовлетворять порох, — высокие баллистические качества, химическая стойкость и, наконец, легкость фабрикации. Она усложнялась тем, что повсюду пороховые вопросы держались в величайшем секрете.

Для ознакомления с устройством специальных лабораторий по изучению порохов и взрывчатых веществ Д. И. летом 1890 г. совершил поездку в Лондон и Париж.

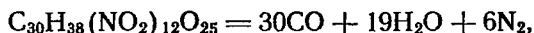
По возвращении из-за границы и не ожидая, пока будет организована лаборатория морского ведомства, Д. И. с присущими ему энергией и увлечением принялся в университетской лаборатории за отыскание способа получения высоконитрованной растворимой нитроклетчатки.

В своих исследованиях Д. И. исходил из простой и определенной идеи: искомая нитроклетчатка должна на единицу веса выделять при горении наибольшее количество газообразных продуктов. Для этого требуется, чтобы в ее составе кислорода было достаточно для сгорания всего углерода

в окись углерода, а водорода—в воду. Формула ее должна быть



тогда



а реакция образования из клетчатки



Д. И. нашел не только состав нитроклетчатки, но и пути получения ее. «Этот вид коллодия, — пишет Д. И., — должно считать новою, до сих пор в практике неизвестною формою нитроклетчатки», среднюю между обычными пироксилином, содержащим около 13% азота, и коллодием, содержащим около 11% азота. Д. И. назвал ее «**пироколлодий**».

Когда была открыта Научно-техническая лаборатория (август 1891 г.), Д. И. перенес туда свои работы и свои идеи. В 1892 г. была произведена первая опытная стрельба пироколлодийным порохом. По словам моряков-артиллеристов, производивших стрельбу, это был первый бездымный порох из всех испытанных ими ранее, который не показал каких-либо неожиданностей. Пироколлодийный порох сразу внушил к себе доверие.

В июне 1893 г. была произведена первая в России стрельба бездымным порохом из 12-дюймового орудия, и инспектор морской артиллерии, адмирал С. О. Макаров, поздравил Д. И. Менделеева с блестящим успехом.

Основная задача Д. И. была выполнена — для флота дан пироколлодийный порох. Затем Д. И. внес крупнейшее усовершенствование в технологию производства пороха, заменив опасную сушку нитроклетчатки обезвоживанием ее спиртом, что, вместе с тем, улучшило качество нитроклетчатки, удаляя из нее менее стойкие продукты.

Д. И. Менделеев «свое дело считал законченным с того времени, когда пироколлодийный порох выдержал опыты морского полигона в орудиях всех калибров».

Д. И. оставил пороховое дело, но пироколлодийный порох Д. И. Менделеева остался и благодаря своим выдающимся качествам продолжал оказывать свое влияние на все русское пороходелие. Д. И. любил свою временную работу, свой порох. Он писал: «... влагая то, что могу, в дело изучения бездымного пороха, я уверен, что служу по мере сил мирному развитию своей страны и научному познанию вещей, слагающемуся из попыток отдельных лиц осветить узнанное».

Список.

список сочинений, помещенных
в этом и следующем томах.

Нумера и черкнутые и стоящие слева
относятся к тем статьям, которые я считаю настолько самостоя-
тельными, что могу признать их своими. Два и три раза под-
черкнуто то, что я считаю более важным.

Февр. 1899 г. Д. Менделеев.

Список моих сочинений, помещенных в этом и сле-
дующих томах.

Нумера, подчеркнутые и стоящие слева, (x) относятся
к тем статьям, которые я считаю настолько самостоятель-
ными, что могу признать их своими. Два и три раза под-
черкнуто то, что я считаю более важным.

Февр[аль] 1899 г. Д. Менделеев.

Рукопись, хранящаяся в Музее им. Д. И. Менделеева при ЛГУ, в т. II документов: №№ 581—582, стр. 613. Расшифрована М. Д. Менделеевой.

19 июля 1890 г

Ваше превосходительство Николай Матвеевич!

Возвратясь из Парижа в Россию и имея надобность в деревенском отдыхе, имею честь сообщить о достигнутом, чему важнейшую помощь оказали высокодоверенный русский посол Артур Павлович Моренгейм, военный министр г. Фрейсине, директор порохового дела г. Арну и директор Центральной лаборатории г. Сарро.

Мною, а затем проф. Чельцовым, осмотрена во всех подробностях та лаборатория (Laboratoire centrale des poudres et salpêtres), в которой изучается пороховое дело в его основаниях и где ежедневно исследуются и испытываются образцы пироксилина и пороха, доставляемые с заводов для того, чтобы направлять производство их к желанной цели, т. е. к получению пороха, приновренного к ружьям или пушкам определенного типа. Все приемы, при этом применяемые, не только нам были объяснены, но и показаны — при самом исполнении.

Из полученных данных особенно драгоценны те, которые дают возможность в течение 8 часов испытывать способность сохранения пороха на продолжит[ельное] время и при таких темпер[атурах], какие встреч[аются] в трюмах корабл[ей] и в жарчайших климатах. Таким образом, можно установить во вновь у нас устраиваемой лаборатории все надлежащие приспособления, не теряя времени на изучение методов исследования.

Из протоколов того коллегиального учреждения, которое ведает делом взрывчатых веществ, мне дали многие такие хранимые в тайне сведения о способах изучения пороха и об-

ошибках, бывших при изготовлении бездымного пороха, которые с своей стороны я считаю чрезвычайно поучительными. Часть этого материала получена мною в литографированном виде, и мне передано все то, что явилось в печати, хотя не находится в продаже.

Наиболее же важным актом доверия, оказанного мне, я считаю то обстоятельство, что официально получил «как научный образчик для личного употребления» некоторое количество ружейного французского пороха, до сих пор не находившегося за границей Франции и имеющегося, и то лишь путем косвенным, у немногих иностранцев. Имеющаяся проба совершенно достаточна для того, чтобы сличить в лабораторных опытах, по указанным методам, тот порох, который у нас будет изготовляться, с подлинным француз[ским] относи[тельно] некоторых свойств.

Хотя французы официально оставили в секрете способы производства своего бездымного пороха, но этот их путь, которым они дошли до него, нам ныне вполне известен, и так как из намеков, полученных конфиденциально, известны некоторые части производства, то, руководясь полученным образцом, я думаю, что возможно не только достичь результата, равного французскому, но и пойти дальше, тем более, что сознание в необходимости идти далее достигнутого существует у всех знатоков дела между самими французами. Особенно существенно достижение полного постоянства свойств пороха, чем обладает французский порох, повидимому, в меньшей степени, чем английский — кордит. Работа или мера силы последнего пороха также повидимому (исследования в лабораториях должны это показать с достоверностью) более, чем французского. По сей причине считаю уместным привести на усмотрение в. в. п. отрывок телеграммы, полученной мною в Париже из Лондона от профессора Корол[евского] инст[итута] Дьюара, состоящего одним из 4-х членов Английской пороховой палаты и одного из изобретателей кордита. Он пишет (17 июля нов. ст. 1890 г.): «Will support any action you may take about powder in Russia». Здесь же необходимо дополнить предшествующее письмо тем, что на просьбу о выдаче мне официальным путем образцов всех видов английского пороха я получил ныне официал[ьн]ый ответ из Вульвича от г. Андерсона — директора королевских заводов (от 26 июля 1890 года), в котором он извещает, что получил позволение от военного ~~министра~~ *министра* приготовить для вас образчики нашего (т. е. английского) пороха, но обусловил, чтобы вы с вашей стороны прислали мне образчики русского пороха. Ваше высокопревосходительство,

вероятно, не откажете указанием того, как я должен отвечать им по поводу двух вышеуказанных английских приобретений; я же с своей стороны полагаю, что мои личные отношения к гг. Дьюару и Андерсону могут облегчить и дальнейшее преследование намеченных целей, если они ответят видам правительства.

Не останавливаясь над частностями, о коих доложу подробнее по возвращении профессора Чельцова и капитана Федотова, оставшихся в Париже для собирания дополнительных сведений и для заказа приборов, считаю долгом сообщить, что новостью дня, еще успевшею сохраниться в секрете, служит то, что новым порохом удалось достичь во Франции начальных скоростей пушечных снарядов (в 150 мм диаметром) до 800 метров, и такая сила выстрела достаточна для пробивания соответствен[ными] снарядами всяких броней, до сих пор применяемых.

Что же касается до мелинита, разрушительное действие коего превосходит все данные испытания, то по частным источникам с разных сторон однородно понимается, что мелинит есть не что иное, как сплавленная под большим давлением остывшая пикриновая кислота. Но личных более точных сведений до сих пор нами в этом не получ[ено].

В Лаборатории, если она будет снабжена надл[ежащими] средс[твами], легко и ныне справл[яться] с положением.

Ближайшее знакомство с лабораториями, в которых, во-первых, установлены состав, свойства и способы приготовления бездымных порохов, и, во-вторых, испытывается почти ежедневно пироксилин и порох, из него получаемый на заводах, специально для сего существующих, показывает, что такие лаборатории снабжены, сверх обычных лабораторных приспособлений, многими специальными и притом очень ценными приборами. Без таких приборов изучение и даже правильное испытание малых количеств новейших видов пороха, очевидно, невозможно, потому что, сверх состава, свойства пороха изменяются от множества влияний, а потому необходимо испытывать: скорость горения, изменение давлений при различных плотностях заряда и количество тепла, развиваемое порохом. Сверх этих приспособлений лаборатория, назначаемая для изучения пороха, необходимо должна быть снабжена специальными приборами для испытания начальной скорости и давления в нормальном ружье, потому что сумма указаний, доставляемых предшествующими способами, должна проверяться пробною стрельбою в самой Лаборатории. Так делается и в Вульвиче, и в Центральной парижской лабора-

тории, где имеются все приспособления для правильной постановки порохового дела.

В последнее время замечается стремление избежать пороха, заменив его сжиженными газами и взрывчатыми смесями паров и газов, а потому, если мы не хотим отстать в этом деле, необходимо ныне снабдить предполагаемую лабораторию основными приборами, назначаемыми для сей цели, дабы затем иметь возможность преследовать вышеуказанную цель, могущую оказаться наиважнейшею в предстоящее время, когда вопрос о порохе встал на новую почву.

На основании вышесказанного необходимо, сверх обычных лабораторных приспособлений и расходов, ныне же, пользуясь пребыванием профессора Чельцова и капитана Федотова за границу, заказать там следующие приборы, цены коих означены (в кредитных рублях) ниже лишь приблизительно, судя по наведенным справкам, добытым или в лабораториях или у мастеров:

1. Калориметрическая бомба с платиновою обкладкою и крышкою, с калориметром и др. приспособлениями для определения количества тепла (у Голаса в Париже), ценою около 3 тыс. руб. кред.

2. Две стальные бомбы для определения давлений и скоростей горения при различных плотностях заряда с принадлежностями. Также от Голаса в Париже, ценою около 2½ тыс. руб.

3. Хронографы для определения *скоростей горения* с принадлежностями (пишущими частями, диапазонами, прерывателями и т. п.). Ценою около 2 тыс. [руб.].

4. Нормальное ружье Абея с прибором Буланже для определения начальной скорости. Ценою около 1 тыс. руб. кред.

5. 10 000 крешеров двух размеров, для определения давлений в бомбах, и ружье, с приспособлениями для их применения, ценою около 1½ тыс. руб. (Запас этот должен быть достаточен для испытаний в течение 2-х или 3-х лет, а без него обойтись невозможно!)

6. Термометры, измерительные сосуды и др. точные стеклянные приборы от Бодена в Париже. Около 500 руб.

7. Термостатическая система для испытания пороха относительно прочности хранения, большие точные весы для бомб, аналитические весы и другие приборы, в России не изготовляемые, около на 3 тыс. руб.

8. Насосы и др. приспособления для ожижения газов и получения больших давлений (часть их заказана в Англии на те 300 фун. стерл., которые высланы капитану Зеленому). Цена примерно около 5 тыс. руб.

9. Мешалки, прессы и роны для лабораторного приготовления бездымного пороха (мешалки заказаны в Лондоне) ценою примерно на $2\frac{1}{2}$ тыс. руб.

Таким образом составляется сумма заказов около 21 тыс. руб. кр. В счет их выслано в Лондон капитану Зеленому 300 фун. стерл., а потому желательно дать право заказа на 20 тыс. руб. и о сем телеграфировать проф. Чельцову.

Проф. Д. Менделеев.

19 июля 1890 г.

☐
1890

Летом 1890 года ездил с ними в Англию и Францию и узнал много ученых имен: Абеля и Андерсона, Бертело и Фрейсине при Моренгейме.

☐

1890. Летом 1890 [г.] ездил с ними в Англию и Францию и узнал много учен[ых] — Абеля и Андерсона, Бертело и Фрейсине при Моренгейме.

207 Абондвипант порохъ. Доклад
Чихачеву: Менделееву, Чельцову
и Федотову 16 ок. 1890
Секретная 1020/7

207. О бездымном порохе. Доклад Чихачеву
Менделеева, Чельцова и Федотова.
16 ок[тября] 1890 [г.].
Секретная, 1020/7,

ДОКЛАДНАЯ ЗАПИСКА
МЕНДЕЛЕЕВА, ЧЕЛЫЦОВА
и ФЕДОТОВА.

16 октября 1890 г.

О БЕЗДЫМНОМ ПОРОХЕ

*Его высокопревосходительству господину управляющему
Морским министерством Николаю Матвеевичу Чихачеву*

Напечатано в Гл. арт. управлении в январе 1891 г.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
Вступление (собрание сведений в Англии и во Франции)	19
I. О центральных учреждениях, заведывающих взрывчатыми веществами (специальные комиссии Франции и Англии, состав их, цель и способы действия)	20
II. О лабораториях для изучения взрывчатых веществ (организация, состав, цель и средства английской и французской лабораторий)	23
III. О приготовлении бездымного пороха (заводы различных стран, однородность материала, состоящего преимущественно из пироксилина, желатинирование его и придание ему требуемой формы)	27
IV. О видоизменениях и свойствах современных сортов бездымного пороха (порох Вьеля, или французский, обыкновенный и <i>BN</i> , баллистит Нобеля, кордит Абеля и Дьюара, или английский, пороха Максима и Манье)	30
V. О применении полученных сведений в России и, особенно, в русском флоте (значение и польза бездымного пороха, необходимость самостоятельного изучения и приготовления бездымного пороха, необходимость увеличения пироксилинового завода Морского министерства; приспособление бездымного пороха к существующим орудиям и дальнейшее изучение бездымного пороха требуют усилий вновь устраиваемой лаборатории и технического комитета Морского министерства)	37

*Его высокопревосходительству господину
управляющему Морским министерством*

Докладная записка заслуженного
профессора Менделеева, преподавателя
Минного офицерского класса
Чельцова и капитана 2 ранга
Федотова

О БЕЗДЫМНОМ ПОРОХЕ

Исполнив летом текущего 1890 г. возложенное вашим высокопревосходительством поручение собрать сведения в Англии и Франции о способах изучения бездымного пороха, ныне мы имеем честь представить отчет о важнейших выводах, касающихся поручения, нам вверенного.

Направившись первоначально в Лондон, мы имели возможность многое узнать об официальном и частном положении порохового дела в Англии, благодаря содействию не только русских агентов в Англии, но и директора всех королевских заводов В. И. Андерсона, председателя комиссии взрывчатых веществ сэра Фридриха Абеля и профессора Дьюара. Они дали нам возможность получить образцы официально принятого в Англии бездымного пороха, видеть устройство всех частей вульвичской лаборатории, где вырабатываются химические сведения о порохе, осмотреть приемы, применяемые для приготовления бездымного пороха, присутствовать при его испытании в ружьях и пушках до 9-дюймового калибра и собрать данные, относящиеся к разным сортам изученных видов пороха. А так как мы собрали в Англии разнообразные другие сведения, касающиеся бездымного пороха, имели возможность осмотреть лабораторию американца Максима, также приготавливающего бездымный порох, и заказали насосы для сжижения газов, могущие служить для направления дальнейших исследований в сторону пользования сжиженными газами для стрельбы,— что составляет еще нерешенную, но уже всюду разрабатываемую новую отрасль артиллерийского дела,—то имеем основание думать, что добыли в Англии все то, что было необходимо и возможно узнать.

В Париже и вообще во Франции наше поручение также имело желаемый результат, особенно благодаря великому вниманию его высокопревосходительства г. русского посла барона А. П. Моренгейма, французского военного министра г. Фрейсине и начальника порохового дела г. Арну, а именно мы имели возможность получить образцы бездымного пороха как ружейного, так и пушечного, подробно осмотреть все части и многие документы центральной пороховой лаборатории (Laboratoire centrale des poudres et salpêtres), заказать на казенной фабрике крешеры, применяемые для изучения давлений пороха, видеть пироксилиновое производство и присутствовать при опытной пушечной стрельбе бездымным порохом. В Париже с разрешения вашего высокопревосходительства приобретены все важнейшие приборы, применяемые при полном лабораторном изучении взрывчатых веществ. Сверх того, во Франции мы собрали много частных сведений, касающихся разных видов нового пороха, испытали часть их и получили образцы некоторых из них.

Приобретенные нами сведения в дальнейшем изложении распределены по следующим отделам: 1) о центральных учреждениях, заведывающих взрывчатыми веществами; 2) о лабораториях, назначенных для изучения взрывчатых веществ; 3) о приготовлении бездымного пороха; 4) о видоизменениях и свойствах современных сортов бездымного пороха; 5) о применении полученных сведений в России и особенно в русском флоте.

I. О центральных учреждениях, заведывающих взрывчатыми веществами

Когда стало очевидным, что обычный черный порох, приготовляющийся целые века по определенному, почти всюду одинаковому образцу, должен постепенно уступать место новым видам пороха; затем, когда оказалось, что минное дело, снаряжение бомб, что ружья и пушки разного калибра требуют каждые особо к ним приспособленных сортов пороха; когда прицельность выстрелов (определенность траектории) и величина начальной скорости снарядов оказались сильно зависящими от однообразия применяемого к данному орудию пороха, когда сделались очевидными преимущества в военном деле и охоте бездымного пороха и, наконец, когда ежегодно стало являться множество новых видов пороха, тогда стало необходимым поручить пороховое дело особым правительственным органам «комиссиям или комитетам взрывчатых ве-

ществ», составленным из лиц, изучающих с научной точки зрения состав и действие взрывчатых веществ. Так, во Франции декретом 14 июня 1878 г.¹ организована: «Commission

1 Комиссия взрывчатых веществ.

Именем французского народа президент Французской республики.

На отношение военного министра

Имея в виду декрет от 13 ноября 1873 г., статью 11 закона от 13 марта 1875 г. и декрет от 9 мая 1876 г. относительно организации Управления порохов и селитры.

Принимая во внимание, что необходимо предоставить специальному консультативному комитету возможность высказаться по всякого рода сделанным им запросам,

Постановляет:

Статья 1. При Военном министерстве организуется научная комиссия взрывчатых веществ для изучения вопросов, которые министр сочтет необходимым посылать на ее исследование по указанию специального консультативного комитета порохов и селитр или по требованию заинтересованных отделов и департаментов.

Статья 2. Комиссия состоит из членов—штатных и постоянных и членов-заместителей и временных.

1. Постоянные члены следующие: член Академии Наук, входящий в состав специального консультативного комитета порохов и селитр, президент; директор центрального склада порохов и селитр; директор порохового завода Севран-Ливри; офицер наземной артиллерии; офицер морской артиллерии; офицер инженерных войск (сапер); горный инженер или инженер путей сообщения; инженер или техник по порохам и селитрам, секретарь.

2. Члены-заместители и временные назначаются министром по требованию комиссии или отделов и департаментов министерства, заинтересованных в изучении определенных вопросов, имеющих отношение к их специальности.

3. Комиссия будет заседать при Центральном складе порохов и селитр. Лаборатории и опытные инструменты будут находиться при Центральном складе порохов и селитр и при пороховых заводах Севран-Ливри. Лаборатории эти будут использоваться для производства по требованию и запросам министра ряда необходимых анализов и исследований.

4. Комиссия должна представлять министру ежегодный отчет о своих работах.

5. На военного министра возлагается выполнение указанного постановления.

Версаль

14 июня 1878 г.

Подпись:

Маршал Мак-Магон.

Военный министр
генерал Боцель

[Переведено с французского.—Прим. ред.]

des Substances Explosives», а в Англии «Explosives Committee». Первая под председательством известного профессора химии Бертело состоит из 20 членов,¹ разделена на три отделения,² а вторая под председательством сэра Абеля (Sir F. Abel), не менее известного английского химика, — из 4 членов.³

Оба комитета состоят при военных министерствах, служат для целей армии и флота и гражданского применения взрывчатых веществ (в горном и вообще в инженерных делах) и оба имеют задачу: изучение предлагаемых взрывчатых веществ и обсуждение результатов исследований, к ним относящихся, производимых под наблюдением комитетов в специальных лабораториях, устроенных для сей цели, но лишь косвенно зависящих от вышеназначенных комитетов. Свои заключения, относящиеся к военным целям, эти комитеты сообщают военному и морскому министрам для соответственных распоряжений, но сами ведают только опытами и вытекаю-

¹ Состав Комиссии по взрывчатым веществам. Должности преимущественно не оплачиваемые.

М. М. Бертело — член Института, сенатор. Сарро — член Института, главный инженер по порохам и селитрам. Себер — бригадный генерал морской артиллерии. Кастан — полковник артиллерии, директор порохового завода дю Буше (Сена и Уаза). Корню — член Института, главный горный инженер. Хафен — начальник саперного батальона. Ланбер — главный инженер, директор порохового завода в Севран-Ливри (Сена и Уаза). Вьель — инженер по порохам и селитрам. Пардилон — капитан артиллерии (техническая секция артиллерии). Бертран — капитан инженерных войск (техническая секция). Брюжер — дивизионный генерал, генеральный секретарь. Брюно — инженер по порохам и селитрам, пороховой завод Севран-Ливри (Сена и Уаза). Дезортъе — Военное министерство. Жербо — капитан морской артиллерии, Морское министерство. Лионвиль — инженер по взрывчатым веществам. Луи — капитан артиллерии (техническая секция артиллерии). Бриз — начальник артиллерийского эскадрона (морского). Масье — генеральный горный инспектор. Путцен — гражданский инженер. Благе — директор секции восточных железных дорог.

[Переведено с французского. — Прим. ред.]

² Первое отделение ведает изучением состава, силы и способов действия всяких видов взрывчатых веществ; второе — применением их к военным целям и третье — применением взрывчатых веществ в горном и вообще инженерном деле. Заседания комиссии бывают как по отделениям, так и общие. Комиссия приглашает по многим вопросам отдельных специалистов.

³ Сэр Ф. Абель, президент; Андерсон (начальник заводов); проф. Дьюар, проф. Дюпре.

Бюджет комитета: на жалованье Абелью 1200 фунтов стерлингов; профессора Дьюару и Дюпре по 500 фунтов стерлингов; секретарю (капитану артиллерии) 450 фунтов стерлингов и на мелкие расходы 20 фунтов стерлингов; всего 2670 фунтов стерлингов. На опыты, анализы и исследования отпускаются особые суммы Военного министерства.

щими из них выводами, административных же распоряжений не производят. В виде примера должно указать, что бездымный ружейный и пушечный порох Вьеля и мелинит для бомб приняты в военном деле Франции после того, когда оба они были изучены и испытаны в вышеназначенной французской комиссии; то же относится до кордита в Англии. Но когда от предварительных испытаний эти и другие взрывчатые вещества переходят в военную и морскую практику, тогда является совокупность новых, более обширных опытов, и результаты всех их, сверх рассмотрения их артиллерийскими специалистами, особо разбираются в названных комиссиях, чтобы усовершенствовать еще вновь, если оказывается надобным, способы производства и результаты действия взрывчатых веществ.

Таким образом основное дело центральных пороховых комитетов сводится на усовершенствование производства и действия взрывчатых веществ и на изучение их научными способами, т. е. в этих учреждениях военная и морская практика имеют своих научных помощников в отношении к пороху как материалу, от которого немало зависит успех сухопутного и морского боя. Учреждения эти по существу суть научные и коллегиально-совещательные.

Ни заводским производством пороха, ни его прямым приложением к военному делу, ни задачами артиллерии и минеров названные комитеты вовсе не заведывают и вообще в практику дела не замешаны, потому что одно изучение пороха как вещества составляет само по себе дело сложное и требующее как специальной подготовки, так и многих усилий научного свойства. Тем не менее влияние названных учреждений, а особенно их председателей на практику военного дела очень велико, потому что учреждения эти пользуются авторитетом у высших властей, направляющих военную организацию к усовершенствованию.

II. О лабораториях для изучения взрывчатых веществ

Для всестороннего изучения и испытания взрывчатых веществ в отношении их приготовления, состава, свойств и применения для огнестрельных орудий и мин, в Англии и Франции учреждены специальные лаборатории. Английская лаборатория устроена в Вульвиче и содержит в себе, кроме того, отделение для испытания различных материалов, как-то: металлов, смазочных масел и т. п., поступающих в арсенал; французская — находится в Париже и занимается только

вопросами о взрывчатых веществах. Как та, так и другая состоят в ведении Военного министерства, по отношению к вышеописанным комиссиям взрывчатых веществ или комитетам не состоят в прямой зависимости и составляют самостоятельные научно-технические учреждения, относящиеся к институтам, заведывающим технической стороной вооружений, организация и устройство каждой из названных лабораторий представляют некоторые особенности, обусловливаемые местными обстоятельствами.

Английская лаборатория — наиболее старая. В ней именно еще в 1862 г. Абель со своими помощниками начал свои примечательные исследования над пироксилином, приведшие к введению этого взрывчатого вещества в прессованном виде и влажном состоянии для употребления в минах.

Положение лаборатории в вульвичском арсенале сделало возможным: 1) для изучения баллистических свойств видов пороха пользоваться общими полигонами, находящимися поблизости; 2) иметь в личном составе ее только химиков, и тем самым свести ее исследования главным образом к физико-химическим.

В настоящее время вульвичская лаборатория помещается в отдельном просторном 2-этажном каменном здании и для производства исследований имеет 6 химиков.¹ Управление находится в руках главного химика, которым прежде был Абель,

1

Личный состав

Жалованья

1 главный химик	500 фунтов стерлингов; через 5 лет прибавляется по 100 фунтов стерлингов.
1 старший помощник его	350 фунтов стерлингов; через каждый год прибавка по 20 фунтов до 500 фунтов стерлингов.
2 младших помощника	по 130 фунтов стерлингов; через каждый год прибавка по 15 фунтов до общего жалованья в 300 фунтов стерлингов.
2 временных помощника	по 70 фунтов стерлингов; через каждый год прибавка по 5 фунтов до размера жалованья в 120 фунтов стерлингов.

Кроме того, каждому выдается квар-

тирных по 75 фунтов (в среднем).

замещенный теперь Кельнером; помощник его — г. Дюринг, известный несколькими своими исследованиями по взрывчатым веществам.

Денежные средства для приобретения и ремонта приборов, посуды и материалов и вообще на содержание лаборатории испрашиваются ежегодно особо, по мере надобности. За последние годы исследования вульвичской лаборатории сгруппировались главным образом около бездымного пороха. Заводский процесс приготовления описанного далее кордита, способы испытания неизменяемости и чистоты входящих в него материалов, изучение его свойств и т. п. продолжают занимать первое место и до настоящего времени.

Французская лаборатория, возникшая почти тотчас после франко-прусской войны, является в настоящее время образцовой. В результате многочисленных исследований, произведенных в ней Бертело, Сарро и Вьелем за этот промежуток времени, получились бездымный порох Вьеля и разнообразные методы для изучения свойств порохов, сильно сокращающие и удешевляющие испытание последних при введении в практику.

Лаборатория занимает отдельный дом среди Парижа,¹ с двумя дворами и помещением для стрельбы из опытного ружья. Разнообразные помещения, приспособления и приборы, согласно изучаемым сторонам дела, могут быть распределены в группы:

1) Для приготовления видов пороха, определения их состава, свойств физических и химических.

2) Для изучения изменяемости видов пороха при продолжительном действии различных температур или при хранении в обыкновенных условиях.

3) Для взрывов и всякого рода измерений, при них доступных, по отношению к составу образующихся газов, наибольшему давлению, характеру действия.

4) Для определения начальных скоростей и наибольших давлений при стрельбе из опытного ружья.

Кроме общих исследований, относящихся к изучению взрывчатых веществ, лаборатория производит также испытания всех порохов и взрывчатых веществ, предлагаемых для применения.

Управление находится в руках директора, которым в настоящее время состоит известный своими исследованиями по

¹ Набережная Генриха IV.

внутренней баллистике член Парижской академии наук Сарро; помощник его — г. Вьель, составивший себе известность не только своим порохом, но и несколькими научными работами. Для производства исследований состоят 8 лиц,¹ из которых некоторые ведают только математическую сторону вопросов и стрельбу из опытного ружья для определения скоростей и давлений.

Исследования лаборатории вносятся на обсуждение Комиссии взрывчатых веществ и, если по своему содержанию могут быть опубликованы, печатаются ею в мемориалах, выходящих по мере накопления материала.²

¹ Личный состав и смета Центральной пороховой лаборатории при комиссии по взрывчатым веществам:

1. Центральная лаборатория порохов

Персонал

1 директор — ежегодный оклад	11 тыс. франков
2 инженера (вместе)	13 " "
2 начальника испытаний (вместе)	6 " "
2 лаборанта (вместе)	4 " "
2 помощника (вместе)	3 " "

Приблизительные расходы лаборатории

1888 г.	9 400 франков	} Включая приобретение необходимой аппаратуры для опытов.
1889 г.	11 320 " "	

2. Комиссия по взрывчатым веществам

(Приблизительный расход)

1888 г.	11 830 франков	} Включая расходы по печатанию документов, приблизительно 4 900 франков в год
1889 г.	13 300 " "	

Временно исполняющий обязанность директора: Вьель.

[Переведено с французского.—Прим. ред.].

² По сих пор вышло два больших тома. Они продаются только по особому разрешению Военного министерства, и нам приобретение их дозволено.

III. О приготовлении бездымного пороха

Во всех государствах Европы приготовление бездымного пороха или сделалось уже фабричным, или готово сделаться таким. Наиболее крупные размеры оно приняло во Франции, где кроме главного завода в Севран-Ливри (Sevran-Livry), вблизи Парижа, находятся еще заводы около Бреста и Бордо.¹

В Англии, хотя нет еще крупного фабричного производства,² но ряд мастерских, устроенных в вульвичском арсенале и снабженных двигателями и всеми необходимыми машинами, есть первый шаг к нему. Итальянское правительство около Палермо построило большой завод для приготовления бездымного пороха по системе Нобеля. В Германии и Австрии, по собранным сведениям, также находятся накануне перехода к фабричному приготовлению. Очевидцы сообщают о большом пироксилиновом заводе в Пруссии, около Шпандау, назначаемом для бездымного пороха.

Между различными применяемыми способами фабрикации, представляющими особенности для каждого видоизменения бездымного пороха, по наибольшей выработанности выделяются следующие три: французский Вьеля, английский сэра Абеля и профессора Дьюара и нобелевский.³ Но в сущности все они представляют много общего.

Основное вещество, служащее для приготовления всяких видоизменений бездымного пороха, есть пироксилин. При выделке из него собственно пороха задачи сводятся: 1) к получению однообразного по составу и неизменяющегося при хранении продукта; 2) к сообщению массе однородной и плотной консистенции; 3) к приданию окончательных форм, удобных для практического применения.

1. Однообразие состава и неизменяемость при хранении достигается употреблением пироксилина и других веществ, входящих в состав бездымного пороха, в наиболее чистом состоянии и устранением при фабрикации таких условий, при которых эти вещества могли бы подвергнуться какому-либо

¹ Сведения о существовании завода около Бордо основываются только на отрывочных известиях.

² Здесь подразумевается отсутствие собственно правительственного большого завода, частные же заводы бездымного пороха имеются.

³ Из них английский пришлось видеть непосредственно, о французском же и нобелевском составлено представление по собранным достоверным сведениям.

частичному разложению. Наибольшее значение в этом отношении имеют состав и чистота пироксилина. Но при осмотре ангулемского завода во Франции,¹ приготовляющего пироксилин специально для французского бездымного пороха, не было замечено каких-либо существенных особенностей сравнительно с обыкновенным процессом фабрикации этого взрывчатого вещества; наибольшей чистоты стараются достигнуть только посредством усиленной горячей промывки. Кроме того, на качества пироксилина оказывает существенное влияние способ очистки и белиния первоначального хлопка. Когда в бездымный порох входит нитроглицерин, то к нему предъявляются такие же или даже большие требования чистоты. Относительно других всяких подмешиваемых веществ, кроме чистоты, нелетучести, неизменяемости от воздуха, соблюдается еще условие — неспособность их к какому-либо химическому взаимодействию с пироксилином и нитроглицерином.

2. Сообщение волокнистой массе пироксилина или его смесям однородной плотной консистенции — самая существенная операция в процессе приготовления бездымного пороха. Попытки применить взрывчатый хлопок для стрельбы начались еще с конца 40-х годов, и Ленку в Австрии в то время удалось даже победить часть затруднений; но пока не сумели превратить волокнистое строение массы в плотное роговидное, пироксилинового пороха еще не было. Со смесью коллоидного пироксилина с нитроглицерином такое превращение было сделано Нобелем уже в так называемом студенистом динамите; но для чистого пироксилина оно было осуществлено только к началу 80-х годов Вьелем во французской лаборатории для исследования взрывчатых веществ. Собственно с этого времени и начинается история бездымного

¹ Ангулемский завод находится в 8½ часах езды по железной дороге от Парижа, занимает пространство в 112 гектаров и располагает двигательной силой в 800 паровых лошадей. Производительность его 2500 кг (156 пудов) пироксилина в сутки при работе днем и ночью. Управляет заводом главный инженер 1-го класса Демару, его помощники техники; инженер 1-го класса Брюле и помощник инженера 1-го класса Бижу-Дюваль. Азотная кислота, крепостью 48° Боме, готовится на самом заводе и обходится 45—48 франков за 100 кг, серная кислота, крепостью 65.5—66° Боме, покупается с ближайшего химического завода по 11 франков за 100 кг, очищенные (беленные) концы хлопчатобумажной пряжи приобретаются в Англии по 100 франков за 100 кг. Пироксилин обходится заводу от 5 до 5½ франков за килограмм. Состав его таков, что из 1 г, при определении по способу Шлезинга, получается 205—208 куб. см окиси азота.

пороха: плотная почти однородная масса пироксилина получила способность правильно сгорать только с поверхности, концентрическими слоями, подобно зернам обыкновенного пороха. Сообщение пироксилину и его смесям означенной консистенции производится посредством, так называемой, желатинизации. Для этого на заводах в настоящее время применяются 2 главные способа.

А) По французскому способу, предложенному Вьелем, сухой измельченный пироксидин, смоченный небольшими количествами некоторых летучих растворителей, перемешивается в особых мешалках при обыкновенной температуре, пока не получится густая, желатинообразная масса.

Подобным же образом обрабатывается и смесь пироксилина с нитроглицерином при приготовлении английского пороха Абея и Дьюара. Употребляемые для желатинизации растворители суть: смесь спирта и эфира, ацетон, уксусный эфир и тому подобные.

В) Нобель с этою же целью пользуется способностью коллоидного пироксилина растворяться в нитроглицерине при нагревании: окончательно получается мягкий желатинообразный сплав, твердеющий при охлаждении без нарушения однородности.

3. Придание пороху окончательных форм, удобных для стрельбы, осуществляется так, чтобы части массы, соответствующие зернам обыкновенного пороха, имели для каждого данного сорта одинаковые размеры, плотность и состав.

Применяющиеся формы суть: пластинчатая (французская), цилиндрическая (английская) и призматическая четырехгранная (нобелевская). Для придания той или другой из них пользуются следующими двумя способами:

А) При приготовлении французского и английского пороха масса, желатинированная помощью растворителей, поступает в гидравлический пресс и через отверстия соответствующей формы выдавливается в виде лент (во Франции) или нитей (в Англии) различной толщины. Помощью специальных резательных машин ленты превращаются в правильные квадратные или прямоугольные куски, а нити режутся на более короткие части, причем размеры тех и других изменяются с калибром орудий, для которых порох предназначается. Содержащиеся в массе растворители постепенно испаряются частью во время прессования, частью во время резки и окончательно при сушке.

В) По способу Нобея масса, желатинированная нагреванием, в гидравлическом прессе превращается в толстую пла-

стину, которую затем помощью специальных машин режут на листы, а последние — на призматические, четырехгранные части.

Во всех частях своих приготовление бездымного пороха может представлять большие или меньшие практические трудности, но в общем процессе фабрикация является менее сложным, чем при производстве обыкновенного пороха.

IV. О видоизменениях и свойствах современных сортов бездымного пороха

Несмотря на недавность открытия бездымного пороха, в настоящее время за границею готовится довольно много видов его, но наиболее изученными являются следующие три: французский порох Вьеля, баллистит Нобеля, английский кордит, предложенный сэром Абелем и профессором Дьюаром. В нижеприведенном отчете указаны также некоторые другие видоизменения, которые в виде образцов удалось получить в Англии и Франции.

1. Порох Вьеля по полноте изучения занимает первое место. Он представляет собою обыкновенный пироксилин с увеличенным содержанием коллодионного хлопка, помощью смеси 1 части спирта и 2 частей эфира превращенный в сплошное, роговидное вещество. В окончательном виде — это плотные, упругие, четырехугольные пластинки буроватого цвета. Сорта ружейные и пушечные отличаются главным образом по величине этих пластинок. В ружейном сорте они — квадратные, не менее 0.5 мм толщиной и со сторонами в 2 мм; в пушечном — пластинки такой же толщины имеют стороны до 85 мм и надрезаны параллельными бороздками на расстоянии 1.5 мм. Для стрельбы из пушек большого калибра размеры еще значительнее: толщина — 1 мм, стороны — 140 мм, расстояния бороздок 3.5 мм. Но состав всех сортов, по собранным сведениям, одинаковый.¹

При открывании закупоренных сосудов с порохом ощущается слабый запах употребленного для желатинизации растворителя, последние следы которого удаляются чрезвычайно трудно.

¹ Абель и, с другой стороны, Нобель, впрочем, утверждают, что в пушечных сортах содержится небольшое количество баритовой селитры.

При температурах, близких к обыкновенной в различных широтах, порох Вьеля может считаться неизменяющимся в течение возможной в практике продолжительности хранения его запасов. Если, подвергая его непрерывному действию различных температур между 50° и 110° , определим промежутки времени, через которые наступает явное разложение, и построим кривую времен по температурам, то таковая кривая для температур, возможных при хранении, даст промежутки чрезвычайно продолжительные, почти бесконечно-большие.

С другой стороны, исследуя состав воздуха в герметически закупоренных сосудах с порохом после долгого хранения, найдено, что этот состав чувствительно не отличается от обыкновенного, а следовательно, ни воздух не действует на порох окислительно, ни сам он не выделяет каких-либо паров или газов. Более наглядное испытание неизменяемости состояло в посылке партий пороха в колонии и хранении там в течение 2 лет: по возвращении во Францию химические и баллистические свойства его остались без чувствительной перемены. Присутствуя в Севран-Ливри при стрельбе из 10-сантиметровой пушки, мы имели случай лично убедиться, что пушечные сорта, приготовленные в 1882 и 1889 гг., дают совершенно согласные как начальные скорости, так и внутренние наибольшие давления. При стрельбе из пушек, для воспламенения пороха Вьеля употребляют от 15 до 25 г обыкновенного пороха, смотря по величине зарядов.¹ Многочисленные артиллерийские опыты дали следующие результаты.

В ружье Лебеля с 15-граммовою пулею 2.7 г пороха в обыкновенных условиях дают начальную скорость $v = 610$ м, а наибольшее внутреннее давление $p = 2100$ кг на 1 кв. см.

В пушках старых образцов небольшого калибра начальные скорости обыкновенно не превосходят 600 м, но в более новых, удлиненных орудиях получают скорости около 800 м.

Вообще, при тех же, приблизительно, давлениях в канале, как для обыкновенного пороха, удается достигнуть бо́льших

¹ Такое значительное количество обыкновенного пороха берется для устранения задержки выстрелов. От этой ли причины или также и от утверждаемого Абедем и Нобелем присутствия баритовой селитры, при пушечной стрельбе замечается образование очень слабого дыма, который тотчас же совсем исчезает.

начальных скоростей, притом с зарядами вдвое меньшими.¹ Кроме того, замечаются следующие особенности: а) на баллистические свойства оказывает сильное влияние начальная температура пороха: с повышением ее возрастает и начальная скорость, и наибольшее давление, особенно последнее,² б) в то время как у обыкновенного пороха кривая давлений по пройденным пространствам в канале, достигнув максимума после малого (сравнительно) смещения снаряда, быстро падает и имеет два перегиба,—в настоящем случае она, во-первых, показывает максимум после более значительного перемещения снаряда и, во-вторых, имеет только один перегиб. Отсюда самые большие начальные скорости с рассматриваемым порохом можно получать лишь при подходящей конструкции орудий.³

Порох Вьеля введен во Франции не только для ружей, но и для пушек калибра до 10 см как сухопутной, так и морской артиллерии. Опыты с большими калибрами также дали хорошие результаты. Материальная стоимость 1 кг этого пороха около 8 франков.

2. С порохом Вьеля очень сходно другое французское видоизменение, известное под именем пороха *BN*. По собранным сведениям, оно отличается содержанием баритовой селитры. Из различных селитр эта именно выбрана потому, что образующиеся при горении частицы углекислого барита быстро осаждаются, не оставляя дыма. Приготовление его на заводах производится помощью таких же операций и приборов, а сорта его—ружейный и пушечные—имеют те же самые размеры и форму, какие применяются для пороха Вьеля.

Свойства их также очень сходны. При стрельбе из пушек замечается образование дыма, быстро исчезающего. С этим порохом производятся разнообразные артиллерийские опыты

¹ В 15-сантиметровой пушке с цилиндрическими снарядами в 40 кг заряды обыкновенного пороха в 8.750 кг дают $v = 454$ м и $p = 2003$ кг, а с зарядами бездымного пороха в 4.250 кг получаются $v = 525$ м и $p = 2050$ кг.

² Если нагреть ствол ружья Лебеля и патрон до 55° , то вместо обыкновенных величин получаются $v = 645$ м и $p = 2850$ кг на 1 кв. см.

³ Особенностью кривой внутренних давлений бездымного пороха во Франции объясняют также имевшие место при стрельбе им случаи разрыва пушек старого образца, например, 16-сантиметрового орудия морской артиллерии.

на оружейных заводах Гочкиса¹ и Кане.² В полученных результатах обращает на себя внимание замечательное одно-

¹ Опыты Гочкиса относятся к скорострелкам калибра до 10 см.

Размеры орудия и данные для обыкновенного пороха	Вес снаряда (в кг)	Сорт В/В	Вес заряда (в кг)	Давление на дно (в кг)	Начальная скорость (в м)	Плотность заряжания
3,7-сантиметровая скорострелка с длиной пути снаряда в 132,5 см; 0,080 кг обыкновенного пороха RS дают $p=1091$ и $v=436,2$	0.455	Малокалиберный	0.060	991	508.5	0.750
6,5-сантиметровая скорострелка с длиной пути 240,4 см; 1,650 кг бурого пороха C ₂ дают $p=2450$ и $v=625,3$	4.000	Малокалиберный	0.750	2440	638.5	0.429
7,5-сантиметровая с длиной пути в 277,5 см; 3,200 кг обыкновенного пороха SP ₂ дают $p=2480$ и $v=630$	6.400	Крупнокалиберный	1.800	2431	713.3	0.540
10-сантиметровая скорострелка с длиной пути в 330,0 см; 5,400 кг обыкновенного пороха A ₁₁ дают $p=2425$ и $v=565$	15.000	Крупнокалиберный	3.200	2480	712.7	0,532

² Кане получил данные, идущие до калибра в 27 см.

Размеры орудия и вес снаряда	Вес заряда В/В (в кг)	Давление (в кг)	Начальная скорость	Данные для обыкновенного пороха
7,5-сантиметровая длинная полевая пушка; снаряд 4,6 кг	0.900	2460	650	1,7 кг сорта C ₂ дают $p=2270$ и $v=607$.
10-сантиметровая пушка; снаряд 13 кг	4.500	2845	797	7,5 кг сорта PR ₃ S дают $p=2750$ и $v=729$.
15-сантиметровая пушка; снаряд 40,3 кг	15.000	2900	838	
27-сантиметровая пушка; снаряд 252 кг	75.000	2300	753	126 кг сорта PR ₁ S дают $p=2420$ и $v=657$.

образии скоростей и наибольших давлений при одинаковых условиях стрельбы. В то же время они показывают, что и здесь наибольшие скорости, около 800 м, получаются только в более длинных пушках.

3. *Баллистит Нобеля* представляет собою продукт дальнейшего изменения и усовершенствования гремучего студня, предложенного в свое время тем же изобретателем для минных работ. Состав его в точности неизвестен, но достоверно, что в нем на 50 весовых частей коллодионного хлопка содержатся 50 весовых частей нитроглицерина с небольшими количествами некоторых других примесей, между которыми в патенте изобретателя называется дифениламин, пришиваемый для нейтрализации кислот, могущих выделяться в свободном виде во время приготовления пороха. Превращение смеси в желатинообразное однородное вещество достигается нагреванием. Окончательно получается масса, по внешнему виду напоминающая высохший клей; для ружейного сорта пороха она превращается в маленькие кубики со сторонами менее 2 мм, а для пушечных — в четырехугольные призмы около 4 мм толщиной и изменяющейся длины.

Сравнительно с порохом Вьеля, баллистит отличается тем, что в нем пропорция содержащегося кислорода недалека от той, какая требуется для полного сгорания, а такие виды пороха могут проявлять большую правильность разложения при горении и меньшую зависимость его от окружающих условий.¹

Мы полагаем, что слабая сторона баллистита состоит в его приготовлении при помощи нагревания, что при заводском процессе не безопасно и, кроме того, должно производить частное разложение пироксилина и нитроглицерина, оставляющее в продукте условия для возможности дальнейшего изме-

¹ Сам Нобель отмечает еще следующие два преимущества своего пороха, сравнительно с французским: 1) он лучше желатинирован, плотнее и однороднее; оттого зерна его, сгорая всегда правильно только с поверхности, ближе подходят к тому состоянию, которое подразумевается в теории артиллерии, между тем как во французском порохе огонь по каналцам и недостаточно желатинированным волокнам легко может передаваться внутрь зерен, и если превосходство еще не сказалось ясно до сих пор при малых калибрах, при больших оно сделается очевидным; 2) баллистит готовится без применения растворителей, вследствие чего состав его остается при хранении точно неизменным, между тем как всякий порох, желатинированный помощью растворителей, теряя постепенно при хранении остающееся в нем количество последних, необходимо претерпевает изменение в составе, а следовательно, и во всех свойствах.

нения при хранении. В настоящее время баллистит принят итальянским правительством. С другой стороны, с ним производит опыты Крупп в Германии. Цена в продаже — за 1 кг около 10 франков.

На основании отрывочных отчетов об опытах Круппа и итальянских можно заключить, что в пушках, при тех же начальных скоростях, наибольшие давления с баллиститом получаются менее значительные и еще менее уклоняющиеся от средних величин сравнительно с французским порохом.

4. Кордит *Абея и Дьюара*, будучи повидимому также пироксилино-нитроглицериновым порохом, не представляет слабой стороны баллистита в отношении приготовления: превращение в однородную желатиноподобную массу производится при обыкновенной температуре. Точный состав его остается еще определить анализом полученных образцов.¹

По внешнему своему виду кордит представляет, сравнительно с другими порохами, более однородную и полнее желатинированную, почти прозрачную, слегка бурую массу, в форме нитей или струн различной толщины.

Толщина нитей ружейного сорта менее 1.5 мм, пучок их, равный по длине и диаметру зарядной части патрона, составляет заряд.

В пушечных сортах толщина нитей достигает 7 мм, и заряд составляется из нескольких пучков их, перевязанных более тонкими нитями. В Вульвиче испытывалось до 6 различных видов бездымного пороха, но из них только кордит выдержал путешествие в Аден и хранение там в кюйт-камерах, в которых температура иногда достигала 60° Ц; ни какого-либо разложения, ни изменения баллистических свойств при этом не было констатировано. Поэтому английское правительство предпочло его всем другим и уже приняло к ружьям и пушкам до 15.2-сантиметрового калибра. Опыты производятся с большими калибрами.²

¹ Судя по патенту изобретателей, кроме пироксилина и нитроглицерина, в нем находятся инертные органические вещества, не улетучивающиеся, не изменяющиеся при хранении и не действующие химически на главные составные вещества; между ними указываются танин и его производные. Примешиванием этих веществ стремятся умерить быстроту сгорания и понизить температуру.

² Представляет немалый интерес употребляемый в Англии метод пристреливания пушек к бездымному пороху. При опытах вообще исходят из известных данных для бурого призматического пороха; помещая по окружности зарядного мешка пучки кордита, центральную часть заполняя

Считая вопрос о бездымных порохам слишком новым и потому еще недостаточно твердым, англичане не спешат остановиться на своем кордите окончательно и даже направляют свои нововведения так, чтобы в случае нужды удобно было вернуться к старому пороху; этого думают достигнуть, делая кордит занимающим тот же объем, как и черный порох. Вопрос по отношению к пироксилино-нитроглицериновым порохам в самом деле недостаточно еще обследован. Так, некоторые практики высказывали мнение, что эти пороха при продолжительном действии холода могут терять свою однородность и даже выделять нитроглицерин, но прямые опыты продолжительного охлаждения до -20°C не подтвердили этого; да и а priori трудно допустить, чтобы желатиноподобные сочетания веществ, подобные бездымному пороху, от охлаждения могли разлагаться. Более основательным представляется другое возражение: вследствие более полного сгорания при употреблении нитроглицериновых порохов получается более высокая температура и, следовательно, более благоприятные условия для разрушительного действия на металл орудий; в Англии, действительно, было замечено, что канал для воспламенения в пушках, при употреблении кордита, быстро изнашивается.

5. Остается упомянуть еще о двух порохам, полученных нами от изобретателей. Это:

А) *Порох Максима*, представляющий и по свойствам, и по способу приготовления большое подобие с кордитом и приготовляемый в лаборатории при пушечном заводе изобретателя вблизи Лондона, и

В) *Порох Манье*, приготовляемый также в частной лаборатории в Париже и состоящий, по словам изобретателя, из пироксилина и тринитрокрезолята аммония.

Не останавливаясь на более подробном рассмотрении этих порохов, заметим только, что последний из них может служить фактическим доказательством того, насколько существенную роль в новых порохам, содержащих главным образом пироксилин, играет превращение в плотную, желатиноподобную массу; и в то же время, как мало можно надеяться

ют обыкновенным порохом и, определяя всякий раз начальные скорости и давления, постепенно увеличивают количества кордита на счет обыкновенного пороха, пока не достигаются давления, равные известным давлениям последнего. Это обыкновенно получается почти при полной замене призматического пороха. Когда же опыт дает давления, опасные для прочности орудия, тогда изменяют свойства испытуемого пороха.

в пороховых вопросах на частные инвенции, всегда более или менее стесненные в средствах опытной поверки. В то время как, по словам Манье, при стрельбе из ружья типа Лебеля, его порох дает начальную скорость 627,5 м и наибольшее давление 2100 кг на 1 кв. см, в действительности Вьель прямым опытом нашел начальную скорость 547 м и наибольшее давление в 3872 кг. Такое необыкновенно большое давление можно было и предвидеть, так как этот порох представляет плохо желатинированные зерна темного цвета с желтоватым оттенком, похожие на обыкновенный ружейный порох, при раздавливании сплюсывающиеся и раздробляющиеся на более мелкие части.

V. О применении полученных сведений в России и, особенно, в русском флоте

Считая собрание сведений во Франции и Англии об изучении бездымного пороха только средством для определения целесообразных способов его производства и применения в России, мы полагаем необходимым рассмотреть этот предмет и выразить наше мнение в отношении к нему, имея в виду преимущественно надобности флота.

При этом прежде всего должно обратить внимание на то, что в сухопутном бою, судя по опыту последних войн, важнейшее значение пороха выступает в ружьях, потому что более 90% из погибающих в бою падает от пуль и только около 5% от пушек. В морском же бою, как и в крепостном, преимущественное значение порох имеет в отношении к пушкам как большекалиберным, так и скорострельным и малокалиберным, для которых, особенно при защите от миноносок, самое важное значение должна иметь бездымная стрельба, потому что дым обыкновенного пороха может сильно препятствовать прицеливанию. Из этих соображений очевидно, что интересы Военного и Морского министерств по отношению к бездымному пороху имеют много общего, но специальный морской интерес представляют только пушечные сорта бездымного пороха для орудий всевозможного калибра, тогда как преимущественный и настоятельнейший интерес военного ведомства сосредоточивается на бездымном ружейном порохе.

Но, кроме бездымности, новейшие виды пороха представляют еще и другое весьма важное значение, особенно для морского боя: эти виды пороха, приносившие к соответственным орудиям, способны, при одинаковом внутреннем

давлении, сообщить снарядам высшие противу обыкновенного пороха начальные скорости, а именно до 800 м в секунду. Такие начальные скорости достаточны для пробивания соответственными снарядами брони наибольшей применяемой толщины; при них очевидно, что снарядам сообщается наибольшая прицельность и большая противу ныне применяемого пороха дальность полета. Сверх того вес и объем всего заряда будут при бездымном порохе гораздо меньшими, чем при обыкновенном порохе, если обоими достигается одинаковое действие. Эти преимущества заставляют желать наиболее скорого усиления орудий нашего флота применением к ним бездымного пороха. В морском отношении значение бездымного пороха очень важно еще и потому, что при сообщении больших начальных скоростей окажется, вероятно, бесполезным прибегать к орудиям очень значительных диаметров и можно будет ограничиться пушками средних калибров, а чрез это — вооружение кораблей облегчится, ценность их устройства уменьшится, следовательно, при равном числе и силе орудий водоизмещение убавится, а скорость хода, при данной трате угля, увеличится. Все эти чрезвычайные преимущества новых видов пороха для судов военного флота могут получить свое истинное значение только при условии полного их лабораторного изучения со стороны способов приготовления, однообразия, сохраняемости и действительной силы. Такое лабораторное изучение может очень значительно сократить срок опытной оценки новых сортов пороха продолжительными артиллерийскими опытами. Простое приобретение готовых видов пороха не может служить для снабжения русского флота желательным и возможно совершенным бездымным порохом, потому что ни один из известных видов бездымного пороха не имеет за собою продолжительной, опытной артиллерийской оценки, и малейшие изменения в составе или способе приготовления бездымного пороха могут делать его или мало пригодным (например, дающим большие разрушительные внутренние давления) к определенным пушкам или значительно изменяющимся с течением времени и с переменами температуры, или, наконец, неравномерным в различных зарядах, что сильно уменьшает достоинство всякого пороха. Уверенное и своевременное достижение желаемой цели снабжения русского флота надлежащими сортами бездымного пороха возможно только при самостоятельном научном и практическом изучении дела в России, при собственной выработке всех подробностей, при собственном приготовлении такого пороха и при соблюдении во всех

сих отношениях такой относительной и временной тайны, какую прикрываются подобные дела в Англии, Франции и Германии.

При указанных выше важных и в то же время капризных, если можно так выразиться, свойствах бездымного пороха должно строго взвесить все обстоятельства, могущие содействовать тому, чтобы в русском порохе, применяемом для военной практики, сосредоточились все лучшие и ценные его свойства и уменьшились до возможно малой степени все случайные и нежелательные качества, другими словами, чтобы получить порох однообразный и сохраняющий свое однообразное действие, обладающий значительною силою, легко приготавливаемый и удобно приспособляемый к орудиям различного калибра.

Совокупность таковых свойств, судя по всем собранным нами данным, можно придать бездымному пороху, но выработка такого пороха требует продолжительных и настойчивых усилий, которые надлежит неотлагательно начать, чтобы не упустить времени, имеющего в военном деле громадное значение, поэтому мы считаем нашим долгом изложить те способы, которыми, по нашему мнению, Морское министерство, с своей стороны, может не упустить времени в снабжении русского флота надлежащим бездымным порохом.

Существующие до сих пор в разных странах виды бездымного пороха с несомненностью указывают на то, что пироксилин, превращенный из волокнистого состояния в сплошное вещество, составляет ту основу бездымного пороха, с которой ныне следует начинать производство этого пороха и в России. С подмесью ли или без подмеси нитроглицерина, видов селитры или других веществ следует производить бездымный порох, назначаемый для нашего флота,—это вопрос, на который, без лабораторного исследования вывезенных нами образцов, мы не желали бы ныне определять ответ с тою полною уверенностью, с какою можно говорить о необходимости исходить из пироксилина как основного материала для производства бездымного пороха в настоящее время. Отсюда вытекает практическая потребность в неотлагательном установлении расширенного — противу ныне существующего — производства пироксилина для надобностей флота, хотя производство самого бездымного пороха следует отложить до времени полного развития деятельности той лаборатории для изучения взрывчатых веществ, которая учреждается для потребностей флота.

А так как, с одной стороны, Военное министерство учреждает завод бездымного пороха преимущественно для производства ружейного пороха, а с другой стороны, нельзя считать целесообразным покупку бездымного пороха на каком-либо иностранном заводе, если даже окажутся при исследовании хорошие качества за каким-либо из имеющихся образцов, то, по нашему мнению, необходимо иметь в виду самостоятельное устройство особого завода бездымного пороха для надобностей флота, когда будет решен вопрос о виде и форме пороха, наиболее подходящего для целей флота.

Решение этого последнего вопроса вместе с расширением пироксилинового завода должно составить задачу ближайшего предстоящего времени.

Что касается до задачи расширения пироксилинового производства, то она не может представить основных трудностей и требует только времени и сил для выполнения новых построек, машин и приспособлений, уже применяемых на существующем пироксилиновом заводе Морского министерства, так как постройка на нем способов производства пироксилина такова, что приспособление оного к производству бездымного пороха не потребует каких-либо новых сложных устройств. Задача сводится здесь только на определение размеров завода. Поныне годовое количество производства на этом заводе ограничивалось 1000 пудами пироксилина, назначаемого для снаряжения мин. Следует же расширить завод для того, чтобы он давал продукт, потребный для снаряжения бомб и для производства бездымного пороха. Размеры этих потребностей не входят в нашу компетенцию, но мы полагаем, что наименьшее желательное производство должно превосходить современное во всяком случае, по крайней мере, в два или три раза. Но едва ли ныне же следовало бы расширить пироксилиновый завод до таких размеров, которые могли бы со временем удовлетворить всей потребности флота в бездымном порохе, потому что: 1) будет осторожнее, при надобности, устроить, сверх существующего, другой пироксилиновый завод; 2) буде окажется удобным, с течением времени можно будет приобретать часть пироксилина на частных заводах, и 3) может встретиться возможность часть самого бездымного пороха, потребного флоту, получать с большого завода, устраиваемого Военным министерством. На основании этих соображений мы полагаем, что в настоящее время расширение пироксилинового завода можно ограничить годовую пропорцию производства в 2 или 3 тыс. пудов пироксилина, и один из нас, по требованию начальства, уже

составил предварительную смету на такое расширение завода. Расширение сие, при своевременности исполнения построек, не может потребовать более *годового срока*, и к этому сроку, вероятно, возможно будет не только остановиться на виде бездымного пороха, пригодного для некоторых пушек флота, но и выработать способы его фабрикации.

Наибольшая трудность предстоит в решении задачи о том составе и виде, какой следует придать бездымному пороку для всевозможных надобностей флота. Здесь следует отличить надобность абсолютную, для будущего времени, от потребности настоятельной ближайшего времени, когда следует: 1) воспользоваться существующими орудиями и к оным приспособить новый порох и 2) снабдить в возможно скорое время наш флот теми выгодами, которые представляются в бездымном порохе.

Эти две надобности смешивать между собою не должно, потому что в ближайшее время неизбежно необходимо иметь в виду лишь существующие орудия и прежде всего скорострельные, а впоследствии будет необходимо не только иметь наиболее соответствующий всем требованиям бездымный порох (какой поныне еще нельзя считать известным), но и приспособить к нему пушки и снаряды, чтобы получить благоприятнейшие результаты. Рациональные опыты с бездымным порохом в ближайшее время должны много способствовать правильности решения этой предстоящей лишь впереди задачи. Поэтому ныне на очереди должно встать решение задачи о бездымном порохе не в ее абсолютной форме, а в ее приспособлении к современным пушкам флота. Такая постановка задачи не только ограничивает время и объем решения, не только показывает необходимость участия в нем как артиллерийских сил флота, так и Морской лаборатории взрывчатых веществ, не только дает возможность утилизировать существующие средства артиллерии флота для бездымного пороха, но и представляет весьма важное для практики переходного времени свойство: пригодность орудий как для обычного, так и для бездымного пороха. А так как можно думать, что сей последний, даже в таких невыгодных условиях, окажется в результате более целесообразным, чем обычный черный порох, то дальнейшая задача снабжения флота бездымным порохом будет поставлена на твердую почву постепенного улучшения.

Не говоря о сложившейся и труднейшей задаче будущего времени, даже для настоятельной задачи ближайшего времени, очевидно, необходим прежде всего тот особый

и новый орган морского ведомства, который выше высокопревосходительство уже решили создать в виде лаборатории Морского министерства для изучения взрывчатых веществ.

В представлениях одного из нас изложены цели и средства для ее организации и, не входя в сии подробности, ныне остается только выразить пожелание, чтобы предначертанная лаборатория в скорейшее время получила свое окончательное устройство как в отношении помещения, так и в отношении к лицам, долженствующим заняться расследованием бездымного пороха во всех отношениях. В этой лаборатории должно видеть центр возможности правильного решения даже ближайшей задачи о виде и производстве бездымного пороха для надобностей флота, потому что без испытания привезенных нами образцов и без опыта производства в малом виде желательных сортов пороха невозможно отвечать на многие первичные вопросы, касающиеся введения бездымного пороха в службу флота.

Но так как выработка для потребностей флота бездымного пороха теснейшим образом связана с требованиями морской артиллерии и всех других составных частей военного флота, то с самого начала дело изучения и введения бездымного пороха необходимо поставить в теснейшую связь с ведомством морской артиллерии и всей его техники. Поэтому мы полагаем, что Морская лаборатория взрывчатых веществ должна быть установлена при Морском техническом комитете, компетенция которого должна направлять к практическому результату те усилия, которые сосредоточатся в лаборатории взрывчатых веществ.

Сложная химико-физическая практика лабораторного дела, по нашему мнению, должна быть всецело поручена лицу, управляющему лабораторией; но задача соглашения производимых исследований с фабрикацией пороха и с его применением для артиллерии должна лежать или на таковом учреждении, каков Морской технический комитет во всем его составе вместе с артиллерийскою инспекциею флота, или же на специальной части сего комитета, если дальнейшее течение дел укажет надобность в обособлении инспекции производства бездымного пороха для надобностей флота. Во всяком случае между флотскою практикой и лабораторией взрывчатых веществ должно установить живую связь, дабы вновь учреждаемая институция и новые виды пороха оказали наибольшую сумму пользы для увеличения силы русского военного флота и для того, чтобы научная разработка вопроса о взрывчатых

веществах в Русской морской лаборатории послужила прежде всего к увеличению военных средств русского же флота.

16 октября 1890 г.

Подписали: Заслуженный профессор Д. Менделеев,
преподаватель Минного офицерского класса И. Чельцов
и капитан 2 ранга Федотов.

Верно: поручик Федотов

200

1891

Это И. А. Вышнеградский
сказал мне, что Артиллерийский
комитет очень не хотел, да
скоро и вышел —
не мило мне все эти взрывные дела.

200

1891.

Это И. А. Вышнеградский склонил меня
идти в Артиллер[ийский] комитет. Я
очень не хотел, да скоро и вышел —
не мило мне все эти взрывные дела,

208

Об экономических условиях
приготовления бездымного пороха.
Докладная записка м[инист]ру
Ванновскому 1891
Секретная 1020/8

208. Об экономических условиях пригото-
вления бездымного пороха. Докладная за-
писка м[инист]ру военному Ванновскому.
1891 г. Секретная. 1020/8.

8

ОБЪ ЭКОНОМИЧЕСКИХЪ УСЛОВІЯХЪ

ПРИГОТОВЛЕНІЯ ПРИНЯТАГО ДЛЯ ПЕРЕООРУЖЕНІЯ АРМІИ

БЕЗДЫМНАГО ПОРОХА.

ДОКЛАДНАЯ ЗАПИСКА

Совѣтательнаго Члена Артиллерійскаго Комитета

Проф. Л. Менделѣева.

О-ПЕТЕРБУРГЪ.

Военная Типографія (въ здании Главнаго Штаба).

1891.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Докладная записка его высокопревосходительству господину военному министру	47
Вступление	59
Отдел I. О сырых материалах для бездымного пороха (§ 1 и § 2).	63
Отдел II. О снабжении пироксилиновых заводов серною кислотой (§ 3 — § 16)	67
Отдел III. Производство азотной кислоты (§ 17—§ 19)	89
Отдел IV. О хлопке и его очищении (§ 20—§ 22)	97
Отдел V. О производстве пироксилина (§ 23—§ 27)	101
Отдел VI. Об отбросах и побочных продуктах, получающихся при производстве бездымного пороха (§ 28—§ 30)	107
Отдел VII. Топливо, посуда и другие побочные материалы, необходимые для производства пироксилина и бездымного пороха (§ 31—§ 34)	111
Отдел VIII. О производстве растворителя (§ 35 — § 39)	116
Отдел IX. Об экономических условиях производства самого бездымного пороха (§ 40—§ 43)	121
Отдел X. Об общем плане организации производства первого миллиона пудов бездымного пороха (§ 44—§ 49)	126
Отдел XI. О переходе от ныне принятого плана к предлагаемому (§ 50—§ 53)	137

Печатание кончено 4 января 1891 г.

*Его высокопревосходительству, господину военному
министру, Петру Семеновичу Ванновскому*

Черный дымный порох нашли китайцы и монахи — чуть не случайно, ощупью, механическим смещением, в научной темноте. Бездымный порох открыт при полном свете современных химических познаний. Он составит новую эпоху военного дела не потому, что не дает дыму, глаза застилающего, а потому преимущественно, что при меньшем весе дает возможность сообщать пулям и всяким иным снарядам небывалые скорости, в 600, 800, даже 1000 м в секунду, и в то же время представляет все задатки дальнейшего усовершенствования — при помощи научного исследования невидимых явлений, при его горении совершающихся. Бездымный порох составляет новое звено между могуществом стран и научным их развитием. По этой причине, принадлежа к числу ратников русской науки, я на склоне лет и сил не осмелился отказаться от разбора задач бездымного пороха, когда его высокопревосходительству управляющему Морским министерством, а затем вашему высокопревосходительству угодно было обратиться ко мне с вопросами, относящимися до вводимого в армии и флоте бездымного пороха.

Спешность, уже решенного в принципе, этого нововведения заставляет и меня, не дожидаясь выработки подробностей, говорить о тех частях этого сложного предмета, которые считаю необходимым выяснить безотлагательно, чтобы не оказаться опоздавшим со своими докладами и доводами.

Исполняя возложенное вами поручение, я прежде всего осведомился о предположениях, опытах и предначертаниях, касающихся вводимого в армии ружейного бездымного пороха, и считаю долгом ныне же в предлагаемой записке изложить свое мнение о планах, относящихся до экономической стороны дела, оставляя пока в стороне рассмотрение свойств.

принятого типа пороха и его производства. Перечислю причины, заставляющие меня поступить именно так, т. е. разбирать с химико-технической стороны существующие экономические планы заготовки пороха и пироксилина, а не касаться ныне тех сторон дела, которые относятся к самому производству и к свойствам или составу бездымного пороха.

1. Производство пироксилина на первом казенном заводе (Охтенском) передано вполне на ответственность приглашенного французского инженера, и вмешательство в его указания и требования признается неуместным.¹ Таким образом, ныне нет возможности ни критически отнестись к предположенному производству пироксилина, ни предложить что-либо более рациональное, чем предначертанное.

2. Что касается до способов превращения пироксилина в бездымный порох и до свойств принятого образца, то они находятся в теснейшей зависимости от свойств применяемого пироксилина и от систематического изучения применяемых способов превращения. Но свойства пироксилина, который будет готовиться на Охтенском заводе под руководством инженера, ныне, когда производство еще не началось и не сделано ни одной пробы, нельзя предвидеть, а потому всякое ближайшее о сем предмете суждение остается лишенным фактической опоры.² Что же касается до изучения свойств принятого пороха и способов превращения пироксилина в бездымный порох, то поныне в пороховом ведомстве не устроено всех специальных приборов и отдельной лаборатории, для сего необходимых, а потому приходится довольствоваться отрывочными наблюдениями, всякий вывод из коих нельзя

¹ Так, например, в существующих ныне условиях приемки серной кислоты, прямо почти копированных с французских, встречаются научные погрешности (а именно, в способе определения содержания железа) и условия, очень неблагоприятные для дела (например, крепость требуемой кислоты определена в 93%, а гораздо лучше для всей техники дела назначить ее не меньше 95%). Когда мною было на сие указано, то все же пришлось придти к заключению о том, что видоизменять условия не должно, потому что всякое видоизменение французских условий приемки серной кислоты может служить поводом к усложняющим недоразумениям с приглашенным французом.

² Свойства пироксилина (и самый его состав) изменяются в довольно широких пределах при всех, на первый взгляд, тех же приемах производства. Содержание воды, степень чистоты материалов, температура, время действия и тому подобные слабые влияния суть те, от которых зависит направление всего производства к определенному заранее, желаемому результату. Тут необходимо действительное, химически-взвешенное понимание предмета, а не одно подражание в нормах и размерах. Оттого-то по заводским чертежам вовсе нельзя судить, какой будет получаться пироксиллин и какой из него будет выходить порох.

считать достаточным для уверенного суждения. Поэтому необходимо его отложить и касаться только тех сторон, которые останутся неизменными при различных, возможных в будущем, изменениях свойств бездымного пороха и способов его получения.

3. Производство всяких видов современного бездымного пороха обосновано на такой или иной форме обработки пироксилина, а потому при решении основать перевооружение армии на бездымном порохе необходимо прежде всего озаботиться о прочном, уместном и возможно дешевом производстве самого пироксилина. Порох может измениться, требования определенной совокупности свойств от пироксилина также могут изменяться, но надобность в производстве самого пироксилина и в устройстве потребных для него заводов все же сохранится в полной силе,¹ а потому предмет этот заслуживает первейшего и главнейшего внимания, тем более, что поныне Военное министерство пироксилина не заготовляло, для перевооружения же необходимо, на первые 5—6 лет, до миллиона пудов этого вещества, а производство этой массы пироксилина потребует новых обширных заводов, например для серной и азотной кислот, многих построек и сложных приборов. Предмет этот занимал внимание Артиллерийского управления, и возможно полное обсуждение его я считаю тем основанием, с которого должны начаться заботы о снабжении русской армии бездымным порохом. Поэтому предмет сей и составляет главное содержание представляемой записки.

Расчленяя на отдельные составные части все главные потребности, существующие на заводах пироксилина и бездымного пороха, взвешивая условия производства их в отношении к запасам, имеющимся в нашем отечестве, и обсуждая условия возможной ныне у нас ценности заготовления, я старался выполнить возложенное на меня вашим высокопревосходительством поручение в той части дела, которую должно считать коренною и которая одна ныне способна поддаться аналитическому разбору подробностей, ибо для рационального раз-

¹ Весьма важно обратить внимание на то, что, изменяя состав и свойства бездымного пороха, ничего существенного не придется изменять на пироксилиновых заводах. Придется разве изменить крепость кислот, время действия и т. п. условия, но такие основные приемы, как действие кислот на клетчатку, заготовку массы серной кислоты и т. п., изменять не потребуется, потому что во всякие виды бездымного пороха входит пироксилин как главная составная часть. Пироксилин же изменяет свои свойства (и даже состав) от влияний слабых, и каждому сорту или типу бездымного пороха отвечает пироксилин с определению суммою признаков и свойств.

бора других сторон дела, как указано выше, еще не приспела пора.

Неотлагательными практическими выводами, вытекающими из всего рассматриваемого в сей записке, я считаю следующие:

1. Так как для производства пироксилина необходимо много серной кислоты, то в видах удешевления и улучшения ее производства и по причине усиленной надобности в порохе на военное время, при затруднительности быстрых перемен в направлении производства серной кислоты (на современных русских заводах ее часто готовят из серы), ныне же, с самого времени установления пироксилинового дела, *следует принять основанием, чтобы по возможности¹ вся серная кислота, потребная для нормального спроса пироксилина, получалась при помощи русских колчеданов.* В записке моей доказывается существование всех условий для возможности немедленного выполнения такого требования.

2. Сущствующие ныне в Военном министерстве, для случая войны, *запасы натровой селитры следует, вводя в бездымный порох, увеличить*, потому что для одинакового числа выстрелов (теми же орудиями и снарядами) бездымный порох тре-

¹ Если дело идет о пополнении временного запаса, тогда существенного значения не имеет, какой материал применен для производства пироксилина или бездымного пороха — русский или иностранный. Но когда вопрос касается нормальной потребности, а особенно тех требований, которые могут возродиться при случайностях войны, тогда следует видеть необходимость пользования предпочтительно русскими материалами. Если бы они были дороже, то и тогда следовало бы предпочитать свои чужим, особенно во всем том, что касается Военного министерства. Но серная кислота из русских колчеданов дешевле, чем из сицилийской серы или из иностранных колчеданов, а потому даже и со стороны дешевизны здесь свое следует предпочесть привозному и заморскому. А так как переход от серы, привычной для наших отсталых химических заводчиков, к русскому серному колчедану не может совершиться без некоторых особых усилий, без перестройки заводских печей и без организации горнозаводской добычи колчеданов, то расчет, благоразумие и прозорливость заставляют ныне же указанное требование в принципиальное и допускать от него отступления только в случаях крайней поспешности, особой выгоды или прямой необходимости. Другими словами, если, паче чаяния, будут устроены казенные заводы серной кислоты, то их следует основывать не иначе, как на применении русских колчеданов; если будут заказываться пироксилин или порох, то заводчикам следует ставить в обязательство, чтобы серная кислота получалась не иначе, как при помощи русских колчеданов, и если будет представляться поставка для Военного министерства серной кислоты, то предпочитать, даже жертвуя ценою, ту, которая добыта из русских колчеданов, добытой из сицилийской серы или иностранных колчеданов. Строгое проведение этих начал принесет свои крупные плоды не только развитию русской промышленности, но и самому Военному министерству во всякое время.

бует почти вдвое большую массу названного вещества противу той, которая идет для обычного черного пороха.¹

3. *Наивыгоднейшими местами для сооружения казенных или частных пироксилиновых заводов должно считать те части России, в коих топливо и колчеданы дешевы, ибо их масса по крайней мере в 25 раз превосходит массу пироксилина.* Такими местами можно ныне с уверенностью считать: *берега Камы, окрестности Боровичей, Донецкий бассейн и область подмосковных каменных углей,* пользоваться же местами существующих ныне пороховых заводов — очень не рассчитливо, потому что здания во всяком случае потребуются новые однажды, а увеличение текущих расходов будет постоянным.

4. *Пироксилиновые заводы должны быть в непосредственной связи с заводами, приготовляющими серную и азотную кислоты,* потому что перевозка этих жидких веществ сопряжена с напрасными тратами. По той же причине заводы, приготовляющие растворитель, содержащий серный эфир, желательно поместить рядом с пороховыми заводами.

5. Хотя представляется много удобств при соседстве пироксилиновых заводов с пороховыми, но в этом нет особой надобности, потому что вес пироксилина (с водою и укупоркою) лишь немногим отличается от веса пороха (с укупоркою), — следовательно, подвоз пироксилина к пороховым заводам не вызовет больших напрасных расходов. В связи должны быть, следовательно, заводы кислот (серной и азотной) с пироксилиновым, а завод серного эфира с пороховым.

6. *Частные заводы для производства кислот, эфира, очищенного хлопка, глиняных изделий, пироксилина и самого бездымного пороха представляют, особенно при великой спешности возникновения для казенной надобности, — более, чем*

¹ В выноске на стр. 68 и 69 доказывается, что для одинакового числа выстрелов бездымным порохом требуется почти в 2 раза более чилийской селитры, чем при употреблении обыкновенного пороха. Но так как с бездымным порохом переменятся и калибр ружья (а со временем и пушек), а потому и вес пули, и так как число боевых выстрелов бездымным порохом, вероятно, умножится, то следует взвесить все сии обстоятельства для определения запасов селитры на случай военного времени. Так как за 5 последних лет, без случаев военного времени, израсходовано (по справке из Главного артиллерийского управления 20 декабря 1890 г.) около 450 тыс. пудов обыкновенного пороха, то для мирного времени можно считать достаточною годовую пропорцию заготовления 40 тыс. пудов бездымного пороха, для чего потребен годовой запас селитры в 120 тыс. пудов. Какова же может быть потребность военного времени, — я судить не могу, но считаю долгом указать на необходимость ныне же, вводя бездымный порох, иметь в виду увеличение запаса для него селитры.

*чисто казенные заводы*¹ — *условий как для возможной дешевизны пороха, так и для уверенности в успешности*² и во введении надлежащих усовершенствований, особенно потому, что правильное и экономное ведение названных заводов требует таких полных теоретических и практических химико-технических знаний, которые вовсе не входят в круг занятий лиц, приготавливающих современный черный порох на казенных пороховых заводах. Особенно же важно участие частных заводов ныне при новости дела.

7. Для пироксилиново-порохового дела необходимо возникновение не многих, но крупных предприятий (частных или казенных), потому что только такие могут организовать всю ту сложную систему новых побочных предприятий (например, разработку колчеданов, переработку остатков, устройств испытующих лабораторий, очистку хлопка, гончарное дело — для химических заводов и т. п.), которая находится в связи с необходимостью заготовления пироксилина и пороха. Казна,

¹ На этих последних, более чем на первых, остается простора для фантазии и прихоти руководителей и меньше поводов видеть невидимое, что составляет основную задачу успешности ведения химических производств, к числу которых всецело относятся пироксилиновые и бездымнопороховые заводы. На стройке—камень и селитра—на заводе обыкновенного пороха не испаряются в воздух, а азотная кислота на пирокселиновом заводе или пары серного эфира на пороховом заводе легко исчезнут—именно от испарения—невидимо. В уменьшении таких потерь главная задача экономии в производстве пороха. Но и самая успешность приговления пироксилина и бездымного пороха также всецело зависит от искусства видеть невидимое на основании приложения законов химии. Все может быть на таком заводе в полной внешней целостности и исправности, а результат может быть неблагоприятен, если не увидится невидимое. Казенный пушечный или патронный заводы, как и завод черного пороха, во много раз возможнее для успеха и для экономии, чем такой же завод пироксилина, потому что там главное дело в видимых механических действиях, а здесь в невидимых химических превращениях.

² Частный заводчик в постановке, например, пироксилинового дела непременно пойдет с начала, т. е. с серного колчедана и серной кислоты, так как выгодность производства, при шаткости начальных его частей, просто немыслима. Казенные заводы шли, идут и должны идти совершенно иначе. Например, пороховые создаются и действуют ранее заботы о пироксилиновых, а эти последние — без обеспечения серною кислотой. Они должны идти так, т. е. с конца, потому что их цель — порох, а не выгоды, ими руководят не расчеты экономического свойства, а соображения о достижении данного результата. Оттого-то, по моему мнению, лучше всего комбинировать частные заводы с казенными; без первых не может быть основано твердой и выгодной обширной отрасли нового производства, а казенные заводы, во-первых, уже начаты, а во-вторых,—полезны для прямой связи порохового дела с воинским.

равно как и мелкие предприниматели,¹ не может быстро и дешево создать в органической связи всего необходимого (побочного), а без него стоимость, со всем обзаводством, первого миллиона пудов бездымного пороха *принятого ныне образца*, вероятно, превзойдет предполагаемые ныне 63 млн. рублей.

8. Наилучшим должно считать вызов *крупных частных предпринимателей, произведенный* не для выполнения отдельных из предстоящих задач (например, одних для устройства заводов серной кислоты, других — для колчеданных копей, третьих — для приготовления эфира и т. п.), а для *производства либо пироксилина, либо самого пороха*,² потому что тогда выгоды казны могут быть очевидными и можно ждать действительных улучшений, множество которых возможно и необходимо в произведении как пироксилина, так и бездымного пороха. Необходимость удешевления и улучшения должна быть все время в виду, и они могут быть выполнены, проще всего, через интерес соревнования.

9. *Вызов частных предпринимателей, способных, руководясь служением на общую пользу и личными интересами, содействовать снабжению русской армии бездымным порохом, может быть произведен быстро чрез опрос известных химических за-*

¹ Малые заводы не могут дешево получать сложный продукт, например пироксилин, потому что должны купить у других заводов все, что им необходимо, платить за перевозку всякого сырья дорого и иметь много рабочих: так, например, при производстве малых количеств пироксилина он обходится в 2—3 раза дороже, чем при производстве на крупном заводе. Следовательно, разбить заказ на множество мелких очень невыгодно. Монополизировать все дело в руках казны или одного крупного поставщика опять невыгодно, потому что устраняется конкуренция, а громадная организация всегда сопряжена с тем, что многое делается заглазно или по прихоти чресчур крупного предпринимателя. Несколько крупных предприятий лучше всего гарантируют хороший успех дела. Наименьшим размером таких долей, которые могут сами все организовать под наблюдением хозяйских глаз, я считаю производство от 20 до 30 тыс. пудов пироксилина или пороха в год, а наибольшим 75—100 тыс. пудов в год. Думаю, что 3 подобных крупных предприятия будут и достаточны, и выгодны. Если между ними будет сама казна, то ее участие будет очень полезным и плодотворным.

² Самой казне строить и вести завод, производящий серную кислоту, столь же мало соответственно, как сеять хлеб, — уж лучше вызывать частных лиц, к тому приспособившихся. Но еще лучше вовсе не спрашивать серную кислоту, предоставив ее производству прямо усилия частных заводчиков, вызывая их для производства пироксилина, потому что оно по своему существу не отличается и не должно отрываться от остальных частей чисто химической промышленности. Оторвавшись и веденное на казенном заводе, оно непременно будет дорогим, а самой казне совершенно невозможно надеяться на выгодное производство всего, начиная с серной кислоты и даже с колчеданов. Вернее же всего иметь в России сразу и казенные, и частные заводы бездымного пороха.

водов,¹ с назначением им основных условий поставки, включая в число их самую цену пироксилина и пороха. Если сами заводчики будут поставлены в необходимость назначать цены, то произойдет либо стачка, либо много проволочек и будет сверх того всякому ясно, что само Военное министерство еще не утвердилось в цифрах действительно выгодной для него стоимости, для анализа составных частей которой главным образом и назначается представляемая мною записка. Если же цифра стоимости будет назначена сразу, но обдуманно, то весьма вероятно, что охотники организовать производство пироксилина или даже самого пороха явятся несравненно скорее, и я уже слышал частные заявления подобного рода неоднократно.

10. Хотя в записке моей разočтено, что пуд пироксилина может быть поставлен, с достаточною выгодой для производителя, за 30 руб.; а пуд пороха, современного образца, за 50 руб.² при

¹ Например Тентелевского, Ушковского, Боровицкого, Лепешкина и т. п.

² Дабы показать, что может быть достигнуто с течением времени в отношении к цене пироксилинового пороха, замечу: 1) что вместо хлопковых кондов (пуд около 7½ руб.) можно взять чистую целлюлозу, пуд которой стоит не более 3 руб.; 2) что расход серной кислоты, вместо 6 пудов на пуд пороха, можно довести до 3 пудов; 3) что расход азотной кислоты с 2 пудов можно довести до 1 пуда; 4) что расход растворителя можно также спустить в 2 раза—по крайней мере, и 5) что работы можно упростить, сделав непрерывно действующие (а не периодические, как ныне) приспособления. При таких сокращениях расходов пуд бездымного пороха можно надеяться произвести, с хорошою выгодною предпринимателей, по 25 руб. за пуд. Но это достижимо только при усиленном труде лабораторных и заводских опытов. После достижения такой цены (25 руб. пуд) дальнейшее ее понижение возможно, по моему мнению, только с переменою типа бездымного пороха, особенно с уничтожением растворителя. Низшая цена, до которой может спуститься при заводском производстве бездымный порох, судя по современным понятиям о сем предмете, составляет 12—15 руб. за пуд, т. е. раза в 2 или 3 более цены обыкновенного пороха. Но так как бездымный порох, не содержа недействительных элементов (порохового остатка), требует заряда в 2 или 3 раза меньшего, чем обыкновенный порох, то впереди видно время, когда цены патронов обоих видов пороха сравняются. Уже из-за этого одного стремления понизить цену бездымного пороха—следует основать и широко поощрять лаборатории взрывчатых веществ. Французы и англичане это отлично поняли. Морское министерство также устраивает подобную лабораторию. Военному министерству следует, в видах концентрации усилий и сбережения расходов, умножить силы Морской лаборатории, чтобы научная и опытная постановка вопросов бездымного пороха в России могла не только стать самостоятельною, но и пойти вперед. Бертелло, Абель и Вьель достигли прогресса бездымного пороха именно в таких лабораториях военных ведомств. Бороться можно, с надеждою на победу, только при равенстве орудий. Лаборатория взрывчатых веществ есть такое орудие, без которого

подряде на 5 лет и притом с тем, что заводы: пороховой, эфирный, пироксилиновый и азотнокислый после 5 лет погашаются, но я полагаю, что вызов охотников на устройство заводов может явиться только при надбавке к указанным ценам до 5 руб. с пуда (пироксилин — 35 руб., порох — 55 руб.) на первую часть поставки, с ежегодною сбавкою (например по 1 руб. с пуда), так что к концу 5-летнего контракта цена подойдет к 30 и 50 руб. Такая надбавка на необходимую цену производства может быть дана в виде вознаграждения за спешность сложной организации предстоящих промышленных дел. Но и с такою надбавкою выгоды казны будут значительными, не говоря уже о том, что производство обеспечится и послужит к быстрому развитию всей производительности русских химических заводов. Выгоды казны получатся при этом, главнее всего, от того, что избегнется казенное хозяйство на химических заводах и обширные казенные стройки, всегда стоящие дорого, ради формальностей, изящества, излишней прочности и других тому подобных требований, неизвестных частным предпринимателям.

11. Если между подрядчиками явятся такие, которые потребуют авансов, то, при их начальном обеспечении, выдача 10 руб. аванса на каждый пуд поставляемого пороха или пироксилина должна, по мнению моему, вести к тому, что по истечении 5 лет заводы пороха, эфира, пироксилина и азотной кислоты должны безвозмездно быть переданы казне. К возможности и выгодности как для казны, так и для предпринимателей подобного условия привели меня полные расчеты, которых главные выводы приводятся в представляемой записке.

12. Возможность быстро и уверенно отыскать частных производителей пироксилина и бездымного пороха может произойти только тогда, когда приемка будет производиться на заводах, и ее условия будут настолько ясны и просты,¹ что не

бездымный порох всегда будет слабее, чем у народов, обладающих таким оружием. Лаборатории взрывчатых веществ должны быть рассматриваемы, как дальнозоркие орудия войны. Это они произвели современный переворот в вооружении всех стран. Россия должна и здесь встать твердою ногою.

¹ При этом частные подрядчики будут стремиться к усовершенствованию своих продуктов, если им дано будет право представлять для артиллерийских опытов новые, улучшенные против принятых сортов, образцы пороха или пироксилина. Пусть дано ружье выработанного образца и пусть для пороха будут назначены условия—начальной скорости, наибольшего давления, постоянства свойства и сохраняемости,—которым удовлетворяет принятый в Охтенском заводе заготавливаемый сорт пороха. Можно подобрать новые сорта пороха с новыми, более

возбуждают у производителей того страха, который еще поныне питают многие лучшие русские заводчики по отношению к казенным подрядам. Чрез напрасную и формалистическую сложность условий и требований — множество предметов казенного потребления повышаются в своей стоимости на многие проценты. Продукты ныне почти готового казенного Охтенского завода должны служить реальною основой правил приемки. Если казенный завод построен, если по его образцу предполагается в 1891 г. строить еще 3 таких же завода, значит — все, что требуется знать по отношению к пироксилину и пороху, известно в реальности, в образцах; их воспроизведение и должно составить основное условие подрядов. Охтенский завод предполагается пустить через несколько недель в полный ход, и получаемые им продукты, если окажутся удовлетворяющими ожиданию, должны служить образцом для частных предпринимателей. Постановка же каких-либо придирических или идеальных требований может в корне разрушить возможность получения дешевого и хорошего бездымного пороха.

13. Предполагаемое в 1891 г. расширение Охтенского казенного завода и постройка казанского и шостенского пироксилиновых заводов должны быть считаемы, во всяком случае,¹ невыгодными, потому что указанным местам не может отвечать дешевизна пироксилина. Если казне придется производить самой более того количества пироксилина, какое может при-

выгодными, способами приготовления как к указанным условиям, так и к условиям, еще более благоприятным, т. е. найти, например, порох, дающий меньшее давление или большую начальную скорость при той же совокупности остальных свойств. Убежден в том, что это достижимо, и полагаю, что этого достичь возможно легче всего при помощи привлечения лиц, обладающих научною подготовкою, и лиц, занимающихся техникою производства бездымного пороха или пироксилина. Суживая круг деятелей до того, что все скопилось бы в руках лиц одного порохового ведомства, Военное министерство рисковало бы всегда сгранициваться подражанием и, следовательно, отставать, а не вести за собою другие народы в деле выработки еще неустановившегося бездымного пороха. В лабораториях и в частных заводах бездымного пороха, кроме пользы для выгоды заготовки, должно искать лиц, могущих двинуть вперед дело русского бездымного пороха. Оттуда вышли и Абель, и Вьель, и Нобель, и Максим, и оттуда выйдут, если дело сразу не будет замкнуто на ключ порохового управления, русские новые виды бездымного пороха. Задачи порохового управления сводятся на гармоническое единство направления и усилий, а своеобразного и передового должно искать в другой стороне.

¹ Т. е. и тогда, когда не найдется частных лиц на поставку пироксилина по выгодным ценам. На эту стройку предначертано израсходовать в 1891 г. более 5½ млн. руб.

готовить устроенный на Охте пироксилиновый завод, то должно для сего избрать одно или два из мест, указанных в пункте 3-м. Если самой казне будет необходимо строить одни пороховые (без пироксилиновых) заводы, то их, по несложности производства, можно ограничить тогда двумя заводами (на Охте и в Казани) ради того, чтобы воспользоваться имеющимися там строениями и пороховыми погребами.

14. Так как пироксилиново-пороховое дело составляет сравнительно новую отрасль химических производств, требующую, очевидно, необходимых усовершенствований, то Военному министерству неизбежно—для руководства текущим производством и для его дальнейшего усовершенствования—иметь не только при каждом своем заводе отдельные (заводские) лаборатории, но и главную лабораторию, изучающую дело во всех его отраслях, и снабдить эти лаборатории не только должными средствами, но и лицами, способными к самостоятельной разработке химических вопросов бездымнопорохового производства. Если частные заводы для производств, давно установившихся, принуждены прибегать ныне к таким лабораториям, чтобы напрасно не терять возможных выгод, то кольми-паче это относится к делу столь новому, как пироксилиново-пороховое, и к министерству, стоящему на страже коренных интересов страны.

15. В пироксилиново-пороховом деле предметом строго сохраняемой военной тайны ныне должны и могут служить: образцы (и патроны) бездымного пороха, способы его приготовления и лабораторные исследования, относящиеся к этим способам. Производство пироксилина не требует тайны, и если заводчики ее сохраняют, то лишь по соображениям коммерческого свойства. Таково современное положение этих предметов.

Все указанные выводы представляемой мною записки покоятся на двух исходных положениях. Во-первых, бездымный порох составляет один из многих результатов приложения современных научных химических сведений к практике, а потому должен и может быть правильно поставлен только с помощью той науки, на которую ныне мне, как ее представителю, необходимо сослаться перед просвещенным вниманием вашего высокопревосходительства. Второе же положение, руководившее все время моим изложением, относится к теснейшей связи между развитием в России производства бездымного пороха и добычей всяких других химических продуктов. Связь эта наглядно выражается в том, что на ближайшие годы предначертан расход для бездымного пороха, равняющийся, по

размерам, *всей* современной годовой производительности России в отношении к ее химическим заводам. В тех и других заводах получение массы серной кислоты составляет первое неизбежное условие возможности существования и развития.

Интересы как всемирной науки, так и отечественной промышленности, при всей их важности и драгоценности, не могли закрыть мне глаза на то, что с введением бездымного пороха сопряжены чрезвычайные государственные расходы, а потому я старался, насколько позволяют мои средства и моя спешность, показать, как связано все это в деле бездымного пороха. Убежден, что, только идя вместе с русскою наукою и с развитием отечественной промышленности, можно достичь наилучшего и наиболее дешевого русского бездымного пороха, и чем связь эта будет теснее скреплена инициативою вашего высокопревосходительства, тем скорее и лучше достигнется сей вид, как и всякие другие виды, удовлетворения русских потребностей и государственного могущества. Связать еще крепче, чем ныне, воедино науку, промышленность государства и его воинскую силу—легко вашему высокопревосходительству при помощи бездымного пороха. И этой связи устрашатся русские враги. Разрушить ее естественность им невозможно; рано или поздно она выразится явно. Чем раньше случится это, тем лучше.

Совещательный член Артиллерийского комитета

Д. Менделеев

Доктор и заслуженный профессор химии императорского С.-Петербургского университета, доктор законов Эдинбургского университета, философ доктор Геттингенского университета, почетный член Совета торговли и мануфактур Югославской, Копенгагенской, Бостонской и Дублинской академий, Эдинбургского королевского общества, Русского физико-химического общества, императорского Русского технического общества, Лондонского химического общества и проч.

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПРИНЯТОГО ДЛЯ ПЕРЕВООРУЖЕНИЯ АРМИИ БЕЗДЫМНОГО ПОРОХА

В предлагаемой записке обсуждается с экономической стороны заготовление того сорта бездымного ружейного пороха, который по назначении совещательным членом Артиллерийского комитета я застал в октябре 1890 г. достаточно выработанным и принятым за образец желаемого для перевооружения русской армии. Будучи подобен французскому пороху Вьеля, наш бездымный порох состоит из желатинированного пироксилина, превращенного в тонкие квадратные пластинки; при заряде, весящем около 2.7 г (61 доля), в 3-линейной винтовке русского образца он дает пуле, весящей около $13\frac{2}{3}$ г, начальную скорость около 620 м, при наибольшем внутреннем давлении около 2200 атмосфер, судя по опытам, сделавшимся мне известными.

Не входя в разбор свойств принятого сорта бездымного пороха и в оценку с химико-технической стороны способов его получения и не останавливаясь на том, что ныне бездымный порох можно готовить с такими же, как у принятого образца, баллистическими свойствами, но более выгодный (судя по самому составу), я рассмотрю способы заготовления именно такого, как принятый у нас, пороха, потому что все главные условия производства различных видов бездымного пороха мало отличаются друг от друга и особенно потому, что заготовление в 5—6 лет около 1 млн. пудов бездымного пороха принятого образца уже решено, часть устройства на Охтенском пороховом заводе для того уже выполнена и все общие планы заготовки (но без подробностей) предначертаны, так что я могу отчасти сопоставить существующие предначертания с теми, которые, с своей стороны, считаю более обеспечивающими выгодность и уверенность заготовления. Такое сопоставление мне кажется не поздним и, быть может, полезным. Оно не поздно, потому что предполагаемый поныне план выполнен для заготовки только лишь 40 000 пудов (при усиленной работе, а при нормальной лишь на 20 тыс. пудов) в год

бездымного пороха на Охтенском заводе, а увеличение производительности этого завода и постройка заводов бездымного пороха в Казани и при Шостенском пороховом заводе предназначено выполнить лишь в предстоящем 1891 г. Пользу же от вышеуказанного сопоставления я предвижу в том отношении, что, взвесив несколько планов, легче будет избрать наиболее удовлетворительный, а для столь ценного дела, каково заготовление 1 млн. пудов бездымного пороха, необходимо прибегать к мерам, лишь взвешенным с разнообразнейших сторон, не только в отношении качества избираемого пороха, но и в отношении к его ценности.

Однако, прежде чем приступить к предмету, считаю не излишним изложить четыре основные¹ причины, побуждающие меня особо рассмотреть экономические условия заготовления бездымного пороха в России.

1. После моего назначения совещательным членом Артиллерийского комитета, его высокопревосходительство господин военный министр вменил мне в обязанность рассмотреть со всех сторон дело о введении бездымного пороха для перевооружения армии и доложить ему мое мнение о положении вопроса, а потому я имел прямой повод вникнуть в существующие предначертания, между которыми главным место занимает экономическая сторона предмета.

2. Все дело заготовления бездымного пороха состоит из ряда чисто *химических* производств (тогда как заготовка обыкновенного пороха почти исключительно состоит из *механических* производств), а я вот уже сорок лет специально занимаюсь химиею как со стороны ее теории, так и в отношении ее приложений к заводским делам, в последнее же время, вследствие участия в трудах высочайше назначенной при министре финансов Комиссии по пересмотру таможенного тарифа и назначения почетным членом Совета торговли и мануфактур, имел случай с разнообразнейших сторон ознакомиться, по новейшим данным, с условиями и обстоятельствами современной русской химической производительности, которая со введением бездымного пороха должна получить особое развитие многих своих частей. А так как ныне летом, по поручению его высокопревосходительства господина управляющего Морским министерством, я имел случай в Англии и Франции узнать многое

¹ Кроме них имеются и многие другие, например та, что дело, поставленное при его возрождении без достаточной обдуманности, трудно затем поправлять (например после постройки завода на Шостенском пороховом), но я не излагаю подобные доводы, потому что из сущности записки они вытекают сами собою.

о современном состоянии производства бездымного пороха в этих странах, а ранее того по разным причинам и случаям должен был лично и специально изучать в различных краях России и за границей различные виды заводской промышленности, то я, считая себя могущим — вследствие вышеуказанных видов подготовки — взглянуть самостоятельно на предстоящее громадное заводское дело заготовки бездымного пороха в его русских условиях, и решаюсь представить свои экономические соображения, имея в виду посильно послужить своим мнением как делу перевооружения русской армии, так и делу правильного развития отечественной химической промышленности.

3. В существующих предначертаниях цена бездымного пороха принята около 55 руб. за пуд, не считая расходов (около 8 млн. руб.) на устройство 3 новых заводов, и в 5 — 6 лет предположено произвести около миллиона пудов этого продукта, так что средний годовой расход на ближайшие годы предложен для бездымного пороха около 11 млн. руб., годовая же производительность всех ныне существующих химических заводов России, по сведениям, собранным за 1888 г. Департаментом торговли и мануфактур (в виде напечатанных материалов к пересмотру общего таможенного тарифа Российской империи) едва превосходит 11 млн. руб., а именно равна 11 334 200 руб. в 1888 г.¹ Поэтому наша химическая промышленность с введением бездымного пороха должна сильно и быстро возрасти. А так как такое нововведение должно быть совершено, по сущности дела, негласно, то недостаточно обдуманная или невзвешенная с разных сторон организация сего производства может не только повести к совершенно напрасным расходам, но даже и к прямым затруднениям со стороны возможности исполнения предначертаний, не говоря уже о том, что вся отечественная химическая промышленность может получить быстрый толчок вперед, если организация производства бездымного пороха будет обдумана с достаточною и возможною полнотою и всесторонностью.

и 4. Быстрота, с которою должно произойти устройство совершенно новой обширной отрасли химических производств, необходимых для бездымного пороха, не позволяет ближайшим лицам артиллерийского ведомства, в руках которых находится все пороховое дело России, глубже и полнее изучить

¹ Не считая производства красок, лаков, керосина, спирта, сахара и т. п., которые в отчетах департамента считаются особыми отделами заводской производительности.

все условия, необходимые для правильной обстановки предстоящих дел со стороны их отношения к условиям техники, сим лицам новой, и со стороны условий России, требующих специальной подготовки, а потому, в видах прямого содействия усилиям Артиллерийского управления, считаю необходимым немедленно же изложить свои соображения, которые касаются общей экономической стороны заготовления бездымного пороха как химико-технического продукта, не дожидаясь восполнения тех пробелов, которые неизбежны в спешной и трудной задаче: в немногие ближайшие годы удвоить медленно слагающуюся химико-промышленную деятельность России, притом действуя негласно и имея в виду как экономию расходов казны, так и драгоценные интересы развития отечественной промышленности. Я знаю, что Артиллерийское управление в своих предначертаниях также блюло оба указанные интереса, но полагаю, что некоторые новые предложения только помогут достижению наилучшего из возможных результатов.

Спешность, тайна, здесь неизбежно необходимая, в которую мне пришлось быть посвященным, и громадность предстоящих затрат — составляют столь особую обстановку всему делу введения бездымного пороха, что я считаю своим долгом сказать немедленно все то, что могу, на основании сведений, полученных в течение моей прошлой деятельности, по крайнему своему разумению.

Предмет своего изложения считаю полезным распределить по параграфам и расположить на следующие отделы:

- I. Об основных материалах для бездымного пороха.
- II. О снабжении пироксилиновых заводов серною кислотою.
- III. О производстве азотной кислоты.
- IV. О хлопке и его очищении.
- V. О пироксилиновых заводах.
- VI. Об отбросах или побочных продуктах.
- VII. О топливе и других главнейших материалах, потребных для заводов бездымного пороха.
- VIII. О производстве серного эфира и растворителя.
- IX. Об экономических условиях производства самого бездымного пороха.
- X. Об общем плане организации производства первого миллиона пудов бездымного пороха.
- XI. О переходе от ныне принятых планов к тем, которые предлагаются в этой записке, особенно по отношению к Охтенскому пороховому заводу.

I. О сырых материалах для производства бездымного пороха

§ 1. Для производства 100 весовых частей бездымного пороха,¹ кроме 200 частей растворителя (составленного из смеси 2 частей эфира и 1 части спирта), требуется 100 частей пироксилина, а для производства его, считая пироксилин состоящим из тринитрокетчатки (по номенклатуре Абеля, наиболее ныне распространенной), необходимо, в сущности, судя по уравнению реакции:

54 $\frac{1}{2}$ части чистой сухой клетчатки, или хлопчатобумажных «ковцов» (отбросов мануфактур)

и

63 $\frac{1}{2}$ части чистой азотной кислоты

Всего 118 частей

Если считать, что 54 $\frac{1}{2}$ части сухой очищенной клетчатки потребуют 100 частей нечистой, поступающей в виде отброса

¹ Различные виды пороха, особенно при сравнении их по стоимости, строго говоря, не следовало бы измерять весом, потому что равные веса различных порохов производят очень неодинаковые действия. Следовало бы за единицу избрать вес, потребный для данной массы известных зарядов, сообщающих снарядам определенную начальную скорость, или вес, необходимый для произведения известного действия. Так, например, по опытам, произведенным (ноябрь 1890 г.) по моей просьбе на Охтенском заводе, оказалось, что в ружьях различного калибра для получения одинаковых начальных скоростей пуль требуется бездымного пороха принятого образца (около) в 2 $\frac{1}{4}$ раза менее, чем русского обыкновенного пороха. По опытам с различными другими видами бездымного пороха это отношение доходит до 3 и очень часто превосходит 2 $\frac{1}{2}$ раза. Отношения эти имеют очень важное значение, потому что 1 млн. пудов пороха, имеющего отношение 2 $\frac{1}{4}$, заменяется (для произведения того же действия в оружиях) только 900 тыс. пудами пороха с отношением 2 $\frac{1}{2}$, а при отношении = 3 надобно лишь 750 тыс. пудов. Ценить следует заряд, а не пуд пороха, — когда имеется в виду сравнение различных видов пороха, назначаемого для произведения определенного действия.

с мануфактур (ткацких и прядильных), и что для получения 63¹/₂ частей чистой азотной кислоты нужно 100 частей продажной натровой селитры и около 100 частей продажной крепкой (в 66° Боме) серной кислоты (купоросного масла), то в сущности идет в дело на миллион пудов пороха или пироксилина:

1	млн. пудов	чилийской селитры
1	" "	серной кислоты
1	" "	хлопковых концов
2	" "	растворителя
5	млн. пудов	различных основных материалов, не считая топлива, посуды и пр.

Но так как при образовании 100 частей пироксилина происходит 18 частей воды, и от прямого взаимодействия крепкой азотной кислоты с хлопком легко происходят воспламенение и побочные превращения, и так как в действительности азотная кислота, практически применявшаяся на заводах, уже содержит часть воды, то в практике необходимо брать вместе с азотною кислотою избыток серной кислоты, служащей между прочим прежде всего для отнятия воды. Затем необходимо брать излишек азотной кислоты и даже излишек хлопка. Таким образом практика привела к тому, что ныне считается на 100 частей пироксилина необходимым:

600	частей	возможно крепкой серной кислоты (66° Боме)
200	"	дымящей или крепкой (в 48° Боме) азот- ной кислоты
67	"	чистого сухого хлопка

Для получения же 600 частей крепкой серной кислоты необходимо 200 частей серы или около 500 частей серного колчедана; для получения 200 частей крепкой азотной кислоты необходимо около 300 частей продажной натровой (или чилийской) селитры, а для 67 частей чистого сухого хлопка требуется около 100 частей тех грязных хлопчатобумажных концов, которые (вследствие удобства применения, дешевизны и хорошего достоинства хлопка) применяются обыкновенно для получения хлопка, употребляемого в пироксилиновом деле.

Для превращения же 100 пудов пироксилина в порох, сверх приборов, топлива (для паровиков) и работы, надобно еще 200 пудов растворителя, состоящего из 67 пудов крепкого (90-градусного) спирта и из 133 пудов эфира. А так как

для приготовления этого последнего пойдет не менее 220 пудов 80-градусного спирта, то весь расход спирта должно принять около¹ 300 пудов, считая его в виде 80-градусного спирта.

Таким образом, не считая ни массы топлива и посуды, металлических снарядов, построек и воды, ни рабочей силы, ни техников, потребных для всех операций, и останавливаясь только на основных материалах, необходимых для производства 1 млн пудов бездымного пороха, для сего необходимо:

5 млн. пудов серного или железного колчедана			
или 2 млн. пудов серы			
3	"	"	чилийской селитры
1	"	"	нечистых хлопковых концов
3	"	"	80-градусного спирта

12 млн. пудов сырых материалов; а из них 9 млн. пудов на 1 млн. пудов пироксилина и 3 млн. пудов вместе с 1 млн. пудов пироксилина собственно на порох

Идти далее в расчете сырья не следует, потому что чилийская селитра и спирт взяты в том обычном виде, в каком они находятся в продаже, и могут быть получены или запасены в должном изобилии, хлопковые же концы взяты в том виде, в каком они составляют сравнительно дешевый отброс мануфактуры, а серный колчедан взят как ископаемое, находящееся прямо в природе. В дальнейшем изложении будет доказано, что следует исходить именно из него, а не из серы.

§ 2. Из того, что на пуд пороха идет 12 пудов сырых материалов (а не 5, как можно ждать по неизбежной необходимости), очевидно: 1) что при производстве в больших размерах, каким и должно считать предполагаемое производство бездымного пороха в России, должно и можно приложить заботы к тому, чтобы соблюдалась всевозможная экономия сырья; 2) что при производстве, хотя нельзя (особенно при промывке пироксилина) избежать потерь, но необходимо обратить внимание как на их уменьшение, так и на продажу, переработку отбросов и остатков производства (что особо рассматривается в VI отделе записки), а это до сих пор вовсе не было принимаемо во внимание, и 3) что приемы получения

¹ Более детальный счет спирта, идущего на пуд бездымного пороха, приведен в отделе VIII записки.

бездымного пороха, ныне существующие, нельзя считать законченными, и необходимо иметь постоянно в виду их улучшение и усовершенствование.

Эти одни соображения достаточны для того, чтобы привлечь к делу бездымного пороха столь сведущих в химии и технике людей, чтобы они, не упуская все время из виду качеств получаемого пороха, приложили усилия к усовершенствованию существующих приемов и к сокращению предстоящих расходов. Глядя ближе на предмет со стороны прямо денежной, очевидно, что всякие расходы и усилия, сделанные в направлении улучшения господствующих способов приготовления пироксилина и пороха, могут быть плодотворны, если будут избраны приемы, удовлетворительные по существу дела, о чем я считаю долгом сказать при самом приступе к обсуждению экономических условий заготовки бездымного пороха в России.

Считая цену за пуд колчедана (на местах, удаленных от рудников ближе чем на 100 верст) по 20 коп. (что выше нормальной стоимости), пуд чилийской селитры (в портах) по 1 руб. 50 коп., пуд чистых хлопковых концов в 9 руб. (что опять выше истинной возможной их стоимости) и пуд 80-градусного¹ спирта (без акциза) в 2 руб., получим стоимость сырья на пуд пороха:

за 5 пудов колчедана	по —руб. 20 коп. =	1 руб. — коп.
„ 3 „ чилийской селитры по 1 „ 50 „	=	4 „ 50 „
„ 2/3 „ чистых концов . . . по 9 „ — „	=	6 „ — „
„ 3 „ 80-градусного спирта по 2 „ — „	=	6 „ — „
		17 руб. 50 коп.

Следовательно, из 60 руб. цены пороха только около 17 руб., или около $\frac{1}{3}$ ценности, падает на основное сырье, остальные же 43 руб. идут на погашение капитала, на проценты его, на рабочих, на топливо, на управление, на посуду,

¹ Градусы спирта в России относятся к ведру. Продажная цена при большой торговле и статистических отчетах чаще всего относится к ведру 40-градусного спирта. Если цена (отнесенная к московским складам) ведра дается около 60 коп., это значит, что (без акциза) каждый градус продается по $1\frac{1}{2}$ коп., и, следовательно, ведро 80-градусного спирта стоит 1 руб. 20 коп. А так как ведро безводного спирта весит около 0,6 пуда, а ведро 80-градусного спирта около 0,65 пуда, то 1 пуд такого спирта содержит около $1\frac{1}{2}$ ведер и около 125 градусов, — следовательно, при цене $1\frac{1}{2}$ коп. за градус, пуд 80-градусного спирта стоит около 1 руб. 87 коп. Так как с перевозкою и с укупоркою цена возвышается, то для простоты расчета принята цена 2 руб. Действительная цена внутри России, вероятно, будет ниже, со всеми расходами.

перевозку и т. п. расходы и, сверх того, на барыши посредствующих капиталистов и предпринимателей. Отсюда уже очевидно, что возможность в экономии расходов может быть сделана преимущественно на счет сокращения тех затрат, которые входят в сумму 43 руб., хотя и в расходах на сырье можно сделать, ничего не нарушая в производстве, немаловажные экономии, которые тем важнее, что расходы, заключающиеся в 43 руб., рассчитываются чаще всего пропорционально затрачиваемому сырому материалу.

Таким образом, я полагаю, что немаловажные сокращения в расходе на бездымный порох не только возможны, но и должны составить основную заботу при введении бездымного пороха для перевооружения всей русской армии. Чтобы видеть полную, а иногда и простую возможность сокращения расходов на порох, достаточно указать на одно то, что при неуместном устройстве заводов одна перевозка может поглотить огромные суммы. Если предположить, что из 12 пудов сырья 8 пудов придется доставлять за 1000 верст, ценою по 15 коп. с пуда, то на 1 млн. пудов пороха это составит уже 1200 тыс. руб., на одну перевозку 8 млн. пудов груза, а топлива идет на пуд бездымного пороха (отдел VII) не менее 20 пудов. В Петербург его везут в виде каменного угля из Англии, а есть места в России, где пуд угля на 10 коп. дешевле, чем в Петербурге.

Отсюда становится очевидным, что правильный выбор места для заводов должен играть весьма большую роль в определении стоимости пироксилина и самого пороха. До сих пор этот предмет или не обращал на себя достаточно внимания, или решался по соображениям, чуждым надлежащей точки зрения. С другой стороны, из того, что между основным сырьем селитра и спирт составляют крупную ценность пороха, можно уже предвидеть, что в отношении к ним должно с особою тщательностью обсудить те приемы производства, которые могут повести к экономии в расходовании сырья. В X и XI отделах этой записки я стараюсь совокупить все то, что ныне, при первом приступе к предмету и при спешности, с какою должен излагать свои соображения, могу с своей стороны считать наиболее важным и наилегче достижимым.

II. О снабжении пироксилиновых заводов серною кислотою

§ 3. При цене бездымного пороха в 55 руб. за пуд цена серной кислоты принята в предположениях от 1 руб. до

80 коп. за пуд; приняв среднее 90 коп., получим, что расход серной кислоты на миллион пудов пороха предположен (при устройстве частью собственных, казенных заводов, частью же при пользовании частными заводами) близким к $5\frac{1}{2}$ млн. руб., т. е. составляет около 10% всех текущих расходов. Очевидно, что свою определенную роль предмет сей играет во всей экономике заготовления бездымного пороха. А так как без массы серной кислоты обойтись нельзя и ее придется заготавливать особо (потому что частные заводы ныне не могут и думать, без нового обзаведения, удовлетворить спросу) для пороховых заводов, то вопрос о заготовлении серной кислоты должен быть поставлен во главу всех вопросов, касающихся производства принятого бездымного пороха. Оно так и должно быть, потому что и во всей химической промышленности серная кислота играет первостепенную роль, а производство бездымного пороха есть отрасль чисто химической промышленности. Поэтому с вопроса о серной кислоте начинаю свое изложение и ему посвящаю больше подробностей, чем другим частям предполагаемых производств.

Для правильности постановки вопросов, сюда относящихся, необходимо начать изложение не прямо с серной кислоты, а с серы.

Так как на пуд бездымного пороха необходимо около 6 пудов серной кислоты, а в них содержится около 2 пудов серы, то вопрос о сере, с заменю обычного пороха бездымным, становится чрезвычайно важным для военного ведомства, потому что в пуде прежнего пороха содержалось только $\frac{1}{8}$ пуда серы. Так как в ружьях и пушках 1 пуд бездымного пороха заменяет (в хороших образцах) примерно $2\frac{1}{2}$ пуда обыкновенного черного пороха, то потребность в сере, для надобностей военного ведомства, при этой замене возрастает в 6 или 7 раз.¹ А потому, обосновывая перевооружение

¹ Потребность в чилийской селитре, при замене черного пороха бездымным и при равном числе выстрелов тем и другим порохом, возрастает для военного ведомства в $1\frac{3}{4}$ раза, считая, что на пуд черного пороха (с 75% чистой калийной селитры) идет 70 пудов чилийской (продажной) селитры, а на пуд бездымного около 3 пудов чилийской. Если принять, что бездымный порох заменяет $2\frac{1}{2}$ части черного, или обыкновенного пороха, то на эти $2\frac{1}{2}$ части надо 0.7×2.5 или 1.75 частей чилийской селитры, а для 1 части бездымного пороха, заменяющего $2\frac{1}{2}$ части черного пороха, надобно 3 части чилийской селитры. Отношение 3 к 1.75 равно 1.73. При отношении пороховых зарядов в $2\frac{1}{4}$ раза отношение пороховых запасов селитрою уже приближается к 2. Сокращая расход на азотную кислоту, можно допустить, что при бездымном порохе, запасы военного ведомства в складах чилийской селитры

на бездымном порохе, необходимо: 1) озаботиться о возможности снабжения пороховых заводов серою русского происхождения, дабы на случай военных действий не могло произойти задержки от недостатка этого основного материала, и 2) принять все меры для возможного удешевления той массы серы, которая потребна для производства бездымного пороха. Когда речь идет о миллионе пудов бездымного пороха, то в то же время подразумевается 2 млн. пудов серы, а вся годовая потребность серы в России едва превосходит 1 млн. пудов.¹ Можно полагать с первого взгляда, что Военное министерство, сделав запас сицилийской серы на двухлетнюю производительность, обеспечит свою потребность на случай военного времени, подобно тому как это сделано для селитры. Но, производя в 5—6 лет миллион пудов бездымного пороха, должно расходовать ежегодно средним числом от 400 тыс. до 300 тыс. пудов серы и, следовательно, должно сделать запас около 700 тыс. пудов серы. А так как пуд ее с накладными расходами обходится (без таможенной пошлины) до сих пор от 1 руб. до 65 коп. в Петербурге, то при средней цене только в 70 коп. за пуд стоимость запаса составит уже около полмиллиона рублей. Одни проценты на мертвый капитал, таким образом вкладываемый в дело, со-

должны быть увеличены по крайней мере в $1\frac{3}{4}$ раза. Это необходимо иметь в виду при самом перевооружении армии. Если к запасам иностранной селитры прибавить запасы соответственного количества сицилийской серы, производя из нее серную кислоту, то на каждые 3 части селитры должно магазинировать 2 части серы. Если считать, для простоты, цену серы (ныне около 90 коп. за пуд, летом была 65 коп.) равную $\frac{1}{2}$ цены селитры, то на 100 тыс. руб. современных запасов селитры при введении бездымного пороха следует иметь запас серы и селитры на 300 тыс. руб.

¹ Средний годовой ввоз сырой (нелитрованной) сицилийской серы в Европейскую Россию за 1887—1889 гг. близок к 1 млн. пудов по отчетам таможенного ведомства, относящимся к европейским границам империи, а именно:

	1887 г.	1888 г.	1889 г.
Ввезено сырой серы по европейским границам	810	1114	993 тыс. пудов

Сверх того около 200 тыс. пудов серы в год идет чрез Батум для бакинских заводов серной кислоты, идущей для очищения керосина. Все 993 тыс. пудов серы, ввезенной в 1889 г., по таможенной оценке стоили 698 тыс. руб., что дает цену пуда серы в 70 коп. на границах империи — без таможенной пошлины.

ставят ежегодный расход в 25 тыс. руб., затратив который в течение 2 или 3 лет, можно легко обеспечить постоянным источником своей русской серы — в виде колчеданов. Но так как напрасно, в отдаленные времена, для порохового дела Россия искала серу, то предубеждения в этом отношении укрепились до того, что и ныне, когда военному ведомству нужна не прямо сера, а серная кислота, совершенно упущена из вида возможность воспользоваться наступающим моментом для правильной постановки на будущее время вопроса о сере, потребной России для ее химической производительности, включая в нее и бездымный порох.

§ 4. Самая сера, кроме тех мест на Волге (Самара, Сюкеево), где она есть, но где не сумели до сих пор ее извлекать, найдена в России в изобилии. Ее добыча в Дагестане, около Кхиута, свою известность получила от того, что черкесы, при Шамиле, ее брали для производства своего пороха. Она добывалась там в прошлое десятилетие частными компаниями князя Еристова, Л. Перду и др.; я лично посещал рудник. В 1886 г. его добыча достигала 72 тыс. пудов. Но дело ныне завяло. Не от недостатка серы произошло это, — ее там много в том самом виде, как в Сицилии. Погубил это дело недостаток капитала и предприимчивости и свобода входа в Россию иностранной серы. В Закаспийском крае, в 250 верстах от Асхабада, прямо на земной поверхности за последние годы стали известны громадные холмы, состоящие из смеси серы и камня. Там есть уже и местная добыча, но малая. Очевидцы говорят о богатствах неисчерпаемых. Предпринимателем является г. Ахвердов. Способ добычи выработан и испытан г. Дамским. Но пути сообщения частью необходимо капитально улучшить, вырыв колодцы, жертвуя на то не менее 20 тыс. руб. Цена, по переданным мне расчетам, будет на берегу Каспийского моря не выше 55 коп. Но кто же станет жертвовать капиталы, если их слабое развитие у нас заставляет продавать на наличные и если иностранный продукт долгосрочными кредитами поддерживает своих прежних клиентов? Словом, сера в России есть и в изобилии, но нет условий ее добычи. Быстрое возникновение такого громадного химического производства, что в 5 лет потребуются 2 млн. пудов серы, могло бы служить для сей цели. Но, упоминая об этом, я указываю вслед за сим иной способ восполнения русской надобности в сере для серной кислоты, а именно развитие добычи и переделки русских колчеданов (пиритов) на серную кислоту.

§ 5. В первую половину текущего столетия вся громадная

масса серной кислоты, требующейся в промышленности, добывалась почти исключительно из сицилийской серы. Ныне же этого почти нигде не делают, за исключением России, и везде добыча серной кислоты ведется из колчеданов. Такой всеобщий переход с серы на колчедан определяется преимущественно 5 причинами: 1) серный или железный колчедан встречается в природе гораздо чаще, чем сера, часто громадными сплошными пластами и массами.¹ В средних пробах торговых образцов от 40 до 50% серы (совершенно чистый содержит $53\frac{1}{3}\%$ серы). 2) Так как на местах добычи колчедана из рудников он обходится обыкновенно не более 5, редко до 10 коп., а перевозка его (как балласта на судах) по рекам и морю обходится недорого, то сера в колчеданах обходится гораздо дешевле серы сицилийской.² Так, например, если в Лондоне цена тонны серы близка к 6 фунтам стерлингов, то колчеданы или пириты, смотря по содержанию меди, ценятся от 1 до 2 фунтов стерлингов. 3) Многие серные колчеданы, а особенно испанские, наиболее распространенные в Западной Европе, равно как и многие уральские, содержат медь в количестве даже до 8% и, после того как из них выжигается сера для серной кислоты, служат для добычи меди (иногда и для извлечения серебра и золота). 4) Серный колчедан после обжигания, выделяющего серу, необходимую для серной кислоты, оставляет железную окись, ныне³ прямо поступающую для выделки чугуна, железа и стали. 5) Каменные угли всегда содержат серный колчедан, и ныне, путем систематической промывки на сложных вашгердах, для многих целей отмыкают от угля колчеданы, являющиеся таким образом как отброс. Хотя такие колчеданы (Coal Brasses или Scotch Gold у англичан) меди, обыкновенно, не содержат и, обыкновенно, заключают подмесь посторонних пород, но представляют в применении к добыче серной кислоты ту выгоду, что часто прямо уже являются в виде мелкого мусора, легко подвергающегося полному обжиганию и не требующему предварительного измельчения.

¹ Так проф. Карпинский описывает многие громадные залежи пиритов на Урале. На Богословском заводе, ради одной меди (3—5%), ежегодно жгут до 3 млн. пудов пирита.

² Ценность сицилийской серы падает с годами по 2 причинам: главное потому, что ее масса заменяется колчеданом, и затем потому, что на содовых заводах распространяется возобновление (регенерация) серы, расходуемой для приготовления серной кислоты. Ныне эти способы выработаны. Их следует иметь в виду и нашим пороховым заводам.

³ С 70-х годов научились получать прекрасную сталь и мягкое железо из подобных окислов железа, содержащих часть серы.

По указанным причинам добыча серной кислоты из колчеданов (вместо серы) служила всюду к значительному удешевлению серной кислоты. Это обстоятельство вместе с нахождением многих месторождений колчеданов в России заставляет видеть очевидное побуждение к тому, чтобы Военное министерство, вызывая новое громадное дело добычи в России массы серной кислоты, приняло непременным условием: получение серной кислоты из колчеданов.¹

§ 6. Прежде, чем разбирать отношение рассматриваемого предмета к надобностям его для бездымного пороха, считая необходимым остановиться на объяснении причины: почему Россия не перешла к добыче серной кислоты из колчеданов и остается еще при добыче большей части серной кислоты из серы. Важнее всего здесь то обстоятельство, что добыча серной кислоты в России до сих пор была очень ограниченной и при этом разбитаю на отдельные, далеко друг от друга отстоящие края, а именно сгруппирована в польские, прибалтийские и подмосковные губернии, а затем в Казань, Елабугу и Баку, сильных же заводов совершенно не существует в России, потому что эти производства (в обыденной жизни серная кислота, как известно, вовсе не применяется), для коих она применяется, поныне мало покровительствовались таможенным тарифом (исключая нефтяные дела, для коих серная кислота и добывается в Баку в количестве полумиллиона пудов в год). Заводы устраивают малосильные, а таким заводам обыкновенно не было расчета ни производить собственные разведки и разработку русских местонахождений колчедана, ни ввозить его из-за границы, потому что перевозка иностранного колчедана от портов во внутрь страны значительно удорожила его стоимость, ни перестраивать свои заводы для выработки серной кислоты не из серы, а из колчеданов. Немалое значение имеет также и то обстоятельство, что склады серы в Петербурге, Риге, Одессе и Батуме пред-

¹ Доказательством тому, что до сих пор соображения сего рода не имелись вовсе в виду, служит то обстоятельство, что в заседании (7 ноября) Исполнительной комиссии, куда я был призван, чтобы выслушать последние (после долгих переговоров) условия Тентелевского завода (директор Шнейдер) на заготовку серной кислоты Охтенскому заводу, обсуждалось условие на 5 лет по цене до 73 коп. с пуда серной кислоты, при условии цены серы в 65 коп. за пуд, с тем, чтобы при изменении цены серы, на столько-то копеек (выше или ниже 65 коп.), цена серной кислоты изменялась на $\frac{1}{3}$ изменения ценности серы. Не говоря ни о чем ином, по этому условию для меня особенно ясно одно — серную кислоту и впредь полагалось считать получаемую из серы, а не из колчеданов. А между тем Тентелевский завод уже ввел у себя получение чистой серной кислоты из *иностраных* колчеданов.

ставляют легкую возможность приобретать серу по мере надобности, отсутствие же установившейся добычи колчеданов заставляет самого заводчика вкладывать новые капиталы для установления и ведения колчеданной добычи и доставки, капиталы же у нас, как известно, редки, дороги и не имеют надобности рисковать в предприимчивости, потому что и в виде купонов, закладов и т. п. дают хорошие барыши.

Но подобные отношения вовсе исчезают, когда дело пойдет, как при бездымном порохе, об устройстве сразу многих новых заводов, как это будет далее объяснено подробнее. Теперь же необходимо указать, что хотя большинство русских заводов работает на сере, но некоторые заводы России уже начали получать серную кислоту при помощи колчеданов. Инициатива принадлежит П. К. Ушкову в Елабуге на Каме. Он пользуется уральским колчеданом своего рудника и утилизирует его для добывания меди и серной кислоты. Покойный г. Гиль, разрабатывая каменный уголь Тульской губернии около станции Ясенки, также уже 12 лет сему назад устроил завод для получения серной кислоты из колчеданов, сопровождающих местный каменный уголь. Завод г. Кованько, около Боровичей, также уже несколько лет пользуется теми колчеданами, встречающимися на месте, которые в Крымскую войну служили для получения самой серы в то время, когда блокада портов не позволила применять сицилийскую серу для производства пороха. Сколько мне известно, Ушкову колчеданы на заводе (т. е. с провозом с Урала) обходятся около 20 коп., Гиллю около 8 коп., а Кованько от 7 до 10 коп. Рудной добычи около Боровичей не заведено, колчеданы прямо собираются крестьянами в реке и все же набирают в год до 100 тыс. пудов. Сверх того в России началась переработка и заграничных колчеданов, а именно в польских губерниях и в Петербурге в одной камере Тентелевского химического завода. По данным таможенного департамента, в 1888 г. ввезено 275 тыс. пудов, в 1889 г.—289 тыс. пудов, преимущественно по таможням—Сосновицкой и Рижской. Цена ввоза 289 тыс. пудов указана в 61 тыс. руб., что дает среднюю цену иностранного колчедана по 21 коп. за пуд, а при этом цена пуда серы, считая 45% содержания, не выше 47 коп., тогда как за тот же период 1889 г. в таможи России ввезено 1020 тыс. пудов на 735 тыс. руб., что дает среднюю цену пуда сицилийской серы в 72 коп.

§ 7. Указанные места (Урал, Тульская губерния и Мста около Боровичей) уже показывают явно, что несправедливы те неосторожные, которые решались утверждать, что

в России, за исключением Урала, нет своих колчеданов,¹ достойных разработки. Прямо обратное этому представляет действительность, о чем я говорю отчасти по свидетельству своих глаз, отчасти по документам, у меня в руках находящимся. Умалчивая о тех местонахождениях, которые не обставлены достаточными доказательствами действительной изобильности, не включая и тех многочисленных залежей колчедана, которые перечислены в почетном труде профессора Меллера: «Полезные ископаемые Кавказского края 1889 г.», и вообще оставляя в стороне дальние окраины России, я считаю необходимым указать на 5 месторождений серных колчеданов, могущих служить для добычи массы серной кислоты, потребной для пироксилиновых заводов.

1) Для заводов, соседних с Петербургом, ближайшие, по легкости водного сообщения, изобильные месторождения колчедана известны в Олонецкой губернии. У меня есть письмо г. Красильникова, занимающегося переработкою в Петербурге серебристо-медных руд Олонецкого края. Г. Красильников пишет (от 12 октября 1890 г.):

«Производя в течение нескольких лет поиски и разведки в Олонецкой и Архангельской губерниях, между прочими встреченными там полезными минералами открыто несколько мощных пластовых месторождений серного колчедана, с содержанием около 40% серы, которого из тех месторождений возможно было бы добывать ежегодно до 2 млн. пудов и доставлять в С.-Петербург по цене $\frac{1}{2}$ коп. за 1% серы, или же за 1 пуд чистой серы, содержащейся в колчеданах, по 50 коп.» Можно, однако, думать, что, при развитии этой добычи, цену в Петербурге окажется возможным сбавить, а всего важнее видеть возможность получения дешевой серной кислоты из олонецких колчеданов где-либо на берегах Онежского озера, избирая место для пироксилинового завода там, где окажется наимыгоднейшим его устроить по отношению к условиям перевозки, потому что, вывозя с завода пироксин, мы не вывозим нисколько серной кислоты, для его получения необходимой.

2) Вторым, несомненно богатым и к столицам близким, месторождением колчеданов служат берега Мсты и Прыкиш около Боровичей, о чем уже упомянуто выше. Здесь еще нет правильной горнозаводской добычи, но кроме колчедана,

¹ Так утверждал, например, г. Шнейдер в своей брошюре (1890), написанной по поводу пересмотра таможенных тарифов. Подобную же ошибку делали много раз люди, мало знающие природу и глубь России.

вытаскиваемого из рек крестьянами, несомненно, существуют и пластовые (с местным углем связанные) месторождения колчеданов. При правильной добыче они несомненно обойдутся не дороже тех 5 коп. за пуд, которые составляют выгодную цену обычных месторождений угля и пиритов. Местности эти, находясь между столицами России и в связи с Волжско-Балтийскими водными путями сообщения, представляют много условий для учреждения там заводов серной кислоты и пироксилина.

3) Уральские колчеданы, по изобилию месторождений, по легкости сплава на Каму и по существованию примера Ушкова, представляют драгоценный материал для серной кислоты и пироксилинового дела на крайнем северо-востоке Европейской России и, вероятно, будут пригодны для пироксилинового завода, снабжающего Казанский завод бездымного пороха, когда он возникнет.

4) Каменные угли Подмосковного бассейна (губерний Рязанской, Тульской и Калужской), хотя как топливо имеют малое значение (они по теплопроизводительной способности едва превосходят дерево, содержат много золы и не сохраняются), но тем не менее добываются в количестве до 15 млн. пудов в год. Все они сопровождаются большим количеством колчеданов и во многих местах встречаются пластами, ясно ограниченными от угля и пород, которые проходят при рытье шахт. Так в Мураевне (рязанское имение П. И. Губонина) пройдено несколько таких пластов колчедана. Вышеупомянутый завод Гиля основан на колчеданах подобного же рода. И я думаю, что при производстве пороха на Шостенском заводе можно было бы обосновать производство пироксилина на счет колчеданов этой местности.

5) Наконец, вдали от западных границ, в области Донца, среди каменных углей, как я сам видел на многих шахтах, посещенных мною в 1888 г., встречается масса колчеданов. Завод г. Уманского (около Юза), устроенный прямо над шахтами, при тщательной промывке углей, назначаемых для коксования, кузниц и т. п., получает почти чистый колчедан, в виде отброса, как я сам видел на месте. Местные производители предлагают колчеданы Донецкой области по цене каменного угля. А на местах добычи цена угля изменяется (преимущественно по сорту угля и по положению в отношении к центрам сбыта) от 3 до 7 коп., так что и колчеданы там можно иметь по 5, много что по 10 коп. за пуд. Такие обстоятельства заставляют выразить мысль о великой выгоде устройства пироксилинового завода в области донецких

углей, тем более, что дешевизна топлива и близость моря (что важно для дешевизны доставки чилийской селитры), равно как и больших металлургических заводов, дают и все другие условия, благоприятствующие возможности удешевления пироксилина, если завод для него будет создан в этом центре будущей промышленности России.

§ 8. Таким образом, русские химические заводы обладают для замены сицилийской серы достаточными запасами русских колчеданов. Правительственные же заводы, уже в силу того, что они должны быть передовыми для народной промышленности,¹ затем по причине случайностей войны и, наконец, для того, чтобы получить наиболее дешево массу серной кислоты, должны показать здесь дорогу частной предприимчивости, и потому, по моему мнению, основным условием при их устройстве должно поставить, *чтобы серная кислота, потребная для пироксилиновых заводов, ради дешевизны и развития русской промышленности, получалась не иначе, как при помощи русских колчеданов.* Во всех дальнейших соображениях это условие принято за исходное, и я считаю его основным, определяющим как возможную дешевизну пироксилина, так и места для устройства пироксилиновых заводов, вместе с заводами серной кислоты, как необходимых подготовителей бездымного пороха.

§ 9. Между другими соображениями, долженствующими служить для правильной экономической постановки вопросов о производстве Военным министерством пироксилина, одно из первых мест должно занимать то, что потребность в огромной массе серной кислоты, необходимой для этого дела, не может никоим образом восполниться существующими заводами и существующими (заведенными) приборами (камерами, кубами и т. п.), т. е. для предполагаемых количеств пироксилина необходимы совершенно новые камеры, кубы и другие заводские приспособления. Сделают ли их частные заводчики или сама казна — это вопрос иной, но, являясь потребителем, казна прямо или косвенно должна сделаться производителем серной кислоты, т. е. новые заводы построятся во всяком случае на счет казны, и я перейду в дальнейшем изложении к рас-

¹ А в силу этого они не должны бы слушать тех, на вид осторожных, а в сущности или небеспристрастных, или очень отсталых советников, которые будут говорить, что дело развития промышленности составляет предмет иного, но не Военного, министерства и что колчеданов в России нет уже потому, что их к нам ввозят. Введение бездымного пороха само по себе есть уже громадное развитие русской химической промышленности. А колчеданы в России есть, если из них уже готовят серную кислоту.

смотрению относительной выгоды частной и казенной постройки заводов этого рода, когда изложу некоторые необходимые для постановки вопроса сведения, но прежде всего необходимо ясно видеть, что средней годовой поставке миллиона пудов серной кислоты не может удовлетворить существующее развитие этого дела в России.

Общее количество производства серной кислоты в России, включая сюда и Закавказский край, где производится (для керосина) не менее 600 тыс. пудов серной кислоты, едва ли многим превосходит 2 млн. пудов в год, а требуется, при производстве первого миллиона пудов пороха, в ближайшие 5—6 лет получать для него ежегодно средним числом по 1200 тыс. пудов серной кислоты. Притом, хотя серная кислота может перевозиться, но ее перевозка ложится очень тяжелым накладным расходом, а потому, имея 3 пироксилиновых завода, необходимо около них сосредоточить и те заводы, которые будут готовить серную кислоту. Следовательно, необходимы именно крупные, большие заводы, и нельзя ограничиться несколькими мелкими. Но таких заводов столь мало в России или они поставлены, сообразуясь с существовавшим до сих пор потребностью, столь неудобно для пользования русскими колчеданами и для возникающего производства пироксилина, что достижение желаемого не может быть иным, как при помощи совершенно новых заводов. Так, например, один из крупных заводов России Ушкова стоит на Каме, в Елабуге; он сам, производя квасцы, купоросы, хромпик, а ныне и соду, потребляет большую часть своей серной кислоты, вывозя преимущественно продукты, при ее помощи получаемые. Воспользоваться им для Казанского пироксилинового завода, если такой возникнет, было бы очень невыгодно, потому что пришлось бы: 1) запастись летом массу серной кислоты на весь год, что равнозначуще с затратою большого мертвого капитала на запасы; 2) переплачивать за провоз самой кислоты и сосудов, ее вмещающих, и 3) платить за эти сосуды, за их бой и проч., и один этот расход, не говоря о перевозке, на пуд серной кислоты ложится, при возврате сосудов заводу (что опять потребует расходов на перевозку), по крайней мере 6—10 коп. на пуд. А на всю пропорцию 6 млн. пудов кислоты потребной (на 1 млн. пудов пороха в 5 лет) такая переплата уже составляет 360 тыс. руб., или в год напрасную трату около 70 тыс. руб., *не считая расхода на перевозку*. Заводами, подобными елабужскому, можно выгодно воспользоваться не иначе, как устроив рядом с ними пироксилиновое производство. Влияние указанных соображений на по-

становку всего вопроса о серной кислоте особенно выступит при дальнейшем рассмотрении предмета.

§ 10. Серная кислота (купоросное масло) производится в огромных, непрерывно действующих, листовым свинцом окруженных пространствах, в которые проходят продукты сжигания серы или колчедана (сернистый газ), водяные пары, воздух и пары продуктов разложения селитры или азотной кислоты. Такие приборы называют свинцовыми камерами. Они строятся различного размера, чем более — тем выгоднее, но более 5 тыс. куб. м емкости камеры становятся, судя по опыту, менее удобными и выгодными, а потому редко превосходят 4 тыс. куб. м емкости. При камерах имеется ряд приспособлений, особенно же паровики для производства водяного пара, неизбежного для хода камер, испарительные сковороды и платиновые кубы для окончательного сгущения. Все эти снаряды в нашем климате вмещаются в здание, снабжаемое высокою вытяжною трубою, необходимою как для топки паровика, так и для тяги воздуха в камерах. Как и во всех почти хорошо изученных и доведенных до возможной дешевизны производствах, работа в камерах ведется непрерывно, день и ночь, требуя мало труда рабочих, но нуждаясь в надзоре химиков. При правильном ходе дела количество расходуемых материалов строго соответствует массе получающейся кислоты, надзор же ограничивается присмотром за немногими частями прибора, показывающими равномерную правильность действия приборов. Поэтому цена серной кислоты зависит почти исключительно от цены капитала (процента, интереса и погашения) и цены сырых материалов. На каждую камеру в 5 тыс. куб. м емкости можно считать годовую производительность близкою к 150 тыс. пудов. Такую камеру с соответственными ей приборами с печами для сжигания колчедана и со всеми необходимыми зданиями, при спешности сооружения, должно ценить около 100 тыс. руб., хотя цену эту можно, в норме уменьшить даже вдвое.¹ Кладя интерес капитала в 10% и погашение также в 10%, как принято для многих заводов России, получим, что на каждый пуд серной кислоты стоимость камер и всего завода ложится примерно в 13 коп. На малом заводе она ляжет большею величиною.

¹ Принимая стоимость камеры в 5 тыс. куб. м емкости в 100 тыс. руб., я не только желаю выразить ее полную стоимость всех необходимых принадлежностей камеры и целого завода серной кислоты, не только прибавляю расходы по причине той спешности, с которою должна удовлетвориться потребность в бездымном порохе, не только кладу достаточные расходы на предварительные разведки новых мест и расходы, с казенными подрядами всегда сопряженные (агты, залог, разъез-

Так как 1 пуд сгоревшей серы дает 3 пуда купоросного масла (сгущенной серной кислоты, потребной для пироксилина), то, называя через C стоимость одного пуда серы и считая, на основании данных действительности, что стоимость топлива (при стоимости пуда каменного угля в 8 коп.), селитры, рабочих, управления и ремонтных работ составляет на пуд кислоты около 12 коп. (на лучших новейших заводах), получим, без укупорки и перевозки, без выгод предпринимателя и при постоянном, равномерном спросе или расходе (что исключает необходимость складов), пуд сгущенной серной кислоты *может обходиться* в России, средним числом, около:

$$\frac{1}{3} C + 45 \text{ за пуд.}$$

Если сюда прибавить 6 коп. на расход, неизбежный при укупорке и хранении, 4 коп.—за провоз с завода до станции отправления и за нагрузку и выгрузку и 10 коп.—на выгоды предпринимателя, то получим цену, за которую можно надеяться купить серную кислоту с соседнего завода, перевоза с него кислоту на подводах в бутылках и покупая, как пироксилиновые заводы, равномерные большие массы кислоты, возвращая посуду обратно. Цена при этом будет равна:

$$\frac{1}{3} C + 45 \text{ за пуд.}$$

Принимая цену серы по 75 коп.¹ за пуд, получим, что соседний с пироксилиновым завод серной кислоты, сжигающий сицилийскую серу, не может доставлять купоросного масла дешевле 70 коп. за пуд. Если же исключить укупорку и перевозку, как о том далее говорится, то можно ждать умень-

ды, марки и т. п.), но сверх всего этого надбавляю еще несколько процентов для того, чтобы получаемые далее цифры стоимости выходили скорее большими, и никак не меньшими, чем в действительности. Я старался и во всей своей записке всякие накладные расходы скорее увеличивать, чем уменьшать, чтобы не предложить недостижимого, а приравниваться к обычным у нас, чресчур осторожным, расчетам.

¹ В Петербурге за 5 лет (1885—1889 гг.) средняя цена серы на бирже, при покупке большими партиями, была около 80 коп. за пуд; внутри России она увеличивается на цену провоза и неизбежных при ней расходов. Отсюда становится понятным, что обычная цена серной кислоты, при возврате бутылей и при партиях в несколько сот или тысяч пудов, не бывает ниже 90 коп. для Петербурга, 1 руб. для Москвы или Нижнего. В 1890 г., благодаря удешевлению золота, цены были самые низшие из прошлых лет, но все же заводчики заявили Охтенскому пороховому заводу, при поставке в 20—60 тыс. пудов, цены в 90—92 коп. за пуд серной кислоты, не в 96 %, как обыкновенное хорошее купоросное масло, а только в 93—94 %.

шения цены на 10 коп. При замене же серы колчеданом, если в нем сера обходится в 30 коп. за пуд (следовательно, колчедан — в 12—15 коп. пуд), цена уменьшится еще на 15 коп. А так как наименьшую цену колчедана, подвозимого с недалеко отстоящих рудников, нельзя принимать на деле меньшею, чем 10 коп. за пуд, то низшую покупную цену пуда серной кислоты — без укупорки и перевозки с заводов, основанных частными предпринимателями, должно принять близкою к 45 коп. за пуд, и можно утверждать, что при спешности заготовки цена на ближайшее время будет наверно значительно выше указанной.

§ 11. Рассмотрев вкратце¹ и только в круглых общих цифрах элементы, из которых складывается цена серной кислоты при массовой ее покупке, теперь мы можем обратиться к потребностям в ней пироксилиновых заводов. Здесь есть одна особенность, которую должно иметь в виду все время, обсуждая предстоящую России надобность в бездымном порохе. Первые годы, пока происходит замена прежнего пороха новым, надобность будет во всех материалах усиленная, раза в 2 или 3 превосходящая последующую потребность. Притом время таково, что день ото дня можно ждать новых открытий в деле вооружения и можно рассчитывать только на краткий срок продолжительности существующей ныне потребности военного ведомства в серной кислоте. Следовательно, заключать долгосрочные (например 10 лет) контракты или самой казне строить свои заводы серной кислоты — отнюдь не должно. На первый взгляд может показаться, что правительству выгодно строить свои камеры и в них самому производить добычу серной кислоты, потому что тогда отпадает процент интереса и погашения (= 13 коп.) и при прекращении потребности в серной кислоте остается все готовое устройство готовых заводов, которые можно применить «для некоторой другой» казенной же цели. Но такое соображение, встречающееся в делах Исполнительной комиссии, упускает из вида три существенных обстоятельства, важнейшим из которых должно признать то, что ведение дел казенным управлением всегда должно (по множеству общеизвестных причин) обходиться и действительно обходится дороже, чем при хозяйственном частном управлении, а потому текущие расходы всякого рода при казенном хозяйстве обойдутся гораздо

¹ Что делается мною потому, между прочим, что подробный разбор технических условий и обстоятельств производства серной кислоты в России был бы излишен в предлагаемом обзоре экономических условий производства пороха.

дороже, чем при частном. Во-вторых, кажущийся барыш от исключения процентов и погашения исчезает при внимательном рассмотрении дела как потому, что для потребностей государства заключаются займы, требующие уплаты интересов и погашения, так и потому, что, по миновании надобности в заводе или его части, затраченный при сооружении капитал окажется, очевидно, уменьшенным, и цену серной кислоты должно будет все равно увеличить на величину понижения его стоимости, что и выражается в погашении капитала. В-третьих, оставшийся, по прекращении надобности, завод серной кислоты менее, чем всякий другой, можно применить для какой-либо другой цели, потому что все главные приборы, цену таких заводов составляющие, годятся за прекращением добычи серной кислоты только в лом, за исключением сравнительно ничтожной ценности платиновых кубов, могущих прямо идти на другие заводы и представляющих даже в виде лома еще некоторую ценность, не ничтожно малую по отношению к цене обзаводства.

По изложенным обстоятельствам наилучшим выходом должно считать устройство новых заводов, готовящих серную кислоту, по возможности силами частной предприимчивости, хотя бы при особом и прямом содействии со стороны правительства. Такой план действия будет находиться в гармоническом согласии со взглядами правительства о возбуждении всех видов отечественной промышленности, что выражается в высочайших повелениях, относящихся как к пересмотру таможенного тарифа, так, особенно, к его временному возвышению, установленному по указу 16 августа 1890 г. Возвышение таможенных пошлин на химические продукты имеет основную целью расширение и укрепление существующей в России добычи товаров этого рода и вызов широкого развития таких основных видов этой деятельности, для которых имеются все сырые материалы в достаточном изобилии внутри страны. Производство серной кислоты относится к числу таких видов заводской деятельности. Если пройдут в законодательном порядке те меры для ее широкого развития, которые обсуждены в высочайше установленной комиссии (коей я имею честь быть членом), назначенной для пересмотра таможенного тарифа, то потребность в быстром развитии добычи серной кислоты на местах, для сего особо пригодных, должна последовать в частной предприимчивости. Это и должно быть принято во внимание при установлении производства бездымного пороха. Но частная деятельность в этом деле, как всегда, будет выжидать не только окончания зако-

нодательных мер, но и наступления особых благоприятных для выгоды условий, следующих за возвышением покровительственных тарифов, как видим в делах всякого рода, например с чугуном. Военное же ведомство выжидать не может и не должно, а потому оно должно быстро возбудить добычу массы серной кислоты, с тем расчетом, чтобы те части заводов серной кислоты, которые сделаются со временем ненужными для пороха, послужили для целей частной промышленности, тарифом возбужденной к развитию.

Таким образом, возможность выгодного выхода из существующего стечения русских условий производства серной кислоты становится до некоторой степени намеченною, и я считаю уже возможным прямо перейти к тому плану, который мне кажется соображенным со всею совокупностью имеющихся на лицо обстоятельств.

§ 12. Если принять, что 6 млн. пудов серной кислоты потребуется в 5 лет на 1 млн. пудов пороха¹ на 3 пироксилиновых заводах, то, полагая производительность каждой камеры в год равною, при особо усиленном производстве, от 150 до 200 тыс. пудов серной кислоты, очевидно, что 6 или 7 камер указанного размера должны быть построены специально для порохового дела, что составит в среднем по 2 больших камеры на каждый пироксилиновый завод и что потребует затраты капитала в 600—700 тыс. руб. Если их построит само правительство, то они, будучи, быть может, отлично обставлены с технической стороны, окажутся немного дорогими (опытных инженеров на это дело у нас очень мало) и по миновании в них или в их части надобности — станут лишь обузою казны. Если ценою за серную кислоту и подрядом на 5 или 6 лет вызвать мелкую предприимчивость к устройству камер, то, во-первых, придется заплатить в серной кислоте все погашение затрачиваемого капитала, т. е. дорого платить за серную кислоту, во-вторых, иметь камеры далеко от пироксилиновых заводов, что еще более возвысит цену серной кислоты, потому что придется платить за посуду и за подвоз, и, в-третьих, не будет никакой обеспеченности в том, что желаемые предприятия явятся своевременно и будут аккуратными поставщиками. Отсюда, по мнению моему, уже отчасти высказанному в заседаниях 7 и 17 ноября Исполнительной комиссии, один правильный выход: следует вызвать сильных частных предпринимателей, которые представляли бы гарантию как знания технической стороны предмета во всей

¹ Но я полагаю, отчасти на основании опытов, что 5 млн. можно ограничиться.

его сложности, так и достаточной капиталности,¹ и которые взялись бы поставить на свой счет (хотя бы с авансом или займом, гарантированным отстроенным заводам) в надлежащих местах, по заранее объявленному указанию Военного министерства, камеры со всеми приспособлениями и взялись бы поставить серную кислоту по такой-то цене, на такое-то число лет, с тем, что по их истечении предоставляется подрядчикам право или удержать заводы за собою или отдать их казне по цене обзаводства (определяемой или по счетам покупки приборов и постройки зданий, или по иному установленному способу) за вычетом, по числу лет пользования, известной скидки на погашение стоимости завода. В числе условий устройства заводов этого рода должно стоять, что земля под завод приобретается поставщиком или отпускается казною и что при всякой неисправности заводчика казна может прямо принимать заводы в свое владение, уплатив определенное вознаграждение—за обзаводство, и, конечно, за вычетом авансов, если они будут выданы.

Такое условие будет, в сущности, краткосрочною концессиею, выгода которой для казны будет состоять в том, что она в начале, а может быть и далее, не потратит капитала, а будет обеспечена серною кислотой, выгода же предпринимателя определится ценою на серную кислоту, сбыт которой обеспечивается на несколько лет, в течение которых, если казна прекратит свой спрос серной кислоты, успеет нарасти общая русская потребность в самой серной кислоте и, особенно, в продуктах, получающихся при ее помощи. Таковы, кроме пироксилина и керосина, например, сода, купоросы, всякие почти кислоты, многие краски, главнейшие протравы, обработка многих животных и растительных продуктов, гальванотехника, получение удобрильных туков, подобных суперфосфатам, и многое другое, спрос на что и должен распространиться в России при развитии ее производительных сил. Возбуждение их и предусматривается высочайшею волею, выраженною при совершаемом пересмотре таможенного тарифа.

Но выгоды производства пироксилина при указанном способе получения серной кислоты не ограничатся двумя выше

¹ Я указал и по требованию его высокопревосходительства товарища генерал-фельдцейхмейстера составил вопросные депешы к заводам: Тентелевскому, Ушковскому (в Елабуге) и к франко-русскому кружку предпринимателей, от которых представителем явился г. Кованько. Первый завод уклонился от предложения, второй предложил условия, очевидно, мало выгодные, а третий сразу так понизил цену серной кислоты, приняв главные черты условий, что представляется возможность успеха.

приведенными, потому что серная кислота при этом может быть произведена из русского колчедана, т. е. в условиях, наиболее обеспечивающих правильное развитие массового производства серной кислоты в России и достижение в этом отношении наибольшей, ныне возможной дешевизны. Военному министерству нужна сразу масса серной кислоты, оно должно создать непременно совершенно новые для нее камеры (прежних не достанет), и оно может ее получить дешевле, чем получает ее кто-либо у нас доньше, потому что никто еще, в качестве единичного покупателя, не спрашивал доселе в России подобных количеств серной кислоты. А когда выгода окажется на деле, тогда будет всем ясна разнообразная польза, происходящая от дешевой серной кислоты, а потому излишние через 5 лет камеры и целые заводы не будут отданы предпринимателями обратно казне, а удержатся ими по миновании контрактного срока, особенно при соблюдении 2 условий: 1) частным заводчикам, взявшимся поставлять серную кислоту для пироксилиновых заводов, должно дать полную свободу производить сколько им угодно серной кислоты и применять ее для каких угодно целей, если только контрактные количества кислоты будут заводами доставляться в сроки и надлежащего качества, и 2) если выбор мест для устройства сернокислых заводов будет правильно соображен как с местами устройства пироксилиновых заводов, так и с условиями пользования серною кислотою для частной потребности, а в то же время и с условиями возможной дешевизны продукта.

§ 13. Два обстоятельства должны определить места устройства заводов серной кислоты. Во-первых, прямое соседство с пироксилиновыми заводами — для того, чтобы избежать всякого вида перевозки серной кислоты и переносных или перевозных сосудов для ее вмещения, т. е. для того, чтобы серную кислоту по свинцовым трубам прямо с завода серной кислоты перепускать на пироксилиновые заводы. Во-вторых, места вызываемых вновь заводов должны быть назначены так, чтобы могла осуществиться дешевая подвозка серных колчеданов к устраиваемым заводам.¹ Если оба условия

¹ Наставная на необходимости и особенной пользе устройства новых заводов для серной кислоты, вместо простого усиления деятельности ныне существующих заводов, я имею в виду: 1) что существующие заводы, вследствие привычки готовить серную кислоту при помощи серы, с трудом перейдут к приготовлению ее из колчеданов, 2) что современные заводы привыкли дорого ценить и продавать свою серную кислоту, 3) что современные заводы обоснованы преимущественно на местах

соблюдутся, то достигнется наибольшая возможная дешевизна и наибольшая обеспеченность во всех отношениях, как видно уже отчасти из соображений, развитых в § 10.

Чтобы видеть истинный смысл этих условий, должно взглянуть на ход промышленности во всем мире, ибо всюду, стремясь из-за конкуренции и по расчету к дешевизне производства, все и всякие заводы располагают не по капризу владельца в том или ином месте, а исключительно на основании одного из двух соображений: либо по возможности ближе к месту сбыта, или же около мест нахождения сырья, или, по крайней мере, в местах дешевой доставки либо сырья, либо готового продукта. Заводы, основанные без сих соображений, гибнут — по невыгодности, потому что провоз съедает барыши. Притом, если производимые товары требуют немного сырья сравнительно с весом производимого товара, тогда выгоднее строить завод или около потребителя, или, если потребители рассеяны всюду, то там основывают такие заводы, где дешевле рабочие, топливо или одно из коренных условий производства. Если же вес готового товара много меньше веса необходимого сырья, включая в его число и топливо (о чем говорится в отделе VII этой записки), то выгоднее всего учреждать заводы около местонахождения сырья. Таковы все почти металлические производства, лесотехнические (сухая перегонка дерева, добыча бумажной массы), получение сахара и т. п. Сюда же, очевидно, относится и производство пироксилина, даже и самого бездымного пороха, тем более, что потребность в нем для надобностей армии разлита по всей стране, а в тех местах, где может быть скорее всего война, — там, очевидно, не должно основывать порохового дела. Соображения эти особенно оправдываются при рассмотрении влияния топлива на цену пороха (отдел VII) и при сопоставлении (отдел XI) ныне принятых предначертаний с предложениями этой записки.

§ 14. Так как из 9 пудов сырья (не считая топлива), потребного для 1 пуда пироксилина (§ 1), около 5 пудов составляет колчедан, то выгоднее, в смысле всей стоимости производства, поместить пироксилиновый завод вблизи местонахождения колчедана, и перевезти готовый пироксилит к пороховому

существующего ныне сбыта серной кислоты (например бакинские, московские) и вовсе не ориентировались по положению русских колчеданов, или же они группировались около западных границ России (например польские и петербургские заводы), а такие заводы совершенно не пригодны для порохового дела, по соображениям военных обстоятельств. Кратко можно все это выразить, сказав, что явно новое требуется влить в новые меха.

заводу (если он не поставлен рядом с пироксилиновым), чем подвозить колчеданы к пороховым заводам, если они далеки от местонахождения колчедана, что развивается подробнее в отделе V этой записки. А потому я считаю, что есть 3 места для пироксилиновых и сернокисл[отн]ых заводов, как наиболее соответствующие современному познанию о месторождениях русских колчеданов,¹ а именно: берега Камы и ее притоков, берега Мсты и Донецкая область. Первое из мест соответствует уральским, второе боровицким и третье донецким колчеданам. Удаленность от западных границ, богатство водных путей сообщения, очень важных для дешевизны ввоза и вывоза разных других побочных материалов и изобилие сравнительно наиболее дешевого топлива (на Каме — нефтяные остатки и уральский уголь, около Боровичей свой уголь и дровяное топливо, а в Донецкой области свои изобильные угли), о котором будет сказано подробнее в отделе VII — составляют, сверх дешевизны и обеспеченности доставки колчеданов, весьма важные преимущества указанных мест по отношению к выбору каких-либо других, что в дальнейших частях этой записки уясняется с различных сторон. Теперь же важно указать на то, что вышеназванные места представляют все условия для того, чтобы частная промышленность с охотой принялась за развитие именно в этих местах заводской добычи серной кислоты в больших размерах. Пример процветания завода П. К. Ушкова обеспечивает вероятность устройства на Каме выгодного завода и быть может, что этот предприимчивый человек даже сам пойдет на дело и предложит свои услуги, а может быть и свои готовые заводы, потому что у него добыча колчеданов обеспечена, и переработка их на серную кислоту заведена в больших размерах. Боровицкий или мстинский завод серной кислоты и пироксилина, как слышал я от г. Кованько в Исполнительной комиссии и от французских капиталистов, желающих основать обширное франко-русское предприятие химических производств, также представляет много привлекательности для частной предприимчивости, особенно же вследствие изобилия колчеданов, дешевизны топлива, готового водного пути по Мсте — как на Волгу, так и к Петербургу — и сверх того вследствие близости обеих столиц, составляющих одни из крупных центров потребления. Что же касается донецкого предприятия, то богатство края углем и другими ископаемыми, при таможен-

¹ При этом я оставляю до отдела X рассмотрение вопроса о производстве серной кислоты на Охтенском пороховом заводе.

ном покровительстве химической промышленности России, обеспечивает настолько успех дальнейшей судьбы начатой там добычи серной кислоты, что водворение ее там инициативою Военного министерства составит важную эпоху в истории русской промышленности и, без всякого сомнения, будет встречено частными предпринимателями с особым сочувствием, потому что экономический рост тех краев уже ныне очень быстр и обещает ускорение со введением явно покровительственных таможенных пошлин.

§ 15. Во что же может обойтись пуд серной кислоты на одном из таких заводов? Для примерного расчета возьму Донецкий завод, потому что здесь не примешался усложняющий вопрос о содержании меди в уральских колчеданах, и только замечу, что выгода от добычи этой меди с лихвою, по примеру завода П. К. Ушкова, покроет расходы перевозки колчедана от рудников до завода. В Донецкой области (стр. 77) колчедан на месте добычи и промывки нельзя считать выше 5—7 коп. за пуд, а полагая за подвозку (примерно кладу за 100 верст), за нагрузку, измельчение и другие накладные расходы около 3 коп., получим за пуд колчедана никак не более 10 коп. Считая содержание выжигаемой серы только в 40%, получим, что 2½ пуда колчедана дадут пуд серы, который таким образом обойдется в 25 коп. Тогда получается следующая основная смета стоимости серной кислоты, поставляемой Донецкому пироксилиновому заводу:

- | | | |
|---|------|------|
| 1) за треть пуда серы или за 0.83 пуда колчедана | 8.3 | коп. |
| 2) на топливо, на ремонт зданий и приборов, на рабочих и на техников (но без азотной кислоты или селитры, потому что соседство с пироксилиновым заводом дает из разных отбросов массу пропадающих окислов азота, необходимых в производстве серной кислоты) с пуда серной кислоты (§ 10) | 10 | . |
| 3) по 10% на затраченный капитал, считая его (§ 10) равным 100 тыс. руб. на годовое производство 150 тыс. пудов серной кислоты, с пуда | 6.7 | |
| 4) по 20% погашения основного капитала, в расчете произвести оное в 5 лет, чтобы завод достался предпринимателю по истечении 5 конгратных лет даром, что, по всей вероятности, и будет сделано предпринимателями, когда они должны будут очень спешно возвести стройку, и что полезно, ради осторожности, не возбранять, потому что тогда, при случайной остановке деятельности завода, он достанется казне за более дешевую цену, чем при слабом погашении, с пуда | 13.3 | . |

- 5) чистый барыш предпринимателя полагаю в 5.7 коп. с пуда кислоты, потому что на 500 тыс. пудов в год это составляет уже большой чистый доход в 28.500 руб., или 28%, с капитала, который сверх того сам учтен с интересом в 10% и с краткосрочным погашением, а потому предприниматель получит в сумме по 38% интереса и по 20% погашения на затраченный капитал, на что можно ждать охотников 5.7 .

В сумме за пуд серной кислоты . . 44 коп.

Должно не забыть при этом, что казна в указанных условиях ничего не затрачивает (основного капитала) на устройство завода¹ и что предприниматель по истечении контракт-

¹ Когда на Охтенском заводе объявлены были в сентябре и октябре сего года торги на поставку 120 тыс. пудов купоросного масла в 1891 г., тогда 3 петербургские завода: Тентелевский, Варгунина и Паля, вызванные к означенному состязанию, в закрытых письмах (4 сентября 1890 г.), объявили цену 93½ и 92½ коп. за пуд серной кислоты в 93—94% крепостью. Но по переговорам, веденным инспектором пороховых заводов с директором Тентелевского завода (г. Шнейдером), этот последний предложил с 30 октября по 7 ноября в заявлениях сбавить цену до 73 коп. но с условием: 1) поставить в 4 года 920 тыс. пудов, 2) получить на каждую копейку изменения в цене серы — выше или ниже 65 коп. — по ½ коп. с пуда кислоты (так ныне в декабре цена серы 95 коп., и потому прибавка была бы = 10 коп. с пуда, ниже же 65 коп. цена серы до сих пор, сколько мне известно, на петербургской бирже не бывала), 3) на каждые 5 коп. в изменении цен чилийской селитры — противу 1 руб. 40 коп. за пуд — изменить цену на 0.2 коп. с пуда серной кислоты (следовательно, если цена будет 2 руб. за пуд, то прибавка = 2.4 коп. на пуд серной кислоты). Призванный 7 ноября 1890 г. в заседание Исполнительной комиссии, я указал на невыгодность предлагаемых условий, на необходимость и выгодность Военному министерству заготавливать серную кислоту из колчеданов и на кажущуюся мне возможность понижения цен, если, при условии получения из колчеданов, серная кислота будет производиться в значительных количествах одним производителем, например для Охтенского завода сразу в количестве, по предначертаниям предположенном, а именно около ½ млн. пудов в год, на ближайшие годы, и если завод устроить рядом с Охтенским пороховым. Согласно с такими предложениями были отправлены телеграммы к Тентелевскому заводу, на завод Ушкава и к франко-русской группе предпринимателей, по моим сведениям, имевшим намерение завести большие химические заводы в ближайшее время в России, исходя из ее колчеданов. Представителем сего последнего предприятия явился г. Кованько, владелец Боровяцкого завода серной кислоты. Он объявил (17 ноября в Исполнительной комиссии заявление прочтено) низшую цену, а именно по 45 коп. за пуд серной кислоты, с условием, что ему отпускается бесплатно столько отработавших кислот, сколько потребуется для хода камер, и вся сернонатровая соль, получающаяся после обработки селитры (а эту соль по французскому примеру предполагалось с Охтенского завода вывозить в море для уничтожения). Упоминаю обо всем этом ради двух целей. Во-первых, для того, чтобы показать, что приводимые мною

ного срока явится естественным поставщиком серной кислоты, если она далее потребует, и может ее с большою выгодною (ибо в 5 лет капитал погасится) поставлять даже за 30 коп. с пуда и что при открытии деятельности сернокисло[тно]го завода в Донецком крае ему представится множество частных промышленных дел, которые, без всякого сомнения, дадут заводу возможность в 5 контрактных лет значительно расширить свою производительность.

§ 16. Сопоставляя вышеприведенные цифры — 44 и 30 коп. за пуд серной кислоты — со сметными предположениями в 1 руб. и 80 коп., ясно видно, что предлагаемый в сей записке способ действия, отнесенный к громадной массе 6 млн. пудов серной кислоты, уже дает возможность предвидеть экономию, в 3 или 2 млн. руб. в 5 лет, и *вполне согласуется с основными промышленными выгодами страны*. Но, рассматривая все пироксилиновое дело (отделы V и VI), мы увидим, что есть ныне же сразу прямая возможность еще более уменьшить сметные расходы, предначертанные для бездымного пороха, не касаясь ни его качеств, ни его количеств заготовки в первые годы.

Центром же всех условий удешевления производства пироксилина и бездымного пороха должна служить правильная постановка вопроса о производстве серной кислоты, ибо на пуд пироксилина ее предположено расходовать по 6 пудов, что и побудило меня подробнее остановиться на сем предмете, составляющем в то же время столь важную основу развития всякой заводской деятельности, что многие, вслед за Дюма и Либихом, хотели измерять промышленное развитие стран — количеством серной кислоты, в них производимой и расходуемой.

III. Производство азотной кислоты

§ 17. Дымящая азотная кислота в 48° Боме, необходимая для пироксилинового производства, стоит много дороже сер-

в этой записке мысли и предложения уже отчасти излагались мною Артиллерийскому управлению и приняты были оным во внимание. Вторых, для того, чтобы цифра — 44 коп. за пуд серной кислоты, — которую я вывожу в этой записке, не показалась для лиц, мало вникавших в дело, или для лиц, заинтересованных в поддержании выгодных цен на серную кислоту — мало обоснованною на действительности. В оправдание сих последних лиц скажу, что они до сих пор должны были заниматься преимущественно только мелочною торговлею серною кислотою, что предстоящие в военном ведомстве подряды на массы серной кислоты — им не представляются в достаточном освещении. Стараюсь его сделать, я надеюсь служить на прямую пользу развития бездымно-порохового дела и русской химической промышленности, что велит мне и мое положение, и возложенные на меня обязанности.

ной кислоты, потому что если обычная цена этой последней (без посуды) близка к 1 руб., то цена дымящей азотной (в 48° Боме) обыкновенно превосходит 10 руб.¹ за пуд. Очевидно, следовательно, что общая цена азотной кислоты (2 пуда), отвечающей пуду пороха, в несколько раз превосходит общую цену серной кислоты (6 пудов), идущей на пуд пороха, и потому все способы экономии как в количестве азотной кислоты, так и в ее ценности должны сильно влиять на ценность пироксилина. Поэтому в одном из следующих параграфов я особо рассматриваю способы сокращения — противу ныне принятого количества (2 пуда азотной кислоты на пуд пороха) — той пропорции ее, которая ложится на пуд пироксилина. Но сделать стоимость заготовления азотной кислоты ниже некоторой нормы нельзя, потому что основной материал, для нее необходимый, т. е. чилийская или натровая селитра, есть товар иностранный, несущий фискальные пошлины, как при вывозе из Перу и Чили, так и при ввозе в Россию.²

¹ В преysкуранте Штоля и Шмидта (С.-Петербург, 1890 г.) значится в розничной продаже пуд серной кислоты в 66° Боме 1 руб. 20 коп., за пуд азотной кислоты в 48° Боме 17 руб. 50 коп. Отношение 1 : 14½. Считаю полезным также показать, что с возрастанием концентрации цена азотной кислоты растет быстрее, чем концентрация (преимущественно потому, что крепкая азотная кислота легко разлагается). Обыкновенная (особо не очищенная) азотная кислота, идущая в торговле чаще всего плотностью в 36° Боме (около 1.33 при 15°), содержит около 53% моногидрата и ценится (например у Тромсдорфа) за килограмм, при покупке целыми баллонами, не выше 0.55 франков. По расчетам Лунге она обходится заводчикам не менее 0.30 франков за килограмм. Считая цену пропорциональную концентрации (как это почти и существует для серной кислоты), можно было бы ждать, что 92½-процентная азотная кислота (48° Боме при 15° или 1.50) будет стоить (при цене 0.55 франков за 36° Боме) около 0.96 франков за килограмм, а в действительности она ценится за килограмм около 2 франков, т. е. вдвое дороже, чем следует по концентрации. Цена в 2 франка за килограмм отвечает, при курсе 36 коп. за франк, 11 руб. 80 коп. за пуд. При спросе очень больших масс цена эта, конечно, понижается, но мы увидим далее, что она не может быть (без посуды и перевозки) опущена ниже, чем до величины, близкой к 6 руб. с пуда при производстве ее на химических заводах России, хотя бы спрос и был очень значительным. Пироксилиновые же заводы могут ее готовить гораздо дешевле, по причине существования на них «отработавших» кислот, остающихся от производства самого пироксилина.

² Пошлина на чилийскую селитру по русскому таможенному тарифу = 6 коп. золотом с пуда. Производительность и потребление натровой селитры с годами возрастает. Чили добывало в 1885 г. 350 тыс. тонн, а в 1888 г. уже 800 тыс. Из них в этом году вывезено 759 тыс. тонн, ценою на 34 млн. пезос, что равно (курс пезос = 3 шиллингам 2 пенсам, или почти 1 руб. золотом) почти 75 коп. золотом или 1 руб. кредитному за пуд натровой селитры в Чили.

В последние годы средняя цена чилийской селитры в Петербурге менялась от 2 руб. до 1 руб. 45 коп. за пуд. Цена ее, например, на Каме должна быть увеличена примерно на 25 коп. с пуда. Цена селитры для Военного министерства должна быть еще увеличена вследствие того запаса, который должен быть сохраняем на случай войны. Если счесть годовую потребность селитры только в 200 тыс. пудов и запас сделать на всех заводах 2-летний, т. е. 400 тыс. пудов, то он представит стоимость более 600 тыс. руб., и при 5% интереса запас поглотит ежегодно 30 тыс. руб., а потому цену пуда селитры в расчетах следует увеличить еще на 15 коп. Следовательно, если цена селитры в Петербурге = 1 руб. 50 коп., то на Охтенском пороховом заводе она уже будет = 1 руб. 65 коп., а в Казани или на Каме = 1 руб. 90 коп., в Донецкой же области, вследствие близости моря,¹ ее должно принять не выше, чем на Охте.

Пуд продажной селитры может дать, при аккуратнейшей работе, не более $\frac{3}{4}$ пуда азотной кислоты в 48° Боме, но обыкновенно вследствие потерь (разложения) получается менее $\frac{2}{3}$ дымящей азотной кислоты, а потому на 2 пуда азотной кислоты идет более 3 пудов селитры. Но так как серная кислота, которою селитра будет разлагаться на пироксилиновых заводах (отдел VI), берется с самого пироксилинового завода, и она содержит азотную кислоту, то часть применяе-

Цена чилийской и вообще южно-американской натровой селитры за последние годы в Гамбурге и Лондоне держится около 19 марок или шиллингов за 100 кг, т. е. около 1 руб. золотом за пуд, что, по современному курсу, без таможенной пошлины, отвечает 1 руб. 40 коп. кредитных. По таможенным отчетам 1889 г. ввезено в Россию (по статье 132-й вместе с другими природными солями, особо в тарифе не именуемыми, но ввозимыми лишь в малых количествах) по всем границам 468 тыс. пудов на 858 тыс. руб. кредитных, что дает среднюю цену пуда 1 руб. 84 коп. кредитных или, по курсу летних месяцев 1889 г., пуд за 1 руб. 22 коп. золотом. Прибавляя таможенную пошлину (6 коп. золотом) и накладные расходы в 2 коп. золотом, получаем цену пуда подле границ в России около 1 руб. 30 коп. золотом. По современному курсу, около 140 руб. кредитных за 100 руб. золотом, это дает современную цену пуда около 1 руб. 82 коп. кредитных. По приведенным мною справкам за текущий год цену селитры во время навигации можно было считать не превосходящею в среднем 1 руб. 50 коп., что и принято в дальнейших расчетах.

Внутри России цена чилийской селитры поэтому будет близка к двойной цене противу чилийской. Здесь ясно видно влияние перевозки и выписки товаров из чужих стран.

¹ Мне не известно, может ли селитра, как припас войны, проходить через Дарданеллы, полагаю, однако, что должна быть пропускаема, так как составляет товар, требующийся для различных целей мирного свойства.

мой азотной кислоты возвращается, увеличивая выход. Поэтому, за вычетом слабой азотной кислоты, получающейся при обработке селитры отработавшей смесью серной и азотной кислоты (и воды, происходящей из влаги воздуха и из хлопка), можно принять, как и дано в § 1, что 3 пуда селитры дают 2 пуда азотной кислоты в 48° Боме.¹ Поэтому, не счи-

¹ Здесь следует указать на то, что от концентрации, т. е. от содержания воды, в азотной и серной кислотах, применяемых в пироксилиновом деле, сильно зависят качество приготавливаемого пироксилина и достоинство пороха. Для последнего обыкновенно требуется пироксилин, дающий не менее 205 куб. см окиси азота (0°, 760 мм), иначе порох будет сообщать малые начальные скорости и будет требовать заряда более значительного веса, чем приготовленный из пироксилина надлежащего качества. Абель, Эдер, Вьель и многие другие своими исследованиями в достаточной мере осветили этот предмет, показав, что без серной кислоты одна азотная в 48° Боме (уд. вес 1.502 при 15° = 92½% моногидрата) не даст пироксилина, пригодного для приготовления хорошего современного пороха, потому что из такого пироксилина получится только 202 куб. см окиси азота (0°, 760 мм). Еще более воды содержащая азотная кислота дает еще менее для пороха пригодный пироксилин. Серная кислота, следовательно, неизбежно необходима как вещество, отнимающее воду. Поэтому-то для пироксилинового дела и требуется серная кислота с возможно малым содержанием воды, и чем она менее водяниста, тем, очевидно, выгоднее для пироксилинового дела. А так как концентрация серной кислоты заводским путем *легко и обычными способами* доводится (испарением в платиновых сосудах) до 95—97% моногидрата, то такую, возможно концентрированную (а не более слабую, например в 93—94%, как значится ныне в технических условиях для приемки серной кислоты на казенные пироксилиновые заводы) серную кислоту и следует брать для пироксилинового дела. Особенно важно здесь то обстоятельство, что тогда азотную кислоту можно брать более слабую, чем в 48° Боме (1.50 при 15°). В экономическом отношении это чрезвычайно важно, потому что крепкую азотную кислоту, т. е. содержащую более 92% моногидрата, получить очень трудно, и ее выход в заводах гораздо меньше, чем более слабой азотной кислоты (конечно, не считая воды). Увеличивая до возможно значительной меры (до 95—97%) крепость серной кислоты, можно сбавлять крепость азотной с 48° Боме даже до 46° Боме и достигать того же результата, какой получается при смешении 93% серной кислоты с 48° по Боме азотной. Выход же азотной кислоты в 46° Боме превосходит выход азотной кислоты в 48° Боме по крайней мере на 15%, как показывает опыт, а это удешевит все производство пироксилина в значительной степени, потому что главная ценность его (отдел V) падает на азотную кислоту. Только тогда, когда взвешиваются все мелочные обстоятельства, от которых зависит ценность пироксилина, можно надеяться на удешевление бездымного пороха. Часть соображений этого рода развита мною в заседании Артиллерийского комитета 14 декабря 1890 г., но мне не удалось убедить лиц, решающих дела, касающиеся бездымного пороха, в пользе и выгоде приобретения серной кислоты в 95% и выше, вместо ныне установленных 93—94% моногидрата. Частные производители пироксилина, вероятно, примут во внимание те сбережения, которые произостекнут от возможного увеличения концентрации серной кислоты.

тая укупорки и перевозки, русскому предпринимателю, покупающему серную кислоту по 80 коп., пуд азотной кислоты в 48° Боме должен обойтись:

1) за $1\frac{1}{2}$ пуда чилийской селитры (при средней цене в 1 руб. 70 коп.)	2 руб. 55 коп.
2) за $1\frac{3}{4}$ пуда купоросного масла по 80 коп.	1 . 40 .
3) на топливо, на ремонт всяких приборов и на рабочих, около	1 . — .
4) процентов на капитал основной и оборотный и на погашение капитала около	— . 55 .
5) кроме отбросов (например слабой азотной кислоты), выгода предпринимателя, около	— руб. 50 коп.

Всего за пуд азотной кислоты (без посуды, доставки и т. п.) не менее 6 руб. — коп.

Но из этой суммы следует сделать некоторую скидку, когда дело идет о рассматриваемых пироксилиновых заводах для производства пороха, потому что: 1) производство азотной кислоты на таких заводах пойдет равномерно в значительных массах, чрез что получится много экономии в текущих расходах, и 2) серная кислота получится как отброс от пироксилинового дела, а потому вся ее цена, являясь в виде дохода в счете пироксилинового завода и в виде расхода на азотнокислом заводе, уничтожается из счетов всего производства, если у пироксилинового и азотнокислого заводов будет один общий счет, как это существует на казенных французских заводах и предполагается сделать у нас. За сими сокращениями следует признать, что пуд азотной кислоты, считая 10% на капитал и для погашения 20% (как в § 15), обойдется около 4 руб. 60 коп., а не считая ни процента, ни интереса (как это делается на казенных заводах) предпринимателя, — едва ли менее 3 руб. 75 коп. за пуд. Но при такой стоимости следует включить, как и сделано при получении цены в 3 руб. 75 коп., амортизацию капитала, по причинам, выясненным в § 11.

§ 18. Следовательно, приняв, как ныне допущено, на каждый пуд пироксилина (или самого пороха) 2 пуда азотной кислоты и устроив казенный завод для ее приготовления, все же цена азотной кислоты ляжет не менее как $7\frac{1}{2}$ руб. на пуд пороха, если весь расчет вести на 5 лет и на вес 1 млн. пудов пороха, приготовленного в это время. А так как в действительности в 1 пуд пироксилина (или самого пороха) входят только $\frac{3}{4}$ пуда 48-градусной кислоты (чистой азотной не более $\frac{2}{3}$ пуда), то $1\frac{1}{4}$ пуда должно считать между потерями производства. Часть этих потерь не устранима при

обычных ныне способах производства азотной кислоты и пироксилина, а именно от того: 1) что азотная кислота летуча, испаряется, и улавливать ее пары было бы сложно и хлопотливо, 2) что часть азотной кислоты разлагается на газообразные окислы азота (они дают бурные пары и газы), теряющиеся на заводе (их, может быть, окажется выгодным вентилировать в камеры для серной кислоты, но необходимы особые опыты), 3) что часть пироксилина, воспламеняясь при перенесении и хранении в горшках, увеличивает трату азотной кислоты и 4) что при промывке проточной водою приготовленного и отжатого пироксилина в промывной воде уходит вместе с серною кислотой и часть азотной. Сосчитав, на основании имеющихся данных и при помощи некоторых предположений (о летучести азотной кислоты), я нашел, что на пуд пороха эти потери не должны быть более $\frac{1}{2}$ пуда и никак не могут превосходить $\frac{3}{4}$ пуда взятой азотной кислоты. Это даст весь расход азотной кислоты на пуд пороха в $\frac{3}{4} + \frac{3}{4}$ или $1\frac{1}{2}$ пуда, вместо 2 пудов, ныне расходуемых. Часть потерь возвращается в виде слабой азотной кислоты,¹ получающейся на азотнокислых заводах вместе с 48-градусною кислотой. Слабую азотную кислоту предполагается или продавать, или применять на производство пикриновой кислоты, но, быть может, было бы рациональнее избегать ее получения в сколько-либо значительных количествах, или особо переделывать на дымящую кислоту, что не представляет технических трудностей.

Упомянув о потерях азотной кислоты, я имею в виду указать на необходимость следить за всеми частями пироксилинового производства с помощью вполне подготовленных к делу химиков, снабженных хорошо организованными лабораториями. Если трату азотной кислоты, вместо 2 пудов на пуд пороха, можно спустить до $1\frac{1}{4}$ пуда (а этого, вероятно, можно достичь), то экономия $\frac{3}{4}$ пуда азотной кислоты на 1 млн. пудов пороха составит уже около 3 млн. руб., а 5-летнее содержание в каждом из 3 заводов по одной большой заводской лаборатории не может стоить более 300 тыс. руб., потому что годовой бюджет каждой лаборатории, вместе с погашением (в 5 лет) стоимости ее обзаводства, не может превосходить 20 тыс. руб. Такие лаборатории могут помочь сокращению расходов и улучшению качества продуктов и по

¹ Если слабую азотную кислоту считать на 36° Боэме, то ее масса на пуд пороха должна быть близка к 1 пуду, если мои расчеты основаны на верных предположениях.

другим частям производства, но возможность экономии в затрате азотной кислоты должна служить основной задачей таких заводских лабораторий. При этом считаю долгом сказать, что замещение в таких лабораториях мест должно быть сделано с большою внимательностью, потому что необходимы не одни элементарные химические (аналитические) сведения у лиц, стоящих при подобных делах, а полное обладание суммою современных химических познаний, так как предстоящие вопросы требуют самостоятельного понимания невидимых глазу химических превращений. К счастью наше время в России уже подготовило много таких самостоятельных химиков, сумевших своими трудами поставить химические знания в России на высоту общемирового научного уровня и, при добром желании, остановки за отысканием достаточно подготовленных химиков произойти не может. Но замещение предполагаемых мест случайными лицами, а особенно для руководства во всем этом деле, не может принести никаких плодов, и тогда содержание лабораторий составит только напрасные траты производства.

§ 19. Обсуждая производство азотной кислоты, необходимой пороховым заводам, следовало бы коснуться вопроса об обеспечении России своею собственною селитрою. Но я избегаю говорить здесь об этом предмете, потому что вопрос этот долго понимали неправильно, ныне же он находится на шатком пути, требует очень подробного развития и мер, могущих оказаться плодотворными лишь по истечении нескольких лет, а пороховое дело, требующее селитры, находится в эпохе очень спешного развития. Поэтому я коснусь за сим лишь организации заводов, готовящих азотную кислоту для пироксилина.

Если серные камеры, как мы видели в отделе II, необходимо и выгодно иметь подле пироксилиновых заводов, то о заводах для азотной кислоты не может быть никакого в том сомнения. Они должны быть непременно рядом с пироксилиновыми заводами, чтобы избежать перевозки или до крайности сократить ее (небольшими ручными вагонами по узким легким рельсам) как в отношении готовой азотной кислоты, поступающей на пироксилиновые заводы, так и для доставки с них отработавшей кислотной смеси (серной и азотной кислот) на обработку селитры. Этот вопрос французы уяснили примером, и наши пироксилиновые казенные заводы предполагают следовать своему образцу, а потому об этом и нет надобности говорить подробнее.

Гораздо менее уяснен и едва ли правильно французами

(а затем и у нас) решен вопрос о способе ведения работ на заводе азотной кислоты и о самом его сооружении. На Охтенском пороховом заводе уже построен такой завод азотной кислоты на 80 тыс. пудов азотной кислоты в год и предполагено ведение на нем всех технических операций производить казенными средствами. Но мне кажется, что постройку и ведение завода, во множестве отношений, выгоднее и удобнее вести чрез особого концессионера не только тогда, когда он возьмется ставить завод и производить азотную кислоту совершенно за свой счет, с тем, чтобы цена азотной кислоты включала в себе 5-летнее погашение завода, но даже и тогда, когда концессионер потребует или аванс (конечно под залог и со скидкой процента погашения и интереса) на постройку и даже если он, сверх того, будет получать и селитру, потребную для азотной кислоты. Главные при этом выгоды будут состоять в более целесообразном, чем может быть при казенном управлении, ведении текущей работы. Даже готовый казенный завод, по моему мнению, удобнее сдать концессионеру. Во всяком случае, в счет количества доставляемой азотной кислоты следует отпускать или соответственное количество отработавших кислот, или всю их массу, продавая ее по количеству содержащихся кислот и, проверив на опыте элементы расчета, приведенного в предшествующих параграфах. Действительную стоимость поставляемой азотной кислоты следует определять, смотря по качеству, если можно так сказать, контрактных условий. Весьма вероятно, что те предприниматели, которые возьмутся строить камеры и доставлять серную кислоту, охотно примутся и за дело получения азотной кислоты, потому что дела эти содержат много сходных элементов. Но если придется вести дело на азотнокислом заводе и самому пороховому ведомству, все же следует завести совершенно отдельный счет этого завода, потому что это дело глубоко отличается от дел, предстоящих на самом пироксилиновом заводе. Если концессионер сам устроит завод и по истечении контрактного срока передаст его в руки казны, то в цену азотной кислоты должно войти полное погашение устройства завода и интересы капитала — на весь срок контракта. Если же казна сама построит завод и передаст его концессионеру, то два упомянутые счета не должны содержаться в контрактной цене азотной кислоты. Если казна даст потребное заводу количество селитры и отработавших кислот, а сверх того и готовый завод, то должна будет платить концессионеру с пуда кислоты (менее 1½ руб.) наименьшую цену. По моему мнению, однако, выгоднее всего для казны искать

таких концессионеров, которые взялись бы прямо поставлять готовый пироксилин, как это сказано будет подробнее в отделе V.

IV. О хлопке для пироксилиновых заводов

§ 20. Ни один вид клетчатки, кроме хлопковых волокон, поныне не испытан и не изучен в отношении к превращению в пироксилин настолько, чтобы можно было рекомендовать без особых систематически проведенных опытов что-либо иное — кроме хлопка — для приготовления доброкачественного пироксилина, хотя хлопок дороже, чем другие виды клетчатки. Так, например, пуд хлопка вне границ России (т. е. без таможенной пошлины), но в ее портах стоит в среднем около 5 руб. золотом, с пошлиною же ([за] привозимый морем ныне, с 16 августа 1890 г., платят 1 руб. 20 коп. золотом пошлины) около 6 руб. 20 коп. золотом, или (при курсе 140 коп. кредитных за 1 руб. золотом, 8 декабря 1890 г., когда я пишу эту главу) около 8 руб. 70 коп. кредитных, а с накладными расходами около 9 руб. кредитных за пуд. Между тем джутовое волокно (из Ост-Индии), с пошлиною и другими накладными расходами, стоит за пуд не более как 4 руб. кредитных, если взять лучшие сорта. Русский лен в отпускной торговле России (отпуск от 7 до 12 млн. пудов в год) представляет среднюю цену около 5 руб. 50 коп. кредитных. Льняная пакля и куделя (вывоз из России около 1½ млн. пудов в год) стоит в среднем у нас около 3 руб. 60 коп. кредитных за пуд на западных границах страны. Бумажная масса (для писчебумажного производства), получаемая из дерева и соломы как механическими, так и химическими (целлюлоза) способами, стоит у нас около 1 руб. кредитных до 3 руб., смотря по достоинству, в высших же сортах она представляет вещество, отличающееся большою чистотою и легкою способностью к переходу в пироксилин.

Следовательно, все обыкновеннейшие виды клетчатки дешевле хлопка. А так как все они дают пироксилин, то следует рядом опытов стараться применить их к делу приготовления бездымного пороха. Это и видим в попытках приготовления такого пороха из разных видов клетчатки, даже прямо из древесных опилок, представляющих один из видов клетчатки, содержащих очень много подмешанных (инкрустирующих) веществ. Но поныне производство прочно сохраняющегося пироксилина и бездымного пороха изучено только для хлопковых волокон. Шенебейн, Ленк, Абель и другие установили приемы, гаранти-

рующие постоянство состава и действия и прочную сохранность пироксилина, приготовляемого из хлопковых волокон, а потому, пока не будут установлены новыми точными опытами такие же отношения для других видов клетчатки, следует держаться только хлопка как основного материала для производства пироксилина и бездымного пороха. Однако не только в видах сбережения расходов, но и по причине возможности получения особо ценных свойств у пироксилина, приготовленного из различных других волокнистых веществ, следует иметь в виду надобность в строго научном изучении этого предмета, который должна иметь в виду будущая русская лаборатория взрывчатых веществ, долженствующая поставить самостоятельно производство русского бездымного пороха.

§ 21. Дороговизна хлопка и сравнительно малая потребность в пироксилине заставили применять вместо самого хлопка, годного прямо для прядения и тканья, те отбросы, которые при этой переделке хлопка получаются и состоят из концов основы, из рвани и т. п. нитей, отбрасываемых мануфактурами. Товар этот на 20, 30 и даже 50% дешевле самого хлопка, смотря по качеству рвани или концов.¹ Употребляя их или прямо на самих мануфактурах для обтирания частей машин, или продают для той же цели другим заводам, или переделывают вновь в нити и ткани, предварительно превращая в особый сорт ваты. Нечистые концы, служившие для обтирания машин и ценящиеся много ниже (даже до 1 руб. за пуд), также не пропадают в технике, их очищают и вновь пускают в дело. Хлопчатобумажные концы и рвань применяются в пироксилиновом производстве не только потому, что они дешевле самого хлопка, но и потому еще, что спряденные в нити они удобны для очистки и для всех операций (погружения, промывки и т. п.), совершаемых с ними на пироксилиновых заводах.

§ 22. Россия ввозит ежегодно чрез западную свою границу около 8 млн. пудов иностранного хлопка и получает ныне около 2 млн. пудов из Персии, Закавказья, Бухары, Хивы, Туркестана и Закаспийского края. Этот последний вид хлопка отчасти, особенно в некоторых сортах, отличается от

¹ Известный большой русский мануфактурист Савва Тимофеевич Морозов в письме от 11 декабря пишет мне, что «существующие на концы цены следующие: 6 руб. 50 коп., 7 руб., 8 руб. и выше. При том при означенных ценах концы имеют применение на самих мануфактурах для обтирки машин, а равно и для замены хивийского хлопка. Цена находится в зависимости от сорта концов».

американского хлопка, и при пользовании русским товаром для пиросилинового дела следует отличать концы от хлопка отдельных и смешанных сортов. В России при переделке 10 млн. пудов хлопка остаются сотни тысяч пудов рвани и концов. Хотя сбор их всюду производится, хотя они находят свое применение, но до сих пор у нас еще не организовалось специальной и правильной очистки и переделки концов (их переделывают сами мануфактуристы), составляющих предмет нескольких специальных фабрик в Западной Европе. Особенно известна манчестерская фабрика очистки концов Адамса. Для подобного предприятия в России можно ждать, при развитии спроса, развития производства около Москвы или Владимира, где сгустилось большинство наших мануфактур. От нескольких мануфактуристов я слышал, что они готовы были бы заняться подобным делом, если бы получили от правительства предложения, обставленные определенными требованиями. И нельзя ждать, чтобы в России инициатива шла в этом деле от частных лиц, потому что они всею историею развития наших промышленных предприятий научены идти лишь в том направлении, которое указывается им прямо (как металлургические или нефтяные дела) или косвенно (как свеклосахарные и мануфактурные дела, вызванные таможенными мероприятиями) правительством. Лица, посвященные во все подробности русских мануфактурных дел, обещали мне доставить подробные сведения об существующих в России видах хлопковых концов и рвани, об их ценах, массах и способах очистки. Другие обещали организовать, при спросе и подряде, должную очистку. Но подробных сведений от этих лиц я еще не получил, а потому ограничусь тем, что по собранным мною данным можно ожидать, что средняя цена слабо загрязненных хлопчатобумажных концов в Москве будет не выше 6 руб. за пуд. После же надлежащей очистки, сопровождающейся потерями, цена эта может достичь до 8 или 9 руб., если потребуется особо тщательное очищение и волокна лучших сортов иностранного хлопка. При таких ценах будет дешевле или брать среднеазиатский хлопок или же пока выписывать иностранные очищенные концы, объявив русским мануфактуристам, что за русские, при равном достоинстве, будут платить столько же, сколько за иностранные, вместе с таможенною пошлиною и провозом.

Присовокуплю к этому, что рвань ткацкую или концы белые льняные можно иметь, по сведениям, сообщенным мне известным производителем льняных и джутовых тканей С. И. Сеньковым, с доставкой из Ярославля или Владимира по

3 руб. за пуд, суровую льняную по 1 руб., джутовую ткацкую по 1 руб. 20 коп. за пуд в Петербурге.

Предположение Артиллерийского управления выписывать на первое время хлопчатобумажные концы из Англии и в то же время устроить при Охтенском пироксилиновом заводе небольшой завод для очистки концов, полученных из русских мануфактур, по мнению моему, совершенно согласуется с обстоятельствами дела. Но было бы убыточно, с природою предмета не согласно и во многих отношениях неправильно вести подобное дело и впредь на казенных заводах — чинами Артиллерийского управления. Достаточно сказать, что дела с волокнистыми веществами, даже для механической их обработки, требуют совершенно специальной подготовки, что хотя бы чины артиллерийского ведомства приобрели такую подготовку, все же дело очистки хлопка должно быть особою частью мануфактур, что казенные заводы, раз устроенные, должны будут составить препятствие для развития подобного дела в России и что, без дальнейших доказательств, очевидна дороговизна заготовки самую казною очищенных концов и необходимость оставить рано или поздно подобный прием казенной мануфактуры, причем должны почти пропасть как затраты на устройство специальных хлопкоочистительных рядов, так и усилия артиллерийских чинов, которые займутся таким делом. Гораздо целесообразнее вызвать сразу, разумным отношением к делу, частную предприимчивость, обещающую тем больший успех, что очистка рвани и концов, раз установившись, хотя бы чрез субсидированный вызов частной предприимчивости, должна найти в сбыте очищенных концов в частные руки преимущественный свой интерес. Упомянув о сем, я имею в виду своевременно удержать Военное министерство от возможности неверного шага и от напрасного вздорожания очищенных концов, потому что убежден в невозможности выгодно вести подобное производство силами и средствами пороховых заводов артиллерийского ведомства. Оно в своих предначертаниях предполагает иметь казенные камеры серной кислоты, казенные заводы азотной кислоты, казенные заводы для очистки хлопковых концов и казенные пироксилиновые заводы. Все это притом предполагается сделать сразу и около трех ныне существующих пороховых заводов. Такой план, по мнению моему, не только обещает множество неудач в разных частях сих дел, но только разделяет внимание немногих лиц Артиллерийского управления, приставленных к пороховому делу, но, без сомнения, должен повести к излишним начальным затратам и к излишней дороговизне бездымного пороха. Если

самое приготовление пороха, уже испытанное чинами артиллерийского ведомства, можно считать соответствующим сущности задач порохового управления, то ни одну из названных ветвей техники, и особенно очистку хлопка, нельзя признать приличествующею и соответствующею предначертанному ведению их чинами пороховых заводов, замкнутость и тайна которых вовсе не требуются для всех частей производства, кончающихся приготовлением пироксилина. А потому переделку концов, как заготовку серной и азотной кислот и даже самое производство пироксилина, по моему мнению, должно отличить от производства самого пороха, т. е. от превращения пироксилина в порох. Если последнее, ради тайны и полной благонадежности, хотя бы с излишними затратами, можно вести под казенным управлением чинами артиллерии, то первые части производства все следует сразу предоставить частной промышленности уже ради одних экономических расчетов, потому что тайны в делах этого рода соблюдать нет ни надобности, ни возможности.

В дальнейшие расчеты введена цена пуда очищенных концов в 7 руб. 50 коп., но считаю, что за такую цену можно получить очищенные концы только из России, потому что иностранный товар этого рода должен платить таможенную пошлину (по указу 16 августа 1890 г.) в 1 руб. 20 коп. золотом с пуда, что составляет около 1 руб. 70 коп. кредитных. При пересмотре тарифа этот оклад может увеличиться в виду развития русской (в Закаспийском крае) культуры хлопка. Такую же цену, 7 руб. 50 коп., проектировало артиллерийское ведомство.

V. О производстве пироксилина

§ 23. Производство это состоит из следующих основных операций: 1) смешение кислот (3 части серной с 1 частью азотной кислоты) и их охлаждение, 2) нитрование или погружение хлопковых концов на короткое время в кислотную смесь и отжатие части оной,¹ 3) окончание нитрования хлопка в горшках, 4) отжатие избытка кислот на центрифугах, 5) холодная и горячая промывка пироксилина (нитрованного хлопка), перемежаемая отжатием на центрифугах, и 6) превращение пироксилина в мязгу и ее отжатие.

Сколь ни просты по своим свойствам все указанные части производства, тем не менее от рациональности выполнения

¹ При этой части производства совершается переход большей части хлопка в пироксилин.

каждой из них и их последовательности зависят не только состав и свойства пироксилина и пороха, но и неизменяемость последнего при хранении и постоянство его баллистических качеств. Поэтому главнейшую часть всего порохового дела должно искать не в способах производства самого пороха из пироксилина, а именно в соблюдении всех условий для производства, по возможности, однообразного пироксилина, соответствующего желаемым свойствам пороха. А так как с переменю температуры и количества воды, входящей в дело, свойства и состав происходящего пироксилина изменяются, необходимо, чтобы сии неустраняемые изменения не выходили из известных пределов, то и очевидно, что здесь еще более, чем во всех других частях производства, неизбежно необходимы не только постоянные лабораторные исследования, но и неусыпный надзор знающих химиков.¹ Без этого не только не может быть хорошего пороха, но и ценность его, в конечном результате, будет более, чем это необходимо. В цене пироксилина должна включаться ценность всех расходов, необходимых для особой лаборатории и для техников и химиков, следящих за ходом дела на самом заводе. Судя по сделанным мною расчетам, должно думать, что на пуд пироксилина эти расходы составят не менее 50 коп., а могут (когда будут спешно звать иностранных специалистов, не химиков, а техников) достигнуть и 1 руб. Расход этот принят далее в счетах.

§ 24. Судя по сведениям, сообщенным в письме генерала Н. П. Федорова, ангулемский пироксилиновый завод стоил около 1½ млн. франков, считая в том числе здания завода и приборы, в нем необходимые, производительность же завода равна 3 т в день, что дает в год около 800 т или около 50 тыс. пудов. Если 1 франк принять = 36 коп., а погашение завода принять 5-летнее (имея в виду соображения того же рода, как в §§ 15 и 17), то на пуд пироксилина погашение завода ляжет в виде 2 руб. 25 коп. По расчетам, сделанным мною для русских условий и обстоятельств, приняв погашение капитала обзаводства 5-летним, оно ни в каком случае (т. е. при экономической и неспешной стройке) не может быть менее 2½ руб. на пуд пироксилина, а при спешности постройки оно

¹ Весьма поучительно, что на заводе бездымного пороха в Шпандау, близ Берлина, где прежде все дело велось под надзором лиц артиллерийского ведомства, готовивших обыкновенный порох, ныне, в октябре 1890 г., пришли к необходимости заменить их техниками и химиками, специально подготовленными к ведению химических производств, как извещают специальные химико-технические газеты Германии.

составит даже для частного предпринимателя (не считая цены земли) вероятно не менее 3 руб. Для казны и при спешности обзаводства и стройки эта сумма погашения будет (принимая погашение 5-летним) вероятно еще большею.¹ Ради осторожности расчетов, я приму погашение в 3 руб. на пуд пироксилина, что составит 3 млн. руб. на 1 млн. пудов, заготовленный в 5 лет.

§ 25. Если принять, что отработавшие (отжатые на центрифугах) кислоты с пироксилинового завода поступают на заводы азотной и серной кислоты, и если допустить вновь 5-летнее погашение завода, то цена пуда (сухого) пироксилина составляется из следующих важнейших составных частей:

1) $\frac{2}{3}$ пуда очищенных хлопковых концов (пуд по 7 руб. 50 коп.)	5 руб. — коп.
2) 6 пудов серной кислоты, приготовляемой из колчеданов недалеко отстоящих рудников (по 44 коп. пуд, отдел II) около	2 „ 70 „
3) 2 пуда азотной кислоты (по 4 руб. 60 коп., отдел III)	9 „ 20 „
4) топливо, водокачение, рабочие и ремонт посуды, около	5 „ 10 „
5) лаборатория, надзор техников, общее управление, около	1 „ 50 „
6) процент на основной и оборотный капиталы, около	1 „ 50 „
7) погашение основного капитала (в 5 лет), около	3 „ — „
8) интерес предпринимателя, по крайней мере	2 „ — „

Итого пуд пироксилина (без уку-
порки и доставки) около 30 руб. — коп.

Полученная цифра стоимости² показывает, что частный предприниматель едва ли может поставлять казне, по 5-лет-

¹ Ныне построенный Охтенский пироксилиновый завод (без заводов порохового и азотной кислоты) стоит, с приборами, конечно, много более 600 тыс. руб., а назначается для годичного производства 40 тыс. пудов, т. е. в 5 лет для 200 тыс. пудов. Приводимая мною цифра в 3 руб. вероятно немного ниже должной для Петербурга, Москвы и т. п. мест, где кирпич дорог, но я ее удерживаю, потому что предполагаю, что пироксилиновые заводы будут строиться там, где топливо дешевле, а потому не дорог и кирпич.

² Она представляет результат разбора производства в его частностях. До некоторой степени она подтверждается теми многочисленными предположениями, какие получены Артиллерийским управлением в 1889 г. от лиц, предлагавших принять на себя подряды доставки пироксилина. Так,

нему контракту, с тем, чтобы после 5 лет завод пошел или в пользу казны, или в пользу предпринимателя, пироксилин менее чем по 30 руб. за пуд (без укупорки и перевозки). Но при иных условиях контракта, например, когда контракт продолжится не на 5, а на большее число лет, или когда здания и аппараты,¹ или некоторые сырые продукты, например селитра, будут отпускаемы подрядчику от казны, тогда цену, конечно, можно ожидать меньшую. Менее 25 руб., вероятно, не спустится цена пироксилина, если концессионеру будут даны готовые приборы и здания пироксилинового завода. Если сверх того казна даст и селитру, то едва ли подрядная цена будет ниже 20 руб. за пуд. Если концессионеру сверх того дадут еще готовые заводы для серной и азотной кислот, то цена пироксилина может спуститься в подряде еще более. Все это относится к настоящему времени и к той спешности и новости, какие ныне свойственны пироксилиновому делу в России.

Но всякие подобные условия, со всеми возможными видоизменениями подробностей, мне кажутся все-таки более обещающими дешевизну пироксилина, чем прямое его заготовление, начиная с постройки зданий,— силами артиллерийского ведомства.

например, фирма Барб, при поставке 100 тыс. пудов, просила по 5 франков: 60 сантимов за килограмм, что при курсе 36 коп. за франк дает цену пуда 91.8 франка или 33 руб. Но это цена без доставки, при условии иностранного производства. Русские условия должны давать высшую цену, и если дали низшую, то лишь потому, что найдены в обрез. Во всяком случае приведенные расчеты, расчленив огульную стоимость, могут относиться только к поставке или заготовке значительных масс, например в 5 лет 200 или более тысяч пудов. Если подряд разбить на более мелкие доли, то цены выйдут больше указанных. Я убежден, что поставку 200 тыс. пудов пироксилина (если условия приемки не будут представлять тех излишних формальностей и требований, какие часто удорожают множество казенных поставок) возьмет немалое число солидных предпринимателей по 30 руб. за пуд, с тем, чтобы всю главную стройку и приборы (заводов азотной кислоты и пироксилина) сдать затем казне во всей полноте, особенно если часть сумм будет выдана (под обеспечение) авансом, и если казна сама обеспечит заготовку селитры на случай военных действий. И я полагаю, что так поступить во всех отношениях для казны выгоднее, чем самой строить заводы и вести на них все операции, не имеющие ни прямой связи с делом артиллерии, ни шансов долгой устойчивости—на принятых формах производства. Если подряд, вместо 5 лет, сделать на 1 или 2 года, то цена должна сильно увеличиться. Она, вероятно, увеличится и тогда, когда подрядчик авансов не спросит. Во всяком случае ни собственная казенная стройка, ни заказы серной кислоты, вероятно, не дадут казне более дешевого пироксилина.

¹ Или же капитал, для их сооружения необходимый, что, в сущности, будет все же лучше или выгоднее, чем ведение всего дела самою казною.

§ 26. Что касается до местностей, приличных для устройства пироксилиновых заводов, то они тотчас сделаются очевидными, если мы заметим только, что серная и азотная кислоты суть жидкости, перевозка которых требует большого веса укупорочных сосудов и сопряжена с неизбежными утратами, что (§ 1) для пуда пироксилина необходимо 9 пудов сырых материалов и что вывоз пироксилина для подвозки его к пороховому заводу удобнее и выгоднее, чем подвоз сырья к пироксилиновому заводу, тем более, что пироксилин во влажном состоянии перевозится с полною безопасностью, чему доказательством служит доставка в 1890 г. на Охтенский завод пироксилина из Франции. Отсюда уже очевидно, что сущность моего мнения в указанном отношении сводится, к тому, чтобы *пироксилиновые заводы строить рядом с заводами не только азотной кислоты (как это у нас и предположено, по примеру Франции), но и с заводами серной кислоты, но не обуславливать их постройку теми местами, где будут заводы самого бездымного пороха*, хотя эти последние и могут быть сооружаемы рядом с пироксилиновыми заводами. Все это и видим в таком именно виде в Англии, Франции и Германии, что я должен считать известным, а потому особо и не развиваю. Беря с Франции пример в отношении к способу заготовления пироксилина и пороха, Артиллерийское управление не обратило внимания на то, что пироксилиновые заводы этой страны помещены там, где выгоднее получается серная кислота, а не на случайных местах прежних заводов обыкновенного пороха.¹ У нас же предположено строить пироксилиновые заводы и заводы бездымного пороха именно там, где сыздавна стоят Охтенский, Казанский и Шостенский заводы обыкновенного пороха. Ничтожные выгоды от сбережения постройки некоторых новых зданий, например жилых домов для лиц, заведующих заводами и рабочих, далеко не могут покрыть тех постоянных излишних трат, которые проистекут от подвозки сырья для заводов серной кислоты и пироксилина. Это тем более справедливо, что самые

¹ Так, например, казенный пироксилиновый завод в Ангугеме соединен с заводом бездымного пороха, а большой завод в Мулен-Блане с пороховым заводом вовсе связан. Вообще же следует избирать, с расчетом относительно стоимости производства, именно места для постройки пироксилиновых заводов, а не ставить их столь случайно, как предположено у нас. Заводы же самого бездымного пороха можно помещать или рядом с пироксилиновыми, или отдельно; от этого цена пороха изменится очень мало, потому что пироксилин с укупоркой весит почти столько же, сколько и порох. Пуд (нетто) сухого пироксилина с водою (30 %) и ящиками или бочками, в которые укупоривается для перевозки, весит не более 1½ пудов (брутто).

заводы бездымного пороха, как такие, которые удобнее всего удержать за казною, одни потребуют своего особого управления и могут помещаться там, где и ныне стоят пороховые заводы. Пироксилиновые же заводы не следует, ради выгод заготовки, связывать с местами заводов, готовящих самый порох, а потому не следует приурочивать к ныне существующим пороховым заводам. Это заключение, оправдываемое примером других стран и существом дела, т. е. разбором его оснований и подробностей, положено в основании моих предположений, развиваемых в X отделе.

§ 27. Таким образом, согласно с существующими у нас условиями, относящимися к производству серной кислоты, я *считаю берега Камы и Мсты и Донецкий край, где есть или легко получить колчеданы, такими местами, на которых следует создавать сразу и рядом друг с другом заводы: серной кислоты, азотной кислоты и пироксилина. Будут ли они частные или казенные, создадутся ли они с субсидиею от казны или самими подрядчиками на свой риск — это все равно.* Указанные места суть выгоднейшие для самой казны и выгоднейшие для частной предприимчивости, потому что природа указывает те места при помощи топлива и колчеданов, а будущность русских химических заводов, следовательно и пироксилиновых, неизбежно должна быть связана с природными условиями. Если бы дело шло о производстве товаров, зависящих от мест сбыта, от таможенного тарифа,¹ или от тому подобных местных и временных обстоятельств и условий, тогда бы можно было еще сомневаться в общности вышеприведенных соображений. Но пироксилин для пороха, а особенно серная кислота, с рядом продуктов, при ее помощи получаемых, представляют общую русскую потребность, притом очень крупную, а потому правильная постановка заводов, производящих эти вещества, должна прозорливо определяться не какими-либо косвенными соображениями, а основными природными условиями — близостью к местам нахождения топлива и серного колчедана, так как их масса во много раз превосходит массу пироксилина, что уясняется еще и далее, в отделе VII (о топливе) этой записки. Если бы, с другой стороны, речь шла об опыте, о производстве первых масс пороха и пироксилина или о приготовлении вообще малых количеств пироксилина, а не об общей потребности всей русской армии в громадных его массах, тогда бы можно было склоняться на сторону развития пирокси-

¹ Так, ныне химические заводы, пользуясь беспощадно иностранною серою и другими иностранными сырыми продуктами, сгущены около западных границ и морских берегов.

линового дела на Охтенском заводе, несмотря на его здесь дороговизну. Наконец, если бы заведенное пироксилиновое дело могло довольствоваться, хотя дорогими, но готовыми к делу, массами серной и азотной кислот, а не требовало бы устройства совершенно новых вспомогательных заводов, производящих серную и азотную кислоты, тогда, ради спешности народившейся потребности, можно было бы признать рациональным возведение поименованных заводов около мест существующего развития добычи серной кислоты, например в Петербурге и Москве. Но все сложившееся ясно говорит, что ни Шостенский, ни Казанский, ни даже Петербургский заводы пироксилина, устроенные рядом с нынешними пороховыми заводами, сколько-либо дешевого материала для бездымного пороха *ни ныне, ни впредь* дать не могут, т. е. не там следует развивать пироксилиновое дело в России, а там, где топливо и колчеданы дешевы, где есть хорошие пути и где мало шансов на остановку производства в военное время.

А потому я считаю мстинские берега, места, соседние с Уралом, и Донецкий край наиболее соответствующими устройству пироксилиновых заводов, необходимых для производства бездымного пороха, не определяя чрез это мест для устройства заводов самого бездымного пороха.

VI. Об отбросах и побочных продуктах, получающихся при производстве бездымного пороха

§ 28. При производстве 1 пуда бездымного пороха, считая в числе необходимых для сего заводов пироксилиновые, сернокисл[отн]ые и азотнокислые, могут иметь цену многие отбросы, поныне (у нас в предположениях, как и в действительности у французов) совершенно пропадающие и исчезающие из производства без всякого следа.

1) На 5 пудов (приходящихся на пуд пороха, § 1) серного колчедана получается, считая содержание серы в 45%, а следовательно, содержание двусернистого железа около 84%, не менее 3½ пудов *железной окиси*, содержащей около 58% железа, а потому представляющей хорошую (для добычи чугуна) железную руду. Если по соседству (например в Донецкой области — завод Юза) имеется доменная выплавка, то такую руду можно продать около 6 коп. с пуда (при дешевизне руд), что может дать около 20 коп. на пуд пороха. У казны эта окись железа явится отбросом, у заводчика, устроившегося на случайном месте, вся железная окись окажется также тягостным отбросом, но у заводчика, обсуждающего все подробности дела, она может получить свое значение, как статья

доходов. Если же колчеданы содержат медь, каковы уральские, то этот доход может быть даже столь значительным, что прямо определит выгодность завода серной кислоты (таков завод г. Ушкова около Елабуги).

2) Из 3 пудов чилийской селитры, идущих на пуд пороха, при обработке остаточною серною кислотою получается около 4 пудов (считая соль сухою) кислой сернонатровой соли, называемой на русских химических заводах «огарками». ¹ Соль эту, по показанию многих очевидцев, некоторые казенные французские заводы прямо выбрасывают в море. То же предположено делать на Охтенском пороховом заводе, когда там пойдет производство азотной кислоты, и даже говорилось об устройстве баржи для отвоза в Финский залив, что потребует заметных расходов. А между тем эти «огарки» сами по себе, особенно скопившись в значительной массе, представляют ценное вещество, могущее дать доход, и очень заметный. ² Конечно, сама казна с трудом может извлечь подобный доход, ³ но частный концессионер, без сомнения, озаботится об этом и вероятно поставит в счет за каждый пуд хотя бы по 10 коп., что составит на пуд пороха не менее 40 коп. Применение названной соли очень разнообразно. За границею, где развита производительность химических заводов (особенно в Англии), получающаяся кислая сернонатровая соль идет прямо на заводы, готовящие соду, потому что в одном из фазисов производства соды — по способу Леблана — именно готовится кислая сернонатровая соль. Но особенно важно заметить, что эта отбрасываемая соль может, после высушивания и надлежащего накаливания, дать около 20% серного ангидрида и более 50% сернонатровой соли, находящей прямое применение в стеклянном производстве, для которого приобретает за заводчиками под названием «сульфата» по цене выше 50 коп. за пуд. При цене 10 коп. за пуд «огарков» выгодно будет даже на 5-летний срок устроить подобную их переработку, что,

¹ Д. И. Менделеев «огарками» называет кислую сернонатриевую соль, а не окись железа, получающуюся при обжиге серного колчедана [*Прим. ред.*].

² Об этом предмете я уже сообщил Исполнительной комиссии в заседании 7 ноября. Г. Кованько, в своем заявлении, читанном в заседании 17 ноября, просит себе эти остатки, берясь поставлять серную кислоту по 45 коп. за пуд (§ 15, выноски).

³ Кажется, на первый раз, что продажею с торгов можно достичь такого дохода. Но можно утверждать, что покупатели или не явятся, или дадут ничтожную цену, потому что следует организовать все дело сбыта, устроить специальную переработку и иметь ручательство в получении товара из года в год, а на торгах казны этого ждать нельзя, поэтому завода не заведут и за «огарки», вероятно, не назначат сколько-либо им отвечающей цены.

вероятно, и выполнится частным концессионером, которому передастся добыча пироксилина и азотной кислоты. Если ему отдадут только $\frac{1}{4}$ пироксилина, т. е. 250 тыс. пудов в 5 лет, то у него будет ежегодно по 200 тыс. пудов «огарков», и завод уже можно строить.

§ 29. Два вида побочных продуктов, рассмотренных в предыдущем параграфе, отвечают заводам кислот серной и азотной. Но на пироксилиновом заводе, кроме массы промывных вод, содержащих часть серной и азотной кислот,¹ входящих в производство, получается из центрифуг при прожимании пироксилина, после пребывания его в горшках, такая смесь воды с серной и азотной кислотами, которую можно называть «отработавшими кислотами». На пуд пироксилина (считая его всегда в сухом виде) в центрифугах получается менее 4 пудов серной кислоты, если ее считать в том же состоянии (66° Боме), в каком она поступает на завод. В действительности же она получается в смеси с водою и с частью азотной кислоты. Следовательно, отработавшей кислоты достанет на обработку 3 пудов селитры, идущей на пуд пороха, потому что на 3 пуда продажной селитры надобно (§ 17) около 3 пудов серной кислоты в 66° Боме. Из этого видно, что почти вся отработавшая кислота уйдет на завод азотной кислоты. Если и получится некоторый избыток отработавших кислот, то он поглотится заводом серной кислоты, которому необходимы элементы азотной кислоты для правильного хода процесса в камерах. А потому, связывая или счета при поставке серной и азотной кислот с условием передачи всех отработавших кислот, или соединяя все хозяйство заводов серной кислоты, азотной

¹ Воды эти получаются со столь малым содержанием кислот, что не могут вредить текучей воде, в которую спускаются, но зато и не могут быть утилизируемы прямо. Однако следует пробовать собирать отдельно воды первой промывки, ибо они содержат крепкие растворы, и их обработка, может быть, окажется выгодною. При том следует пробовать промывные воды утилизировать для орошения полей и лугов, особенно потому, что азотная кислота составляет важный элемент урожайности. В климате Донецкой области, вероятно, это будет выгодно. Сверх того считаю не излишним указать здесь на то, что можно предвидеть возможность уменьшать массу потерь, происходящих при промывке готового пироксилина. Но развитие требует еще многих опытов. Вообще же уместно сказать, что мы, русские, заводим пироксилиновое дело позже других народов и должны бы были не только перенять от них, но и ввести возможные усовершенствования. Но, понимая дело в его конкретных условиях, я убежден, что такие усовершенствования могут быть достигнуты только при помощи участия частной предприимчивости в деле заготовления пироксилина и пороха. Казенному управлению нельзя рисковать нововведениями.

кислоты и пироксилина в одни руки (или одного концессионера, или самой казны), можно получить экономию не только для завода азотной кислоты (получающего бесплатную серную кислоту), но и для завода серной кислоты, потому что он получит необходимые ему элементы азотной кислоты или в виде избытка отработавших кислот, или в виде слабых сортов азотной кислоты, или, наконец, в виде бурых паров, отделяющихся при перегонке и применении азотной кислоты. Если же завод серной кислоты совершенно отделить от пироксилинового и от азотнокислого, то за серную кислоту придется платить дороже, чем при комбинации всех 3 заводов, потому что заводу этому придется покупать селитру, и большинство заводов России считает, что на пуд серной кислоты падает более 2 коп. на расходы для введения в камеры элементов азотной кислоты. Следовательно, при покупке с посторонних заводов серной кислоты придется переплатить (на 6 млн. пудов серной кислоты) вероятно более 120 тыс. руб. во время приготовления 1 млн. пудов пороха. Так, из самых мелких обстоятельств, при огромности предстоящих дел, могут скопляться весьма крупные цифры напрасных трат. Все это по возможности избегается при осуществлении предлагаемой мною комбинации в одно целое 3 заводов (серной кислоты, азотной кислоты и пироксилина), особенную выгоду чего должно искать в уничтожении, при такой комбинации, всякой перевозки кислот.

Считаю при этом необходимым заявить, что всякое, даже малейшее, сокращение в расходе на азотную кислоту (§ 18) и, следовательно, на селитру должно отозваться особенно явными выгодами, потому что это самое дорогое составное начало *пироксилинового* производства.¹ При казенном хозяйстве будет мало шансов для подобного осторожного, бережного и вни-

¹ Если хлопковые концы в очищенном виде заменяю очищенною ватой, стоящею около 12 руб. за пуд, и возьмем продажные кислоты, то счет материалов для пуда пироксилина выйдет следующий:

6 пудов серной кислоты, по 90 коп.	5 руб. 40 коп.
2 пуда азотной кислоты, по 6 руб.	12 „ — „
2 3/4 пуда ваты, по 12 руб.	8 „ — „
	25 руб. 40 коп.
за 4 пуда остаточных кислот, по 60 коп.	2 „ 40 „
материалов на 1 пуд пироксилина	23 руб. — коп.

Отсюда ясно видно, что азотная кислота есть самая дорогая составная часть пироксилинового производства. С другой стороны, приведенный счет показывает, сколь велики должны быть расходы на пироксилин, если он готовится в малых количествах.

мательного отношения к производству, а в разумном частном хозяйстве будут прямые указания на необходимость и выгоду подобного отношения к предмету. Поэтому я утверждаю с полной уверенностью, что наибольшую экономию производства пороха, сбережение и утилизацию всяких отбросов и побочных продуктов можно ждать только при передаче всего пироксилинового дела частным предпринимателям. А когда они, при 5-летней выработке, найдут все способы практически вести дело, тогда, получив по предположениям, мною развиваемым, все или часть заводов устроенными и готовыми прямо к делу, быть может и сама казна будет иметь возможность сама вести все дело. Но и тогда, по моему мнению, будет выгоднее сдать вновь готовые заводы в частные руки с новых подрядов, причем уже избегнутся все расходы на погашение заводов.

§ 30. На самих пороховых заводах, получающих готовые пироксилин и растворитель, нельзя ждать иных побочных продуктов, кроме происходящих от растворителя. Ныне в предначертаниях Артиллерийского управления не делается никаких предположений в этом отношении, так как на французских заводах, служащих образцом для наших, ничего подобного не существует. Предмет этот я вкратце рассмотрю далее в отделе IX, а теперь замечу только, что у казенных пороховых заводов, при обычном ходе подобных заводов, не может и явиться какой-либо склонности к отысканию подобного сбережения расходов, могущих, однако, по предварительному опыту и счету, сделанному мною, составить сбережение до 3 или, по крайней мере, 2 руб. на пуд пороха. А на миллион пудов пороха это составляет такой громадный расчет, что ради его одного частный предприниматель может многое совершить, например пригласить за очень крупные вознаграждения лучших химиков и техников, чтобы они ему помогли сделать подобную экономию в 2 или 3 млн. руб., на побочном продукте производства. Нигде, кроме одной Англии, казенные заводы не прибегают к подобным мерам, и везде, как и у нас, частные, крупные и разумные предприниматели не щадят средств для выработки подобных побочных доходов.

VII. Топливо, посуда и другие побочные материалы, необходимые заводам, производящим пироксилин и бездымный порох

§ 31. Не входя в мелочные, чисто технические и отчасти гипотетические расчеты, произведенные мною, по отношению к расходу топлива на пироксилиновом и пороховом за-

водах;¹ я приведу одну окончательную цифру 15 пудов топлива в виде каменного угля (хорошего качества) на 1 пуд пороха, как такую, которая мне кажется совершенно достаточною (при большом производстве) для водокачения, для топки паровых котлов и для отопления строений. Полученная мною цифра менее той, которая выводится из счета топлива, потребного на 1891 г. Охтенскому заводу, предполагающему получить в этот год 40 тыс. пудов пироксилина и пороха. В донесении Охтенского порохового завода (от 27 февраля 1890 г.) предположено израсходовать в 250 рабочих дней на пироксилиновом заводе 15¹/₂ млн. кг каменного угля, а для завода бездымного пороха 2¹/₂ млн. кг в сумме (18 млн. кг), это составляет около 1080 тыс. пудов угля² или по 27 пудов угля на пуд пороха.³

Если же принять цифру только в 15 пудов угля на пуд пороха, то и тогда тотчас становится очевидным, что цена топлива играет огромную роль в цене пуда пороха, тем более что заводы кислот (серной и азотной) также требуют около 5 пудов каменного угля на пуд пороха. Ясно, что каждая лишняя копейка, переплаченная на пуд угля, выразится лишним расходом по крайней мере в 200 тыс. руб. на миллион пудов пороха. А цену каменного угля в Донецкой области, среди тамошних копеек угля, нельзя считать большею, чем в 10 коп. за пуд (можно иметь и по 5, даже по 4 коп.), цену же угля в Петербурге нельзя считать ниже 15 (в текущем 1890 г. Охтенский завод платил 18 коп. пуд), следовательно разность расходов по крайней мере в 5 раз более предыдущей. 100 пудов хорошего угля заменяются 70 пудами нефтяных остатков или кубической саженью обычных дров. На Каме остатки можно иметь от 13 до 18 коп. за пуд, что составит за пуд каменного угля от 9 до 12¹/₂ коп. Кубическую сажень дров на Мсте, по всей вероятности, можно получить не дороже как за 10 руб., что опять дает 10 коп. за пуд угля. А потому можно считать

¹ Расход на топливо для заводов серной и азотной кислот включен в счета (§§ 15 и 17) их производства. Количество всего топлива, на этих заводах потребляемого, не может быть, по моим счетам, более 5 пудов на пуд пороха, однако напрасная трата и здесь возможна.

² Вместе с углем для завода азотной кислоты разočтено (в делах Артиллерийского управления) 1540 тыс. пудов угля на 40 тыс. пудов пороха, что составляет на пуд пороха 37¹/₂ пудов угля как топлива. Надо полагать, что такого количества угля будет более чем достаточно.

³ Считаю своею обязанностью сказать еще раз, что верность подобного расчета я отрицать не имею основания, потому что свой расчет сделал, включив многие, мне казавшиеся вероятными, предположения; действительного расхода я не знаю.

(как и сделано мною в счете § 25), что топливо обойдется предполагаемым мною пироксилиновым заводам по средней цене, близкой к 10 коп. за пуд каменного угля. Стоит поместить пироксилиновые заводы там, где топливо обходится, как в Петербурге, по 15—18 коп. или, как в Москве, по 20—22 коп. за пуд угля, чтобы на одном этом предмете иметь излишек расходов, сосчитанных на 1 млн. пудов пороха, равным (при средней цене угля в 18 коп. вместо 10) по крайней мере (если расход топлива=20 пудам угля на пуд пороха) 1600 тыс. руб.; если же примем, что требуется $37\frac{1}{2}$ пудов угля на пуд пороха, как проектировано для 1891 г. на Охтенском пороховом заводе, то разность в 8 коп. на пуд угля ляжет на пуд пороха в 3 руб., и излишек расходов таких заводов против тех, которые будут на местах 10-копеечной цены угля, составит уже целые 3 млн. руб. на первый миллион пудов бездымного пороха.

Такие цифры показывают, сколь важно для выгодной заготовки бездымного пороха обсуждение вопроса о месте устройства пироксилиновых заводов (вместе с заводами кислот), поглощающих главнейшую массу топлива. В то же время они усиливают еще более доводы в пользу устройства пироксилиновых заводов на Мсте, Каме и Донце. Ведь дело идет о перевозке не одного колчедана, да селитры и пироксилина, а в то же время и о перевозке каменного угля или вообще топлива, которого в пуде бездымного пороха скрыто вероятно более 20 пудов, если считать на хороший уголь, а считая на дрова, — по крайней мере в $2\frac{1}{2}$ раза, т. е. в пуде бездымного пороха сокрыта цена или энергия, в экономическом смысле, 50 пудов древесного топлива.

§ 32. Места относительной дешевизны топлива (и колчеданов), будучи по этой самой причине наиболее приличными для устройства пироксилиновых заводов, приобретают особое значение для дешевизны производства бездымного пороха, если в них можно получить глиняные и металлические изделия или устроить выгодное их производство, потому что на химических заводах, производящих кислоты или пироксиллин, идет много изделий этого рода, например баллоны, горшки и трубы из хорошо обожженной, внутри спекшейся глины, затем различные чугунные отливки, как то реторты, шлемы к ним, трубы, колошники и т. п. Эти изделия так надобны химическим заводчикам, что большие химические заводы или сами у себя заводят их производство, или возбуждают развитие подобных заводов около мест своего действия. И следует заметить, что выгодное устройство подобных заводов определяется прежде всего де-

шевизною топлива. Потому-то и видим, что в каменноугольных областях заводы жмутся друг к другу и к копиям. Таковы, например, заводы Ньюкестля в Англии, вестфальские в Германии и т. п. Переселить это или не принимать в должное внимание, или забывать обо всем этом—значит упускать из вида возможную дешевизну и прочность существования устраиваемых заводов, потому что топливо, глиняную посуду и чугунные отливки, по их большому весу и по их большому расходу для химического дела, заводам приходится спрашивать часто и много, и постоянная переплата за столь ходячие орудия работы отзовется на валовой стоимости изготовляемых товаров весьма заметною цифрою. Снабжение же русской армии бездымным порохом есть одно из крупнейших в мире химических предприятий.

Выписывать такие предметы, как глиняные сосуды или трубы или чугунные реторты, из-за границы, как предначертано в предположениях, до сих пор существующих в отношении казенных пироксилиновых заводов, было бы возможно и даже расчетливо, если бы дело шло о маленьких предприятиях. Но когда возрождается столь громадное химическое дело, как производство в 5—6 лет миллиона пудов пороха, примерно на 60 млн. рублей, тогда это не только неправильно во всех отношениях, но даже и прямо очень нерасчетливо, даже опасно для дела, а для народного промысла вредно. В предначертаниях о действии Охтенского завода в 1891 г. (дело 2-го стола, 2 сентября 1890 г. № 2645), ныне только что снабжаемого всеми необходимыми новыми снарядами, находится цифра, показывающая, с какими размерами расходов на подобные предметы придется иметь дело, потому что для восполнения одной текущей надобности (замены разбитого или чем-либо поврежденного) в глиняной посуде в год предположено приобрести глиняных сосудов на 50 тыс. руб., а предполагаемый размер производства ограничивается 40 тыс. пудов пироксилина. Это составляет по 1 руб. 25 коп. на каждый пуд пороха. Неужели это выписывать от иностранцев?

§ 33. Следует поступать иначе, а именно всемерно вызвать свои русские заводы всего необходимого, тем более, что все это дело просто, в России имеются все сырые для того материалы и на случай войны не следует, по возможности, ни одну часть потребности брать из-за границы. Если для текущего расхода на 40 тыс. пудов пороха глиняного товара предполагается на 50 тыс. руб., то, дав подобный наряд в руки умелых людей на 5—6 лет, не требуя от них, чтобы в первое время наш товар был лучше и дешевле заграничного, и облегчая

(и ничем не затрудняя) первые шаги всеми способами, легко уже на указанную пропорцию глиняной посуды вызвать охотников для устройства совершенно нового предприятия. Но дело идет ведь не о 40 тыс. пудов пороха в год, а о 200 тыс. пудов, не об одном текущем ремонте битых горшков и др. глиняных изделий, а о снабжении готовящихся заводов всею им потребною глиняною посудю. Тогда вызвать легко, и можно даже быть вполне уверенным, что русский товар обойдется дешевле иностранного, а чрез 2—3 года и качеством ему не уступит, как наши фарфор и стекло, если дело идет не о красоте форм, а о добротности материала.

Чтобы показать возможность выгоды такого способа действия, я приведу несколько отрывочных фактов, могущих при доброй воле руководителей всего пироксилинового дела в России (будут ли то частные концессионеры или сама казна) показать, что примеры и условия для осуществления вышесказанного имеются в достаточном уже развитии. П. К. Ушков, учредив в последние годы при своем химическом заводе в Елабуге производство соды и белильной извести, уже пришел к убеждению о необходимости устроить у себя гончарное дело, снабжающее его завод надобной ему посудю. В Тверской и Новгородской губерниях существуют 8 гончарных заводов, некоторые из которых, как мне лично известно, закрыли свое действие по недостатку спроса на изделия, сколько-либо превосходящие обычные народные потребности. Известные у нас породы огнестойких глин, например боровичской, гжельской и глуховской, давно дали массу заводов, производящих разнообразнейшие глиняные изделия. С 1880 г. известный предприниматель г. Вахтер основал и ведет около Боровичей свой Жданский завод¹ огнепостоянных кирпичей. Если поныне спрос на иностранную глиняную посуду для химических заводов довольно велик (ввозят примерно в год на 300 тыс. руб.), то причину этого должно искать прежде всего в раздробленности спроса, в его разнообразии. Совершенно иное дело предстоит при снабжении глиняною посудю производителей пироксилина. Им сразу надобно много предметов однородных, а такие предметы легко изготовить, не терпя убытков от недостатка заказов и спроса. Такие края, как берега Мсты, Камы и Донца, преизобилуют давно известными и давно применяемыми в дело прекрасными сортами глины. Словом, за сырьем

¹ Говорят, он ныне переводится по причине затруднений в транспорте изделий на другое место. Тут глины довольно, мало только людей предпринимчивых и еще меньше верящих в силы России и в то же время их злующих.

дело не станет в России, умение найдется, если его призвать разумными способами и если устранить при вызове сразу весь тот страх, какой многие производители поныне еще питают к придиркам и всяким неправдам, бывшим нередкими у нас при подрядах. И здесь, как во многих других отношениях, полезно первые 5 лет вполне предоставить дело частным концессионерам, которые проще, чем казенное управление, могут отличить дельного и способного, хотя бы и малоденежного гончара от юркого афериста, стремящегося воспользоваться встретившимися обстоятельствами.

Итак, глиняные изделия, надобные химическим заводам, открывающимся из-за бездымного пороха, по моему мнению, следует заказывать почти исключительно в России. Пусть первый и даже второй год они будут даже дороже иностранных, на третий или четвертый год они наверное будут дешевле заграничных, уже по одному тому, что они в далекой перевозке бьются, и эта перевозка вместе с таможенными пошлинами слишком высоко поднимает их цену. Пуд товаров этого рода в лучших изделиях продается не более 3 руб. кредитных, таможенная пошлина ныне = 26 коп. золотом или близка к 36 коп. кредитным, а провоз вместе с этою пошлиною и боем вероятно чуть ли не удвоит истинную стоимость.

§ 34. Чугунные отливки, которых придется много заводить при начале и приобретать для замены при ремонте заводов, группирующихся около пироксилина, следует отливать или прямо на заводе, или брать с соседних литейных. Так как чугун платит меньшую таможенную пошлину (25 коп. золотом с пуда) и перевозится очень легко и удобно (без порчи)—сравнительно с чугунным литьем, особенно подвергшимся обточке, сверлению и т. п. обработке (с пуда 1 руб. 40 коп. золотом), то лучше уже выписывать иностранный чугун, чем отливки из него. Но близ Урала и на Донце даже в этом не будет никакой надобности, потому что там сосредоточена наша металлургия, и я считаю предмет этот достаточно ясным, чтобы долее на нем не останавливаться. Приобретая надобное своим пороховым заводам в России, Военное министерство не только сократит расходы на порох, но и увеличит промышленную производительность отечественную, а не иностранную.

VIII. О производстве растворителя

§ 35. Вовсе не касаясь технической стороны производства бездымного пороха, потому что она всюду содержится в полной тайне, необходимо обратиться в такой экономической

записке, какова представляемая мною, к вопросу о применении спирта и эфира, потому что смеси сих последних идет на пуд бездымного пороха 2 пуда, и, следовательно, если среднюю цену растворителя принять только в 5 руб. за пуд (а существующие предположения доводят ее до 8 руб. за пуд, потому что на 40 тыс. пудов бездымного пороха 80 тыс. пудов растворителя оценены в смете в 640 тыс. руб.), он возвышает цену пуда пороха на 10 руб. Очевидно, что здесь все то, что может уменьшать подобный расход, отзовется на всей миллионной пропорции пороха громаднейшим образом. Целые миллионы рублей могут быть тут или сохранены, или напрасно утрачены при той или другой постановке дела. Поэтому я рассмотрю производство растворителя, возможную для него ценность и способы его заготовления.

§ 36. Главную массу растворителя составляет смесь серного эфира со спиртом. Первого берется для смешения 2 части на 1 весовую часть второго. Обе составные части должны быть достаточно очищены перегонкою и не должны содержать таких подмесей, каковы, например, кислоты. Смешение совершается легко и просто, и получающаяся смесь напоминает собою общеизвестные гофманские капли аптекарей. Но в том то и дело, что для пороха надобны не аптекарские годовые пропорции, а небывало большие. Ныне, когда ввоз серного эфира огражден большою таможенною пошленною (в 6 руб. золотом с пуда), весь эфир, потребный для России и применяемый для извлечения танина, для аптек и для некоторых еще более мелких промышленных целей, — готовится уже внутри страны и притом из безакцизного спирта. По справкам, наведенным мною в Департаменте неокладных сборов, с 1880 г., когда утверждено положение об отпуске спирта без акциза для переделки на эфир, по 1889 г. включительно выпущено для сей цели на все заводы империи 1 669 331 ведерный процент спирта и сверх того с 30 июля 1888 г. по 29 сентября 1890 г. 2 395 736 ведерных процентов Тентелевскому заводу для производства эфира и для других целей химических производств (хлороформа и хлоралгидрата). Следовательно годовое потребление спирта на переделку в эфир в России поныне едва достигает 1 млн. ведерных процентов. А так как ведерный процент безводного спирта весит около 0.006 пуда, то вся масса алкоголя, ежегодно превращаемого в России в эфир, не превосходит 6 тыс. пудов. Из этого количества спирта получается менее 5 тыс. пудов эфира. Следовательно всю годовую производительность России в отношении к эфиру должно считать ничтожно малою по сравнению с тем, что по-

требуют заводы бездымного пороха, когда его будет производиться в год более 150 тыс. пудов. На эту последнюю массу потребуется в год 200 тыс. пудов эфира. Отсюда ясно, что либо казна сама, либо ее подрядчики должны создать *новые* заводы для восполнения предстоящей надобности в эфире. То, что до сих пор имеется в отношении к производству эфира, не может иметь никакого влияния на готовящийся спрос,— он во много раз более существующего.

§ 37. Серный эфир получается из обыкновенного винного спирта при действии серной кислоты, причем эфир перегоняется и путем этим по возможности отделяется (чрез ректификацию и дефлегмацию) от воды и спирта, вместе с ним улетучивающихся. Производство это, недорогое и несложное, требует, однако, сведущих в химии техников и может быть, при значительных массах производимого постоянно эфира, выражено следующими круглыми ¹ цифрами, относимыми мною к обычным русским условиям, на пуд эфира:

1) спирта, считая на безводный и освобожденный от акциза, около 1.4 пуда или около 240 ведерных градусов, считая цену градуса по 1½ коп.	3 руб. 60 коп.
2) на ремонт завода, на серную кислоту, топливо, рабочих, на водокачение и т. п. текущие расходы	1 " 20 "
3) на погашение основного капитала (стройка, приборы), считая его 5-летним, не более	— " 20 "
4) на проценты с основного и оборотного капитала (заготовка спирта, хранение эфира и т. п.)	— " 20 "
5) на технический надзор, управление, пошлины и страховку	— " 20 "
6) расходы на посуду для укупорки, если она возвращается заводу, на бой и утрату эфира при хранении и приемке, около	— " 40 "
7) доход и риск предпринимателя, около	1 " 20 "

Итого за пуд серного
эфира без доставки 7 руб. — коп.

В этой сумме можно сделать значительные сокращения, но ниже 6 руб. едва ли возможно ожидать поставки доброкачественного эфира плотностью не выше 0.725, как означено и в условиях, мною редактированных для Артиллерийского управления. Такой эфир (без посуды) стоит у известного хими-

¹ Я ввел некоторое, но незначительное, преувеличение в расходах, чтобы приводимый расчет ни в коем случае не оказался ниже возможного.

ческого торговца Тромсдорфа, как и у других больших фирм, около 0.9 марки или $1\frac{1}{8}$ франка за килограмм, что, при курсе 36 коп. за франк, составляет 6 руб. 64 коп. кредитных за пуд.

Что касается до цены пуда спирта, входящего в растворитель, то она зависит от степени очищения, времени и места покупки, вида укупорки и т. п. условий, не говоря об акцизе, который я не считаю оплаченным (о чем в следующем § 38), то ее можно определить, исходя из того, что спирт принимается 90-процентным по Траллесу и что цена ведечного процента равняется 1.6 коп. (выше обычной московской цены в $1\frac{1}{2}$ коп. по причине доставки к пороховым заводам и надлежащей очистки). В пуде такого спирта около 140 градусов, следовательно цену пуда очищенного спирта должно принять близкою к 2 руб. 25 коп.

Поэтому, если примем для эфира цену пуда около 7 руб., а для спирта около 2 руб. 25 коп., то 3 пуда растворителя будут стоить около $14 + 2\frac{1}{4}$ руб., а пуд около 5 руб. 40 коп. Но можно допустить, что цена эта опустится до 5 руб., если заключены будут 5-летние контракты на значительные массы и если заводы для приготовления эфира будут рядом с пороховыми, что столь же здесь немаловажно, как помещение заводов серной кислоты подле пироксилиновых.

§ 38. Если для пуда эфира пойдет около 240 ведечных градусов спирта, а в пуде спирта содержится около 140, то пуду смешанного растворителя (2 пуда эфира + 1 пуд спирта) отвечает около 200 ведечных градусов. Каждый же ведечный градус спирта платит ныне (с 1 января 1888 г.) $9\frac{1}{4}$ коп. акциза, следовательно, пуд растворителя, если бы он готовился из спирта, платящего акциз, уплачивал бы $18\frac{1}{2}$ руб. акциза, а на весь миллион пудов бездымного пороха легло бы акцизного сбора около 37 млн. рублей. На первый раз кажется, что казна получит, казна же и уплатит этот акциз, следовательно можно было бы считать эти 37 млн. руб. фикцией, которая не будет в сущности иметь никакого значения и даже облегчит дело, потому что тогда заводы, готовящие растворитель, будут свободны от тех стеснений, какие необходимы на всяком заводе, получающем безакцизный спирт. Но на деле эта кажущаяся простота и безубыточность должны исчезнуть, если акциз не будет снят со спирта, идущего для производства бездымного пороха. Главнее всего здесь то обстоятельство, что к заготовке растворителя (т. е. к приготовлению серного эфира) выгодно привлечь, как и к другим побочным производствам, частную предприимчивость, а она, уплачивая акциз, должна будет значительно увеличить свой оборотный капитал, а чрез это цена

эфира и растворителя возрастет. Если же казна сама, не внося в реальности акциза, будет на своих заводах производить растворитель, то можно ожидать утрат спирта, могущих принести прямые убытки. Таких утрат в отношении к спирту, освобождаемому для химических производств от акциза, нельзя ждать, потому что освобождаемый спирт денатуризуется, т. е. смешивается с каким-либо веществом, делающим освобождаемый спирт неудобным для применения как напиток. Так, например, прибавляют к спирту вонючее костяное масло. Для эфирных заводов, вероятно, можно производить денатуризацию чрез подмесь такого нечистого эфира, который, собираясь в дефлегматорах, должен быть вновь подвергаем перегонке.

Так как вопрос об освобождении от акциза спирта, потребного для бездымного пороха, представляет большое экономическое значение, то, ссылаясь на письмо его превосходительства директора Департамента неокладных сборов (от 23 ноября 1890 г. за № 3260), я считаю возможным сказать, что его высокопревосходительство господин министр финансов считает возможным освобождать, на общем основании,¹ от акциза те заводы поставщиков эфира, которые будут снабжать им артиллерийское ведомство.

§ 39. Тесная связь между приготовлением растворителя и самого пороха, накладные расходы и различного рода неудобства, сопровождающие перевозку и хранение эфира в больших массах, и необходимость в одно и то же время строить и снабжать приборами как пороховые заводы, так и те, которые будут готовить серный эфир,—заставляют желать, чтобы оба рода заводов были в такой же между собою тесной связи, в какой должны быть заводы, приготовляющие кислоты, с пирооксилиновыми. Соседство заводов, приготовляющих эфир, с пороховыми вызывается еще тем обстоятельством, что для частной жизни, для гражданской промышленной деятельности страны нет надобности ни в тех массах бездымного пороха, ни в тех количествах серного эфира, какие теперь требуются для организации военной обороны страны. Когда прекратится надобность в бездымном порохе ныне избранного типа и способа приготовления, тогда окажутся излишними и те огромные эфирные заводы, которые ныне придется создавать. В этом

¹ Основания эти высочайше утверждены 5 декабря 1880 г., 30 декабря 1883 г., 1 января 1887 г. и 20 декабря 1889 г. Сущность дела состоит здесь в том, что министру финансов предоставлено право освобождать от акциза спирт, назначенный для химических производств.

обстоятельстве я вижу один из экономических недостатков принятого вида пороха. Поэтому, если правительство пожелает удержать исключительно за собою производство принятого образца бездымного пороха, то, строя заводы для его приготовления (из пироксилина, производимого самою же казною или подрядчиками), оно должно одновременно создавать и заводы для серного эфира. Должно заметить при этом, что эфирные заводы по простоте и сравнительной дешевизне и выработанности устройства — не представят ни малейших затруднений. Переплачивая частному поставщику за перевозку, за случайный бой, за обзаводство сосудами, необходимыми для перевозки, и за сохранение запасов, казна в 5—6 лет непременно потеряет больше, чем может стоить устройство всего завода, производящего эфир. Но, создавая эфирные заводы при своих пороховых заводах, артиллерийское ведомство поступит прозорливо, если сдаст в частные руки ведение таких заводов, потому что и здесь, как в каждом промышленном предприятии, частный человек может найти свои выгоды там, где у казны они наверное будут утрачены. Однако я полагаю, что и на готовом казенном заводе частный предприниматель, при цене градуса спирта в $1\frac{1}{2}$ коп., не будет в состоянии производить и поставлять эфир дешевле, чем по $5\frac{1}{2}$ руб. за пуд, а потому в окончательном счете все-таки следует считать общую цену растворителя, состоящего из эфира и спирта, не меньшею, чем 5 руб. за пуд.

IX. Экономические условия производства принятого образца¹ бездымного пороха

§ 40. *Материальная* стоимость пуда бездымного пороха, считая только цену пироксилина и растворителя, определяется тем, что:

1 пуд пироксилина по § 25 стоит 30 руб.

2 пуда растворителя стоят не менее 10 руб.

Не входя в рассмотрение способов приготовления пороха, ни в разбор и перечисление иных расходов, долженствующих

¹ Те виды бездымного пороха, которые заключают в себе кроме пироксилина более дешевые взрывчатые вещества, и особенно те, которые не требуют столь много дорогого растворителя, представляют совершенно другие, низшие цены. Принятый у нас тип (сходственный с типом французского пороха Вьеля) бездымного пороха есть самый дорогой из всех, ныне применяемых в значительных количествах.

при сем существовать, я могу только сказать, что сумма всех остальных расходов, считая, как и прежде, погашение основного капитала обзаводства 5-летним, по моим счетам, не может быть меньшею, чем 5 руб. на пуд пороха, если дело будет ведено на коммерческом основании. Поэтому нельзя ждать, чтобы частный поставщик принятого образца пороха, следуя тем способам производства, которые предположено применять на казенных заводах, мог взять за пуд пороха менее 48 руб. Вероятно же, что цена пороха с погашением всего обзаводства в 5 лет, при большом количестве поставки на 5-летний срок, при выдаче некоторого аванса (в размере 10 руб. с пуда) и при *бесплатной передаче казне через 5 лет заводов: пороха, пироксилина, эфира и азотной кислоты*, может быть доведена до цены пуда пороха не более как в 50 руб.¹ Но вышшая, чем эта, цена, при соблюдении всего вышеуказанного, мне кажется излишнею и могущею оправдываться только спешностью устройства, опасностью работы² и дороговизною страхования.³ В следующем отделе (X) я еще возвращусь к обсужде-

¹ При этом не следует забывать, что частный предприниматель должен будет *начать* множество дел с их коренных природных условий, например разработку колчеданов, производство гончарных изделий и т. п. По истечении 5 лет дело будет уже чистым и ясным, все труднейшее будет уже сделано. Тогда или самой казне, или новому подрядчику можно будет класть с пуда пороха не более 45 руб., даже до 40 руб. Начало же трудно, а скорость выполнения трудность эту еще значительно увеличивает. Но возможность преодолеть все — имеется, вместе с возможностью сократить расходы казны. В том и цель моей записки, чтобы показать все это. И я думаю, что, устраивая все на казенных заводах, нельзя ждать уменьшения цен, скорее, получится увеличение цен против сметы, а заботясь о передаче, если не всех, то большей части заводов в частные руки, можно надеяться не только впереди, но и сейчас получить экономии против сметных предположений. Если порох в 5 лет возьмется сделать даже по 55 руб. за пуд с передачею заводов казне после исполнения контракта, то и тогда останется в экономии вся многомиллионная сумма, надобная для казенной постройки заводов. А я убежден, что при умелом отношении к делу можно иметь порох с заводов по цене меньшей, чем 55 руб. за пуд. При этом еще, сверх всего, можно получить шанс на улучшение способов приготовления пороха, а может быть и самых качеств его, потому что примеры уже есть, и крупный частный предприниматель легче отыщет, руководясь своими выгодами, настоящих дельцов. Так Крупп, А. Нобель, Армстронг создавались, развивались и вносили много нового.

² Что касается до опасений взрывов, то они не основательны. Производство бездымного пороха, в его окончании, т. е. при переходе от пироксилина к этому пороку, безопаснее от взрывов, чем производство обыкновенного пороха, и я думаю, что в этом отношении легко могут быть введены еще некоторые улучшения, о коих здесь не может быть, однако, речи.

³ Опасность от пожаров (не взрывов, а пожаров) на всяком заводе,

нию этого предмета, а теперь считаю необходимым коснуться двух сторон дела, а именно: места для устройства пороховых заводов и возможности обратного получения части растворителя.

§ 41. Если бы частному предпринимателю, с теми или иными условиями контракта, была передана поставка хотя бы по 50 тыс. пудов бездымного пороха в год, на 5 лет, то при отсутствии всех необходимых заводов (кислот, пироксилина, эфира и самого пороха) ему бы пришлось все заводы строить вновь, а потому он наверное все заводы соединил бы в одном месте и поставил бы рядом. А так как, судя по сказанному во II и VII отделах, выгоднее всего ныне поставить заводы эти на Мсте, Каме и Донце, то предприниматель вероятно там же поставил бы и пороховые заводы, потому что подвоз спирта, производимого винокуренными заводами во всех краях России, не составит большого накладного расхода, говоря вообще, ни в одной из среднерусских местностей, включая сюда берега Мсты, Камы и Донца.

Так поступить было бы расчетливо не только ради единства общего управления делом, но и ради того: 1) что немало пороховой завод, вместе с эфирным, требуют топлива, а последний, сверх того, и серную кислоту, а они в названных местах дешевле, чем во многих иных краях России; 2) что всякие отбросы и побочные продукты всех выше рассмотренных заводов (например сернокислые остатки эфирного завода) могли бы тогда перерабатываться вместе; 3) что, отделяя пироксилиновое дело от порохового, пришлось бы перевозить пироксилин, а затем доставлять и самый порох к местам назначения, а при общей связи всех заводов в одно целое осталась бы одна последняя перевозка самого пороха, и 4) что пироксилиновая мязга должна быть перевозима вместе с водою (25 — 40% ради безопасности от взрыва), тогда как порох вывозится сухой, т. е. транспортный вес его, хотя не многим, но все же менее, чем пироксилина.

Как частному предпринимателю, следовало бы поступить и Артиллерийскому управлению, если бы оно, подобно частному поставщику пороха, стало бы учреждать само все заводы, потребные для производства массы бездымного пороха.

§ 42. Но пороховое управление может совершенно отделить производство пироксилина, сдав его частным лицам,

употребляющем эфир и пироксилин, велика, а потому страховые общества, вероятно, спросят высокую премию, но я думаю, что страховку даже частных заводов, готовящих бездымный порох, должна бы принять на себя казна, потому что это дело ее выгоды, а она свои здания не страхует.

и оставить за собою одно производство пороха из доставляемого ему пироксилина. Где же тогда лучше, в смысле *выгодности*, поставить казенные заводы бездымного пороха? Думаю, что и тогда всего выгоднее рядом с пироксилиновыми заводами поставить и пороховые, потому что при этом избегается перевозка мокрого пироксилина и получится экономия на топливе. К заводу, переделывающему пироксилин в порох и приготавлиющему растворитель, придется подвозить по крайней мере 3 пуда каменного угля на пуд пороха. И если на цене угля выгадывается хотя бы по 5 коп. в пуде, то в цене пороха окажется выгода в 15 коп., что на миллион пудов составит уже 150 тыс. руб., т. е. сбережение, покрывающее с избытком содержание отдельных новых заводских управлений, необходимых при устройстве новых пороховых заводов на новых местах. Та экономия, которую должно видеть в сохранении зданий старых, нынешних пороховых заводов при устройстве именно около них заводов бездымного пороха, включает в себе много обманчивого, потому что в переходную эпоху (от одного пороха к другому) необходимо будет сохранить заводы черного пороха, и в то же время строить заводы бездымного и притом в размерах, превосходящих обычную, текущую потребность. Притом нельзя не заметить, что возведение кирпичных зданий обходится гораздо дешевле в местах дешевого топлива, потому что в кирпиче один из главных элементов стоимости составляет горючий материал, как и во множестве производств. Но, помимо таких замечаний экономического свойства, я не вижу существенных обстоятельств, препятствующих созданию пороховых (но не пироксилиновых) заводов там, где правительство, как хозяин, будет строить такие заводы, потому что потери, должествующие произойти от удаленности пироксилиновых заводов от пороховых, могут составить очень малые дробы тех расходов, которые придется иметь при введении бездымного пороха. Другими словами, это значит, что, заводя свои собственные заводы для производства эфира и пороха, казна не понесет значительных убытков, если устроит эти заводы на Охте, в Казани и на Шостенском пороховом заводе,¹ когда к ним будет подвозиться пироксилин, приготовленный на частных или казенных заво-

¹ Так как пироксилин и порох будут производиться на Охтенском заводе (XI отдел этой записки), то мне кажется, что, заказывая затем пироксилин частным заводам, вовсе нет надобности в 3 пороховых заводах; думаю, что 2 (например Охтенского и Казанского) будет совершенно достаточно и легче будет приставить к ним надежных и знающих людей.

дах, расположенных около месторождений колчеданов. Убытки будут, но малозначущие (в несколько копеек на пуд пороха) противу устройства пороховых заводов *самою же казною* рядом с пироксилиновыми заводами.¹

§ 43. Иное дело — сбережение или обратное получение растворителя, хотя бы доля его, потому что цена его на каждый пуд пороха выражается 10 рублями, и следовательно возврат каждой $\frac{1}{8}$ или $\frac{1}{10}$ пропадающего в производстве растворителя может составить сбережение в цене пороха, равное 1 руб. на пуд или 1 млн. руб. в 5—6 лет. Здесь усилия, опыты и исследования обещают быть плодотворными, так как можно надеяться довольно простыми приемами возвратить до половины всего растворителя. Предполагается же вовсе не заботиться об возврате растворителя, т. е. терять его чрез полное улетучивание в воздух. Устройство конденсаторов, улавливающих испаряющийся эфир и спирт, по новостям предстоящего приема, требует предварительных опытов, но мне кажется, что принципы такого устройства могут быть легко установлены. Для подобных опытов, как и для множества других, необходимых для рациональной постановки всего производства принятого образца пороха, неизбежна обширная лаборатория, снабженная всеми пособиями для исследований и, главное, персоналом лиц, могущих решать подобные химико-технические задачи путем умозрения и опыта, вновь проверяемого соображениями, в свою очередь снова испытываемыми в действительности. Все дело производства пироксилина и бездымного пороха найдено в химических лабораториях и может улучшиться и становится более выгодным только при их содействии. Без систематически-научной постановки вопросов и без искания ответа на них путем систематических лабораторных исследований — ничего нельзя ждать, кроме слепой подражательности² и ря-

¹ Но *этим* я вовсе не хочу сказать, что расходы казны при устройстве своими средствами пороховых заводов будут мало отличаться от расходов при заказе пороха концессионерам. Думаю прямо обратное.

² В деле бездымного пороха простое подражание французам нельзя считать благоразумным, потому что французский бездымный порох уже несколько лет сему назад перестал быть лучшим образцом между видами современного пороха, как видно, например, из того, что Англия и Италия, зная все, что должно знать о французском бездымном порохе, ввели у себя бездымный порох иного типа. Сами французы сознают, что их бездымный порох, при современном запасе сведений, следует уже улучшить и во многом изменить. При этом я убежден: 1) что, через год или два, когда только начнет у нас развиваться производство бездымного пороха, станет уже всем очевидна высказанная выше мысль, 2) что по принятому

да неудач и ошибок, потому что время счастливых наитий и уверенности в достодолжном решении вопросов природы — по одному смыслу видимых обстоятельств — давно уже миновало, усеяв путь практической жизни горем разочарований и утрат.

Х. Об общем плане организации производства первого миллиона пудов бездымного пороха

§ 44. Ныне предположено устроить 3 казенных пироксилиновых, азотнокислых и пороховых завода, а если потребуется, то при них же устроить заводы серной кислоты, серного эфира и хлопкоочистительные, а именно вплоть при существующих ныне Охтенском, Казанском и Шостенском пороховых заводах. При этом считается, что все текущие расходы составят по 55 руб. на пуд пороха, а возведение необходимых построек и приобретение главных приборов обойдется около 8 млн. руб.¹ В предположениях принимается, что один Охтенский завод будет производить половину всего годового наряда, а другая половина разделится

образцу малокалиберной нашей винтовки легко подобрать к ней бездымный порох более дешевый, чем французский, и обладающий не меньшим постоянством баллистических свойств и не худшею их комбинацією (т. е. таким же или еще меньшим внутренним давлением, при той же начальной скорости) и 3) что создаваемые заводы бездымного пороха при ничтожных изменениях могут служить для производства других сортов бездымного пороха, когда придут к сознанию пользы от изменения типа ныне принятого пороха. Но, повторю еще раз, для правильной постановки дела необходимы особые лаборатории и усилия лиц, обладающих совокупностью современных физико-химических сведений, а у нас поныне нет еще специальной лаборатории взрывчатых веществ. Я уверен, что люди есть, но лаборатории еще нет; о ней следовало бы озаботиться ранее введения бездымного пороха. Но ныне уже не следует медлить нисколько.

¹ О размере предполагаемых расходов на возведение построек и на покупку приборов для Охтенского, Казанского и Шостенского заводов я сужу по приложению II к записке инспектора пороховых заводов 7 августа 1890 г. за № 368, где, однако, дело идет лишь о «снабжении полевых войск бездымным порохом» и притом в 4 года (1891—1894) предполагается заготовить только 520 тыс. пудов пороха. Но, еще усиливая деятельность предполагаемых заводов, можно думать, что в 6 лет будет выполнена потребность полевых войск, крепостей и флота в том 1 миллионе пудов бездымного пороха, который считается необходимым для полного перевооружения. В указанном приложении «на возведение новых (в 1891 г.) построек, на заготовление новых механизмов и вообще на работы, относимые к механическим», высчитано для 3 заводов 5 693 912 руб. Сюда должно прибавить расходы на устройство первой части Охтенского порохового завода, произведенные в 1890 г. и составляющие более 2 млн. руб. Сумма и получается около 8 млн. руб.

между Казанским и Шостенским заводами поровну. В 5 или 6 лет можно надеяться на заготовление всего миллиона пудов бездымного пороха, необходимого для полного перевооружения, при общем расходе на это около 63 млн. руб.

Изложенное в этой записке показывает, что такой план выгоднее, пока еще не поздно, заменить иным, обещающим немаловажные экономии в заготовлении, пронстекающие: 1) от того, что тяжелые сырые материалы, такие как колчедан и каменный уголь или вообще топливо, входят в виде крупной цифры расходов, лежащих на пуд пороха, 2) от того, что часть производств, которые непременно необходимо вновь организовать для получения бездымного пороха, выгоднее отдать частным предпринимателям, а не оставить под казенным хозяйством, так как в нем многие части производства не могут идти с тою расчетливостью, какая необходима для выгодного хода химических заводов и 3) от того, что приготовление бездымного пороха, составляя во всех своих частях отрасль химической промышленности, необходимо должно подвергнуть как общему, так и местному химически-лабораторному изучению и наблюдению, должствующему во всех частях производства сократить предполагаемые расходы, ибо ни одно большое химико-техническое производство в настоящее время не может обойтись без участия сил химиков, которые почти вовсе не требуются при производстве обычного пороха, состоящем преимущественно из ряда чисто механических операций. Рассмотрение как отдельных частей предстоящих заводских операций, так и их совокупности приводит к тому, что, погашая все обзаводство в 5 лет, можно приготовить миллион пудов принятого ныне бездымного пороха не за $55 + 8$, т. е. не за 60 с лишком миллионов рублей, а много что за 45—50 млн. руб., если будут соблюдены основания, изложенные в этой записке. Но так как до сих пор я не рассматривал общего плана предлагаемой мною организации, то вслед за сим обращаюсь к этому предмету, т. е. выскажу такие предложения, которые могут, по моему мнению, привести к выполнению частностей, намеченных в предшествующих отделах, и к желательному сокращению стоимости бездымного пороха. Но при этом я буду иметь в виду исключительно частные предприятия,¹ в сле-

¹ Считаю, что, быть может, не излишне привести здесь одно соображение, вытекающее из знакомства с действительностью и касающееся таких, сравнительно новых и спешных, промышленных дел, каковы и суть пироксилиновое и бездымно-пороховое. Подобные дела идут в ход

дующем же (XI) отделе перейду к той комбинации частных и казенных заводов, которую, вероятно, придется во всяком случае принять, не только потому, что казенный Охтенский бездымно-пороховой завод уже почти готов, но и потому особенно, что в деле заготовления пороха прямое участие Артиллерийского управления обеспечивает, помимо условий ценности, ту несомненную исполнительность, которая в военных делах имеет свое громадное значение.

§ 45. Первый вопрос, представляющийся при обсуждении общего плана заготовления бездымного пороха, должен состоять в определении числа отдельных предприятий, назначаемых для восполнения в 5—6 лет миллионной потребности в бездымном порохе. Оставляя (до XI отдела) в стороне Охтенский казенный завод, спрашивается: какое число отдельных частных заводов и предприятий должно считать наиболее обещающим успешное выполнение предстоящих казенных дел: большое ли число или малое?

Большое число отдельных предприятий и заводов представляется на первый взгляд наиболее обеспечивающим взаимное соперничество, возможную дешевизну и удовлетворение настоятельной надобности. Но при внимательном разборе дела приходится придти к ответу прямо противоположному. Главное дело здесь в том, что очень многие предприятия, при

обыкновенно только тогда, когда элементы всех расчетов слагаются в довольно ясные цифры (эти-то цифры я и старался сообщить в своей записке), но некоторая неопределенность в них всегда существует, и вот, ради ее, практические люди накладывают на разочтенную цифру стоимости материалов, работы и т. п. текущих затрат еще около половины полученной суммы, так что барыш может тогда достигать $\frac{1}{3}$ спрашиваемой цены. Так, на пуд пироксилина самое сырье (колчедан, селитра, концы) стоит около 10 руб.; работа, техники, ремонт и т. п. — также около 10 руб.; и я убежден, что ныне, когда дело еще ново, дав предпринимателю весь надобный капитал, все же, взвешивая риски различного рода, ему нельзя взять меньше 30 руб. за пуд. То же самое замечается и при расценке самого пороха, и то же встречается во многих еще мало разработанных предприятиях. Когда же вместо частных людей действует казна, тогда дороговизна происходит больше всего от невинности, да от того, что химическое дело дают механикам, и при экономии в мелочах упускают крупное. Тут иногда ни у кого барышей и не получается, а только убывает, кроме денег, уверенность в возможности правильно ставить у нас практические дела, что отражается потом в отсутствии промышленной инициативы. Главнейшим желанием, руководившим мною при составлении этой записки, должно считать раскрытие тех важных сторон русской промышленной жизни, которые не должно упустить из вида при учреждении производства бездымного пороха, как одного из результатов массы химических заводов. И если осуществлению этого желания моя записка каким-либо способом (хотя бы косвенно) послужит, я буду считать свой долг исполненным.

раздробленности усилий, не будут иметь достаточных сил для предстоящих крупных дел, например для начинания большой горнозаводской выработки колчеданов, или для основания правильной очистки хлопковых концов, или для правильной организации переделки остатков (например «огарков» или кислой сернонатровой соли). Если бы основные сырые материалы были уже готовыми в промышленном русском обороте, если бы требовалось только подражать твердо установившимся образцам (как, например, при производстве серной кислоты из серы), а не искать при помощи участия научных сил возможных улучшений, и если бы наконец бездымный порох, с разными частями этого сложного химического производства, не представлял спешности, тайны и необходимости больших денежных средств, тогда бы лучше всего была масса мелких предприятий, друг с другом соревнующихся и в цене, и в мелочных усовершенствованиях. Но здесь этих условий выгоды раздробления вовсе нет. Притом весьма важно заметить, как мы многократно видели в предшествующих отделах, что хорошего успеха и выгодной заготовки в бездымном порохе нельзя ждать иначе, как при условии содействия этому делу не простых подражателей, а самостоятельных научных сил, в пороховое же дело нельзя ждать, чтобы пошло большое число таких, к самостоятельности способных и достаточно к тому готовых лиц — из числа, все же ограниченного, русских химиков и техников.

Из сказанного очевидно, что много мелких заводов, или раздробленность усилий, не обещают должного успеха и не дадут толчка ни разработке техники бездымного пороха, ни развитию русской химической промышленности. Сверх всего этого и нельзя верить многим такого дела, как порох новых свойств, вводимый в русскую армию, да и нельзя надеяться на многих охотников работать на этом поприще.

Из ограниченного числа предпринимателей мне кажется наиболее удобным во всех отношениях взять не одного, а двух концессионеров, если дело идет о подряде на поставку самого пороха или пироксилина, но не о подряде на хлопковые концы или на колчеданы, или на топливо и т. п. сырые материалы. Из двух концессионеров, разделив все дело примерно пополам, каждый получит достаточно крупное предприятие (примерно на 80 тыс. пудов в год пироксилина или пороха), обещающее крупные выгоды и позволяющее предпринять обширные расходы на разработку колчеданов, на приглашение научных деятелей, на заготовку в большом виде строительных материалов, топлива и т. п.

§ 46. Так как причины, изложенные в II и VIII отделах этой записки, выяснили, что есть 3 места, наиболее благоприятные для выгодного устройства пироксилиновых заводов, а именно берега Мсты, Камы и Донца,¹ и так как (§ 8) неперменным условием концессий должно поставить выработку серной кислоты из русских колчеданов, то концессионерам должно предоставить право выбора из названных местностей, каждому, где он почтет наиболее для себя выгодным устроить совокупность необходимых заводов.

Второе неперменное общее условие, которое должно поставить концессионерам, состоит в соединении заводов серной и азотной кислот с пироксилиновым заводом, чтобы впредь, когда казна может получить эти заводы в свои руки, ей досталась такая связь этих заводов, которая обеспечивает дешевизну пороха.

Третье общее условие концессий должно состоять в праве казны, при неисправной доставке пироксилина или пороха, взять за определяемое условием вознаграждение в свои руки весь завод со всеми необходимыми для работы частями и с заготовленными сырыми материалами и контрактами на их поставку.

Четвертое общее условие концессий должно состоять в том, чтобы в последний год концессии все действия, применяемые концессионером для получения пороха или пироксилина, были доступны для полного осмотра и изучения чинами Артиллерийского управления.

Пятое условие концессий должно состоять в полном переходе по окончании срока концессии всего завода в казну или безвозмездно, если казною даны будут авансы на устройство завода, или с определенным вознаграждением за все части заводов или только за некоторые, смотря по остальным условиям (касающимся количества, сроков, цены и качеств поставляемого пороха или пироксилина) концессии, если концессионер не получит авансов от казны.

Остальные стороны концессий могут изменяться в довольно широких пределах, смотря по качеству условий, и об этом здесь было бы неуместно распространяться, но я считаю не излишним указать несколько возможных изменений в ценах поставки, считая ее, как принято в предшествующем, 5-летнейю.

¹ Быть может, сюда же должно причислить еще 2 места: край Олонечский и область подмосковных углей, так как там и топливо дешево и колчеданы известны.

§ 47. Если концессионер возьмется построить заводы пироксилина и кислот на свои средства, т. е. не спросит никаких авансов, и в то же время обяжется сдать заводы казне по истечении 5 лет бесплатно, то вероятно он спросит более 30 руб. за пуд пироксилина, но, однако, за 35 руб. вероятно будет возможно найти охотников, если при этом не будут сданы в казну серные камеры, а продается казне, если она пожелает, только та их часть, которая отвечает половине поставляющегося пироксилина.

При таких же условиях за пуд пороха концессионер вероятно спросит более 50 руб. и во всяком случае более 45 руб., но и 55 руб. будут очень выгодны для казны, потому что ей вероятно порох обойдется дороже, чем по 63 руб.¹ Но и концессионеру будут предстоять возможности немало-важных выгод, которые при краткости (5 лет) всего дела способны побудить к исканию концессии на указанных условиях.

Если будет при этих или далее излагаемых условиях принято, что на пуд пироксилина или пороха, сверх определенной платы, Артиллерийское управление будет выдавать по 3 пуда чилийской селитры, удовлетворившей условиям ее поставки в казну, то с цены пуда пироксилина или пороха должно скидывать около 5 руб. С своей стороны я думаю, что для обеспечения интересов Военного министерства следовало бы заготовку селитры казне принять именно на себя, чтобы иметь в своих руках полный запас селитры на случай войны.

Если являющийся концессионер потребует авансов, необходимых для обзаводства и отвечающих тем затратам, которые производит сама казна, сооружая все дело на свой полный риск, то просимые авансы должны служить погашением, и заводы—пороховой, пироксилиновый, азотнокисл[отн]ый и эфирный² — от концессионера тогда должны поступить в казну без всякого вознаграждения, произойдет ли этот переход после конца концессии или при неисправности поставки. Общая же сумма авансов и платы за доставленный порох или пироксиллин тогда вероятно останется такою, как установленная выше, т. е. около 30 руб. за пироксиллин и около 50 руб. за пуд пороха,

¹ Особенно, если, как ныне существует, все дело руководства производством бездымного пороха будет оставлено на немногочисленной инспекции казенных пороховых заводов.

² Я выделяю только эти заводы, потому что они для других промышленных целей, кроме пороха, не требуются в их сильных размерах.

потому что и тогда у подрядчиков могут явиться крупные затраты, риски и барыши. А так как на устройство заводов для кислот, пироксилина и пороха (вместе с заводом серного эфира) требуется на 1 пуд пироксилина или пороха более 5 руб., то аванс должен не превосходить 5—10 руб. на каждый пуд всей пропорции поставки. Так, например, если концессия будет дана на поставку ежегодно по 50 тыс. пудов пироксилина, т. е. 250 тыс. пудов в 5 лет, то аванс, вероятно, будет не выше 2 млн. руб., и тогда за поставляемый пироксидин будет выдаваться не по 30 руб., а только по 22 руб. с пуда, что и составит вместе с авансом по 30 руб. за пуд.

Если концессионер сверх строительного аванса, например в 8 руб. на сумму всей поставки,¹ потребует еще аванс для образования оборотного капитала, то, мне кажется, что можно требовать с него уступки, например в 3 руб. на пуд пироксилина и 4 руб. на пуд пороха. Если при этом будет выдаваться, как указано выше, селитра из казенных запасов, то при полном авансе в А руб. (на пуд всей поставки) текущая плата за пироксидин будет только = 30 — 3 — 5 — А руб. за пуд, а за порох (исходя из цены в 50 руб.) только = 50 — 4 — 5 — А руб., что предоставит концессионеру ту выгоду, что он не будет рисковать своими трудами и капиталами (потому-то я и думаю, что он должен будет сделать скидку на интересы оборотного капитала). Для казны подобное условие также будет выгодным (конечно, если концессионер свои условия выполнит), потому что она затратит на пуд пироксилина менее 30 руб., а на пуд пороха менее 50 руб. и после 5 лет получит готовые заводы.² Что же касается до аванса, например в 8 руб., то, производя свою заготовку приборов и постройки, казна также должна будет расходовать авансом не меньше 8 руб. на 5-летнюю пропорцию пороха или пироксилина. Так, казенный завод на 40 тыс. пудов пороха в год, или в 5 лет на

¹ Способ обеспечения такого аванса не может быть предметом моих соображений. потому что представляет коммерчески-юридическую сторону предмета, но я считаю необходимым сказать, что лицо или, лучше, сумма лиц с гарантией личной честности и известности должны составить важнейшее обеспечение.

² Вычитая отсюда цену хлопка (5 руб.) и стоимость колчедана и топлива (около 2 руб.), получим на все ремонты, на плату рабочим, на сырье и прочее по 7 руб. с пуда, а при порохе, за вычетом расворителя (10 руб.) и цены пироксилина (14 руб.), только 6 руб. на все случайности и расходы всего производства самого пороха. Очевидно, что подобные условия может принять только лицо, предполагающее довольствоваться малым барышом и найти способ, удешевляющий современное производство.

200 тыс. пудов, вероятно, обойдется казне более 1600 тыс. руб.¹

§ 48. Для чего же предпочтительнее искать соответственных концессионеров: для пироксилина или же для самого пороха?

Ответ на это зависит от некоторых условных понятий и отношений, а прежде всего от условий приемки. Если они будут для пороха мало определенны и очень стеснительны, а для пироксилина будут отвечать таким легко достижимым свойствам этого вещества, как в условиях, существующих ныне для английских или французских поставщиков пироксилина, то на порох трудно будет подыскать концессионера и придется ограничиться пироксилиновой поставкою.

Но если для поставки пороха назначить одну из двух далее указываемых норм, не назначая способов производства, то лучше во всех отношениях искать концессионера на поставку пороха, потому что тогда все хлопоты правительства с этим делом и все опасения в неудаче исчезают. Как общее неизбежное условие возможных для выполнения норм поставки пороха я считаю существование совершенно определенного, конкретного образца пороха и конкретного ружья, для коего порох назначается. С этими образцами должны быть произведены все предварительные опыты, свойства пороха показывающие, а особенно: а) определение наибольшего давления² и начальной скорости при определенной величине заряда и пули в установленном стволе при данном сорте капсюлей и при данной температуре, б) определение сохраняемости пороха по способам, заранее установленным, и в) определение химического состава, физических свойств и внешних размеров зерен пороха. Образцовый порох и нормальное ружье должны быть (для решения сомнений) во всяком случае при заключении концессии спрятаны обеими договаривающимися сторонами. Норма же пороха, назначаемая для поставщика, должна: 1) или определяться идентичностью, конечно при допусках (толерансах) определенного размера, с образцом, принятым при заключении концессии, 2) или же норма определяется чрез удовлетворение определенному ряду легко и точно наблюдаемых свойств и признаков, принадлежащих принятому образцу, и опять с надлежащими допусками отступлений, по-

¹ По предположению инспектора пороховых заводов (цитированному в выноске к § 44), он обойдется в 1 967 232 руб. Это тоже аванс своего рода, выдаваемый на основании доверия к лицам, ведущим пороховое дело.

² По определенному способу его измерения.

тому что иначе нельзя подобрать пороха к ружью и в самом ружье являются перемены, устраняющие полную идентичность показаний при повторении опыта. Если требовательность приемщиков будет ограничена разумными допусками, тогда можно быть уверенным в возможности пригнать производимый порох к данной норме и можно надеяться подыскать концессионера на поставку такого пороха. Словом, от составления условий для приемки пороха и пироксилина будет очень много зависеть возможность найти концессионеров на поставку или же не иметь на то никакой возможности.¹

¹ Как примерный контракт привожу один — на поставку в 5 лет 150 тыс. пудов пироксилина — и думаю, что это количество есть *наименьшее*, при котором можно с выгодой для обеих сторон вести дело.

1) N обязуется до 1897 г. поставить Военному министерству 150 тыс. пудов пироксилиновой мязги, удовлетворяющей условиям, означенным в 9-м пункте, получая за то в сложности по 32 руб. за пуд сухой мязги, сдаваемой на заводы в следующие сроки: до 1 июля 1892 г. 10 тыс. пудов, к 15 декабря 1892 г. 10 тыс. пудов, затем через каждые 6 месяцев не менее, как по 15 тыс. пудов, с тем, чтобы к 15 декабря 1896 г. все количество сданного пироксилина во все 10 сроков составило 150 тыс. пудов. Сдача пороха производится частями, по соглашению, на заводе N.

2) Сверх пироксилина, за то же общее вознаграждение, по 32 руб. с пуда за 150 тыс. пудов пироксилина, N передает Военному министерству по окончании контрактного срока заводы пироксилиновый и азотной кислоты, без особого за то вознаграждения и в том виде, в каком они служили для приготовления последних 15 тыс. пудов пироксилина.

3) Землю для названных заводов N приобретает по своему избранию на имя Военного министерства, в количестве не менее 50 десятин, на берегу реки, вблизи железной дороги (не далее 10 верст), и все возводимые на той земле стройки считаются казенными, находящимися в полном пользовании N-а до окончания срока контракта.

4) Для приобретения земли, для возведения построек, для обзаведения необходимыми приборами и для приобретения первоначального запаса сырых материалов N получает вперед по 12 руб. с пуда пироксилина в следующие сроки:

а) при заключении контракта	300 тыс. руб.
б) по приобретении земли и при начале стройки. но не позже 1 июля 1891 г.	500 " "
в) по возведении большей части строек, но не позже 1 сентября 1891 г.	500 " "
г) по возведении всех строек (п. 2) и части сы- рых материалов и приборов, но не позже 1 ноября 1891 г.	500 " "

Всего по 12 руб. с 150 тыс. пудов
пироксилина 1 800 тыс. руб.

Если же допустим, что для пороха составятся возможные для валового производства условия приемки, удовлетворяющие

5) Заводские здания, возводимые N-м на казенной земле, должны быть сложены из кирпича, покрыты железными кровлями и снабжены водою, накачиваемую по водопроводу во все заводские здания. Жилые помещения, сторожки, сараи и амбары, если оные будут возведены на казенной земле, могут быть деревянные. Расположение и размеры возводимых на казенной земле зданий предоставляются усмотрению N-а, с тем непременным условием, чтобы все количество азотной кислоты и пироксиллина, определяемое контрактом, приготавливалось не иначе, как в зданиях, устроенных на казенной земле. Однако промывку пироксиллина не возвращается производить вне зданий.

6) Серная кислота, потребная для пироксиллинового завода и приготавливаемая с помощью русских колчеданов, равно как гончарные и чугуно-литейные ремонтные изделия, должны быть, начиная с 1892 г., приобретаемы N-м на русских заводах.

7) N обязуется иметь в заводском складе с 1 июня 1892 до июня 1896 г. постоянно не менее 50 тыс. пудов чилийской селитры. В случае военных действий или когда цена селитры поднимется на петербургской бирже выше 1 руб. 75 коп. за пуд, N получает, если захочет, от Военного министерства до 50 тыс. пудов селитры на каждое полугодие, плата с доставкой на завод по стоимости заготовки, но не выше 2 руб. за пуд с провозом до завода.

8) Если хлопчатобумажные «концы» в очищенном виде поднимутся в цене выше 8 руб. за пуд или опустятся ниже 6 руб., то в первом случае N может требовать доставки ему Военным министерством концов по цене 8 руб., а во втором — Военное министерство может в уплату за пироксиллин доставлять очищенные концы по цене 6 руб. за пуд, но в обоих случаях в количестве не более 2³ пуда концов на пуд пироксиллина.

9) Сдаваемый N-м пироксиллин должен удовлетворять условиям, определяемым особыми правилами, и соответствовать по количеству содержащегося азота и растворимой нитроцеллюлозы тем крайним образцам, которые при заключении условий печатаются и хранятся в равном количестве у каждой из договаривающихся сторон.

10) Сроки сдачи и приемки назначаются N-м, и сдача производится на заводе. За каждый пуд сданного пироксиллина N получает от Военного министерства по 20 руб. Если будет сдано более того количества пироксиллина, которое назначено в пункте 1-м, то избыток причисляется к следующей срочной сдаче, если же к сдаче будет заготовлено менее условленного количества, то за недостающее вычитается, до дня изготовления назначенной пропорции, с каждого пуда по 1 коп. в день. Если же приготовленный пироксиллин окажется неудовлетворяющим пункту 9-му, то дается 3 льготных месяца, для восполнения недостающего, после чего начисляется упомянутый штраф. Если после сдачи условленного количества пироксиллина, деньги за оный не будут уплачены в течение 2 недель, то в пользу N уплачивается, сверх условленной цены, по 1 коп. с каждого пуда и дня, начиная со дня сдачи.

В приведенный проект условий я не включил еще несколько других неизбежных оговорок и пунктов, но мне хотелось привести пример таких экономических условий, которые могут быть выгодными как для Военного министерства, так и для предпринимателя. В своей записке я при-

в то же время военным целям, то, конечно, лучше искать поставщика на готовый порох, чем на пироксилин. Но если правительство пожелает сохранить тайну и, ею руководясь, производить данный сорт пороха, надеясь на то, что казенный пороховой завод достигнет желаемой степени точности исполнения, тогда, конечно, следует искать только концессионеров на один пироксилин.

С своей стороны я полагал бы, что наилучшим во всех отношениях выходом было бы заключение двух концессий примерно одинакового размера: одну для поставки пироксилина, другую для поставки самого пороха с тем, чтобы поставляемый пироксилин обращался в порох на казенном заводе, например на Охтенском.

§ 49. Но откуда же взять таких концессионеров? Это один из таких вопросов, ответ на которые требует прямоты и откровенности; поэтому стараюсь не обещать ответа на столь деликатный вопрос.

Предстоит дело не заурядное по значению и по суммам, для него потребным. Заурядные меры, в роде вызова к подрядам с ограниченной конкуренцией, или к подряду по закрытым письмам, или прямо с торгов — здесь очевидно не пригодны к делу, не только потому, что оно далеко от обычных, не только потому, что оно сопряжено с необыкновенными трудностями, даже не потому только, что оно, как дело русской военной силы, требует особой сноровки, но главное потому, что здесь следует искать людей, могущих при помощи денег и свободы частной предприимчивости усовершенствовать существующее или достигнутое и довести его до твердой уверенности, с одной стороны, в выгодности, а с другой, — в полной удовлетворительности достижимого результата. Дело идет о миллионных тратах и в то же время об усилиях для обеспечения успеха в деле. Следовательно, здесь вовсе не может идти вопроса о том, кто возьмет дешевле, а только о том, чтобы дело выполнилось как следует и расходы на это были не больше тех, которые предстоят казне помимо всяких концессионеров, т. е. о том, чтобы порох вышел такой же, но

вою почти исключительно нормальные цены (насколько они мне известны), здесь же я обратил внимание и на некоторые случайности, долженствующие изменять цену пироксилина, а также и на спешность заготовки. Все это увеличивает цену, а потому я принял не 30 руб., а 32 руб. за пуд пироксилина. Через 2 или 3 года цены легко могут сделаться меньшими, но если казна сама к тому времени уже устроит свои заводы, то ей и тогда пироксилин, вместе с заводами, придется дорогим.

обошелся бы дешевле или не дороже предполагаемого. Конечно, усилия Артиллерийского ведомства направятся к тому же результату, но при помощи концессионеров они умножатся, получат новый сильный импульс в стремлении к наживе и к соревнованию, и успех с обеих сторон, мне кажется, будет более обеспечен, если концессионеров искать между людьми, дорожащими своим именем и способами охватить обширность и все интересы предстоящих подрядов. Как Петр Великий вызвал к началу металлургических дел на Урале Демидова, так должно военному управлению вызвать определенных лиц к делу бездымного пороха в России. Что подобные вызовы могут помочь делу, есть одно, правда еще не осуществленное, но зато очевидное явление, достойное внимания. Когда в Исполнительной комиссии при обсуждении подрядов на серную кислоту мною было указано на необходимость и выгоду в деле бездымного пороха исходить из русских колчеданов, по моему же указанию был послан призыв к трем лицам, могущим взяться за подобное дело на [Охтенском] заводе. Речь шла до тех пор о ценах в 92, 80 или, наконец, в 73 (+ некоторая неопределенная величина)¹ копеек за пуд серной кислоты в 93 %, а один из вызванных, именно г. Кованько, предложил готовить из колчеданов и ставить по 45 коп. за пуд. да и крепость кислоты принял в 95 % вместо 93. Если, зная людей и отношения, искать и призывать, спрашивать и предлагать условия, возможные к выполнению, — тогда, я убежден, найти можно людей, могущих выполнить намеченное выше. Дальнейшие же разъяснения, с моей стороны, считаю излишними, пока основания существующей потребности не будут столь же, как мне, ясными для лиц, держащих в своих руках судьбу бездымного пороха в России. Эта записка для того и назначается, чтобы уяснить пользу от правильной постановки экономических вопросов, касающихся бездымного пороха.

XI. О переходе от ныне принятого плана заготовки бездымного пороха к плану, предлагаемому в этой записке

§ 50. В этом отделе считаю необходимым рассмотреть те отношения, какие предлагаемый мною план заготовления бездымного пороха должен и может иметь к прежнему плану.

¹ Как объяснено в выноске к § 15-му.

изложенному в § 44¹ и уже отчасти осуществленному в отношении к Охтенскому заводу. Совершившееся должно принимать как существующее и, к нему приравливаясь, стараться найти и в нем те лучшие стороны, какие могут служить ко благу. И хотя я считаю Охтенские окрестности Петербурга не соответствующими условиям выгодной заготовки пироксилина, но нахожу очень выгодным то обстоятельство, что близ центра правительства и научной деятельности империи создастся завод пироксилина и бездымного пороха, потому что завод этот с большим удобством может служить с своей стороны центром всяких дальнейших успехов в делах этого рода и образом как того, что следует делать, так и того, чего следует избегать. Притом, находясь на глазах у Главного артиллерийского управления, рядом с опытным полем для орудий различного калибра, недалеко от патронного завода и в то же время имея в своей среде таких лиц, как полковник Сухинский, установивший принятый у нас образец бездымного пороха, Охтенский пороховой завод есть и остаться должен центром всех усилий, направленных Артиллерийским управлением к осуществлению предначертанного введения бездымного пороха.

Поэтому я признаю за Охтенским заводом прежде всего важное значение опытного завода. Пусть здесь топливо и колчеданы, кирпич и глина, спирт и хлопковые концы, железо и рабочие дороги,— пусть порох здесь обойдется дороже, чем возможно его получить в России, все же Охтенский завод будет рассадником, школою и в то же время поставщиком части бездымного пороха. Но *расширять его*, как предположено в планах на 1891 г., я полагаю совершенно *излишним* и для дела экономического прямо вредным, потому именно, что здесь порох, несмотря ни на какие усилия, не может быть более дешевым, чем на Мсте, Каме или Донце.

§ 51. Размеры готовой части завода Охты рассчитаны на приготовление в год 40 тыс. пудов бездымного пороха. Эту пропорцию, вероятно, можно будет увеличить до 50 тыс. пудов, когда завод будет в должном движении, а потому для остальных 2 заводов на 5-летний срок остается около 750 тыс. пудов пороха, или около 180 тыс. пудов в год, если к 1896 г. желательно будет иметь готовый миллион пудов бездымного пороха.

¹ И развитому в приложении к записке инспектора пороховых заводов, цитированному в выноске при § 44.

Приготовится бездымного пороха (тысяч пудов):

	1891 г.	1892 г.	1893 г.	1894 г.	1895 г.	Сумма
на Охтенском заводе . .	40	50	50	50	50	240
на другом	строй- ка	190	190	190	190	760
на третьем						
Итого . . .	40	240	240	240	240	1000

Или же, при расчете заготовки 1 млн. пудов к 1897 г.:

	1891 г.	1892 г.	1893 г.	1894 г.	1895 г.	1896 г.	Сумма
на Охтенском заводе	30	40	50	50	50	60	280 ¹
на 2 других	строй- ка	100	120	160	170	170	720
Итого .	30	140	170	210	220	230	1000

Первый план будет дороже второго, потому что размеры новых заводов должно будет увеличить, и второй из приведенных планов должно предпочитать не только по дешевизне устройства, но и потому, что по мере увеличения опытности на заводах предполагается постепенно усиливать их деятельность.

§ 52. Придерживаясь второго из приведенных планов, я считаю, что к весне 1891 г. должно выяснить или отдачу 2 других заводов концессионерам, или необходимость самому Артиллерийскому управлению строить казенные пироксилиновые и по-

¹ Охтенский завод может получать серный колчедан или из Олонецкой губернии, или из Боровичей. Первый (стр. 74) вероятно можно иметь дешевле той цены (50 коп. за пуд серы или примерно 20 коп. за пуд колчедана), за которую г. Красильников беретс его ныне поставлять. Из Боровичей колчедан, я думаю, обойдется здесь около 25 коп. за пуд, если требовать содержания серы выше 45%.

Вероятно, найдутся колчеданы и где-либо ближе к Петербургу; ныне нет спроса, а потому нет и усилий к его розысканию. Вообще в Петербурге, я думаю, придется переплатить за пуд пироксилина, из-за дороговизны каменного угля и колчедана, много более 2 руб., что уже составит на 280 тыс. пудов более полумиллиона рублей в 5 лет. Но эта переплата, очевидно, не может быть считаема решающею стороною дела в вопросе пороха. Иное дело — вся масса заготовления. Для нее следует подумать об экономии.

роховые заводы с их побочными заводами или хотя с их частью.

Если концессионеры отыщутся и если один из них спросит аванс в 8 руб. (§ 47) с пуда, то ему придется выдать авансов на 360 тыс. пудов, или 2880 тыс. руб. Если потребуется выдача таких же авансов обоим концессионерам, то размер выдачи будет 5760 тыс. руб., т. е. почти столько же, сколько предполагено в 1891 г. израсходовать на постройку казенных заводов (5 693 912 руб.).¹ Сверх этих 5³/₄ млн. руб., в 1891 г. израсходуется на Охтенском заводе по 55 руб. на 30 тыс. пудов пороха, или около 1²/₃ млн. руб., всего около 7¹/₂ млн. руб. вместо ныне предполагаемых 11¹/₂ млн. руб.

Если, однако, концессии будут заключены только на пироксилин, то придется в 1891 г. строить 1 или 2 пороховых казенных завода, на что потребуются никак не 4 млн. руб., составляющих разность сметных расходов по современному плану и по излагаемому в этой записке.

Если же концессионеры не подыщутся, тогда придется израсходовать всю сметную сумму, а может быть и более того, потому что будет необходимо построить не только заводы пороховые, пироксилиновые и азотнокислые, но и камеры для серной кислоты. Тогда вся разность моих предложений от ныне существующих будет сосредоточиваться на том, что пироксилиновые заводы ныне предполагается строить в 1891 г. в 3 местах: на Охте (для удвоения производства), в Казани и на Шостенском заводе, а по моему предложению придется строить 2 завода, либо на Мсте и Каме, либо на одной из этих местностей и в Донецкой области. И пусть постройка 2 таких заводов обойдется столько же, как ныне предполагаемых 3, все же следует предпочесть такой способ действия ныне предполагаемому, потому что в Петербурге, Казани и Шосте пироксилин обойдется дороже, чем близ Урала, на Мсте или на Донце. Следовательно, центр дела не в расходах 1891 г., а в будущих, затем следующих годах. Если в течение одного из них будет приготовлено 200 тыс. пудов бездымного пороха, то, по существующему плану, они будут стоить текущими расходами 11 млн. руб., а по плану, проводимому в этой записке,—или около 9 млн. руб., если все дело останется за казною, которой вероятно порох обойдется и на Мсте или Каме не менее 45 руб., или только около 7 млн. руб., если явятся

¹ Само собою разумеется, что заводы концессионеров будут в залоге у казны и что выдача авансов определится успехом и размером заготовок, т. е. риск при выдаче авансов будет в сущности мал.

концессионеры, которые возьмут авансы на стройку и на оборотный капитал.

Следовательно, мои предположения, строго говоря, не связаны вовсе с необходимостью концессий, они применимы и к тому случаю, когда сама казна станет хозяйничать. И в этом случае экономия должна быть, потому что серная кислота, топливо, кирпичи, чугун и глиняные горшки должны быть дешевле на упомянутых мною местах — противу ныне проектированных.

При помощи концессионеров, мне кажется, однако, наиболее достижимо вся возможная дешевизна, и, как показано ранее, весь миллион пудов пороха вместе с самими заводами к 1897 г. можно иметь, если не за 50 млн. руб., то уже никак не более, чем за 53 млн. руб. вместо предначертанных ныне 55 + + 8 млн. руб., и притом при трате около 50 млн. руб. казна получит, если будут выданы соответственные авансы, как при трате 63 млн. руб., свои заводы: пороховые, пироксилиновые, азотнокислотные и серноэфирные, а вероятность или возможность сверхсметных расходов, столь обычных при казенной заготовке, если не исчезнет, то сильно уменьшится при следовании плану, предлагаемому в этой записке, если употреблены будут должные усилия для привлечения частных предпринимателей для производства бездымного пороха и, особенно, для приготовления пироксилина, составляющего предмет чисто химической промышленности, которая всегда будет делом частной предприимчивости.

§ 53. В заключение считаю полезным привести в округленных (для наглядности) цифрах¹ сравнение стоимости одного пуда бездымного пороха, считая его заготовку до 1897 г. равною 1 млн. пудов, а именно: по предначертаниям порохового ведомства, на казенных заводах и по предположениям этой записки, на частных заводах (стр. 142—143).

В этих ценах не включено ни страхования (риска) заводов, ни укупорки и перевозки пороха, ни некоторых других накладных расходов, которые должны одинаково увеличивать цену

¹ По сущности дела понятно, что цены, выставленные в прилагаемом сопоставлении, суть только приближенные. Да и вообще цены предстоящего времени могут быть только приближенными. В своих расчетах я старался или возвышать противу должного количество потребных веществ, или увеличивать их цену для того, чтобы получаемая сумма не выходила из ряда возможных и выгодных для продавца. Но и при этом получаются сокращения предначертанных расходов. Только для серной кислоты (§ 15) мои расчеты, быть может, уже чресчур строги, т. е. отнесены к наилучшим заводам. По этой-то причине я и беру далее цену не в 44 коп., а в 50 коп. за пуд.

	Предначертения Артиллерийского управления		Предположения этой записки	
	Рубли		Рубли	
На устройство заводов: азотной кислоты, пироксилина и пороха	8	А именно: около 8 млн. руб. на казенные заводы на Охте, в Казани и Шосте	6	А именно: на пуд азотной кислоты 25 коп., на пуд пироксилина 3 руб. и на пуд пороха около 2 ¹ / ₂ .
На 6 пудов серной кислоты	5 ¹ / ₂	От 80 коп. до 1 руб. за пуд из иностранной серы	3	Не более 50 коп. (§ 15) за пуд, из русских колчеданов
На 3 пуда натровой селитры	4 ¹ / ₂	Около 1 руб. 50 коп. пуд	5	Около 1 руб. 70 коп. пуд.
На 2 ³ / ₈ пуда очищенных хлопковых концов	5	Около 7 ¹ / ₂ руб. пуд	5	Около 7 ¹ / ₂ руб. пуд.
Топливо для заводов азотной кислоты, пироксилина и пороха	6	Около 38 пудов каменного угля по 16 коп. пуд	2 ¹ / ₂	Около 25 пудов каменного угля, по 10—8 коп. за пуд угля или эквивалентного ему топлива, на Донце, Каме и Мсте.
На 2 пуда растворителя . . .	16	По 8 руб. за пуд по смете на 1891 г. для Охтенского порохового завода (2 сентября 1890 г., дело № 2645)	10	По данным § 37-го, по 5 руб. с пуда.

Ремонт заводских зданий и приборов, плата техникам и рабочим и разные материалы на заводах:					
азотной кислоты, пироксилиновом и пороховом	18	По смете на 1891 г. для Охтенского завода на 40 тыс. пудов пороха принято около 50 тыс. руб. на горшки и 659 940 руб. на рабочих и прочие материалы	7	Завод азотной кислоты 2 пуда (\$ 17) около 80 коп., пироксилиновый (\$ 25) 3 руб. 20 коп., пороховой завод 3 руб.	
Центральное управление и лаборатория	x	По штатам Артиллерийского управления	5	Лаборатория и управление пироксилинового завода (\$ 25) 1 руб. 50 коп., проценты на оборотный капитал [завода] азотной кислоты (2 пуда) 60 коп., пироксилинового (\$ 25) 1 руб. 50 коп., порохового завода 1 руб. 40 коп.	
Процент на капитал	y				
Выгоды предпринимателей на заводах:			7 1/2	На 2 пуда азотной кислоты 1 руб., пироксилинового завода 2 руб., порохового завода 4 1/2 руб.	
азотной кислоты, пироксилиновом и пороховом	0				
Цена пуда бездымного пороха с обзаводством	63	$x + y$	51		
А именно: на обзаводство	8	} $x + y$	6	} Вместе с расходами центрального управления и лабораторий (x) и процентами (y) на капитал.	
На текущие расходы для производства азотной кислоты и пироксилина около	30		26		
На превращение пироксилина в порох около	25		19		

пороха как при казенном его заготовлении, по планам Артиллерийского управления, так и на частных заводах, предполагаемых в моей записке. Поэтому, при сдаче с подрядов или по концессии, вероятно, к цене (51 руб. с пуда) пороха или (30 руб. с пуда) пироксилина *придется сделать некоторую надбавку*. Но не должно забывать, что при казенной поставке пороха — она также подразумевается. Очевидно затем, что частные заводчики, погасив в первое время стоимость заводов, приучившись к производству и сделав в нем надлежащие технические и экономические усовершенствования, получают возможность сбавить цены на поставку следующих лет. Можно быть уверенным, что частные заводы чрез 6 лет будут в выгоде, если возьмут за пуд бездымного пороха (ныне принятого типа) не более 40 руб. На казенных заводах можно ждать усовершенствований в свойствах пороха, если устроятся соответственные лаборатории, но крупных сокращений в расходах производства ожидать трудно, потому что истинных побуждений и надлежащих средств для соответственных попыток у таких заводов обыкновенно не бывает.

Притом, следуя предполагаемому мною плану, можно надеяться на гораздо более ускоренную заготовку массы хорошего бездымного пороха, чем при исключительном его производстве силами казенных заводов. И это не маловажно для тех целей, для которых требуется порох. Возможность же ускоренной заготовки при помощи призыва частных заводчиков видна из того, что каждый год ускорения для них выразится весьма крупными цифрами сокращения расходов. Временно прибавляя число рабочих, техников и некоторых приборов, частный завод имеет полную на то возможность, чего опять не может быть у казенных заводов.

Если же частному заводу казна даст основной и оборотный капиталы в виде беспроцентного аванса, то она будет иметь полное основание требовать, чтобы по истечении контрактного срока заводы перешли безвозмездно в казну. При такой постановке дела, заготовив по предлагаемым мною планам 1 млн. пудов бездымного пороха, Военное министерство получит готовые заводы и выгоду не меньшую, чем в 12 млн. руб., или в 6 лет по 2 млн. руб. ежегодно. Считая же возможность и обычность сверхсметных расходов на казенных заводах, готовящих новые продукты, и прикладывая к этому величины, означенные в предшествующем сопоставлении чрез x и y , выгоды казны, вероятно, превзойдут 15 млн. руб. в 6 лет — на миллион пудов бездымного пороха. Выгоды же страны не ограничатся экономией Главного казначейства, потому что

будут определены быстрым развитием химической ее производительности на местах, наиболее сему соответствующих. С бездымным порохом получится тогда расцвет русской химической производительности, берущей начало всегда и всюду от широкого развития заводов, готовящих серную кислоту, откуда начинается и бездымно-пороховое дело.

Д. Менделеев.

Декабрь 1890 г.

1891. [] Все это я делал, так сказать, с неохотой,
с неохотой, неохотой и так далее
м. м. Софиано, Каминским и
т. н. т. т. т. т.

[] Все это я делал, так сказать, с неохотой,
не лежала моя душа к этим Софиано,
1891. Каминским и т[ому] п[одобным] деятелям.

200. Саабузидия, касающаяся Главной
 артиллерийской лаборатории взрывчатых ве-
 ществ. 1891 [г].
 1020/9

209. Соображения, касающиеся Главной артил-
лер[ийской] лаборатории взрывчатых ве-
ществ. 1891 [г]. 1020/9.

СООБРАЖЕНИЯ, КАСАЮЩИЕСЯ ГЛАВНОЙ АРТИЛЛЕРИЙСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Совещательного члена Артиллерийского
комитета, заслуженного профессора
Д. Менделеева

В дальнейших соображениях приняты основные начала, выраженные по отношению к предполагаемой Лаборатории взрывчатых веществ в журнале Артиллерийского комитета от 16 июня 1890 г.,¹ а именно: 1) Лаборатория устраивается вблизи Охтенского завода и полигона, чтобы могла пользоваться ими в своих исследованиях; 2) Лаборатория в хозяйственном смысле относится к Охтенскому пороховому заводу, но управляется во всех других отношениях своим начальником и находится в непосредственном подчинении Артиллерийскому комитету как научный орган для исследования взрывчатых веществ, и 3) для текущих химических и других пороховых исследований на Охтенском заводе устраивается своя заводская лаборатория.

Исходя из сих оснований, имею честь представить свои соображения, касающиеся Лаборатории, вследствие желания его высокопревосходительства г. товарища генерал-фельдцейхмейстера.²

Для установления и улучшения новейших типов пороха, для выработки рациональных и удешевленных способов их производства и для исследования явлений, происходящих при горении взрывчатых веществ,—необходима артиллерийскому ведомству особая Лаборатория,³ руководимая лицом, обла-

¹ Я имею честь состоять членом Артиллерийского комитета с октября 1890 г.

² В письме за № 3834 от 8 февраля 1891 г.

³ Сверх таковой центральной пороховой лаборатории Артиллерийское управление при каждом своем пероксилиново-пороховом заводе должно иметь лабораторию для текущих химических исследований, проб и особенно для химического анализа продуктов и процессов, совершаемых на заводах. Главная лаборатория будет центром и руководителем этих местных лабораторий.

дающим не только научную подготовку, но и научным именем, ибо это последнее в наше время может приобретаться не иначе, как путем самостоятельных научных исследований, которые неизбежно необходимы для разработки вопросов, касающихся новейших видов взрывчатых веществ.¹ От выбора начальника Лаборатории или ее руководителя—зависит весь успех дела, для коего нужна Лаборатория, потому что лицо это должно внести в Лабораторию научный дух пытливости, изучения известного, обобщения наблюдаемого и приложения общих начал науки к частным целям—того вида пользы, для которого устраивается Лаборатория. Не обучение, не повторение известного и даже не одно простое испытание слышанного, а систематическое и опытное расследование всех обстоятельств, касающихся взрывчатых веществ, могущих быть полезными в артиллерии, и строго научный вывод следствий из произведенных опытов—должны составлять основной предмет занятий Лаборатории взрывчатых веществ, если иметь в виду, чтобы Россия встала в деле разработки этого предмета на ту высоту, которая отвечает ее военному и естественному могуществу.

Изобретения ныне не являются случайно, по вдохновению, а составляют только плод систематических усилий, направленных к определенной цели и вдохновляющих или индуцирующих мысль на новые, неожиданные предметы и открытия. Таков, например, путь открытия всех новых видов взрывчатых веществ. Это путь чисто научных исследований, и наука должна господствовать в предполагаемой Лаборатории не только как средство, но и как прямая цель, а потому началь-

¹ Так, например, между русскими артиллеристами особою наукою известностью по отношению к химическим исследованиям пользуется Л. Н. Шишков, много работавший над взрывчатыми веществами. Такие люди, как он, не только узнают то, что и как делают другие, не только передают известное другим, но сами вырабатывают то, что другие не знают до них, а это и составляет единственный признак самостоятельности в науке. Не дипломы или ранги здесь имеют вес, а понимание задач, возможных для решения и его требующих, конечно, соединенное со знанием того, что и как двинется в науке, и с настойчивостью в отыскании способов постановки вопросов природе и верного решения поставленных вопросов. Полнейшее обладание запасом уже известного еще не дает ни научного имени, ни указания на самостоятельность в науке, ибо научное имя не может быть приобретаемо без самостоятельности исследователя. Ошибаться могут, конечно, и люди самостоятельные так же, как и те, которые самостоятельностью не обладают, но новые открытия в известных или новых областях наук могут делать только люди, самостоятельностью обладающие. Научное имя—ее-то и гарантирует, показывая, что научная самостоятельность в данном случае уже существует. Без такой гарантии—пришлось бы действовать наугад.

ник Лаборатории и главные его помощники должны быть лицами, доказавшими свою прошлую деятельностью научные свои силы, средства и способности. Без этого основного условия, как особая инстанция пороховых дел—Главная лаборатория излишня и составит лишь предмет расхода, а не пользы.

Занятия Лаборатории взрывчатых веществ могут быть сгруппированы в следующие главнейшие отделы:

1) Химический анализ взрывчатых веществ всякого рода, а особенно вновь предлагаемых или испытываемых. Испытание доброкачественности видов пороха и других взрывчатых веществ, применяемых артиллериею, должно составить одно из основных текущих занятий Лаборатории. Но оно должно быть строго научным, должно усовершенствоваться и быть чуждым формализма, тем более, что обычный химический анализ и практическое испытание видов пороха ведутся уже и ныне в технических учреждениях артиллерии.

2) Химический синтез взрывчатых веществ, производимый как для того, чтобы овладеть всею совокупностью известных взрывчатых веществ, так и для того, чтобы дойти до улучшения существующего. В этой стороне дела должно видеть главную роль устройства Лаборатории, ибо ныне уже невозможно—без строго проведенных и научным путем проверенных систематических исследований всех частей приготовлений взрывчатых веществ—надеяться на производство путем заводских попыток таких взрывчатых веществ, которые могли бы по своим свойствам стать в уровень или превзойти взрывчатые вещества неприятелей, пользующихся сильною помощью науки для их производства.

3) Испытание взрывчатых веществ в специальных—для изучения назначаемых—бомбах или вообще в запертых пространствах, чтобы, определяя скорость горения, количество выделяющегося тепла, изменение при нагревании, упругость развиваемых газов и состав сих последних, получить первоначальное представление о динамических свойствах видов пороха—ранее производства их в большом виде или после их испытания в стрельбе. Эти особые, недавно придуманные и уже хорошо испытанные способы исследования могут, сверх прямой научной проверки опытов практического свойства, показать такие качества видов пороха, как его относительная сохраняемость, которые, помимо сего, могут узнаваться на практике лишь путем долговременного применения, а между тем имеют существенное значение для артиллерии.

4) Испытание взрывчатых веществ в пробном ружье и пробной мортирке для определения относительных баллистических

свойств взрывчатых веществ, капсюлей, запалов и т. п. Сюда же должно отнести испытание разрывных веществ по отношению к их разрушительной способности.

5) Испытание хронографов, крешеров и других измерительных приборов, применяемых артиллериею на полигонах и заводах, также должно взойти в круг работ Лаборатории.

6) Исследование передачи горения и взрывов, так как вопросы, сюда относящиеся, имеют огромное значение в артиллерии и в минном деле, и многие стороны сих предметов поныне недостаточно выяснены систематическими опытами.

7) Изучение веществ, служащих для приготовления видов пороха, со стороны их свойств и способов производства, таковы, например, нитросоединения и вообще многие азотистые, ибо день ото дня становится очевиднее, что на одном пироксилине или нитроглицерине не остановится начавшийся ряд вновь открываемых взрывчатых веществ.

8) Исследование процессов, совершающихся при производстве пироксилиновых взрывчатых веществ, имея в виду упрощение, удешевление и безопасность их приготовления заводскими способами. В этом последнем смысле Главная лаборатория взрывчатых веществ должна служить центром усилий, направленных к удешевлению способов производства взрывчатых веществ.

Найденное и испытанное Лаборатория должна проверять как на Охтенском пороховом заводе, так и на полигоне, чтобы родилась живая связь лабораторных исследований с прямым делом артиллерии.

Для выполнения столь многих и сложных задач, долженствующих разрешаться под главным руководством начальника Лаборатории, необходим персонал лиц, которых можно сгруппировать в две главные категории.

К первой должно причислить лиц, обладающих всеми необходимыми теоретическими и практическими сведениями, нужными для исполнения предстоящих исследований. При этом следует отличить:

1) Главного химика лаборатории и его товарища как лиц, занятых преимущественно химическою стороною предмета взрывчатых веществ. Она наиболее сложна и важна, а потому число химических помощников или сотрудинок начальника—должно быть более, чем других.

2) Специалиста, исключительно из артиллеристов, для исследований баллистического характера, особенно же на полигоне и в опытном ружье.

3) Специалиста преимущественно для измерений, производимых в бомбах, носящих характер физико-механических исследований, требующих не только общей научной подготовки, но и специальных сведений в обращении с тонкими измерениями при помощи хронографов, калориметров и т. п. приборов.

У этих четырех главных деятелей Лаборатории должны быть подручные помощники в виде лаборантов, составляющих вторую категорию лиц Лаборатории. Число их должно быть, судя по размерам предстоящих занятий, не менее 8.¹ Они могут быть из числа лиц, получивших подготовку в Пиротехнической школе.

Распределение и направление деятельности этого персонала должно быть возложено на главное лицо Лаборатории, т. е. на ее начальника, потому что условия Лаборатории могут быть плодотворными только тогда, когда они будут отличаться целостностью и в данное время обратятся к решению некоторых конкретных задач, для того чтобы по их выяснении перейти к новым, входящим в круг деятельности Лаборатории.

Выбор задач, способов решения и самое распределение предстоящих работ между наличным персоналом Лаборатории должны быть сосредоточены в лице заведывающего Лабораториею и только чрез его посредство должны быть получаемы указания Высшего артиллерийского управления, в котором голос управляющего Лабораториею должен иметь свой вес, чтобы между задаваемыми задачами и современными средствами артиллерии, науки вообще и Лаборатории было соблюдено должное соответствие.

Таким образом персонал лиц Лаборатории составит так:

- 1) начальник лаборатории,
- 2) 4 главных его помощника,
- 3) 8 лаборантов.

Для ведения хозяйства Лаборатории, долженствующего быть, по предположению, в руках у заведывающего Охтенским пороховым заводом, должно или назначить особое лицо или одного из помощников управляющего Лабораториею. Но суммами, отпускаемыми на приобретение материалов и приборов равно как и назначением служащих, по моему мнению, должен заведывать управляющий Лабораториею, потому что иначе может произойти много неудобств, проводов и недо-

¹ А именно 2 при текущих анализах, 3 при изучении способов приготовления, 1 при бомбах, 1 при ружье и мортирке и 1 при начальнике, для библиотеки, письмоводстве и др. работ.

разумений. Под хозяйством же Лаборатории должно подразумевать: ремонт зданий, квартир, печей, трубопроводов и прочего, снабжение Лаборатории топливом, газом и водою, наблюдение порядка в окрестности Лаборатории и т. п.

Не входя в подробное рассмотрение окладов жалованья служащим в Лаборатории, считаю должным сказать, что оклад 4 главных помощников должен быть от 3 000 до 1 800 руб., если желательно иметь между ними лиц, способных к той усиленной, трудной и опасной деятельности, к которой они назначаются. При сем полезно придерживаться того обычая, установленного в подобном учреждении в Вульвиче, что лица, прослужившие более определенного числа лет, получают, оставаясь при Лаборатории, определенную прибавку оклада, например по 300 руб. после каждых 3 лет, чтобы удержать при Лаборатории опытных и способных деятелей. Лаборантам же следует выдавать, по моему мнению, от 1 200 до 600 руб. жалованья, с тем чтобы распределение общей суммы, на них отпускаемой (около 6 000 руб.), было предоставляемо начальству Лаборатории. Его оклад, по моему мнению, не должен быть менее 6 000 руб. в год. Он, 2 из его помощников и 3 или 4 лаборанта, равно как и несколько служителей должны, по мнению моему, получить помещение в самом здании Лаборатории. Я думаю, что этим способом не только гарантируется сравнительная безопасность или осторожность, соблюдаемая в Лаборатории при работах с взрывчатыми веществами, но и самая успешность в ходе исследований, потому что многие из них требуют такой продолжительности течения опытов, что только тогда дело может идти хорошо и правильно, когда наблюдатели будут иметь возможность продолжать начатые наблюдения во всякое время дня и ночи. Мне известны многие случаи взрывов, вредивших наблюдающему в Лаборатории, но я не знаю ни одного, от которого бы пострадало здание Лаборатории или соседние помещения, а потому я не вижу никакого препятствия к устройству квартир в самом здании Лаборатории, выгоды же от этого столь многочисленны для успеха дела, что они заставляют меня высказаться за устройство квартир, примерно для половины служащих, в самой лаборатории. А так как для лиц Лаборатории все же нужны будут казенные квартиры, потому что на Охтенском заводе вольные квартиры отыскать трудно, то вышеуказанное устройство квартир при самой Лаборатории не может представить предмета лишних расходов.

Ежегодная смета текущих расходов Лаборатории, приблизительно, должна быть, судя, по вышеуказанному, по примеру

других лабораторий и по специальным целям учреждения, следующей:

	около
начальнику Лаборатории: квартира и	6 тыс. руб.
4 помощникам его: квартиры и	9 " "
8 лаборантам: квартиры и	6 " "
8 служителям	2 400 "
на библиотеку (книги, журналы)	600 "
на приборы и материалы	7 тыс. руб.

31 тыс. руб.

На газ, Лаборатории совершенно необходимый, на электрическое освещение, на воду, топливо, дворников, ремонтные работы по зданиям и на непредвидимые крупные приобретения необходимы суммы, долженствующие взойти в смету Охтенского завода, к которому, по предположению, должна быть отнесена Лаборатория в хозяйственном смысле.

На основании вышеизложенных соображений, можно уже приступить к обсуждению размеров устройства и начальных расходов.

Главное помещение Лаборатории должно быть в нижнем этаже, не только для того, чтобы установка приборов была прочною, но преимущественно для устройства хорошо функционирующей вентиляции, совершенно необходимой для удаления вредных и опасных паров (особенно азотной кислоты и эфирных), постоянно развивающихся в Лаборатории, изучающей взрывчатые вещества. Подвалы в такой Лаборатории, как охтенская, совершенно бесполезны и могут быть выстроены, разве, в виде нижнего этажа под квартирами—для помещения служителей, склада посуды и безопасных материалов. Высота комнат Лаборатории должна быть от 5¹/₂ до 6 аршин, чтобы в рабочее время иметь возможно-чистый воздух. Следующие комнаты и помещения составят центральную часть Лаборатории; их размер дан в кв. саженьях:

1) кабинет управляющего	12
2) 4 кабинета для его помощников	38
3) 2 комнаты для аналитических работ	30
4) 3 для приготовления взрывчатых веществ	30
5) 5 комнат для весов, хронографов, калориметров, газового анализа, органического сжигания и для бомб	25
6) библиотека и приемная	10
7) помещения для газового или керосинового двигателя (мотора), динамомашины, аккумуляторов, для больших насосов (нагнетательных и выкачивающих) и паровика, служащего для нагревания сосудов, для перегонки воды, для отгонки и испарения	25

8) вход и соединительные коридоры	25
9) 2 помещения для служителей, 1 помещение для лаборанта	25
10) 2 запасных комнаты для особо секретных работ и для практикантов или лиц, испытываемых в их способности к лабораторным работам	20
Итого	240 кв. сажен

Эта главная часть лабораторного здания должна быть снабжена сильною вентиляцією, калориферным отоплением, асфальтовыми полами, цементными потолками на железных балках, газовыми проводами, водопроводами и электрическим освещением. В виду этого, на каждую куб. сажень сего помещения должно считать около 125 руб. Таким образом, вся сия центральная часть здания должна стоить своим устройством (без машин, приборов и проводов) около 60 тыс. руб. К ней должны примыкать:

1) Помещение для стрельбы из опытного ружья. Наиболее удобно оно устроено вдоль одной из стен здания, в *Laboratoire centrale des poudres et salpêtres* в Париже, в виде закрытого светлого коридора; длиною он должен быть не менее 18 сажен. А так как испытание из ружья должно быть производимо очень часто, то необходимо, чтобы эта часть здания была тепла и прямо примыкала к Лаборатории. Высота этой части здания может быть меньше, чем главной части Лаборатории, равно как и следующей пристройки, а потому над ними удобно могут быть помещены квартиры. Размер помещения ($18 \times 1 \times 1\frac{1}{2}$) около 30 куб. сажен.

2) Помещение для весов Жосселя, служащих для выверки крешеров, определяющих давление в бомбах, ружье и пр. Размер около 15 куб. сажен.

3) Квартира начальника Лаборатории в размере квартир профессоров университета, около 70 кв. сажен или около 120 куб. сажен.

4) 2 квартиры помощников, 2 квартиры лаборантов и помещение для служителей, в сумме около 150 куб. сажен.

5) Отдельное небольшое здание для приготовления особо опасных взрывчатых веществ, емкостью примерно 15 куб. сажен.

Все помещения этой второй категории вместе составят около 350 куб. сажен, стоимость коих должна быть в среднем не более 85 руб. за куб. сажень, что составит расход около 30 тыс. руб.

Затем потребуется устроить: погреб для хранения взрывчатых веществ в особом внутреннем дворике, ледник и сарай

для склада, что вместе с некоторым устройством двора и сада должно обойтись не более 15 тыс. руб.

Вентиляция и отопление входят в общий счет устройства, но на газовый завод (из нефти) и водопровод должно положить не менее 10 тыс. руб.

Двигатель, динамомашинны, электрическое освещение, большие насосы и паровик обойдутся, с приспособлениями, вероятно не менее 15 тыс. руб.

Весы Жосселя, платиновые калориметрические бомбы и др. бомбы, хронографы и т. п. специальные лабораторно-пороховые приборы и устройства, по счету очень близкому к действительности, будут стоить около 25 тыс. руб.

Насосы для сжижения газов, приборы для газового и других видов анализа и весы разных систем обойдутся примерно в 10 тыс. руб.

Мебель для Лаборатории и первоначальное обзаводство книг — около 10 тыс. руб.

Обычные химические приборы (стекло, разные металлические приборы и т. п.) и первоначальное обзаводство материалами — около 5 тыс. руб.

На непредвидимые, при первоначальном счете, расходы по специальному устройству Лаборатории необходимо положить от 10 тыс. руб. до 20 тыс. руб.

Таким образом весь начальный расход будет примерно следующий:

1) главная часть Лаборатории 480 куб. сажен.	60 тыс. руб.
2) побочные части Лаборатории и квартиры начальника, 2 помощников и 2 лаборантов около 350 куб. сажен. . .	30 „ „
3) погреб, ледник, устройство двора	15 „ „
4) газовый завод, газ и водопровод	10 „ „
5) двигатель, большие насосы, паровик и т. п.	15 „ „
6) пороховые приборы специальные	25 „ „
7) весы, насосы и другие аналитические приборы	10 „ „
8) книги и мебель для начального обзаведения	10 „ „
9) обычные лабораторные приборы и материалы	5 „ „
10) непредвидимое лабораторное обзаводство	20 „ „
Итого	200 тыс. руб.

Следовательно, по мнению моему, годовой бюджет обсуждаемой пороховой Лаборатории должен составить около 30 тыс. руб., а начальное ее устройство обойтись около 200 тыс. руб. Размеры этих расходов соображены с теми, которые существуют в подобных учреждениях Англии и Франции, осмотренных мною летом 1890 г. вместе с профессором Чельцовым. Успех и важные услуги упомянутых лабораторий

зависят, конечно, не от того одного, что они снабжены надлежащими средствами, но прежде и важнее всего — от того научного духа, который внесен в них руководителями, а именно преимущественно от Абеля в Англии и от Бертело и Сарро во Франции. Полагаю, что, только комбинируя совершенство устройства предполагаемой Лаборатории и снабжение ее достаточными средствами со счастливым выбором начальника или руководителя,¹ можно надеяться на успешность действия и на полезность доставляемых Лабораториею результатов для дела военной силы страны. Без сей комбинации — усилия будут напрасными, ибо не лаборатории, с их внешними ресурсами, делают людей пытливыми и строго взвешивающими то, что они утверждают, а наоборот, — пытливые люди, строго обсуждающие современное положение вещей, создают самые лаборатории и применяют их для допроса природы, проверяемого рассуждением, для вывода из сего следствий и для нового их испытания путем лабораторных исследований, — чтобы только за сим явиться в свет на общую пользу. И польза и истина — достигаются только этим путем во всех делах, а кольми паче в деле пороха, где надо при всем прочем соблюсти тайну и где дело необходимо сделать не только хорошо для дорогих интересов страны, но и быстро, идя твердою ногой.

Рассмотрев с главнейших сторон предстоящий для обсуждения предмет устройства Главной пороховой лаборатории, считаю необходимым остановиться на том, что по предположению Артиллерийского комитета, эта Лаборатория не будет вовсе заводскою охтенскою лабораториею (которая совершенно неизбежно необходима для решения текущих заводских вопросов), ибо для сей последней цели достаточно 1 или 2 химиков и столько же лаборантов, и вовсе нет надобности в особой обширной институции. На заводе необходимы тех-

¹ Должно отличить начальное положение предмета от современного. Для примера возьму Англию. В вульвичской лаборатории более 20 лет действовал ее директор, ныне сэр — Фридрих Абель. Он создал все то положение пироксилинового производства, которым ныне воспользовался всецело бездымный порох. Но ныне он не заведует уже вульвичскою лабораториею, в которой директором назначен г. Кельпер. А все же Абель руководит всем делом вульвичской лаборатории. Он ныне председатель «Комитета взрывчатых веществ». Такое же место занимает Бертело в Париже. Но в России нет подобного комитета, а руководитель Лаборатории, по необходимости должен быть начальником Лаборатории, чтобы научный дух был присущ устраиваемой Лаборатории. Считаю своим долгом говорить об этих предметах с тою прямою, которая необходима для правильности начальной постановки предполагаемой Лаборатории.

ники, нужны и химики, преимущественно аналитики. Все, без исключения, сколько-либо сложные современные заводы снабжаются этим средством как орудием экономии и рациональности, а потому казенный Охтенский завод не может быть оставлен (как и другие заводы) без своей заводской лаборатории. Этот вопрос необходимо поставить ясно с самого начала, чтобы текущее дело Охтенского завода не поставило учреждаемую Лабораторию в необходимость оставлять нерешенными предстоящие общие вопросы порохового дела. Но, вырабатывая способ производства, приемы исследования и условия экономичности и безопасности добычи пороха, а также проверяя своими исследованиями результаты, достигаемые на пироксилиновых и пороховых заводах,— Главная лаборатория неизбежно будет содействовать правильности хода дел на Охтенском заводе, потому что он будет ближайшим к Лаборатории.

Гораздо более сложным, с первого взгляда, представляется то отношение, в каком должна находиться предполагаемая Лаборатория артиллерийского управления к той Морской лаборатории, которая уже устроена в самом Петербурге (в так называемой «Новой Голландии», около Благовещенья) и назначается также для изучения вопросов, касающихся взрывчатых веществ. Лаборатория эта, по проекту, менее обширна. В ней, кроме начальника, предположено только 2 его помощника. Она поэтому не может быть считаемая равносильною с подобными учреждениями Англии или Франции. Она назначается преимущественно для изучения видов пороха, потребных флоту, а в его ведомстве пороховых заводов нет, и до сих пор готовится только пироксилин для снаряжения мин. Для отражения же миноносков вопрос о бездымности пороха имеет в морском деле столь большое значение, что изучение бездымного пороха, пригодного для скорострелок, против миноносков действующих, является во флоте столь же настоятельным и современным, как в сухопутных войсках вопрос о бездымном порохе для малокалиберных ружей. Скорострелки же, действующие против миноносков, должны быть рассматриваемы как большекалиберные ружья. Задачи бездымного пороха, пригодного для малокалиберных ружей, по своему выполнению, значительно удалены от задач Морской лаборатории, как задачи бездымного пороха для скорострельных пушек стоят на втором плане в деле перевооружения армии. Опыт Франции и сущность дела показывают, что один и тот же бездымный порох не может служить для ружей и пушек. Ружейный порох рвет пушки сколько-либо значительного калибра, а по-

рох, годный для малокалиберных ружей, может оказаться не отвечающим скорострельным и вообще пушкам флота. Притом в нем огромную роль играют ныне мины, в артиллерийском ведомстве имеющие третестепенное значение. Поэтому на первое время задачи обеих лабораторий разойдутся: одна будет пытаться пороха, пригодные преимущественно для скорострелок и мин, а также для пушек флота, другая же, ныне предполагаемая Артиллерийская лаборатория, должна будет преимущественно сосредоточить свои усилия над выработкою своего, русского бездымного ружейного пороха для малокалиберных ружей, ибо от него, надо думать, будет зависеть успех сухопутных боев предстоящего времени. Но в будущем задачи эти сольются и, по моему мнению, тогда будет время обсудить — не следует ли слить воедино усилия обеих лабораторий. До поры же до времени — необходимы обе. Идя с двух сторон, усилия скорее обещают увенчаться успехом. Притом Артиллерийскую лабораторию еще должно строить, ей еще должно подготовить почву, а Морская лаборатория готова, снабжена приборами и лицами, опытными в деле; во главе ее поставлен профессор Чельцов, снискавший себе заслуженное имя в деле научного изучения взрывчатых веществ, и готовая Морская лаборатория может служить средством для наибольшего успеха предполагаемой и обсуждаемой Лаборатории артиллерийского ведомства. Так, например, ныне же при открытии Морской лаборатории, по моему мнению, было бы полезно, с разрешения его высокопревосходительства управляющего Морским министерство, отправить [в Морскую лабораторию] несколько лаборантов, назначенных для Артиллерийской лаборатории, ради обучения в способах исследования взрывчатых веществ, а особенно в приемах тех новых и специальных видов химического анализа, которые необходимо применять в деле разработки взрывчатых веществ и для обучения обращению с бомбами, служащими для той же цели. Если бы сие было выполнено, то после устройства Артиллерийской лаборатории значительно сократилось бы время, необходимое для первоначальной постановки Лаборатории в положение, соответствующее возможности выполнения ее задач. Так как я сам предполагаю работать именно в устроенной Морской лаборатории и имею честь состоять в Артиллерийском ведомстве, то было бы возможно назначить указанных лаборантов в качестве моих помощников. При этом не только достиглась бы цель обучения лаборантов предстоящему им делу, но и облегчилась бы моя задача — содействовать своими усилиями делу перевооружения армии изучением бездымного

пороха. Ибо вначале предстоит масса работы, которую едва можно выполнить при содействии многих помощников и сотрудников. Таким образом, я полагаю, что устройство Морской лаборатории взрывчатых веществ не только затрудняет, но скорее облегчает устройство Главной артиллерийской лаборатории взрывчатых веществ, ибо обе они одинаково должны будут иметь целью — снабдить Россию улучшенными видами пороха.

Однако при сем случае я полагаю долгом выразить личное мое мнение о том, что единство действия и наиболее экономическое употребление научных и денежных средств требовали бы, чтобы для дел бездымного пороха образовано было не две лаборатории — морская и артиллерийская, — а два учреждения и оба одинаково для армии как и для флота, ибо они назначены служить одной России. Усилив уже устроенную Лабораторию Морского министерства лицами и средствами, сделав ее общею для морского и военного ведомств, можно достигнуть в 1 лаборатории всего того, что может быть достигнуто 2 лабораториями. А если бы в то же время для исследования вопросов взрывчатых веществ при Военном и Морском министерствах образовано было особое общее совещательно-научное учреждение, подобное таким же учреждениям Франции и Англии, то направление деятельности самой Лаборатории выиграло бы во множестве отношений, расход же сил и средств, взятый в совокупности, все же бы сократился.

Хотя я считаю обязанным высказать сии мысли, но не считаю себя вправе над ними останавливаться, потому что прежде всего желаю с возможною обстоятельностью ответить на вопрос об устройстве отдельной Лаборатории артиллерийского ведомства, согласно с журналом Артиллерийского комитета от 16 июня 1890 г., и с вопросом о ее установлении, к мне обращенным.

Я не избегну в сей записке рассмотрения того положения предмета, которое, бог даст, наступит, когда в обеих лабораториях или в одной общей вырабатываются надлежащие виды бездымного пороха для пушек флота и для ружей армии, т. е. для всего вооружения России. Спрашивается: что же станут тогда делать названные лаборатории, хотя бы они были соединены или разделены? Не будут ли они тогда лишними, напрасными учреждениями?

Отрицательный ответ на последний из этих вопросов вытекает необходимо из двух следующих соображений.

1) Коренные изменения в деле взрывчатых веществ нача-

лись только недавно. До бездымного пороха с несомненно-прочными и наилучшими свойствами не дошли еще нигде или, правильнее сказать, есть несколько видов бездымного пороха, считаемых в своих странах наилучшими. Вопрос зреет, но не созрел. Ежедневно являются предложения все новых и новых видов пороха. Систематически-научное изучение действия пороха также только что началось. А оно и составляет основной мотив всех улучшений пороха последнего времени. Наука, с ее возможно точными приемами и с ее законами механики, физики и химии, лишь недавно разыскала в артиллерийском деле пороха задачи, представляющие не только специальные интересы артиллеристов, но и общие задачи, связанные с коренными вопросами сих наук, например, вопрос о теплоте газов при высокой температуре взрыва, о диссоциации, при сем происходящей, и тому подобные вопросы, отражение коих на практическое дело пороха и стрельбы еще едва началось, хотя исследования Ле-Шателье, Сарро и др. уже указывают, что здесь кроются важные задачи прямой артиллерийской практики. Химическая наука вообще лишь встала со всеми ее ресурсами в союз с этою практикою. Ныне военное дело оперлось и на нашу науку, как оно давно оперлось на металлургию, физику и механику.

России нельзя — без того, чтобы ее военное могущество не пострадало — быть назади других народов в этих отношениях и только заимствовать от них то, что они сочтут возможным, без своего ущерба, ей уделить. Лаборатории взрывчатых веществ должны дать самостоятельные русские исследования как видов пороха, так и процессов, происходящих при его употреблении, должны быть научными союзниками военной силы своей страны, уже потому, что сильное войско обеспечивает мир и развитие самих наук. Дел этого рода будет много и, пожалуй, больше тогда, когда порох для ружей и пушек будет установлен, а предстоящее затем дело будет труднее, потому что будет не только научным, но должно сделаться и передовым. Другие народы не успокоятся на том, что нашли, и Россия должна сама искать своего и по-своему, усиленно прилагая всевозможные средства. Ныне науки уже стали народною силою, войска воюют, и страны от войны охраняют лишь в союзе с наукой. А лаборатории суть их первые необходимейшие орудия. От решения же многих задач как внутренней баллистики, созданной в лаборатории взрывчатых веществ Сарро, так и касающихся самого пороха, должны произойти перемены не только уже всем очевидные во многих видах огнестрельного оружия, но и в самых способах ведения

войн. Поэтому у нас должно стать ясным то, что признано уже в Англии и Франции: обычный, черный порох переменил ход дел во всем мире, когда был введен; точно то же должны сделать и новые виды пороха, а они найдены и будут находиться только правильно-организованными, т. е. научными исследованиями. Для них необходимы лаборатории взрывчатых веществ, снабженные должными средствами и обладающие научными силами. Дела этого рода, можно сказать с уверенностью, только начались, конца им впереди не предвидится. Достаточно для примера указать на то, что пружина сжатых газов уже начала служить для дела стрельбы, и вопросы сего рода будут очевидным предметом артиллерийских усилий ближайшего времени. Порохом, содержащим нитроглицерин, снабжаются армии Италии, Англии и других стран, его изучает Крупп, а его свойства гораздо менее изучены в опытном отношении, чем свойства чистого пироксилинового пороха. Дороговизна этого последнего всюду заставляла искать более дешевого, но столь же сильного и прочного. Ленк или Абель употребили много лет и много средств, чтобы выработать практические приемы производства самого пироксилина. Так и во всем. Твердая установка чего-либо, особенно же в областях мало разработанных и новых, есть дело трудное, хлопотливое и многолетнее. Без лабораторий взрывчатых веществ у нас невозможно ждать изучения взрывчатых начал. Заведывая сперва Лабораторию Технологического института, а потом университетскую, я не считал возможным позволять кому-либо из занимающихся в них—изучать подобные вещества. Поэтому одна возможность только и есть, чтобы пороховое дело в России могло двигаться вперед самостоятельно—это устройство специальных лабораторий для их изучения и приглашения в них научных сил России.

Изложенное сводится к следующему: бездымный порох, могущий ныне удовлетворить морским скорострелкам и малокалиберным ружьям армии, не исчерпывает собою пороховых задач времени, их много видно впереди, и для их изучения нет места в России, кроме особых лабораторий взрывчатых веществ. Следовательно, у них дело будет и впереди.

2) Лица, изучившие в лабораториях взрывчатых веществ теоретическую и практическую стороны их производства, хотя оно и будет в малых размерах, свойственных лабораторным приемам изучения, окажутся незаменимыми во всех отраслях пороховой техники, а особенно на многочисленных заводах артиллерийского ведомства. Ошибочно думают те, которые

полагают, что от лаборатории до завода расстояние велико. Пример всего мира показывает противное: всюду прогресс заводских дел достигается ныне только при помощи людей, воспитанных в лабораториях или ими руководивших. Все новейшие виды заводов суть не что иное, как увеличенные лаборатории, где вместо граммов фигурируют их миллионы или тонны, ибо для химических исследований, как для природы,— все равно, что единица, что миллион, а для ограниченных средств и сил людей удобнее и выгоднее обращаться с единицами, для выгод же заводских дел требуются миллионы. Ныне только второстепенные мастера обучаются на заводах, а те, кто ими руководит,— выходят из лабораторий. Следовательно, лаборатории взрывчатых веществ будут рассадником людей, знакомых со всей современной практикой производства современных взрывчатых веществ. Потребность же в подобных лицах, со введением производства нового пороха, столь очевидна, что не требуется разъяснения. Во Франции давно сознали это, образовав «пороховых инженеров», и вероятно, что в России придет время, когда будет признана необходимость особых химико-техников, специально изучивших сложное дело производства пороха для разных целей армии и флота. Лаборатории взрывчатых веществ станут центром успехов в этом отношении.

Таким образом даже и тогда, когда ближайшая и настоятельнейшая потребность в бездымном порохе будет вполне удовлетворена, у лабораторий взрывчатых веществ будет много важных дел, требующих научных сил, необходимых ныне армии и флоту.

Д. Менделеев.

15 февраля 1891 г.

В журнале Морской научно-технической лаборатории, в котором ежедневно один из пяти ведущих сотрудников записывал, что делалось в лаборатории, в разделе «Август 1891 г.» рукой Д. И. Менделеева записано:

с. Петербург 1891

8. — Четверг. Открытие и освящение лаборатории.
14 июня 1891 г. Высочайше утверждены штаты и положение Лаборатории. Согласно распоряжения Министра открытие назначено 8 августа. Приглашены, кроме членов Мор[ского] Тех[нического] Комитета, высшие чины Артиллерийского Управления. К 12 часам прибыли министр (Ник[олай] Матв[еевич] Чихачев), Управляющий мор[ским] тех[ническим] комитетом (К. П. Пилкин), начальник порта (В. П. Верховский), п[ом]. начальника Морск[ого] Штаба (Тыров), А. В. Гадолин, Кастырко и др. Молебен служил протопоп Адмиралтейства. После мо-

Август 1891 г.

8. — Четверг. Открытие и освящение лаборатории.

14 июня 1891 г. высочайше утверждены штаты и положение Лаборатории. Согласно распоряжения Министра открытие назначено 8 августа. Приглашены, кроме членов Мор[ского] Тех[нического] Комитета, высшие чины Артиллерийского Управления. К 12 часам прибыли министр (Ник[олай] Матв[еевич] Чихачев), Управляющий мор[ским] тех[ническим] комитетом (К. П. Пилкин), начальник порта (В. П. Верховский), п[ом]. начальника Морск[ого] Штаба (Тыров), А. В. Гадолин, Кастырко и др. Молебен служил протопоп Адмиралтейства. После мо-

лебна показан опыт в бомбе для определения скорости горения (взят порох Демчинского). Министр отбыл для встречи государя, а прочие отправились к завтраку, устроенному в комнате помощников начальника Лаборатории. Пили здоровье министра, чинов и архитектора Лаборатории (Фабрициус), начинателей дела бездымного пороха: Фридриха Абеля, Бертело и Сарро. После и ранее того К. П. Пилкин и А. В. Гадолин подробно осматривали приборы и коллекции Лаборатории. Часов около 4-х разъехались.

Д. Менделеев.

М. М.
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
ЛАБОРАТОРИЯ
МОРСКОГО ВЕДОМСТВА

Копия

15-го октября 1892 г.

№ _____

С. Петербург
Новая Голландия

ОТПУСК

*Его высокопревосходительству, господину
управляющему Морским министерством,
Николаю Матвеевичу Чихачеву*

Докладная записка консультанта,
заслуженного профессора
Д. Менделеева

О ПУШЕЧНОМ ПОРОХЕ МОРСКОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Опыты с пушечным бездымным порохом показали, что, стреляя им из пушек данного калибра, можно достигать высших, чем доньше, скоростей снарядов и производить более частую, чем ныне, стрельбу, потому что он не только не дает дыма, препятствующего прицельности, но и производит в орудиях давления меньшие, чем при обычных видах пороха. Поэтому снабжение флота бездымным порохом увеличивает боевую силу флота без увеличения числа и размера орудия. Тем не менее еще ни одно государство не снабдило своего флота бездымным порохом по той причине, что известные данные виды его оказались не вполне удовлетворительными для орудий различного калибра. Поэтому первую задачу Морской научно-технической лаборатории составило отыскание такого бездымного пушечного пороха, который, отвечая по силе и по способности к сохранению принятому у нас и во Франции ружейному бездымному пороху, удовлетворял бы: удобству производства, легкости приспособления к орудиям различных калибров и возможно полному однообразию силы, чего до сих

пор нельзя считать достигнутым в должной мере ни чисто пироксилиновым (например французским), ни смешанными нитроглицериновыми (например английскими) пушечными порохами разных стран, что подтвердилось и опытами их воспроизведения в лаборатории. Хотя нитроглицериновые виды пороха оказались, по исследованиям лаборатории, не уступающими чисто пироксилиновым в своих свойствах и заслуживающими внимания как по легкости приспособления к орудиям разного калибра, так и по сравнительной дешевизне, тем не менее лаборатории было указано остановиться вначале исключительно над чисто пироксилиновыми сортами, потому что они отвечают принятому в нашей армии ружейному бездымному пороху, имеющему за собою все же более продолжительный опыт других стран, сравнительно с нитроглицериновыми. Вследствие этого решения исследования лаборатории направлены были в сторону выработки соответственного пироксилина, так как его свойства определяют качество пороха. Изучение условий приготовления и свойств пироксилина привело к установке нового его видоизменения, сходного с коллодием, применяемым в фотографии, медицине и технике, но способного давать порох, как и обычный «взрывчатый» пироксилин, а потому названного в лаборатории «пироколлодием». Он содержит около 12½% азота, как и обычный ружейный и пушечный пироксилин, но, отличаясь полной растворимостью, дает возможность достигнуть однообразия массы, которая после превращения в желатинообразный вид дает полупрозрачный порох, по внешности и свойствам напоминающий ноготь или прозрачные части рога и черепахи. Многочисленные испытания показали, что найденный способ приготовления пироколлодия дает всегда однообразный продукт, хотя бы клетчатка была взята в виде хлопка или льна, или пеньки, обращенных в нити или ткань, или в бумажные полосы и хотя бы взятые в дело кислоты имели меньшую, чем обыкновенно, крепость. Сверх того установлено, на основании опыта, что производство пироколлодия потребует меньшее количество кислот сравнительно с обычным пироксилином при том же выходе продукта. Затем лабораторные опыты в бомбах установили применимость пороха, приготовленного из пироколлодия, для орудий различного калибра, если соответственным образом будут изменены размеры лент и зерен, из него получаемых, так как с новым порохом оказалось возможным достижение всяких желаемых скоростей горения, количество же газов, происходящих при горении, не уступает лучшим из исследованных пироксилиновых порохов, между

тем как доставляемые им давления и температуры ниже, чем у нитроглицериновых порохов. Все это указывает на возможность применения пироколлодия ко всяким видам стрельбы. Для дальнейшего испытания в лаборатории было приготовлено несколько фунтов пороха из пироколлодия, приспособленного для скорострельных пушек диаметром в 47 мм, и произведена опытная стрельба на морском полигоне. Эти опыты показали, что порох из пироколлодия вполне отвечает своей цели, выдается полным однообразием получаемых результатов и дает при тех же наибольших давлениях и весе заряда почти в $2\frac{1}{4}$ раза меньшем начальные скорости, явно выходящие, чем шоколадный порох; при этом нисколько не образуется дыма и в канале орудия не получается никакого остатка. В настоящее время усилия лаборатории направлены к установлению заводских приемов производства пироколлодия и способов экономического получения из него пушечного пороха.

Прилагаемые образцы содержат:

№ 1. Французский пушечный пироксилиновый порох Сарро, полученный из Франции.

№ 2. Английский пушечный нитроглицериновый порох, кордит, воспроизведенный, согласно оригиналу, в лаборатории.

№ 3. Два образца пушечного нитроглицеринового пороха завода Нобеля.

№ 4. Три образца пушечного пороха из пироколлодия, приготовленные в лаборатории:

- а) для скорострельных пушек,
- б) для пушек средних калибров и
- в) для большекалиберных орудий.

№ 5. Мязга пироколлодия (в стеклянной трубке), служащая для приготовления пороха.

№ 6. Миткаль, превращенный в пироколлодий.

№ 7. Бумага, превращенная в пироколлодий.

Подписал: Д. И. Менделеев.

15 Октября 1892 г.

Верно: Делопроизводитель: П. Савельев.

☐
1893

Мое представление морскому министру
в 1893 г. весна.

319. О снабжении флота пироксидом и
порохом. Май 1893

1038/10a

☐

Мое представление морскому министру
1893. в 1893 г., весна,

319. О снабжении флота пироксидом [одийным]
порохом. Май 1893,

1038/10a,

*Его высокопревосходительству, господину
управляющему Морским министерством,
Николаю Матвеевичу Чихачеву*

Докладная записка консультанта
по изготовлению взрывчатых веществ,
заслуженного профессора
Д. Менделеева

О СПОСОБЕ СНАБЖЕНИЯ ФЛОТА ПИРОКОЛЛОДИЙНЫМ БЕЗДЫМНЫМ ПОРОХОМ

I. История дела

Учреждая в 1891 г. Научно-техническую лабораторию морского ведомства, вы изволили поручить ей сперва изучить и испробовать различные виды бездымного пороха, чтобы остановиться на пригодном для существующих во флоте скорострельных и всяких других пушек, а затем, когда в лаборатории были воспроизведены и изучены пороха как пироксилинового типа, так и нитроглицериновые, изволили указать, чтобы первые усилия лаборатории были направлены на пироксилиновые пороха, хотя и более дорогие, но представляющие более шансов для приноровления их к условиям пользования. Направляя в эту сторону свои усилия, лаборатория в 1892 г. прежде всего стала испытывать применение нового, вполне растворимого видоизменения нитроклетчатки, практически легко получаемого по способу, найденному мною ранее, при теоретическом исследовании условий нитрования клетчатки, хотя до того времени существовало всеобщее предубеждение противу пригодности растворимой нитроклетчатки (коллодия) для порохового дела, так как обычные способы ее приготовления дают ее с малым содержанием азота и малою способностью к горению, свойственному пороху. По исследованиям,

произведенным в Лаборатории, оказалось однако, что при соблюдении надлежащих условий новое видоизменение нитроклетчатки содержит всегда около $12\frac{1}{2}$ азота, т. е. количество его, отвечающее содержанию в обычных пироксилиновых бездымных порохах, заключающих нерастворимую нитроклетчатку, а потому всегда не вполне однородных. Сверх того, лабораторные исследования показали, что полное желатинирование (смесью эфира со спиртом) и превращение в совершенно однородную массу, равно как образование газообразных продуктов горения и получение самого пороха с разными временами горения (что необходимо для стрельбы орудиями разных калибров), для нового видоизменения нитроклетчатки, вполне отвечают задачам, предъявляемым к бездымному пороку, а сравнительно низкая температура горения и полное отсутствие склонности к детонации (т. е. к бризантному или моментальному и разрушительному образованию газов) увеличивают благоприятные для дела свойства нового видоизменения нитроклетчатки, названного нами пироколлодием, ибо название это показывает совокупность свойств, принадлежащих как взрывчатому пироксилину, так и обычному коллодию — фотографов и аптекарей.

Когда все это было найдено изучением, ваше высокопревосходительство разрешили приступить к испытанию нового пироколлодийного пороха как относительно его приготовления, в большом виде, так и относительно стрельбы им из орудий различного калибра. Сперва, а именно весной 1892 г., заготовлено было Морской лабораторией несколько фунтов нового пороха для стрельбы из 47-миллиметровой скорострельной пушки, что тогда же и выполнено было на морском полигоне и дало результаты, благоприятные для дела и особо выдающиеся по достигаемому постоянству начальных скоростей и давлений. Затем, пироколлодий в количестве 200 пудов был заготовлен на пироксилиновом заводе Морского министерства и превращен в порох разного калибра на Охтенском пороховом заводе.

Артиллерийские испытания, произведенные на полигоне в апреле сего 1893 г. в орудиях калибров от 47 мм до 9 дюймов, показали: 1) что с помощью одного и того же пироколлодия можно получить, изменяя толщину пластинок, порох, пригодный для пушек всяких калибров, даже значительных, чего не достигали доньше еще никакими другими сортами бездымных пироксилиновых порохов; 2) что горение пироколлодийного пороха идет, как и требуется, с поверхности каждой пластинки совершенно равномерно, до того, что при не-

надлежащем заряде вылетают недогорелые пластинки, совершенно однородно утонченные и обладающие равномерною, хотя и малую, толщиной; 3) что нет никакого повода для возможности детонации внутри орудия при стрельбе пироколлодийным порохом; 4) что, подбирая толщину пластин и вес заряда к орудию, порох этот дает, при давлениях меньших, чем с бурым порохом, большие, чем сей последний, начальные скорости, так что удалось уже получить скорости, достигающие 2 500 футов в секунду, не насилуя орудия, тогда как бурым порохом достигаются скорости не выше 2 200 футов; 5) что вес заряда пироколлодийного пороха в $2\frac{1}{4}$ — $2\frac{1}{2}$ раза менее веса заряда бурого пороха, когда достигаются равные начальные скорости, а при достижении одинаковых давлений и высших скоростей, примерно в 2 раза менее, чем бурого пороха; 6) дыма и остатка новый порох не дает, до того, что после выстрела внутренние стенки орудия остаются столь же блестящими и чистыми, как пред выстрелом; 7) однообразие данных, при малом числе сделанных проб, не заставляет желать ничего лучшего.

Хотя много еще остается изучить в отношении к пристрелке нового пороха,¹ но и то, что достигнуто, уже показывает: 1) что пироколлодийный порох представляет совокупность всех желательных свойств, встречающихся в бездымных порохам разных стран; 2) что он представляет преимущество совершенной однородности, полного постоянства состава и свойств, неспособности к детонации и легкой приноrowsableости к орудиям всяких калибров; 3) что, составляя открытие отечественного изобретения, он может быть приготовляем такими приемами производства, которые долгое время возможно сохранять в должной тайне на пользу русского оружия; 4) что приготовление пироколлодийного пороха для орудий флота может служить к успеху всего дела перевооружения русской армии и флота, особенно в виду того, что в сухопутном артиллерийском ведомстве готовится бездымный порох французского типа из пироксилина, следовательно в России же может быть достигнуто надлежащее по опытам сличение этих обоих видов бездымного пороха, что представляет существенный интерес как с артиллерийской, так и

¹ Особенно к орудиям пных типов, чем применяемые в морской артиллерии, так как сия последние все относятся к числу многокалиберных или длинноствольных. Так, большинство полевых орудий имеет в длину меньшее число калибров, и приспособление к ним нового пороха потребует особых опытов, которые могли бы производиться сухопутным артиллерийским ведомством, если оно пожелает испытать наш пироколлодий.

с экономической стороны, потому что изученные лабораториею способы изготовления пироколлодия показывают несомненно, что он должен (при прочих равных условиях) обходиться гораздо дешевле, чем пироксилин для бездымного пороха французского типа, производство коего хорошо известно и представляет много случайностей разного рода.

II. Соображения, представляемые по поручению, данному вашим высокопревосходительством

В виду полученных для пироколлодийного пороха результатов является настоятельная потребность в изыскании способов возможно скорого и верного производства его для потребностей флота в таких количествах, которые отвечали бы снабжению флота как боевыми запасами, так и количеством потребности для текущих годовых надобностей. Оценивая требуемый флотом запас в 140 тыс. пудов бурого пороха, текущую же годовую надобность в 10 тыс. пудов и притом, для большей осторожности и для достижения высших, чем при буром порохе, начальных скоростей, приняв замену 2 пудов бурого 1 пудом нового пороха, окажется, что следует в ближайшие предстоящие годы заготовить 70 тыс. пудов запаса пироколлодийного пороха и 5 тыс. пудов для ежегодного расхода. Так как бурый порох уже отчасти заготовлен и может быть израсходован из запаса лишь в продолжение 5—7 лет, то следует иметь в виду заготовку в год около 10 тыс. пудов нового пороха в запас и по 5 тыс. пудов для текущих надобностей, т. е. в ближайшее время следует заготавливать примерно по 15 тыс. пудов в год, а затем, если не встретятся особые надобности военного времени, готовить по 5 тыс. пудов в год. Ваше высокопревосходительство изволили поручить мне представить соображения о тех способах, коими можно было бы на ближайшее время удовлетворить вышеуказанную потребность, и в исполнение сего поручения я имею честь представить вслед за сим свои соображения, ограничивая их, однако, сроком, ближайшим двух лет, ибо дальнейшие заключения были бы, повидимому, преждевременными, и двухгодичная заготовка, быть может, заставит видоизменить тот способ заготовки, какой будет принят на первое время.

Если же принять во внимание лишь недолгий двухлетний срок (т. е. с осени 1893 г. до осени 1895 г.), то, очевидно, необходимо: 1) избежать особо крупных капитальных расходов, подобных тем, какие потребовались бы при постройке большого завода, для заготовления до 15 тыс. пудов пироколлодия

в год; 2) обойтись без содействия заводов сухопутного артиллерийского ведомства, так как в ближайшие 2 года оно занято будет своими спешными заказами, и если пожелает исследовать применимость пироколлодийного пороха к своим целям,¹ то, вероятно, едва лишь в этот срок закончит предварительные опыты и потребные перемены устройства своих заводов, придя к заключению о пользе замены пироксилина пироколлодием; 3) приноровить всю двухлетнюю заготовку пироколлодийного пороха (в количестве около 20—30 тыс. пудов) так, чтобы вслед за тем можно было заготавливать не только по 5 тыс. пудов для годовых потребностей, но и все то количество пороха, какое потребуется для запасов на случай военных действий.

III. Предлагаемый на два года план заготовки пироколлодийного пороха

Исходя из вышеуказанных заданий, я имею честь представить на усмотрение вашего высокопревосходительства следующий план действий, ограничивающийся двухлетним сроком, т. е. до осени 1895 г., считая от осени 1893 г., когда может начаться валовое производство пироколлодия и его превращение в порох, если надлежащие постройки будут произведены в течение наступающих весны и лета.

Исход делу должен составить существующий в Морском ведомстве пироксилиновый завод, приноровленный уже ныне к заготовке в год от 2 до 4 тыс. пудов пироксилина. Его следует лишь немного приноровить к производству пироколлодия, на что не потребуется особо крупных расходов.²

Расширять здесь производство до заготовки в год 10—15 тыс. пудов пироколлодия не должно по многим причинам, особенно же потому, что места мало, и в Петербурге, без своих химических заводов, заготовка пироколлодия (как и пироксилина) не может быть доведена до своей возможно малой ценности. Но взамен того, здесь желательно устроить все надлежащие приспособления для превращения пирокол-

¹ Если таковое желание будет заявлено сухопутным артиллерийским ведомством, то ему следует предложить пироколлодий, заготовленный для опытов морской артиллерией.

² При этом желательно было бы испытать замену пироксилина пироколлодием для минного дела, чтобы не иметь на этом заводе двух видов производства. Есть даже своя особая выгода в такой комбинации, потому что всякие, почему-либо неудавшиеся, порции порохового пироколлодия можно было бы обращать на минное дело. Опыты применения нежелатинированного пироколлодия к минному делу могут быть произведены ныне же летом и особо крупных затрат не потребуют.

лодия (желатинированием, выдавливанием и сушкой) в порох, и притом— для всей пропорции заготовки пироколлодийного пороха, дабы иметь в руках Морского технического комитета полную возможность овладеть всеми частями превращения пироколлодия в порох и улучшать его, под влиянием указаний Морской научно-технической лаборатории. Для устройства такого порохового завода, даже в пропорции 15 тыс. пудов в год, места будет довольно на пироксилиновом заводе, но такое устройство потребует немалых единовременных затрат, без которых, однако, нельзя обойтись в выполнении задания, так как передача в частные руки этой отрасли производства лишит возможности приравливать порох к орудиям разных калибров и различного устройства, что должно будет делать, особенно в первое время, при введении бездымного пороха. Притом частный завод не станет производить сложного обзаводства, потребного для желатинизации, прессования и сушки бездымного пороха, если с ним не будут заключены долгосрочные контракты.¹ Иное дело—по отношению к заказу или производству пироколлодия, если его сделать на химическом заводе, готовящем серную и азотную кислоты, потому что для такого завода учреждение особого отделения для производства пироксилина, хотя бы и временного, не может потребовать особо крупных затрат, а представит выгоды в сбыте на месте своих продуктов и в утилизации разных побочных остатков, особенно же отработавшей кислотной смеси. Поэтому я предлагаю испытать заказ пироколлодия на частном химическом заводе, обладающем надлежащими силами и, что всего важнее для случая военных действий, работающего на русских основных материалах. За такой завод должно почитать, например, завод П. К. Ушкова и К^о на Каме, около Елабуги. С хозяином этого завода, бывшим здесь ныне зимою, я предварительно говорил, и он, хотя считает невозможным и думать об предварительном определении цены пуда пироколлодия или пироксилина, но не отказывается произвести опыт в большом виде, примерно в сотни пудов продукта, для определения его стоимости, если ему будет обещан при этом возврат текущих расходов, а при соглашении в цене будет дан заказ на несколько тысяч пудов продукта. Я бы полагал, что вышесказанный опыт можно было бы сделать ныне летом или осенью, *не сообщая секретной*

¹ Передача же пироколлодия на Охтенский или иной завод Сухопутного ведомства не может обещать скорого и тщательного исполнения заказов, потому что Сухопутное ведомство завалено своими спешными заготовками.

стороны производства, если бы на завод Ушкова отправить для того двоих из химиков Лаборатории, причем я лично мог бы присмотреть за исполнением заказа и за определением цены на пуд пироколлодия. Вполне уверен в том, что при содействии двух наших химиков с первого же раза здесь получится удовлетворительный результат и цена определится более выгодная, чем при исполнении такого же заказа на казенных заводах. Если цена, заводом назначенная, окажется подходящею, то ему можно будет предоставить заказ на несколько тысяч пудов пироколлодия, причем можно поступить двояко: или оставить на заводе своих химиков, знающих секрет производства, или же, если представятся подходящие на то условия, передать способ производства одному или несколькими химикам завода. Если же завод Ушкова не примет заказ или объявит слишком высокую цену, тогда следует сперва обратиться с подобными же предложениями к некоторым другим химическим заводам России, и только при полной неудаче этого приема думать о восполнении требуемого—казенными заводами. Вообще же желательно сразу иметь комбинацию частных заводов с казенными, и не должно забывать, что казенные заводы в сооружении (вследствие многих требований, предъявленных к казенным стройкам) и в снабжении сырыми материалами будут непременно удорожать продукт и потребуют крупных начальных затрат.

Передача части заказа пироколлодия на частный завод представляет следующие выгоды: 1) частный химический завод, несомненно, может производить пироксилин или пироколлодий (при одинаковых размерах производства) дешевле, чем казенный, уже потому, что ему кислоты, идущие в производство, достанутся дешевле и они не потребуют перевозки, а все отбросы могут быть применены с пользою; 2) обзаводство посудой (баками, ваннами и т. п.), потребными на пироксилиновом заводе, при таком крупном заводе, как Ушкова, будет на нем делаться тоже собственными средствами, а потому и более дешево; 3) на случай военных действий частный завод может помочь возрастающему спросу на порох—для всей армии и флота. А при заказе части пироколлодия на казенном заводе и другой на частном—станет вполне очевидным преимущество того или другого способа заготовки для восполнения текущего спроса.

Таким образом, положив в основу производство пироколлодия на казенном заводе морского ведомства, я полагаю, что ради возможного удешевления следует попытаться установить его производство и на частных заводах, подобно тому

как это производится во множестве дел военного снабжения. Даже в самом снабжении порохом одновременно действуют казенные и частные производители, чему примером служит Шлиссельбургский завод, готовящий бурый порох. Но этот последний заимствован Россией из-за границы, пироколлодий же составляет русское изобретение, а потому его заказ следует, по моему мнению, передать не иначе как в руки чисто русского заводчика, каким и должно считать П. К. Ушкова, имеющего заслуженное имя в числе передовых деятелей в области русской химической промышленности, ибо он первый ввел в России добычу серной кислоты из железных колчеданов, извлечение из них (т. е. из уральских железных колчеданов) меди, получение хромовых препаратов, добычу едкой соды и получение белильной извести. Притом фирма Ушкова и К^о пользуется крупным кредитом и может располагать средствами, какими иные русские заводчики могли бы с трудом располагать.

IV. Расходы, сопряженные с заказом первых тысяч пудов пироколлодийного пороха, и возможная его стоимость

Ныне пироксилин обходится морскому ведомству на своем заводе около 40 руб. за пуд. На основании особенностей постановки дела на всяком казенном заводе и на основании того, что на морском пироксилиновом заводе нельзя производить больших заказов и нельзя утилизировать в должной мере отбросы, должно полагать, что и впредь цена пироколлодия на пироксилиновом заводе будет немногим ниже и если станет явно понижаться, то лишь с годами опыта и настойчивости. Расчеты на частном заводе непременно будут более выгодными, но зато, при отсутствии долгосрочного контракта (который, по моему мнению, ныне и не следует сразу делать), частному заводу будет необходимо погасить некоторые единовременные затраты на обзаводство специальными приспособлениями, а потому вероятно, что первоначальная цена будет и на частном заводе немногим разве ниже, чем на казенном. Но если затребуются с частного завода в два года около 20 или 25 тыс. пудов пироколлодия, то нельзя думать, что назначенная цена будет выше 30 руб. за пуд. Если же погашение обзаводства рассчитывать не на краткий срок двух лет, а на более долгий срок, 5 или 10 лет, то по сделанному мною вместе с профессором Чельцовым расчету оказывается возможным довести цену пуда пироколлодия до 20—25 руб. и быть может спустить еще ниже, но к этому ныне едва ли

благоразумно стремиться сразу, потому что, стремясь сразу к удешевлению, легко упустить другие важнейшие стороны дела. Что же касается до переработки пироколлодия в порох, то главную здесь статью расхода составляет трата спирта и эфира. На пуд пороха требуется около $1\frac{1}{2}$ пуда смеси этих веществ. Они стоят ныне около 15 руб. (за $1\frac{1}{2}$ пуда). Если их не собирать (как делают обыкновенно на пороховых заводах), то выделка пуда пороха не может быть дешевле 20—25 руб., но на заводе морского ведомства следует сразу ввести приспособления для возврата части указанных растворителей, и есть повод полагать, что тогда стоимость падет до 10—15 руб. на пуд пороха, впереди же ее можно, вероятно, спустить еще, но едва ли ниже, чем до 10 руб. за пуд.

Таким образом, наивысшая цена заготовления пороха на морском заводе не должна быть более 65 руб. за пуд (40 руб. пироколлодий и 25 руб. получение пороха). Меньшая же цена, по моему мнению, сравнительно легко достижимая, будет около 30 руб. за пироколлодий + 20 руб. за переделку, или 50 руб. с пуда.¹ Но при дальнейшем развитии дела возможно ждать крупных сбережений. Крайний, практически легко осуществимый предел ценности определится примерно тем, что за пироколлодий придется платить от 20 до 25 руб. за пуд, а за переделку от 10 до 15 руб., т. е. 30—40 руб. за пуд пороха. Однако впереди, по новому способу, изучаемому Лабораторною, можно надеяться достичь еще более низких цен, а именно довести стоимость пуда до 25—27 руб. При заказе в 70 тыс. пудов пороха и при годовой заготовке 15 тыс. пудов, каждый рубль убавки в цене пуда будет составлять экономию в десятки тысяч рублей, а так как от 60 до 30 руб. за пуд разность составляет целых 30 руб. на пуд, то при 100 тыс. пудов всего заказа в 6—7 лет разность эта может доставить для одного морского ведомства сбережение в 3 млн руб., чем ясно доказывается настоятельная надобность употребить ныне же все возможные усилия к удешевлению пороха и не упустить возможность достичь этого при помощи передачи заказа в частные руки.

V. Расходы, предстоящие на ближайшее время 1893 года

Приспособление морского пироксилинового завода к успешному производству пироколлодия не может стоить более, чем

¹ Считаю при сем не только материальные расходы, но и личный состав, ремонт и погашение.

несколько тысяч руб.—на увеличение числа и размеров баков или резервуаров для смешения кислот. Постройка же завода для изготовления 10—15 тыс. пудов пороха в год должна поглотить немало средств, но при этом можно достичь разделения части расходов на несколько лет, потому что сушилки сперва потребуются лишь на количество не более 5 тыс. пудов в год и часть остальных сушилок можно соорудить в 1894 и 1895 гг. Мешалки же, прессы и резалки следует сразу заводить на всю пропорцию 15 тыс. пудов в год. Расход на здания без сушилок при этом едва ли может превосходить 20—30 тыс. руб., машины (мешалки, прессы и пр.) с двигателем вероятно будут стоить не более того же, приспособления для сбережения спирта и эфира, вместе с перегонными для них приборами, обойдутся, вероятно, до той же цифры. Если на сушилки положить также 20—30 тыс. руб., то получится сумма от 80 до 120 тыс. руб. на строительные работы. Укрепление и ограждение места также потребует немалый расход, но во всяком случае едва ли вся постройка и новые сооружения на пироксилиновом заводе возьмут ныне более 150 тыс. руб. Постройки и переделки эти, если начаты будут ныне же, вероятно, могут быть готовы к поздней осени сего года, и тогда в ноябре и декабре 1893 г. можно будет приступить к производству пироколлодия и пороха; но на первое время (опытов и приноровки) нельзя рассчитывать более, как на производство 200—300 пудов к концу 1893 г., что потребует на материалы и личный состав завода не более 15—25 тыс. руб.

Опыт заказа на частном заводе до 300—500 пудов пироколлодия может быть, при очень спешном его решении в принципе, выполнен также в 1893 г., так что пробный заказ явится сюда зимою 1893 г. На этот предмет, при заказе 300 пудов, должно приготовить (считая по 40 руб.—как высшую возможную стоимость) около 12 тыс. руб., считая же 500 пудов—около 20 тыс. руб.

На разные непредвидимые и мелкие расходы, сопряженные со столь новым делом, и на командировки чинов лаборатории и завода следует также положить от 20 до 30 тыс. руб.

Таким образом на 1893 г. предстоят расходы:

1) *Единовременные:*

Устройство порохового завода и приспособление пироксилинового	150 тыс. руб.
Единовременные траты и командировки	30 „ .

2) Текущие:

Изготовление на пироксилиновом заводе первых
300 пудов пироколлодия и пороха до 20 тыс. руб.

Заказ 500 пудов пироколлодия на частном заводе, для
определения ценности подряда до 20 " "

Итого до 220 тыс. руб.

Если в 1893 г. получится от морского и частного заводов около 800—1000 пудов пироколлодия, а условия частного завода окажутся выгодными, то на 1894 и 1895 гг. заказ 30 тыс. пудов распределится примерно так: на морском заводе по 3 тыс. пудов в год, а на частном по 12 тыс. пудов, что и составит в сумме требуемую пропорцию 30 тыс. пудов пироколлодия в два года.

Вполне понимая, что предлагаемый мною способ действия сопряжен с оказанием доверия многим лицам и может быть выполнен не иначе, как с большим напряжением их усилий, я тем не менее решаюсь сообщить его на усмотрение вашего высокопревосходительства по той причине, что только таким путем считаю возможным достичь сочетания двух требований: хорошего выполнения нового пороха и достижения, если не сразу, то с течением времени, дешевого его исполнения. Вы доверили Морской научно-технической лаборатории трудное дело—найти бездымный порох, годный для орудий флота, и этим путем в два года получили благоприятный результат, оставив в стороне обычные приемы выполнения подобных дел. Теперь предстонт другой опыт, и если он в 2—3 предстоящих года окажется удачным, то дело снабжения России бездымным порохом встанет на новый и прочнейший, чем доньше, путь—самостоятельной русской постановки, причем получится и немалая экономия государственных средств.

Д. Менделеев.

5 мая 1893 г.

☐
1893

Такое же, но более важное и секретное.

☐

1893

Такое же, но более важное и секретное.

320 О бездымном пироколлодийном порохе.
Июнь 1893 — 1038/11.

320. О бездымном пироколлодийном порохе.
Июнь 1893 1038/11.

*Его высокопревосходительству господину
управляющему Морским министерством,
Николаю Матвеевичу Чихачеву*

Докладная записка консультанта
по производству взрывчатых веществ,
заслуженного профессора
Д. Менделеева

О БЕЗДЫМНОМ ПИРОКОЛЛОДИЙНОМ ПОРОХЕ

Вступление

Так как вследствие благоприятных результатов, полученных с пирокolloдийным порохом при стрельбе на морском полигоне из пушек всяких калибров (от 37-миллиметровых скорострельных до тяжелых 12-дюймовых орудий включительно), распоряжением вашего высокопревосходительства предпринимаются меры для снабжения орудий флота этим порохом, то считаю своевременным в предлагаемой записке совокупить главнейшие отношения, которые прямо или косвенно принадлежат сему предмету, чтобы через это, во-первых, облегчить обзор мероприятий, предстоящих для морского ведомства при введении нового вида пороха, во-вторых, чтобы уяснить связь предстоящих вопросов с теми, которые возбуждаются при общем перевооружении русской армии и флота, и, в-третьих, чтобы развить некоторые обстоятельства, относящиеся к пирокolloдийному пороху, еще не бывшие на обсуждении, а имеющие прямое отношение к предмету.

Для этих целей далее рассматриваются:

А) химико-технические стороны и преимущества заготовления пирокolloдийного пороха; Б) экономические соображения, до него относящиеся; В) баллистические или артиллерийские соображения, им возбуждаемые, и Г) приемы для ведения этого пороха при перевооружении как армии, так и флота,

А. Химико-технические отношения и основные преимущества пироколлодийного пороха

Не входя в описание особенностей производства самого пироколлодия как по способам, применявшимся на морском пироксилиновом заводе, так и по способу, вновь разрабатываемому в Лаборатории морского ведомства, считаю необходимым перечислить технические преимущественные особенности пироколлодийного пороха:

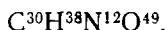
1) Для огнестрельных орудий всякого рода, судя по прямым результатам опытов стрельбы, от ружей до тяжелых 12-дюймовых пушек и до снаряжения разрывных бомб, применим один и тот же порох из пироколлодия.¹ Донеде для разных целей готовятся различные виды пироксилина, и разнообразные его сорта требуют каждый особого искусства и опытных приспособлений, а производство их сопряжено со всякими случайностями. Однообразие же исходного материала—пироколлодия—для всяких целей, в коих применяются взрывчатые вещества в военном деле, позволяет, во-первых, постепенно достигать в производстве этого вещества всех возможных усовершенствований и, во-вторых, очень резко ограничить два заводских производства: пироколлодия и самого пороха, имея одни заводы, исключительно готовящие пироколлодий, а другие, превращающие его в желаемый вид пороха (ружейный, пушечный—разных калибров—и минный). Устраивая заводы, готовящие пироколлодий там, где дешево топливо и химические препараты и где отбросы производства найдут сбыт, и подвозя смоченный (водою или спиртом) готовый пироколлодий² к специальным заводам, готовящим порох разных сортов, можно достичь наибольшей возможной экономии в заготовке пороха, тем более, что при этом можно достичь немалозначачих выгод от сосредоточения производства пироколлодия на химических заводах, где готовятся кислоты и где найдут прямое применение все остатки переработки, вес которых вместе с весом основных сырых материалов в десятки раз превосходит вес самого пироколлодия.

2) Пироколлодий, в отличие от всех донеде производимых

¹ Хотя до сих пор полных опытов в этом отношении еще не произведено, однако надо полагать, что пироколлодий—в нежелатинированном и спрессованном виде—также пригоден прямо для снаряжения мин, вместо ныне заготавливаемого обычного пироксилина.

² Смачивание делает перевозку совершенно безопасною от случайностей взрыва.

видов нитроклетчатки, применяемых для бездымного пороха,¹ представляет совершенно однородное и определенное химическое соединение, обладающее постоянным составом:



которому отвечает содержание 12.4% азота.² Обычный же пироксилин, служащий для изготовления бездымного пороха и для мин, есть смесь различных видов нитроклетчатки в разных пропорциях. *Однородность состава* пироколлодия дает ручательство за однородность действий, производимых порохом, получаемым из пироколлодия, что будет отражаться в практике стрельбы тем, что *вес заряда* пороха можно раз навсегда установить для получения желаемых давлений и скоростей, не видоизменяя этот вес от одной партии к другой, как это практикуется ныне с видами пироксилинового пороха, смотря по содержанию в них различных видов нитроклетчатки (или по содержанию азота). Сверх того, и это особенно важно уяснить, определенный состав $\text{C}^{30}\text{H}^{38}\text{N}^{12}\text{O}^{49}$ представляет истинный практический *предел* для достижения—при помощи нитроклетчатки или каких-либо иных видов углеродистых веществ—*наибольшего объема* развиваемых газов и наименьшей температуры, потому что горение его сопровождается поглощением наименьшего количества кислорода и образованием наибольшего объема окиси углерода (а не углекислоты, которая происходит, например, при горении нитроглицерина, отчего его подмесь в порох дает высокую температуру и чрез

¹ Обыкновенно такой пироксилин содержит *смесь* нитроклетчаток как растворимых в смеси спирта с эфиром, так и нерастворимых; первые необходимы для того, чтобы легко происходила желатинизация, превращающая волокнистый пироксилин в порох, а вторые необходимы для того, чтобы сообщить пороху достаточное содержание кислорода (и азота), без которого горение не будет бездымным и не будет давать достаточного напряжения образующихся газов.

² Для приготовления пушечного пороха пироколлодий переводится смесью спирта и эфира в желатинированную массу, которой придают вид лент, и они высушиваются. Совершенство *высыхания* на заводах достигается тем труднее, чем толще ленты, и следы растворителя (спирта и эфира) могут оставаться в порохе и уменьшать содержание азота. Подмесь растворимой в спирте нитроклетчатки (если нет предварительной промывки спиртом) очевидно также уменьшит содержание азота, а подмесь эта тем легче образуется при заводском производстве пироколлодия, чем быстрее ведется операция и чем ближе заводские способы приготовления к тем, какие применяются ныне для приготовления пироксилина (погружение для смачивания кислотной смесью, оставление в горшках и центрофугование), правильно же приготовленный пироколлодий всегда содержит 12.4% азота, и при производстве пороха необходимо стремиться, чтобы в нем было именно это самое содержание азота, что легко достижимо при рациональном ведении всех частей производства.

это большое выгорание канала орудий). Разложение пироколлодия происходит, в крайнем своем пределе, по уравнению:



Пироколлодий Окись углерода Вода Азот

Можно даже доказать, что никакие другие (новые) однородные нитросоединения (а они и дают бездымные пороха) практически не могут превзойти пироколлодийный порох в отношении к количеству развиваемых газов,¹ а нитроглицериновые смеси, подобные английскому кордиту или нобелевским видам (итальянского, крупновского и т. п.) пороха, только стремятся приблизиться к пределу, достигнутому в пироколлодии, представляющем великое преимущество полной однородности своеобразного химического соединения. Эти соображения, которые я разовью подробнее в особой статье,² если доживу до того, когда придет для сего надлежащее время, показывают, что, применяя пироколлодий, нечего будет ждать каких-либо новых, более совершенных, чем он, видов взрывчатых веществ.³

3) Пироколлодий, в сущности, не составляет абсолютной химической новости, потому что получение всяких видов нитро-клетчатки при действии смесей азотной и серной кислот на растительные волокна, содержащие клетчатку, изучалось мно-

¹ Если относительное содержание кислорода будет более, чем в пироколлодии, то произойдет углекислый газ CO_2 , а он, при том же количестве углерода, представляет почти в полтора раза больший вес, чем окись углерода. Если относительное содержание углерода увеличится на счет уменьшения количества водорода, то объем газов, развиваемых единицею веса пороха, уменьшится, потому что произойдет более окиси углерода и менее водяного пара, а равные объемы окиси углерода и водяного пара весят 28 и 18, т. е. выгоднее иметь порох, богатый водородом или образованный предельными (богатыми водородом) углеводистыми веществами, к числу коих относится клетчатка. Идеальный, но невозможный бездымный порох должен бы содержать лишь азот, водород и кислород (в пропорции воды), но жидких или твердых, легко сохраняемых, подобных веществ нет, а они возможны лишь при содержании углерода, что и дает бездымный порох, и очевидно, что чем более в нем водорода, тем более он разовьет давление. Эти соображения легко развить в полную теорию предельного бездымного пороха.

² Расследования сего рода сделаны были мною ранее испытания пироколлодийного пороха в орудиях, и оправдание их при стрельбе из пушек служило для меня критерием верности соображений, положенных в основу расследования.

³ Если не принимать во внимание вопроса ценности [цены], которая, повидимому, может немного понизиться при пользовании смесями, содержащими нитроглицерин, хотя такие смеси представят всегда (как лично видели мы с И. М. Цельдовым в Англии—для кордита) основное неудобство—порчи стенок орудия,—зависящее, несомненно, от того, что нитроглицерин, сгорая ранее подмесей, развивает чересчур высокие температуры.

жеством первоклассных ученых, получавших все возможные виды нитроклетчатки. Но хотя пироколлодий и бывал, вероятно, у них под руками, они не установили его химической самостоятельности, не указали способов его получения и вовсе не обратили внимания на определенность его состава и разложения,¹ а потому это тело должно быть принимаемо за такой вид нитроклетчатки, который поныне еще не был известен и установлен наукою или техникою. Но одно констатирование состава и свойств нового вида нитроклетчатки могло бы иметь малое практическое значение, если бы способы его получения были сопряжены с потерями и случайностями, т. е. не были бы твердо установлены и не давали бы возможности с полною уверенностью получать его по желанию из всяких видов клетчатки. Исследования же, приведшие меня к установлению самостоятельности² пироколлодия, именно и состояли в определении условий, при коих образуется в обычном пироксилине всегда в нем существующая подмесь растворимой (в смеси спирта с эфиром) нитроклетчатки.³ Установив предел (условия химического равновесия) образования растворимого видоизменения, я и нашел пироколлодий, а поэтому способ получения пироколлодия найден даже ранее, чем установлена самостоятельность вещества, и ранее, чем в Научно-технической лаборатории было узнано, что полученная найденным

¹ Это видно уже из того, что поныне всюду отличаются лишь виды нитрования клетчатки, отвечающие ее формуле $C^{12}H^{14}N^{6}O^{22}$, например гексанитроклетчатку $C^{12}H^{14}N^{6}O^{22}$ (или чистый пироксилин, нерастворимый в смеси спирта с эфиром), пентанитроклетчатку $C^{12}H^{15}N^{5}O^{20}$, тетранитроклетчатку $C^{12}H^{16}N^{4}O^{18}$ (считается за настоящий коллодий, растворимый в указанной смеси) и т. д. Пироколлодий же отвечает более сложной формуле.

² Химическая или лучше техническая самостоятельность пироколлодия не исключает возможности существования в нем нескольких изомерных видоизменений, которые имеют возможность получаться уже по тому одному, что это вещество относится к числу оптически деятельных, т. е. отклоняющих плоскость поляризации.

³ Это исследование произведено мною осенью 1890 г. в лаборатории императорского С.-Петербургского университета, когда по желанию вашего высокопревосходительства я хотел уяснить вопросы бездымного пороха. При этом, между прочим, было установлено и то обстоятельство, подтвердившееся затем при производстве пироколлодия в большом виде, что, исходя от сухой, чистой клетчатки (например из очищенных хлопковых кондов), всегда получается привес в $\frac{2}{3}$ веса клетчатки, т. е., взяв 100 пудов клетчатки, получают около 166 пудов пироколлодия. Постоянство привеса изменяется только от подмесей и от влаги, не редко остающихся в малом количестве в клетчатке, взятой для обработки. Это постоянство прибыли в весе позволяет даже делать суждения о правильности ведения всего производства и следить, помимо химического анализа, за возможностью утрат и потерь всякого рода, что немаловажно в заводском производстве для учета и для контроля его правильности.

способом растворимая (в смеси спирта с эфиром) нитроклетчатка обладает всеми свойствами, требуемыми от веществ, дающих бездымный порох. Являясь, таким образом, веществом, легко получаемым (в сущности такими же способами, как и обычный пироксилин), новым и в других странах еще неизвестным, пироколлодий в применении к пороху составляет, по крайней мере в настоящее время, исключительно русскую собственность, которая может дать русскому оружию некоторый перевес, так как всякие преимущества в особенности в свойствах пороха играют свою роль в деле современных военных отношений. Если заготовка пироколлодия будет ведена быстро и с достаточным охранением тайны производства, а затем на маневрах будут выказаны все преимущества пироколлодийного пороха пред всеми иными видами бездымных порохов, то нравственное впечатление, от этого произтекающее, может иметь немалое народное и международное значение в военном отношении. Ввиду возможности достижения подобного результата я лично и все члены Научно-технической лаборатории Морского министерства, занимаясь пироколлодием и содействуя приготовлению пробных партий этого вещества, во-первых, всеми способами стремились охранить тайну приемов производства, а, во-вторых, на пироксилиновом заводе морского ведомства при изготовлении пробной партии применяли не тот способ, который считается нами в настоящее время наилучшим во всех отношениях, особенно экономических, но—такой, который, представляя некоторые выгоды простоты перехода от обычного пироксилина к пироколлодию, наиболее легко дает возможность удержать до поры (пока образцы пироколлодия и все дело его получения не попадут в руки самостоятельных химиков) секрет производства в должной тайне, даже при работе в большом виде. Но так как, рано или поздно, тем или другим путем все дело или образцы пироколлодия попадут в руки опытных химиков, и они разыщут способы его приготовления, или тайна проникнет к заводским в руки лиц, которые будут желать ее узнать, когда баллистические свойства пироколлодийного пороха станут известными, то желательно устроить так, чтобы за Россию осталось не только право первого пользования открытием, в ней сделанным, но и та доля научной чести, которая с сим связана. Для сей последней цели, по моему мнению, можно применить одну из двух мер.¹ Или ныне же, не дожидаясь дальнейшего

¹ Если же дело это предоставить случайности, то не только может утратиться доля русской научно-технической заслуги на пользу мира

течения дел, составить для одного из специальных журналов (например для «Морского сборника» или для журнала Русского физико-химического общества, или для известной Парижской академии и т. п.) статью, в которой, не описывая способа производства и даже не касаясь его данных, изложить сведения о свойствах пироколлодия и о результатах, полученных для пороха, из него изготовляемого, а лучше лишь о сих последних. Или ныне же приготовить полное описание производства пироколлодия и научных оснований, для сего служащих, и такое описание в запечатанном конверте хранить в подходящем месте с удостоверением о времени запечатывания конверта, дабы вскрыть его при могущих впоследствии встретиться обстоятельствах. Убеденный, вместе со многими другими учеными Западной Европы, занимающимися бездымным порохом, что этот вид взрывчатого вещества должен положить конец войнам, после первых проб пользования им в большем виде, и в то же время, видя преимущества пироколлодийного пороха пред остальными видами бездымных порохов, я считаю необходимым выяснить вышеуказанные обстоятельства, гарантирующие приоритет, по той причине, что убежден как в превосходстве пироколлодийного пороха пред всеми другими видами бездымного пороха, так и в том, что с течением времени возбудится вопрос о том, где и кто изобрел этот вид пороха, долженствующий быть во всеобщем употреблении,¹ и мне желательно, чтобы за нашим отечеством осталась эта честь.

в мире (ибо из бездымных порохов пироколлодийный надо считать совершеннейшим и надолго неизменным, а такой порох скоро будет содействовать прекращению охоты к военным приключениям и, усиливая защиту, должен содействовать прекращению войн), но могут явиться неожиданности разного рода, например появление в других странах готового пироколлодийного пороха в то время, когда Россия еще будет собирать его приготавливать и разбираться с разными вопросами, им возбужденными, например с передачею производства в руки частных заводов или с преимуществами производства на казенных заводах артиллерийского ведомства.*

* У Д. И. Менделеева: «на заводах казенного ведомства» [Прим. ред.]

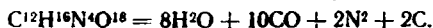
¹ Кроме военного дела и кроме применения для инженерных работ (вследствие дешевизны заготовления) в качестве взрывчатого вещества, пироколлодий вероятно с течением времени найдет много иных приложений, подобно тем, для которых ныне употреблялся коллодий. Не перечисляя мелких приложений сего рода (в фотографии, хирургии, для склеиваний, мастик и т. п.), достаточно упомянуть два крупнейших применения, к которым способен пироколлодий и которые уже начали развиваться в отношении к коллодиуму, а именно: во-первых, для производства целлулоида, т. е. подобного рогу или слоновой кости упругого и твердого вещества, находящего применение для производства гребней, запонок и т. п. украшений и, во-вторых, для производства искусственного шелка, в виде

4) Основное свойство пироколлодия состоит в том, что он вполне растворим в смеси спирта с эфиром, а с малым количеством этой смеси вполне желатинируется, и такая желатинированная его масса по высыхании представляет однородность и прозрачность, подобную сухой желатине. В этих отношениях пироколлодий сходен с обычным коллодием, применяемым для производства целлулоида, для фотографических пластинок и для хирургических целей, но обычный коллодий, всюду и по справедливости считаемый «невзрывчатой» нитроклетчаткою, не способен к полному горению¹ и не представляет постоянства в составе, а потому, если применяется в пороховом деле, то не иначе, как в смесях с веществами, более богатыми кислородом, например с нитроглицерином или с гексанитроклетчаткою. Способность пироколлодия давать однородный порох, совершенно переходящий в газы, ведет к тому, что горение пироколлодийного пороха идет геометрически правильными слоями с поверхности каждой пластинки внутрь массы и, при случае неполного сгорания в орудии, выбрасываемые и потухающие пластинки представляют однообразную, хотя и меньшую, чем прежде, толщину. Это свойство принадлежит также мягким бездымным порохам, содержащим смесь коллодия или пироксилина с нитроглицерином и какими-либо нелетучими углеводородными веществами (вазелин, касторовое масло и т. п., например в кордите); но подобные смеси, содержа нитроглицерин, скоро портят стенки орудий и, представляя мягкие смеси, не дают ручательства ни за начальную однородность, ни за сохранение ее при долгом хранении, особенно при значительных переменах температур.

Механическая упругость и твердость, химическая и физическая однородность и прямые наблюдения (нагревание при постоянной температуре 110° Ц) показывают, что пироколлодийный порох в отношении сохраняемости своих свойств с те-

тонких нитей желатинированной массы, выдавливаемой в воду и затем подвергающейся разнитрованию. Последний род применения обещает, со временем, широкое распространение вследствие превосходного качества получаемых волокон. Должно думать, что эти виды промышленного применения пироколлодия разовьются в будущем по той причине, что производство названного вещества, как отчасти разбирается далее, может сделаться очень сходным по ценности.

¹ Обыкновенный коллодий, наиболее богатый азотом, близок по составу к тетранитроклетчатке: $C^{12}H^{16}N^4O^{18}$ (или динитроклетчатке по номенклатуре Абеля: $C^8H^8N^2O^9$). Сгорая без доступа воздуха, он оставляет недогоревший угольный остаток, что видно по равенству:



чением времени представляет много прямых выгод сравнительно с нитроглицериновыми бездымными порохами, подобными кордиту.

5) Пироколлодий и порох, из него изготовленный, совершенно нерастворимы в спирте, тогда как обычные виды как пироксилина, так и всяких сортов коллодия содержат ниже нитрованную клетчатку, совершенно растворяющуюся в спирте.¹ Свойство это дает возможность при производстве пироколлодийного пороха избежать сушки, т. е. той части производства, которая наиболее опасна в отношении к взрыву.² Вымачивание в спирте пироколлодия (в мязге или в ином виде) не только удаляет из него воду, т. е. заменяет сушку, но и служит к удалению тех случайных подмесей, которые входят в пироксиллин или в пироколлодий от недостаточной предварительной очистки клетчатки и, не отмываясь водою, остаются в порохе и уменьшают его степень прочной сохраняемости. Прямые опыты Научно-технической лаборатории показывают, что в некоторых случаях промывка спиртом превращает в очень прочный продукт такие сорта пироксилина, которые до того относились к числу малопрочных. А так как пропитывание спиртом, заменяющее сушку, может быть методическим и не ведет к потере спирта, который затем весь возвращается перегонкою, и так как для превращения в порох желатинирование пироколлодия потребует при этом лишь прибавки эфира, то операция предварительного вымачивания пироколлодия в спирте послужит не только к уменьшению опасности производства бездымного пороха, но и к упрощению всей его фабрикации и к увеличению прочности пороха. Такой способ к увеличению достоинства бездымного пороха и к достижению безопасности его производства передан мною еще в 1890 и 1891 гг. сухопутному артиллерийскому ведомству.

6) Для возможного упрощения и удешевления пироколлодийного пороха должно служить то наблюдение, многократно проверенное как лично мною, так и всеми лицами Научно-технической лаборатории, что для получения пироколлодия пригодны не только те хлопковые «концы», которые ныне при-

¹ При исследовании пироколлодия нами найдены условия образования такой в спирте растворимой нитроклетчатки, но, хотя это и может иметь практическое значение, прямо до пороха сведения этого рода не относятся.

² Взрывы, бывшие на Охтенском и Казанском заводах в 1891 и 1892 гг., произошли при сушке пироксилиновой мязги. Еще в 1890 г. я рекомендовал Сухопутному ведомству избежать сушки пироксилина, применяя вымочку в спирте, и ныне, сколько я слышал, способ этот пробуют применять на заводах Артиллерийского ведомства.

меняются всюду для производства пироксилина, но и а) всякие виды столь же чистой как в хлопке клетчатки, например, беленый лен и пенька, б) всякие нити и ткани, из них полученные, например, миткаль, холст и т. п. и в) всякие виды бумаги,¹ содержащие эти по возможности чистые сорта клетчатки. Последнее обстоятельство особенно важно, потому что позволяет упростить и удешевить производство до крайней возможности, потому что хлопковые концы обходятся, после должной подготовки, не дешевле 6—9 руб. за пуд, а бумага, приготовленная из хлопкового тряпья (которое есть наиболее дешевое и стоит 1—2 руб. пуд), в готовом для производства виде не может стоить дороже 3—5 руб. за пуд и притом при ее применении легко: а) соблюсти непрерывность хода производства, пользуясь бесконечным полотном бумаги; б) избежать сушки клетчатки, производимой на пироксилиновых заводах;² в) устранить (или, по крайней мере, упростить) превращение нитрованного продукта в мязгу при помощи голлендеров; г) упростить до последней степени промывку водою как холодною, так и теплою, равно как и вымочку в спирте и д) достичь полной однородности продукта, который в виде стоп или свертков бумаги, превращенной в пироколлодий, будет удобен для учета, легко способен к перевозке (смоченный спиртом) и прямо пригоден к производству пироколлодийного пороха.

Б. Экономические соображения о производстве пироколлодийного пороха

Так как прямой опыт стрельбы из орудий разных калибров (от 37 до 304 мм или от 1½ до 12 дюймов) и из ружей показывает, что пироколлодийный порох при достижении тех же начальных скоростей требует заряда в 2½ (примерно) раза меньшего по весу, чем обычный (черный или шоколадный порох), порох, а при достижении тех же давлений и высших начальных скоростей (примерно на 15—25%) примерно в 1½—2 раза меньшего веса заряда, то идеальным, если можно так выразиться, пределом экономической стороны производства пироколлодийного пороха можно считать стоимость его в 2½ раза вышею, чем черный или бурый порох. Этот последний при частных поставках обходится морскому ведомству по 10 руб. за пуд, а цену в 8 руб. за пуд можно считать

¹ Пергаментированная бумага с большими удобствами применялась мною в 1890 г. для изучения нитрования клетчатки.

² Потому что в длинных полотнах бумаги легко достичь полной однородности содержания влажности.

нормальною для хороших сортов дымного пороха. Поэтому, если цену пироколлодийного пороха можно довести до 20—25 руб. за пуд, то все важные преимущества сего вида пороха можно будет считать полученными бесплатно, не говоря о тех выгодах, которые получатся от того, что вес заряда уменьшается и что скорость снарядов легко увеличивается при употреблении пироколлодийного пороха, а это ведет к тому, что для достижения данной военной цели корабль может снабжаться как меньшим весом пороха, так и орудиями меньшего калибра, что удешевит и самую постройку судов и орудий для их вооружения.

Ценность в 25 руб. за пуд пироколлодийного пороха достигима, и если бы цель удешевления пороха для всего перевооружения России поставить на первый план, то такую цель можно было бы с уверенностью достичь в 2 или 3 года, считая, что все перевооружение требует около миллиона пудов бездымного пороха (что и надобно для снабжения запасами крепостей, портов, arsenалов и кораблей России) и что в первые годы потребуется ежегодно от 100 до 200 тыс. пудов такого пороха. Расчет, здесь прилагаемый, составлен именно в этом предположении и притом имея в виду не только наибольшую пропорцию годовой заготовки (при меньшей цене, конечно, увеличится от многих напрасных расходов), но и наиболее совершенные способы производства¹ в подходящих для сего местностях, дабы уменьшить накладные расходы подвозных сырых материалов (каменного угля или иного топлива, колчеданов для серной кислоты, тряпья для клетчатки и т. п.). Сверх того в развиваемом расчете принята основная цена натровой (чилийской) селитры равною 1 руб. 75 коп., и если цена эта значительно возрастет, то на каждые 10 коп., прибавляющиеся к цене пуда этой селитры, необходимо будет увеличить цену пуда пороха, примерно на 15—20 коп.; следовательно, если цена селитры достигнет до 2 руб. за пуд, то цена пороха возрастет на 35—50 коп. с пуда. Прочие цены (топлива, колчедана, рабочих, спирта, эфира и т. п.) приняты в том размере, какой они ныне имеют в действительности в глубине России, например, около Казани или в Донском округе.

Все данные, которые во всей их полноте нет надобности

¹ При этом я подразумеваю особенно следующее: непрерывность производства пироколлодия из бесконечного полотна хлопковой бумаги, вымочку в спирте для избежания сушки, возврат до 60—70% растворителя, применение для возобновления спирта и эфира соответственных перегонных приборов и т. п.

здесь приводить, ¹ отнесены на 1 пуд готового пороха и приведены в цифрах округленных уже по той причине, что точные значения ценностей изменяются очень быстро как по времени, так и по месту. Сумма валовой или цеховой стоимости пуда пироколлодийного пороха (с расходом управления, но без процентов на капитал) складывается из следующих главнейших ценностей:

- 1) для производства одного пуда пироколлодия потребно около 0.6 пуда сухой клетчатки или, считая обыкновенную (особо не сушеную) непроклеенную, но выбеленную и вообще готовую к производству бумагу, около 0.7 пуда бумаги, пуд ее цена в 5 руб. (может же она спуститься до 4 руб.) за 0.7 пуда около 3 руб. 50 коп.
- 2) на 1 пуд пироколлодия потребно такое количество азотной кислоты, которое содержится в 0.76 пуда чистой натровой селитры; но так как при производстве неизбежны потери, а продажная чилийская селитра не чиста, то расход на селитру должно принять (за вычетом обратно получаемых частей) близким к $1\frac{3}{7}$ пуда продажной чилийской селитры, пуд которой принят стоющим 1 руб. 75 коп. 2 . 50 .
- 3) для обработки указанного количества селитры (т. е. для получения из нее азотной кислоты) и для производства пуда пироколлодия пойдет не менее 2, даже до 4 пудов купоросного масла в 66° Боме, часть которого даст около 2 пудов сульфата (т. е. кислой сернонатровой соли NaHSO_4); цена купоросное масло по 50 коп. пуд, а сульфат (в сухом виде) по 40 коп. пуд и считая, что перевозка опять не потребуется (т. е. считая, что пироколлодий готовится на химическом заводе, производящем серную и азотную кислоты, сульфат и т. п.), получим, что на пуд пироколлодия расход серной кислоты будет около 1 . — .
- 4) на пуд пироколлодия расход топлива для паровиков, перегонных кубов и других приборов (при производстве одного пироколлодия, но не пороха) должно считать около 10 и до 15 пудов каменного угля или около 10 пудов нефтяных остатков, которые обойдутся, примерно 1 . 50 .
- 5) рабочие, при значительности годового производства (не менее 40 тыс. пудов в год на одном заводе) на пуд пироколлодия не более — . 75 .
- 6) ремонт зданий и приборов, мелочные расходы и управление для производства пуда пироколлодия — . 75 .

Итого, цеховая цена пуда пироколлодия может опуститься примерно до 10 руб.

¹ Часть их изложена в печатной моей докладной записке, поданной его высокопревосходительству г. военному министру в декабре 1890 г.

- | | |
|---|---------------|
| 7) утрата спирта и эфира, неизбежная при производстве пуда пороха из пуда пироколлодия, составит (при возврате около 60% растворителя) около $1\frac{1}{2}$ пуда и цену этой утраты должно принять ¹ около | 4 руб. — коп. |
| 8) расходы на возврат растворителя (около 1 пуда на пуд пороха) и отгонку спирта, применяемого для пропитывания (вместо сушки) пироколлодия, около . . | 1 . — . |
| 9) топливо, рабочие при вымачивании пироколлодия, при желатинизации, прессовании, резке и высушивании пороха, а также ремонт приборов при переработке пироколлодия в порох, на каждый пуд пороха, при вышеуказанной (не менее 40 тыс. пудов в год на одном заводе) ² пропорции производства, едва ли более | 4 . — . |

Итого при переделке пироколлодия на порох цеховые расходы на пуд пороха могут быть доведены примерно до 9 руб. — коп.

- 10) к общей цеховой стоимости пуда пироколлодия (10 руб.) и его переделки в порох (9 руб.) должно затем присовокупить расход на основной и оборотный капитал производства, чтобы получить (без присчитывания выгоды производителя и процентов на риск) действительную стоимость производства пуда пороха; если устройство завода будет производиться от казны с теми сложными требованиями, которые предъявляются к казенным сооружениям, то основной расход обзаведения зданиями и приборами, без сомнения, будет очень значительным. Но если пироксилиновый завод устроить хозяйственными способами при химическом заводе, расположенном в подходящем месте, то, судя по сделанным мною расчетам, полное его устройство на 40 тыс. пудов годового производства обойдется не дороже 250 тыс. руб.; пороховой завод со всеми погребными приспособлениями (для желатинирования, прессования, сушки пороха, возврата растворителя и т. п.) не дороже 550 тыс. руб., на годовую пропорцию 40 тыс. пудов пороха. Основной капитал в 800 тыс. руб. при 5% интереса, 10% погашения и 5% риска или страхования погребует в год всего 20% или 160 тыс. руб. в год или на пуд пороха по 4 руб. — коп.

Таким образом, затрачивая около 800 тыс. руб. основного капитала и заказывая в год около 40 тыс. пудов пороха,

¹ Считая, что акциз не будет взиматься, как это и существует для заводов, готовящих эфир и пироксиллин.

² При меньших размерах завода цена эта, вероятно, возрастет, а при больших размерах едва ли сохранится. Эта часть расхода наиболее сомнительна, и я взял высшую из разочтенных.

стоимость пуда пироколлодийного пороха может опуститься до нижеследующей:

4	руб. процентов и погашения на капитал;
10	" на пуд пироколлодия со всеми расходами;
9	" на переделку пуда пироколлодия в пуд пороха,
23	руб. в сумме.

Предшествующее можно резюмировать так: если бы частный предприниматель взял на 10 лет подряд на производство при своем химическом заводе пироколлодийного пороха по 40 тыс. пудов в год, то он должен был бы затратить не менее 800 тыс. руб. на обзаводство и около 1 млн на текущие годовые расходы, валовая же или цеховая стоимость пуда пороха ему обошлась бы не менее 19—20 руб. за пуд, и если бы он желал получить не менее 15% на капитал в 1 млн текущих расходов и сверх сего свои выгоды, то, вероятно, назначил бы цену пуда пороха не ниже 30 руб. за пуд.¹

Так как казенная заготовка отличается разного рода увеличенными расходами, то при ней стоимость пироколлодийного пороха едва ли спустится когда либо ниже 30 руб. за пуд, даже при том условии, что ни процент интереса, ни погашение на затраченный капитал не будут приняты в расчет. При сем последнем условии пуд пироксилинового пороха обходится в Сухопутном ведомстве ныне около 40 руб., а при начале производства (1890) обходился в 60 руб.,² хотя размеры производства велики. При относительно малых размерах годовой потребности в порохе, Морское министерство тем не менее, по моему мнению, может рассчитывать на крайнее удешевление пироколлодийного пороха, чем более будет стре-

¹ Иначе предшествующее можно резюмировать так: по 40 тыс. пудов в год пороха в 10 лет будет 400 тыс. пудов, и они обойдутся, без барыша предпринимателя и капитала, примерно по 20 руб. за пуд цеховой стоимости, т. е. 8 млн. руб. Капитала на обзаводство и на оборот потребуется около 2 млн. руб., т. е. 400 тыс. пудов пороха могут стоить (без выгод предпринимателя) около 10 млн. руб., или по 25 руб. за пуд. Хотя на первый раз и кажется, что казенное хозяйство, не считающее процентов на затрачиваемый капитал и не нуждающееся в присчитывании выгод, может доводить производство до наименьшей его стоимости, но пример множества других дел, порядок казенных заказов и подрядов, отсутствие приноравливаемости к временным условиям производства, невозможность выгодно утилизировать отбросы, необходимость усиленного контроля и т. п. явно показывают, что казенный способ ведения всех частей производства не может быть почитаем ни наилучшим с технической стороны, ни наимыгоднейшим с экономической стороны.

² По справке, полученной из Государственного Контроля Управлением кораблестроения и снабжения.

миться к полной независимости своего снабжения, особенно в отношении пироколлодия, ценность которого должна быстро возрастать с уменьшением годовой производительности завода от той нормы (30—40 тыс. пудов в год), которая принята в предшествующем расчете. Поэтому пока сухопутное ведомство завалено своими спешными заказами и готовит не пироколлодий, а пироксилин, комбинацией, наиболее обещающей экономию расходов, должно считать заказ пироколлодия на частном химическом заводе с переделкою его в порох на своем заводе. Но тогда, когда сухопутное ведомство придет к заключению о необходимости замены пироксилина, ныне им производимого, пироколлодием — что, по моему мнению, должно рано или поздно произойти, тогда, конечно, наивыгоднейшее условие экономического производства пироколлодия будет состоять в прямом соединении усилий обоих ведомств. Такой случай особо рассматривается далее в последнем (Г) отделе этой записки. До того же времени, заказывая пироколлодий на частном заводе и переделывая его в порох на казенном заводе, Морское министерство, без сомнения, должно будет значительно переплачивать на каждом пуде заготовки и, вероятно, пуд пироколлодийного пороха обойдется ему не менее, чем по 40 руб.¹ Тем не менее, ради проведения в жизнь нового вида пороха и ради достижения, хотя со временем, удешевленной заготовки всего пороха, надобного России, следует безотлагательно приступить к производству пироколлодийного пороха, хотя бы сперва и в малых размерах. Так как общую пропорцию заготовки пороха для армии и флота должно оценить не менее 1 млн пудов и годовую текущую потребность не менее 100 тыс. пудов, эта возможность перехода от современной цены пироксилинового пороха в 40 руб. к цене в 30 руб. и даже, быть может, со временем и дешевле (за пуд пироколлодийного пороха) повлечет за собою экономию расходов, достигающую десятка миллионов рублей, а потому все усилия, направленные в указанную сторону, должно считать настоятельно необходимыми, и Морское министерство, устраивая первое производство пироколлодийного пороха, окажет немаловажную экономическую услугу не только вооружению страны, но и сбережению ее финансов.

¹ Главные причины относительной дороговизны составят при этом: ограниченность размеров заказа и производства, сравнительная новизна его и необходимость соблюсти тайну, но, однако, и при этих неблагоприятных условиях, особенно, если исходом будет служить бумага, а не «концы», и заказ пироколлодия будет сделан на благовадежском химическом заводе, надо думать, что порох обойдется не дороже 35—45 руб. за пуд, а именно за пироколлодий 20—30 руб. и за переделку его в порох около 15 руб.

В. Баллистические соображения, вызываемые пироколлодийным порохом

Основные свойства пироколлодийного пороха, т. е. желатинированного и высушенного от спирта и эфира пироколлодия, имеющие важное значение в баллистическом отношении, суть:

1) Сохраняемость его или неизменяемость во времени выше, чем обычных бездымных порохов, особенно при условии предварительной вымочки пироколлодия в спирте, как показывает прямой опыт.

2) Неизменяемость в воде и отсутствие развитой склонности поглощать влажность, а затем, особенно, совершенная однородность массы пироколлодийного пороха гарантируют, сверх сохраняемости, постоянство баллистического действия пироколлодийного пороха, что имеет большое значение не только в отношении приготовления зарядов (вес заряда, раз установленный, для всех партий производства сохраняется), но и в отношении попадания или достижения надлежащих начальных скоростей и определенных наибольших давлений.

3) Пироколлодийный порох обладает, при твердости рога, вязкостью и упругостью, ему свойственными, а потому не представляет шансов измельчения или раскрошивания заряда пороха в патроне или в массах пороха при перевозке, что имеет особое значение по сравнению с обычными более хрупкими видами бездымного и обычного черного и бурого пороха. В отличие от кордита и других мягких нитроглицериновых порохов, пироколлодийный порох тверд и упруг, так что при долгом хранении и перевозке с ним не может произойти слипания и слияния в одно целое отдельных пластинок, нитей или зерен.

4) К детонации (т. е. к бризантному или разрушительному по быстроте горения разложению) пироколлодийный порох совершенно не способен, что показывает не только прямой опыт, но и полная однородность массы этого пороха.

5) Горение зерен, лент или нитей пироколлодийного пороха происходит только с их поверхности (как указано выше на стр. 188), а потому, изменяя количество поверхностей или отношение между массой и величиною поверхностей, т. е. изменяя размеры зерен, нитей или пластинок, всегда можно достичь выгоднейшей применимости пироколлодийного пороха к желаемому роду баллистического действия, т. е. ускорить или замедлить горение массы пороха, приоровить к устройству орудия и весу снаряда, производить холостые выстрелы и т. д.

В этом отношении пироколлодийный порох, судя по сделанным уже определениям (преимущественно по данным, полученным на морском полигоне), явно превосходит все другие пороха, доставляя как в ружьях, так и в пушках одинаково высокое полезное действие. Так, кордит (желатинированная смесь коллодия, нитроглицерина и масляного углеводорода, применяемая в Англии для ружей и пушек малых калибров), будучи пригоден для всяких орудий малого калибра, не пригоден к большекалиберным орудиям, не говоря об их быстром выжигании, по той причине, что дает чересчур большие давления, когда достигается полезная или желаемая начальная скорость. Французские типы порохов, содержа неоднородные смещения, также не могут применяться к орудиям всех размеров, и для разных калибров надо подыскивать пороха не только разного размера зерен, но и разного состава и свойств. Один пироколлодийный порох оказывается пригодным для всяких калибров чрез простое изменение толщины лент, т. е. один отличается всеобщностью. Точное суждение об этом предмете получается при сравнении опытных данных стрельбы, отыскивая для каждого выстрела (или для среднего их результата) величину полезной работы T на единицу веса пороха, которая, очевидно, пропорциональна произведению из квадрата начальной скорости снаряда v на частное из веса снаряда m на вес заряда q , т. е. полезная работа единицы пороха: $T = v^2 m / q$ (m и q должны быть выражены в одних и тех же единицах веса). Для данных: пушки, снаряда и пороха, изменяя вес заряда, получают разные значения T с определенным максимумом. Например, для 12-дюймовой пушки и пироколлодийного пороха:

$m = 810$ фунтам	при $q = 108$ фунтам	$v = 1182$ футам;	$T = 10.5 \cdot 10^6$
" = 810	" " = 180	" " = 1807	" = 14.7 · 10 ⁶
" = 810	" " = 250	" " = 2578	" = 21.5 · 10 ⁶

Отсюда T макс. для этой пушки и нашего пороха (сделано было всего 3 указанные выстрела) по опыту $21.5 \cdot 10^6$. Для 47-миллиметровой пушки ($m = 352$ золотникам), для которой сделано было более всего опытов стрельбы пироколлодийным порохом, получается, в среднем:

Заряды: q	= 75	80	84	86	88	золотникам
Работы: $T: 10^6$	= 20.5	20.9	22.1	22.2	22.3	

Больших зарядов, чем 88 золотников, не применялось, потому что внутренние давления достигли уже безопасно

¹ Чересчур усиленные заряды не только дадут опасные для орудия внутренние давления, но и могут не успеть сгореть, а потому и дадут уменьшение работы на единицу веса пороха.

допустимой величины 2100 ат, а начальная скорость (в 2362 фута в сек.) превосходила скорость, сообщаемую бурым порохом (2005 футов), почти на 18%, — более чего пока и не требовалось. Таким образом здесь достигнут для T почти такой же максимум полезного действия, как и для 12-дюймовой пушки. Такая же наибольшая работа T достигнута для 6-дюймовой пушки¹ и вообще для обычных морских пушек (кроме Армстронговской системы). Поэтому для всех калибров пироколлодийный порох (соответственного размера лент) дал почти одно и то же максимальное полезное действие, величина коего около 23 млн., если v выражено футами. Бурый порох дает наибольшее T не более 8.0 млн. Сравнительное изучение в этом отношении разных видов пороха даст их истинную ценность² как экономическую, так и баллистическую, и желательно, чтобы изучение предмета с этой стороны выполнялось при дальнейших опытах стрельбы разными порохами. Замечу при сем, что для французского пушечного пороха в лучших случаях величина T не превосходит 20 млн., сколько мне известно по опытам, сделанным у нас и во Франции. Для Шлиссельбургского бездымного пушечного пороха она еще на 15% менее, чем для французского, и на 25% ниже, чем для пироколлодийного, даже в наилучшем случае.

6) Наибольшие давления, получаемые с пироколлодийным порохом в обычных пушках (приноровленных к черному или бурому пороху), ниже, чем при буром порохе, когда достигаются те же начальные скорости, а при увеличенных зарядах, когда достигаются допустимые значительные давления, получается увеличенная на 15—20% начальная скорость,³ т. е.

¹ Такой же почти максимум полезной работы достигается пироколлодийным порохом в 3-линейном ружье нового образца, потому что в нем начальная скорость $v = 2040$ футам (622 м в сек.) достигается при заряде в 2.4 г пироколлодийного пороха и при весе пули в 13.7 г, что дает полезную работу единицы веса пироколлодийного пороха $T = 23.7$ млн. Но для Армстронговской пушки (120 мм) и для 37-миллиметровой скорострелки, как упомянуто далее, получается высший максимум полезной работы.

² Находя для данной пушки значения T при разных размерах пластинок, можно иметь драгоценные указания для определения размера лент, пригодных для каждого рода орудий. Я думаю, что этим путем, вместе с лабораторными испытаниями на скорость горения, можно быстро достичь наилучших результатов для определения размеров пластинок, подходящих для стрельбы данным орудием.

³ Зависимость изменения наибольшего давления p от начальной скорости v (при разных зарядах в одной и той же пушке, при одном и том же весе снаряда и при одном и том же сорте пироколлодийного пороха) не подчиняется, при стрельбе пироколлодийным порохом, условию постоян-

применение пироколлодийного пороха дает большую уверенность в сохранности орудия и лучшие результаты действия сравнительно с бурым пушечным порохом. Противу же иных видов бездымного пороха пироколлодийный порошок представляет в этом отношении то основное преимущество, что прямо может применяться ко всем калибрам пушек и ружей при изменении размеров пластинок, чего не дает ни один из известных видов бездымного пороха.

7) Температура горения пироколлодийного пороха ниже, чем для нитроглицериновых порохов, как видно из того, что с первым при взрыве в бомбе металлы не плавятся, а со вторым плавятся, при одинаковых прочих условиях. Это качество весьма важно для сохранения внутренних стенок орудий и продолжительности их службы. Эта важная сторона снабжения армии и флота бездымным порохом требует своего специального опытного изучения, а так как есть повод думать, что пироколлодийный порошок менее будет портить стенки орудий, чем черный, бурый, нитроглицериновый и французский (пироксилиновый), конечно, при прочих равных условиях,¹ то для определения относительного достоинства разных видов пороха полезно сделать опыты многочисленных выстрелов (до 200) из двух одинаковых орудий, стреляющих пироколлодийным и другим сравниваемым порохом, определяя после каждых 40—50 выстрелов степень изменения внутренней поверхности ствола и камеры орудий.

8) При соответственных размерах пластинок и других условиях полного сгорания ни следов дыма,² ни каких-либо остатков в стволе орудия пироколлодийный порошок не дает, что глубоко отличает его от тех сортов пушечного пороха, которые называются малодымными и содержат некоторое количество минеральных подмесей, прибавляемых для замедления

ства дроби $\frac{v}{p^2}$, а скорее подходит к условию постоянства дроби $\frac{p}{v^2}$.

так как для одних пушек с увеличением зарядов эта дробь немного уменьшается (47 мм), для других немного возрастает (120 мм у Ари-стронга), для третьих имеет в середине minimum (12-дюймового калибра) и, наконец, для четвертых (37-мм) имеет в середине maximum. Сравни-

тельное постоянство дроби $\frac{p}{v^2}$ при стрельбе пироколлодийным порохом, повидимому, может служить одним из оснований при проектировании пушек, приспособленных к нашему пороху.

¹ Т. е. при достижении одинаковых начальных скоростей и, в крайнем случае, при достижении одинаковых внутренних давлений.

² При излишней толщине пластинок и других условиях неполного горения, порошок этот, как всякий, может не догорать в орудии, и тогда будет виден вылет недогоревших частей.

горения, как то делается в некоторых сортах французских бездымных пушечных порохов.

Рассмотренные свойства пироколлодийного пороха делают его высшим из известных сортов бездымного пороха для стрельбы из орудий всяких калибров. Но такие достоинства пироколлодийного пороха, с другой стороны, заставляют обратить внимание на конструкцию пушек, назначаемых для стрельбы этим порохом, ибо ныне он испытывался лишь в пушках, приновренных к бурому (шоколадному) пороху, а они, очевидно, не отвечают пироколлодийному пороху прежде всего уже с той стороны, что камера, вмещающая порох, велика для пироколлодийного пороха, остатка не дающего, а приспособлена к пороху, дающему около половины своего объема твердого порохового остатка. Приспособление орудий к пироколлодийному пороху должно состоять не в этом одном изменении размера каморы, так как чрез изменение размера зерен или лент пироколлодийный порох может изменять в любых пределах скорость своего горения. Если устроить короткое орудие, но с очень сильно укрепленную каморою, то скорость горения и внутреннее давление можно поднять и при соответственных условиях достигнуть наибольших начальных скоростей, расходя меньшую, чем ныне, массу пороха для стрельбы и металла для изготовления орудий, что имеет особое значение для большекалиберных пушек флота не только в отношении их ценности, но и в отношении как обращения с ними, так и их веса, имеющего явное значение для определения размеров военных кораблей. С другой стороны, так как пироколлодийный порох легко может сообщить снарядам высшие, чем ныне, начальные скорости, то при его помощи орудия меньших калибров могут производить разрушительное действие, отвечающее большекалиберным орудиям, и вес пушки с этой стороны также может быть сбалансирован противу современного. Для сей цели, быть может, следует предпочесть длинные орудия меньших калибров. Основным опытным данным, служащим для последнего заключения, можно почитать результаты, полученные на морском полигоне для столь длинноствольной пушки, как Армстронговская в 120 мм диаметром и длиной в 47 калибров, так как для нее полезная работа $T = v^2 \frac{m}{q}$ получилась гораздо большею, чем для всех остальных пушек при стрельбе пироколлодийным порохом, а именно, при $m = 50.5$ фунта:

[illegible]

тогда как для пушек в 47 мм, в 6, в 9 и в 12 дюймов величина T не более 23 млн., следовательно, при вышеупомянутой пушке пироколлодийный порох дает почти в $1\frac{1}{2}$ раза более полезной работы.¹ Отсюда можно думать, что удлиненные пушки, специально приноровленные к пироколлодийному пороху, будут представлять много достоинств и дадут пробивания брони не меньшие, чем у пушек высшего калибра. А при облегчении размера (калибра) и веса пушек все размеры кораблей и их машин могут настолько сократиться, что испытание в приноровлении пушек к пироколлодийному пороху представляется делом большой настоятельности для всей техники военного мореходства.

Ввиду этого, по моему мнению, одновременно с установлением валового производства пироколлодийного пороха для надобностей флота, следовало бы, во-первых, предпринять постройку нескольких пробных орудий, приспособленных к этому пороху, и, во-вторых, после надлежащего подробного рассмотрения предмета, установить тот тип орудий, который наиболее пригоден для стрельбы пироколлодийным порохом.

Такой образ действия совершенно соответствует как современной эпохе перевооружения армии и флота, так и исключительно благоприятным свойствам пушечного пироколлодийного пороха.

Г. Пироколлодийный порох как общее средство для перевооружения армии и флота

Испытания пироколлодийного пороха, произведенные в Морской научно-технической лаборатории, уже давали полную уверенность в его применимости к орудиям всяких калибров. Испытания же, произведенные на Морском полигоне, этот вывод оправдали при действительной стрельбе из орудий. Лабораторные опыты показывают сверх того, что пироколлодийный порох может быть прямо, одним изменением размеров, приспособлен к новым малокалиберным 3-линейным ружьям, которыми перевооружается русская армия, и замена ныне производимого бездымного ружейного пороха, подобного французскому, пироколлодийным приведет лишь к выгодам,

¹ Притом в 4 опытных выстрелах, сделанных с этою пушкою, применялся пироколлодийный порох лишь с толщиной пластинок в 0,95 мм и, судя по данным, эта толщина не есть наименее выгодная для сей пушки и при должном приноровлении толщины, вероятно, достигнется еще высшая скорость и еще большее полезное действие. Скорострелка в 37 мм калибра также дала T , достигающую до 29,2, т. е. большую, чем другие пушки.

не только относительно однообразия действия, но и уверенности в самостоятельности производства и в наибольшей возможной дешевизне. Эта последняя наступит тем скорее, чем ранее будет потребован пироколлодийный порох для снабжения ружейных патронов, потому что массовое производство и сопряженные с ним экономические выгоды достигнутся тогда наиболее быстро, ибо в современной сухопутной войне главнейшее оружие, бесспорно, составляет ружье.

Таким образом, пироколлодийный порох может составлять основу для всего перевооружения армии и флота, а стремление к этому должно отвечать тем задачам, ради решения которых учреждалась Морская научно-техническая лаборатория. Поэтому я рассмотрю тот путь, которым, по моему мнению, может быть достигнута вышеозначенная и весьма желательная цель — передача пироколлодийного пороха военно-сухопутному ведомству.

Для того чтобы сравнительное испытание применимости пироколлодийного пороха к ружейным патронам могло совершиться, необходимо предоставить сухопутному ведомству желаемое для опытов количество пироколлодия с тем, чтобы оно само убедилось в пригодности его для производства ружейного пороха и нашло те формы (размеры пластинок и зарядов), которые наиболее соответствуют новому русскому ружью. Единовременно с тем Морская научно-техническая лаборатория должна специально заняться этою задачею, которая хотя и была предметом ее внимания, но не подлежала доньше ее специальному изучению. Эти опыты там и здесь должны производиться сравнительно с тем пироксилиновым порохом, который изготавливается ныне для ружей, и притом из различных партий его производства, дабы иметь возможность суждения о степени однородности результатов.

Убежденный в том, что этим путем быстро может быть достигнут окончательный результат, показывающий полную выгоду применимости пироколлодийного пороха к ружьям, я полагаю, что тогда сухопутное военное ведомство пожелает производить пироколлодий и для его получения приспособит или свой Охтенский, или свой Казанский пороховой завод. Такое преобразование не потребует крупных затрат и поведет к экономии текущих расходов, относящихся к пуду получаемого пороха, причем и морское ведомство воспользуется выгодами массового производства пироколлодия и удешевит расходы на заготовку пироколлодийного пороха, потребного флоту. Само собою разумеется, что единовременно с пробкою в ружьях пойдет испытание в пушках разного калибра и при-

норовление размера лент пироколлодийного пороха к коротким пушкам сухопутной артиллерии, и когда здесь достигнуты желаемые результаты, общую применимость нового пороха для всего перевооружения можно будет считать твердо установленною, чрез что и явится потребность валового производства нового пороха. Будет ли применен при этом рекомендуемый мною способ изготовления пироколлодия на частных химических заводах или же все производство останется на казенных заводах,—это вопрос экономический и прямо к делу перевооружения не относящийся, тогда как снабжение всей армии и всего флота одним видом пироколлодийного пороха, а не разнообразными его сортами, и притом особою, новою и в России же найденною формою пороха—составляет прием, могущий иметь значение не только временной военной выгоды, но и общей политической, подобно тому, как вооружение французской армии бездымным порохом в конце 80-х годов оказало немало пользы французскому народу и содействовало сохранению европейского мира. При этом нельзя не обратить внимание на то обстоятельство, что задача снабжения войск бездымным *ружейным* порохом считается повсюду решенною более или менее удовлетворительно, но снабжение *пушек* бездымным порохом поныне еще всюду находится в эпохе неуверенности и попыток разного рода, пироколлодийный же порох первые испытания выдержал именно в пушках до 12-дюймового калибра включительно, т. е. начал с труднейшей задачи, и это одно уже показывает, что здесь найден ключ к решению вопроса, еще нигде доныне не поддававшегося полному решению, найденному с открытием пироколлодия. Если ваше высокопревосходительство, основывая Морскую научно-техническую лабораторию, призвали к делу перевооружения России ее научные силы в надежде на то, что дело бездымного пороха, всюду разрабатываемое научными способами, выиграет от участия систематического научного исследования, то ныне, когда надежда сия оправдалась при помощи неожиданно скоро достигнутого нового, более совершенного, чем другие виды, бездымного пороха, Вам должна принадлежать заслуга—вызванное Вами провести в жизнь и тем усилить могущество России, а чрез то и упрочить общий мир. Суровые законы жизни всегда будут требовать, чтобы могущество стран обеспечивалось самостоятельностью их военной обороны, а пироколлодийный порох, составляя чисто русское нововведение, покажет всему миру, что Россия, достигнув со времен Петра Великого явного военного могущества, основанного на стойкости ее сынов, достигла к концу XIX в. не только полной

самостоятельности в деле современной научной разработки практических предметов, но и того драгоценного союза народного правительства с народной разработкой наук, который в своем развитии обещает неисчислимые победы на мирном поле промышленной войны, заменившей ныне прежние кровавые битвы, ибо всюду «выдумать порох» считается делом важным, трудным и исключительным; Вы можете закрепить за Россиею тот вид нового пороха, который, судя по тому, что выше изложено, не будет превзойден никаким иным и сделается рано или поздно всеобщим достоянием и хранителем мира во всем мире. Улучшение военной техники, произведенное Россиею по вызову ее правительства, частью ее научных сил, покажет—чего может достичь наша страна, когда и в других промышленно-практических вопросах будут вызваны к делу всякие научные деятели нашей страны. Вызвав пирокolloидный порох к жизни и проводя его в русскую жизнь, ваше высокопревосходительство не только прямо обеспечите ее мирное течение, но и дадите ей новый толчок, потому что затем никто не осмелится сказать, что мы лишь слепые подражатели; всякий выстрел пирокolloидным порохом будет затем говорить, что русская наука доросла до самостоятельности на благо родине и для укрепления мира. Это и одушевляло усилие Научно-технической лаборатории, вызванное вниманием вашего высокопревосходительства, потому что деятели этого учреждения, набранные из служителей русской науки, проникнуты убеждением, что «посев научный взойдет на пользу народную».

Подводя итог сказанному, необходимо видеть:

1) что пирокolloидный порох превосходит все другие бездымные пороха по своим свойствам, по своей применимости ко всяким орудиям, от ружей до 12-дюймовых пушек, по своей точной постоянности производства и по тому, что представляет предельный состав, развивающий из единицы веса наибольший объем газов;

2) что изобретение и выработка пирокolloидного пороха произведены лицами Научно-технической лаборатории морского ведомства и должны быть за ними закреплены, так как открытие предельного пороха, которого нельзя превзойти дальнейшими усилиями изобретательности, составляет предмет заслуги не только временной, но и прочной на будущие времена, ибо отныне уже нельзя «выдумать» порох, еще более пригодный для стрельбы;

3) что усилия к постепенному распространению пироколлодийного пороха для всего перевооружения русской армии и флота окажут явную пользу как в баллистическом отношении, так и с экономической стороны, т. е. они могут дать превосходство русскому оружию и сбережение русских финансов;

4) что в ближайшее время тайну производства пироколлодийного пороха следует оградить всеми возможными способами, к числу коих необходимо причислить не только особое обеспечение лиц, владеющих сею тайною,¹ донные строго соблюденные в Морской научно-технической лаборатории,² но и соблюдение в особой сохранности всяких образцов пироколлодийного пороха, равно как и способов его производства;

¹ Имея при сем в виду, конечно, не себя, уже достаточно обеспеченного, а других чинов Лаборатории, часть коих получает ничтожные оклады содержания. Устройство для всех них казенных квартир могло бы, как я уже имел честь докладывать, служить одним из способов желаемого их обеспечения.

² С чисто химической стороны открытие способа приготовления и свойств пироколлодия и его предельного разложения составляет лишь дополнение к известному поныне, разъясняющее многие стороны, донные оставшиеся неясными в отношении нитроклетчатки, но со стороны приложения нитроклетчатки к бездымному пороху открытие пироколлодия имеет тем большее значение, что указывает предел и достигает его в отношении к количеству образуемых газов и дает простейшие разъяснения всей теории образования и действия бездымного пороха. Убеждение не только в современном, но и в будущем значении указанного открытия заставляет меня настаивать на необходимости закрепления приоритета открытия пироколлодия за русским именем. Здесь, как и во многом ином, успехи теории или абстракта и практики или технических приложений идут совместно и друг друга укрепляют. Мне кажется особо печальною та возможность, что пироколлодийный порох будет держаться у нас в большом секрете, но не будет, отчасти в силу секретности, признан во всех его достоинствах, а между тем так или иначе проникнет на Запад, и его ученые проведут этот совершеннейший порох в жизнь, прибавляя новую славу к своим именам, и заставят принять от них то, что ныне дается в самой России. Страхуя такой возможности не лично за себя (ибо я лично уже довольно получил за прежние мои научные дела), а за судьбу того приложения науки к успеху русской практической жизни, которому отдаю остаток своей жизненной деятельности. Устранить вышеуказанную печальную возможность было бы очень легко, пользуясь приемами для закрепления научного приоритета (например, публикацией полного научного исследования или, например, взятием привилегии в разных странах), если бы здесь не шло дело об интересах, дорогих каждому сыну своей страны, а при этом условии, без содействия вашего высокопревосходительства, нет возможности закрепить за собою честь открытия пироколлодия или за Морской научно-технической лабораториею честь выработки пироколлодийного пороха.

5) что для успехов русского флота весьма важно в особом собрании компетентных лиц выработать тип пушек, нарочито приуроченных к пироколлодийному пороху, потому что с полною уверенностью можно утверждать возможность достижения, при гораздо меньшем, чем для современных пушек, весе, более сильного, дальнейшего, скорого, безопасного и верного их действия, а чрез это достичь облегчения кораблей и удешевления их устройства;

6) что наибольшей экономической дешевизны производства пироколлодийного пороха, при условии должного сохранения тайны, можно достичь, заказывая пироколлодий, под наблюдением и руководством чинов Научно-технической лаборатории, на частных химических заводах, а перерабатывая затем в порох на казенных пороховых заводах; и

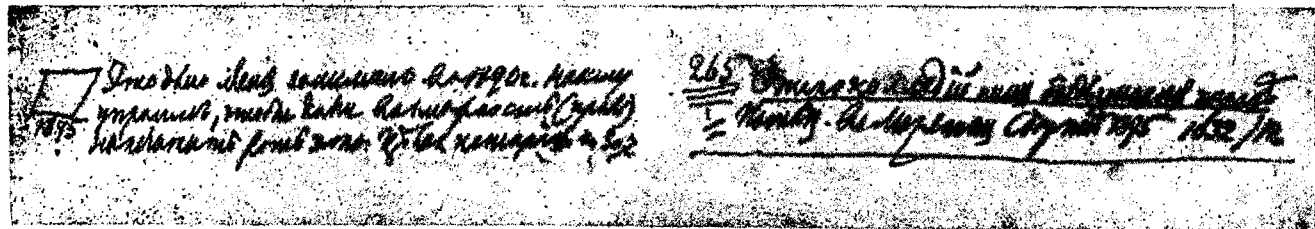
7) что безотлагательно следует достичь того, чтобы сухопутное артиллерийское ведомство, при содействии морского, произвело сравнительные и полные испытания производимого ныне бездымного пороха с пироколлодийным как для снабжения ружей, так и для снабжения пушек, разрывных бомб и тому подобных огнестрельных приборов, так как этим путем быстрее всего можно надеяться на окончательное закрепление нового пороха для цели общего перевооружения армии и флота России и для усиления мирного ее могущества.

Передав в прилагаемой записке все то, что считаю необходимым ныне же доложить вашему высокопревосходительству по отношению к пироколлодийному пороху, буду ждать Ваших распоряжений, касающихся как дальнейшего изучения взрывчатых веществ в Научно-технической лаборатории, так и указания способа закрепления за русскими именами чести открытия пироколлодия и предельного ко всяким орудиям пригодного пороха, из него приготовляемого. Распоряжения первой категории необходимы по той причине, что вы изволили в начале 1892 г. назначить Лаборатории исключительную задачу—найти бездымный порох, пригодный для пушек флота, исходя исключительно из видов нитрованной клетчатки и оставив в стороне все то, что найдено было в Лаборатории в отношении нитроглицерина и порохов, из него получаемых. Ныне, когда задача, Вами указанная, столь счастливо вполне решена, необходимы дальнейшие указания вашего высокопревосходительства для того, чтобы усилия Лаборатории направились не только в сторону видов дальнейшей разработки пороховых вопросов, но и в те области этого обширнейшего предмета, которые отвечают современным видам правительства. С своей стороны я бы полагал, что ныне всего своевре-

меннее в Научно-технической лаборатории заняться подробнейшим изучением многих технических подробностей производства пироколлодийного пороха, как такого вида бездымного пороха, который отвечает всем воинским целям и требует по своей новизне специального изучения во всех отношениях, чтобы дойти до полного обладания как наивыгоднейшими способами приготовления самого пироколлодия, так и наилучшими во всех отношениях способами его превращения в порошок.

Д. Менделеев.

Июнь 1895 г.



Это дело меня занимало в 1890 г. На-
 1895. силу упросил, чтобы дали возможность
 [право] напечатать хоть это. Целая
 история. См. 307.

265. О пироколлодийном бездымном порохе.
Помещ[ено] в „Морском Сборнике“, 1895.
 1032/12.

О ПИРОКОЛЛОДИЙНОМ БЕЗДЫМНОМ ПОРОХЕ *

Si vis pacem, para bellum.

Под этим заглавием будет помещено несколько отдельных глав, в которых излагаются: глава I—вступительные сведения, относящиеся до этого нового вида бездымного пороха, выработанного Научно-технической лабораториею морского ведомства; глава II — состав и свойства, требуемые условиями применения бездымных видов пороха, дабы показать значение пирокolloдийного пороха;¹ и глава III, которую пишет начальник Научно-технической лаборатории И. М. Чельцов: исследование, относящееся к теории бездымного пороха. Что же касается до свода результатов, полученных в пушках разных калибров с пирокolloдийным порохом, заготовленным заводскими способами, равно как до глав: о химических основаниях и приемах, примененных для получения пирокolloдия, как нового для практики вида нитроклетчатки, и о заводских приемах производства пирокolloдия и пирокolloдийного пороха, то печатание их отлагается до будущего времени.

Д. Менделеев.

Июнь 1895 г.

* У Д. И. Менделеева в экземпляре, хранящемся в музее Д. И. Менделеева при ЛГУ, под № 1032/12 внизу 1 страницы приведена нижеследующая помета:

Секрет мой	Суть дела при получении пирокolloдия:	
Д. Менд.	Количество разбавляющей воды должно быть равно количеству воды гидратной. Например:	
1906		
Авг. 27.	$\text{H}^2\text{SO}^4 + 2\text{HNO}^3 + 2\text{H}^2\text{O}$	Дадут одинаковый пирокolloдий, если взяты в больш[ем] избытке—относительно клетчатки,
	$2\text{H}^2\text{SO}^4 + 2\text{HNO}^3 + 3\text{H}^2\text{O}$	
	$\text{H}^2\text{SO}^4 + 2\text{HNO}^3 + (n + m)\text{H}^2\text{O}$	

[Прим. ред.]

¹ Главы I и II написаны мною первоначально в 1893 г.

ГЛАВА I*

Основные сведения о бездымных видах пороха, относящиеся к 1890 г.—Исследование нитроклетчатки и получение растворимого ее вида, богатого азотом и названного пироколлодием.—Первые работы Морской научно-технической лаборатории.—Устранение опытов с нитроглицериновыми видами бездымного пороха.—Основные свойства пироколлодийного пороха, наблюдаемые в лаборатории.—Испытание его в 47-миллиметровой скорострелке.—Результаты первой стрельбы из ружей в лаборатории и на полигоне из орудий, имеющих калибр от 1½ до 12 дюймов.

Бездымный порох привлек к себе всеобщее внимание в конце 80-х годов текущего столетия благодаря как усилиям французских ученых, особенно Бертело, Сарро и Вьеля, так и снабжению французской армии ружейными патронами, снаряженными таким порохом. Значение этого пороха велико не потому только, что он не дает дыма, а следовательно, позволяет до некоторой степени скрывать место стрельбы и не застигает глаза стрелку для прицельности, но и потому особенно, что с этим порохом, порохового остатка не дающим, во-первых, наиболее просто осуществима непрерывная стрельба (скорострельность) и, во-вторых, с ним возможно, не увеличивая крепости стенок каморы и канала орудий (т. е. при данных величинах давления пороховых газов), возвышать начальную скорость снарядов до меры гораздо большей, чем при черном и буром порохе, а потому сообщать снарядам как большую дальность полета, так и лучшую настильность, меткость стрельбы и пробивающую силу. Эти последние, т. е. прямо баллистические, выгоды применения бездымного пороха столь важны, что самая бездымность, сперва считавшаяся важнейшим свойством, отходит ныне уже на второй план, а потому в применении становится особенно важным получение в данном орудии с данным снарядом наибольшей начальной

* В 1895 г. Д. И. Менделеев главу I несколько переработал. В данной книге помещен второй вариант главы I [Прим. ред.].

скорости при внутреннем давлении, безопасном для стенок каморы и ствола орудий. Бездымных порохов придумали много, легко их получить и еще множество, но между ними лишь немногие пригодны для пушек и не было ни одного безопасного и пригодного для пушек всех тех калибров, которые сделаны для стрельбы черным и бурым порохом. С предложенными донныне видами бездымного пороха большекалиберные пушки или очень скоро портятся (выжигаются), или дают ненадежные результаты от быстрых и опасных нарастаний внутреннего давления.

Большие преимущества бездымного пороха, выступившие при получении первых о нем сведений, заставили все страны приступить к замене обыкновенного черного или бурого дымного пороха бездымным, и в начале текущего десятилетия задачу производства бездымного пороха старались единовременно решить с различных сторон, основанием для чего служило преимущественно то обстоятельство, что каждое правительство, по совершенно понятным причинам, стремилось удерживать по возможности долго в секрете приемы, примененные в данной стране для приготовления принятого в ней нового вида пороха, находимого благодаря открытиям химиков разных стран и успехам в научной разработке ими вопросов, касающихся взрывчатых веществ вообще и в частности тех, которые пригодны по сравнительной силе и медленности горения для производства пороха. В эту эпоху, а именно весною 1890 г., его высокопревосходительству управляющему Морским министерством, Н. М. Чихачеву, угодно было обратиться ко мне и к преподавателю минных классов Ивану Михайловичу Чельцову, известному своими исследованиями взрывчатых веществ, с вопросами, касающимися бездымного пороха, пригодного для пушек военного флота, в виду того, что для исследования вопросов о взрывчатых веществах предполагалось устроить особую лабораторию морского ведомства, которая и была затем вполне организована во второй половине 1891 г.

Для собирания сведений, относящихся к устройству подобной лаборатории, летом 1890 г. сделана была мною, И. М. Чельцовым и Л. Г. Федотовым (ныне скончавшимся, а в 1890 г. управлявшим давно существующим пироксилиновым заводом для мин морского ведомства) поездка в Лондон и Париж, где подобные лаборатории уже были организованы ранее под руководством выдающихся исследователей взрывчатых веществ—сэра Фридриха Абеля в Вульвиче и академика М. Бертело в Париже. По возвращении из этой поездки

современное (т. е. 1890 г.) положение вопроса о бездымном порохе представилось, как и было изложено нами в докладе управляющему Морским министерством, в следующем виде:

1) Ружейный бездымный порох, практически применимый для малокалиберных ружей новейших систем, в различных странах применяется разный. В одних, для сего служит пироксилин (т. е. клетчатка высоконитрованная, с содержанием около 13% азота) с подмесью некоторого количества коллодия (т. е. ниже нитрованной клетчатки, растворимой в смеси спирта с эфиром и содержащей от 11 до 12% азота), необходимого для того, чтобы масса смеси могла желатинироваться (разбухать в студень) при помощи смеси эфира со спиртом (отчасти иногда и с ацетоном), и после формирования высухания (т. е. по удалении чрез испарение легко летучего растворителя или смеси эфира и спирта) давать ленты или пластинки пороха, лишенные той способности детонировать (т. е. очень быстро сгорать всей массой, развивая разрушительные давления), которая отличает нежелатинированный пироксилин, применяемый с давних пор для снаряжения мин и других разрывных снарядов и малопригодный для стрельбы (опыты Ленка около 1862 г.), где требуется последовательное горение и устранение детонации. В других странах для бездымного ружейного пороха были приняты нитроглицериновые бездымные пороха, содержащие, подобно взрывчатой (в известных условиях легко детонирующей) желатине, смесь (40—60%) нитроглицерина с нитроклетчаткою разной степени нитрации (содержащей от 11 до 13% азота), а иногда сверх того и с углеводородною подмесью. Только эти два вида (пироксилиновые и нитроглицериновые) ружейного пороха оказались почти равными по своим основным баллистическим свойствам, вполне пригодными для малокалиберных ружей, превосходящими во всех отношениях не только черный порох, но и громадное число иных видов бездымных и малодымных порохов, испытывавшихся в разных странах, и представляющими несомненные преимущества, например, пред смесями, содержащими азотноаммиачную соль, хотя при ее помощи легко получить бездымный порох, не удовлетворяющий практике уже в силу того, что он вполне изменяется и разрушается водою, тогда как два вышеназванные вида бездымного пороха от воды едва изменяют свое содержание влаги и водою не разрушаются. Таким образом, вопрос о бездымном ружейном порохе уже в 1890 г. можно было считать принципиально решенным, хотя оставалось спорным превосходство одного из двух видов пороха: пироксилинового и нитроглицеринового и

хотя с помощью первого полное однообразие действия достигается (подобно тому, как это делалось для черных видов пороха) лишь при помощи механического смешивания, не устраняющего случайностей, а для нитроглицериновых видов ружейного бездымного пороха замечалось быстрое выгорание каморы ружья.¹

2) Что же касается пушечного бездымного пороха, то в 1890 г., как еще и поныне, вопрос находился в периоде опытного изучения, хотя для малокалиберных пушек, калибром до 6 дюймов, получались неоднократно вполне благоприятные результаты, притом с достижением начальных скоростей, превосходивших все прежде сего (с черным и бурым, или шоколадным, порохом) применяемые в действительной стрельбе, и притом благоприятные результаты эти достигались как с пироксилиновыми, так и с нитроглицериновыми порохами, изменяя, соответственно калибрам пушек, не только размеры зерен (иногда лент, кубов, пластин, струн и т. п. форм), но и состав самого пороха, а в пироксилиновых порохх сверх того и содержание растворимой (коллодийной) части. Но так как при испытаниях пушечных бездымных порохов, особенно пироксилиновых, неоднократно происходил разрыв пушек, даже при стрельбе холостыми зарядами, как то бывало и после (например еще на маневрах 1892 г.), то вопрос о бездымном пушечном порохе в 1890 г. вовсе нельзя было считать решенным окончательно и принципиально. Для снабжения же военного флота бездымным порохом, само собою разумеется, пушечный порох составляет преимущественнейшую задачу, если для снабжения армии на первый план и должно поставить ружейный порох. Этот последний можно было прямо вводить на основании примера других стран, приняв или пироксилиновый или нитроглицериновый тип, пушечный же бездымный порох было бы неосторожно заимствовать, не подвергнув дело его введения предварительному всестороннему повому изучению.

3) Как ружейный, так и пушечный бездымный порох данного состава (пироксилиновый или нитроглицериновый), чтобы оказывать наилучшие баллистические свойства в данном виде орудий должен быть с большою тщательностью приурочен к данному виду огнестрельных орудий и притом в двух отношениях, а именно: во-первых, по отношению к размерам зерен (например, по толщине струн или пластинок, по вели-

¹ Эти недостатки ружейного пороха, применяемого в разных странах, имеют место и свое значение поныне.

чине кубов и т. п.), а во-вторых,—по отношению к составу и количественному содержанию пироксилиновой и коллодионной составных частей массы. Уже с черными и бурыми видами дымного пороха было давно известно, а внутреннею баллистическою обобщено, то большое влияние, какое имеют на баллистический результат (т. е. на соответствие начальной скорости снаряда с наибольшим давлением на стенки орудия и с распределением давления в разных частях орудия) времена горения пороха и размеры зерен, т. е. относительные величины поверхностей пороховых зерен; для бездымного же пороха при достижении определенного баллистического действия в данном роде орудий это влияние размеров зерен (лент и т. п.) оказалось наиболее очевидным, что и понятно как из того обстоятельства, что, не оставляя твердого остатка, зерна бездымного пороха сгорают свободнее, чем зерна обычного черного пороха, так и из того, что первый механически однороднее второго, и в бездымном порохе лучше, чем в черном, может осуществляться последовательность горения, начиная с поверхности каждого зерна—внутрь. Особенно для ружейных видов бездымного пороха—из прямых опытов вполне очевидно, что малейшее изменение в размере зерен отражается на величине начальной скорости и на давлении на стенки каморы. Но одно изменение размеров зерен оказалось для пироксилиновых видов пороха недостаточным для получения благоприятнейших баллистических результатов, как видно уже из того, что масса данного состава, вполне пригодная, например, для производства ружейного пороха и в ружьях детонации не дающая, оказывалась малоприспособною для пушечного пороха по той причине, что при всяких изменениях зерен давала или случаи детонации, или плохие баллистические результаты, т. е. опасные давления при достижении желаемых начальных скоростей. По этой причине приновление бездымного пороха к хорошей стрельбе из орудий данного калибра состояло в отыскании как надлежащего состава массы, так и соответственного размера зерен, и притом то и другое приновление требовалось производить эмпирически, т. е. большим рядом опытных исследований. Задача усложнилась по отношению к пушкам еще тем, что бездымный порох, обладающий иною совокупностью свойств, чем бурый или черный дымные пороха, должно было приновлять к пушкам, построенным для сих последних видов пороха, тогда как по сущности дела наилучших результатов должно было ждать с бездымными порохами в орудиях, устройство которых соображено с свойствами этого вида пороха. Что касается ружей, то известно, что их

система за последнее время изменилась повсюду и что при перевооружении они уже были приспособлены к свойствам бездымного пороха. Таким образом в 1890 г., как и поныне, вопрос о составе наилучшего бездымного пороха, применимого ко всяким пушкам и ружьям, был едва поставлен и то только для нитроглицериновых видов (баллистит и кордит), вообще же говоря, мало занимал умы, а между тем, очевидно, что с решением такого вопроса¹ должно было разрешиться множество частных вопросов, представляющихся при изучении применения бездымного пороха к орудиям разных калибров.

4) Из всех веществ, могущих служить для получения бездымного пороха, оказались наиболее пригодными только азотнокислые² производные органических, т. е. углеродистых, веществ; их представителями должно считать виды нитроклетчатки и нитроглицерин. Однако по отношению к ним обоим возбуждался ряд вопросов, касающихся постоянства их состава и свойств и влияния их изменения на качества бездымного пороха. Так, нитроглицерин, применяемый для бездымного пороха, обыкновенно далеко не отличается чистотой (не кристаллизуется при сильном охлаждении даже после введения кристаллов нитроглицерина), а пироксилин, применяемый для бездымного пороха, всегда содержит и притом изменчивые количества коллодия (который есть тоже нитроклетчатка, но лишь с 11—12% азота, растворимая в смеси спирта и эфира), условия же происхождения подмеси коллодия к пироксилину не вполне выяснены в химической литературе (как в 1890 г., так и дальше), а потому даже для названных нитропродуктов, служащих для производства бездымного пороха, оставалось множество неясностей, что и послужило к тому, что первую задачу для себя я поставил уяснение этих чисто химических сторон предмета. Между ними на первом месте необходимо было поставить вопрос об условиях образования и о составе коллодиона, так как предмет этот, как общеизвестно, остался очень мало выясненным прежними исследователями. Исследование же нитроглицерина в отношении чистоты продукта приняли на себя И. М. Чельцов и П. П. Рубцов. Таким образом, в отношении к материалу для производства бездымных видов пороха являлось множество неясностей, требовавших дальнейших исследований опытного характера.

¹ Ему посвящена часть главы II.

² Их называют нитросоединениями, хотя эта номенклатура до некоторой степени в чисто химическом смысле и не вполне точна.

5) Наибольшее же сомнение во всей истории бездымного пороха возбуждало отсутствие каких-либо обобщений или теоретических сведений о материалах, пригодных для сего пороха, что зависело, очевидно, прежде всего от того, что все это дело держится во всех странах по возможности в секрете, дающем место как тому явлению, что изобретатели нередко открывали уже давно известное или худшее, чем то, что было уже хорошо известно, так и тому, что повсюду царствовали неопределенность, неуверенность и ожидание новых открытий, долженствующих отменить до тех пор выработанное. Это последнее определялось еще и тем обстоятельством, что ни один из известных видов бездымного пороха не удовлетворял всем необходимым для практики требованиям, и материалы, дающие хороший ружейный порох, оказались не обладающими способностью давать пушечный порох, особенные же трудности встретились при подборе пороха для пушек более 9 дюймов диаметром. При испытании в них получали столь неожиданно большие давления, что ограничивались лишь употреблением бездымного пороха только для малокалиберных пушек, до 6-дюймовых включительно. В главе II предлагаемой статьи, между прочим, стараюсь восполнить недостаток обобщений, относящихся к бездымному пороку, хотя главную цель статьи и составляет оценка результатов, полученных с новым видом бездымного пороха, названного нами пироколлодийным, для обозначения его образования из пироколлодия, или нового материала, служащего для его приготовления.

6) В отношении к приемам превращения материалов бездымного пороха в самый порох, сведения, собранные в 1890 г. (как и доньше), показывали, что прямых теоретических трудностей в этом деле не встречается, но недостатки приемов переработки (например, сушения мязги от воды, желатинирования, формования, удаления растворителя и т. п.) были очевидны и состояли в опасности некоторых операций производства (таково особенно сушение пироксилина, т. е. удаление из него воды, ибо при этом легко происходят взрывы, тогда как смоченный пироксин, как общеизвестно, совершенно безопасен в этом отношении), и в дороговизне других частей переделки (сюда особенно относится утрата растворителя, ценность которого, т. е. эфира со спиртом, ацетона и др., нередко достигает ценности самого пироксилина). Недостатки эти, однако, носили на себе явный характер той поспешности, с которою принялись за производство бездымного пороха, и по своему существу не представляли никаких поводов к сомнению в возможности их более или менее полного устранения.

Так, например, опасность взрыва при сушении смоченного водою пироксилина (что давало многократно поводы к страшным взрывам сушилен) еще в 1890 г. я предположил устранить, вымачивая (или методически выщелачивая, т. е. последовательно замещая воду спиртом) влажную пироксилиновую массу в спирте, который применяется при желатинировании, как операции, обыкновенно тотчас следующей за сушкою. В отношении же к утрате дорого стоящего растворителя (спирта и эфира, ацетона и т. п.), применяемого при желатинировании, можно предвидеть возможность возврата его при надлежащем устройстве поглотительных снарядов, сгущающих выделяющиеся пары растворителя. Более трудным представлялось устройство приспособлений для удаления последних следов растворителя, всегда остающегося (в количестве до 3, даже до 7% по весу пороха) в порохе и уменьшающего его полезное действие, но и здесь предстоящая задача не представляла непреодолимых трудностей (например пользование разреженным пространством), а потому заводское превращение материалов бездымного пороха в самый порох должно было уже в 1890 г. считаться настолько выработанным, что капитальных изменений здесь не требовалось, необходимы только улучшения, так как из хорошего материала легко можно получить бездымный порох надлежащих свойств, припорошенных к орудиям. Следовательно, центр вопросов, относящихся к бездымному пороху, сосредоточивался в материале, для него пригодном, а потому в своем изложении я пока вовсе не касаюсь переработки основных материалов (например пироксилина и пироколлодия) в бездымный порох, и разве в одной из дальнейших статей будет говориться об этом предмете, специальную обработку которого приняла ныне в отношении к пироколлодийному пороху Научно-техническая лаборатория.

Таким образом к осени 1890 г., после поездки за границу, мне стало очевидным, что отыскание надлежащего вида бездымного пороха для орудий флота должно было начинать с изучения основных материалов, для сего пригодных, и между ними прежде всего следовало остановить внимание на нитроклетчатке, как материале, входящем в состав пироксилиновых и нитроглицериновых видов пороха. Это изучение начато было мною тогда же (осенью 1890 г.) в лаборатории императорского С.-Петербургского университета, потому что мне казалось возможным не откладывать чисто химическую часть исследований, касающихся бездымного пороха, до времени открытия специальной морской лаборатории, назначен-

ной для изучения взрывчатых веществ. Не останавливаясь вовсе над подробностями, относящимися к этим начальным своим исследованиям (предполагаю их передать когда-либо в особой статье), я изложу лишь их задачу и тот практический вывод, которого достиг.

Известно, что при действии азотной кислоты или ее смесей с серной кислотой из клетчатки, например из хлопка (ваты, хлопчатобумажных концов и т. п.), образуется или пироксилин, как вещество сильно взрывчатое, богатое (от 12.7 до 13.5%) азотом и кислородом (около 57%) и неспособное растворяться в смесях спирта с эфиром (хотя и растворимое в ацетоне), или же коллодий, т. е. нитроклетчатка, менее способная к взрыву, содержащая от 11 до 12% азота и растворимая в смесях спирта с эфиром, или еще менее нитрованная клетчатка, совершенно растворимая в спирте, но в смеси его с эфиром нерастворимая и уже очень слабо действующая в виде взрывчатого вещества, или образуется раствор клетчатки в кислоте, происходит пергаментирование, образование гидроцеллюлозы и тому подобные явления, не имеющие прямого значения при изучении взрывчатой способности нитроклетчатки. Прямое значение для порохового дела представляли лишь два первые вида реагирования, т. е. два вида нитроклетчатки, входящие во все роды бездымного пороха, выдержавшие критику опыта: пироксилин и коллодий. При этом для одних взрывчатых веществ, например для минного пороха и для некоторых видов бездымного пороха (применяя ацетон как растворитель), требуется пироксилин сам по себе, для других же, например для некоторых (как баллистит) нитроглицериновых порохов, идет исключительно коллодий, а для большинства так называемых «пироксилиновых» порохов — определенная смесь пироксилина с коллодием, как вещество, способное, в силу содержания коллодия, отчасти желатинироваться, но давать притом сильное действие, по причине содержания значительной массы нерастворимого (в смеси спирта с эфиром) пироксилина. Известные, опытом установленные рецепты дают возможность по желанию получать любой из этих видов нитроклетчатки, но, во-первых, в этих рецептах не видно никакой рациональности и общей системы, а, во-вторых, — и это всего важнее — в практике производства видов нитроклетчатки, особенно же определенных смесей пироксилина и коллодия, встречаются повсюду очень частые и вовсе нежелательные случайности, определяемые временем и температурой реакции, влажностью воздуха и другими побочными влияниями, заставляющие сортировать

получаемые продукты и их смешением достигать желаемого окончательного результата, что должно отзываться отсутствием полного однообразия в приготавливаемом порохе. Чтобы овладеть предметом, следовало отыскать и изучить условия образования разных видов нитроклетчатки, и я выбрал себе на первый раз именно изучение условий, при которых образуется коллодий (растворимая в спирто-эфире нитроклетчатка) рядом с нерастворимой нитроклетчаткою или пироксилином. Предмет этот тем более заслуживал изучения, что: 1) существующие многообразные рецепты для приготовления коллодия, применяемого в практике (для фотографов и аптек, для целлулоида и для искусственного шелка), до того разнообразны, что из них мало было возможности определить условия образования растворимой нитроклетчатки; 2) обращающиеся в практике сорта коллодия (например доктора Мана, Шеринга и др.), особенно те, которые применяются в пороховом деле или извлекаются смесью эфира и спирта из готового пороха, оказались по исследованиям весьма разнообразными по составу и содержащими от 11 до 12% азота; 3) между тем Эдер давно показал, что путем химической обработки (растворением в соответственных жидкостях и осаждением) из некоторых видов нитроклетчатки можно в малом виде, сложными лабораторными способами получить растворимую — в спирте с эфиром — пентанитроклетчатку, содержащую до 12,7% азота, т. е. столь же богатую азотом (или остатками азотной кислоты), как и обычные виды пироксилинового пороха, которые, как известно, содержат лишь около 12½% азота, прямою же нитрацией (т. е. обработкою клетчатки смесью азотной и серной кислот) не удавалось доньше с уверенностью получать коллодий, растворяющийся в спирто-эфире, даже с 12% азота, обыкновенно же в нем около 11½% азота, и сверх того в нем обыкновенно содержится ниже нитрованная клетчатка, растворимая в одном спирте, и 4) в свойствах коллодия разных способов приготовления замечаются глубокие различия, например в отношении к содержанию продукта, растворимого в спирте, в отношении к количеству смеси эфира и спирта, потребному для получения однородного раствора определенной степени густоты или вязкости и т. п., так что являлось сомнение в самой однородности коллодия, приготавливаемого разными способами, тем более, что одни виды коллодия пред растворением в смеси спирта с эфиром разбухают в желе, тогда как другие растворяются прямо как сахар или соль, и большинство коллодионов содержит подмесь нитроклетчатки, менее нитрованной и растворяющейся в одном спирте.

Из всех опытных задач, представляемых коллодием, по отношению его к пороху, наибольший интерес представляло получение прямо из клетчатки растворимой нитроклетчатки, близкой к пороховому пироксилину и богатой азотом, и после ряда систематических исследований, которые я подробнее опишу в другой раз, я нашел, что даже¹ в обычных условиях производства (т. е. погружая клетчатку в смесь кислот серной и азотной) есть прямая возможность превращать клетчатку в растворимую — в спирто-эфире (как коллодий) — форму, содержащую, судя по прибыли в весе, около 12½% азота,² совершенно нерастворимую в спирте³ и растворяющуюся в избытке смеси спирта с эфиром «как сахар», т. е. без предварительного разбухания, а с малым количеством смеси спирта с эфиром дающую студень или желатинирующуюся. Этот вид коллодия должно считать новою, до сих пор в практике неизвестною, формою нитроклетчатки, среднюю между обычным пироксилином, содержащим около 13% азота, и коллодием, содержащим около 11½% азота. По причине такого переходного состава нового вида нитроклетчатки для него составлено название — *пироколлодий*, образованное из начала названия *пиро-ксилин* и из слова *коллодий*, так как такое название (в переводе от греческого слова, означающего огонь, и латинского — клей) «огненного клея» выражает с достаточною ясностью особенные свойства этого вещества. Если состав пентанитроклетчатки Эдера можно выразить химическою формулою $C^{12}H^{15}(NO^2)^{50}O^{10}$, то состав пироколлодия должно выразить формулою $C^{30}H^{38}(NO^2)^{12}O^{25}$; первой отвечает 12.75% азота, второй 12.44% азота. Сто частей сухой клетчатки $C^6H^{10}O^5$ (или $C^{12}H^{20}O^{10}$ или $C^{30}H^{50}O^{25}$ могут дать 169.4 части первой (но из клетчатки прямым нитрованием Эдер не получал ее, а по моим наблюдениям получается и самая пентанитроклетчатка, отличающаяся от пироколлодия), а второй получается 166.7 части, как показывают прямые опыты и заводская практика.

Способ получения пироколлодия и его общие свойства были, как указано выше, найдены мною осенью 1890 г., но затем другие дела отвлекли мое внимание в сторону, и дальнейшие исследования могли возобновиться лишь в конце 1891 г.,

¹ Кроме того, коллодий, богатый азотом, получен мною и несколькими новыми способами реагирования.

² Прямые анализы, многократно произведенные (в 1892—1893 гг.) в лаборатории, это явно установили и утвердили.

³ Т. е. не содержащую низших степеней нитрования, растворяющихся в спирте.

когда была устроена под управлением И. М. Чельцова Морская научно-техническая лаборатория, назначенная, главным образом, для изучения взрывчатых веществ, и я, в качестве консультанта при управляющем Морским министерством по тем же вопросам, нашел возможность продолжать начатое. Поэтому все далее излагаемое, относящееся к пироколлодийному пороху, есть уже результат работ, произведенных в 1891—1895 гг. Морскою научно-техническою лабораториею. В лабораторном деле изучения пироколлодия и пороха, из него получаемого, более меня приняли участие все лица этого учреждения, а именно: И. М. Чельцов, П. П. Рубцов, С. П. Вуколов, Ф. Ю. Ворожейкин, Н. А. Смирнов и А. А. Григорович, а потому в дальнейшем должно видеть совокупный труд многих лиц, и мне во множестве случаев невозможно определить меру участия отдельных лиц в той или иной части опытных исследований, касающихся пироколлодийного пороха. Для ясности же изложения, я опишу сперва одну опытную сторону лабораторного изучения предмета, чтобы потом обратиться к указанию результатов опытной стрельбы пироколлодийным порохом, произведенной на морском полигоне, и чтобы перейти затем в следующих статьях к изложению некоторых теоретических и практических замечаний, относящихся к сравнению пироколлодийного пороха с другими видами бездымного пороха.

Осенью 1891 г. начались работы над бездымными порохами в Морской научно-технической лаборатории, и, как следовало по существу дела, первыми задачами исследований служили анализ и синтез тех видов бездымного пороха, которые до того времени получили более или менее обширное применение, выдержав разносторонние испытания. Не останавливаясь теперь¹ ни на описании приемов² испытания качества пороха, его анализа, синтеза и сравнения баллистических свойств в бомбах,³ ни над всею совокупностью полученных

¹ Часть полученных результатов будет изложена в других статьях лиц, работающих в лаборатории.

² В сочинении И. М. Чельцова («Взрывчатые вещества»), в «*Mémorial des poudres et salpêtres*» и других специальных сочинениях содержится описание этих приемов, и хотя в Морской научно-технической лаборатории введено много в них улучшений, но описание их не соответствует содержанию предлагаемой статьи.

³ Описание бомб, употребляемых для определения скорости горения (правильнее: времен достижения наибольшего давления) пороха, находится в общеизвестных статьях Сарро и Вьеля и в статье «Взрывчатые вещества», помещенной И. М. Чельцовым в Энциклопедическом словаре, издаваемом Брокгаузом и Ефровым.

данных для многих образцов как пироксилиновых, так и нитроглицериновых порохов, ни над различиями порохов, при-меняемых для ружей и пушек разного калибра, я считаю полезным привести здесь лишь некоторые из частных выводов анализа, проверенных всякий раз синтезом и опытной стрельбою, чтобы чрез то подготовить те выводы, к которым необходимо было придти после этой первой, предварительной части лабораторного труда. При этом я оставляю совершенно в стороне весь тот, наиболее продолжительный труд лаборатории, который относится к приготовлению образцов, испытывавшихся на скорость горения при различных толщинах лент, и разных плотностях заряжания, и сосредоточиваю внимание на составе материала пороха.

1) Кордит, как один из выдающихся видов бездымного пороха, оказался нитроглицериновым порохом с углеводородною подмесью, а именно содержащим, по анализам П. П. Рубцова:

В 100 весо- вых частях воздушно- сухого кордита	азота	15.1%
	нитроглицерина (с содержанием 18.3% азота ¹ и	
	с температурой плавления 8.5)	57.0
	пироксилина нерастворимого (с 13.0% азота) . .	29.1
	коллодия (растворимого в спирто-эфире, с 11.7% азота)	8.2
	углеводорода (минерального масла, в синтезе	
	замененного вазелином), содержащего 85.0% углерода и 13.8% водорода	5.1
	зола	0.35
	влажности	0.35

Так как синтетически (на основании этого анализа) составленный кордит оказал при испытании в бомбах и ружье те же качества, какие свойственны доставшимся нам его образцам, то верность анализа не подлежит сомнению. Перечисляя вышеприведенные данные на элементарный состав отдельных частей, получаем (в %):

	Углерод	Водород	Кислород	Азот	Зола
Нитроглицерин	9.2	1.30	36.1	10.4	—
Пироксилин ²	7.5	0.77	17.0	3.8	—
Коллодий	2.3	0.25	4.7	0.9	—
Углеводород	4.3	0.70	0.1	—	—
Зола	—	—	—	—	0.35
Вода	—	0.04	0.31	—	—
Кордит	23.3	3.06	58.2	15.1	0.35

¹ Вместо 18.5%, как следует по составу чистого нитроглицерина. Разность в 0.2% можно приписать нечистоте нитроглицерина.

² Состав нерастворимого (в спиртоэфире) пироксилина, судя по содержанию азота, найденному анализом, принят равным $C_{30}H_{37}N_{13}O_{51}$. На таком же основании состав коллодия принят за $C_{30}H_{39}N_{11}O_{47}$.

Для превращения всего содержащего здесь водорода в воду и всего углерода в окись углерода требуется 55.5% кислорода, а для сжигания водорода в воду, углерода же — в углекислый газ требуется 84.8% кислорода. Так как в кордите содержится лишь 58% кислорода, то значит взрыв его должен сопровождаться образованием неполных продуктов горения, т. е. окиси углерода, или водорода, или углеводородов, что и наблюдается действительно и что свойственно всем другим видам бездымного пороха, применяемого для стрельбы в пушках и ружьях.

2) Один из видов баллистита, по анализам П. П. Рубцова, содержал (в %):

Нитроглицерина ¹	49.0, т. е. С = 8.0; Н = 1.08; О = 31.0; N = 8.9
Коллодиона	49.9, т. е. С = 13.9; Н = 1.79; О = 28.6; N = 5.6
Зола	0.7
Влажности	0.3

Итого: С = 21.9; Н = 2.87; О = 59.6; N = 14.5

Здесь замечается в составе то же отношение, как у кордита, потому что для образования H_2O и CO необходимо 52.2% кислорода, для сжигания же в H_2O и CO_2 требовалось бы 81.4% кислорода, а его содержится всего лишь 59.6%. Замена нерастворимого пироксилина коллодием обуславливает в баллистите возможность производства однородной студенистой массы пороха без содействия постороннего растворителя, что удешевляет стоимость этого вида пороха.

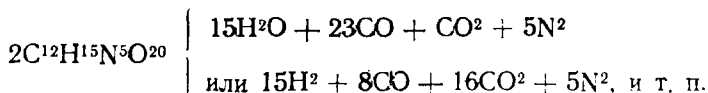
3) Но прямые общие анализы разных образцов баллистита показали, что в нем, как и в кордите, всегда более 14, даже до 15.2% азота, тогда как в пироксилиновых порохах, исследованных в лаборатории, всегда менее 12.7% азота и обыкновенно не более 12.5%. Причина такого содержания азота в пироксилиновых порохах совершенно понятна, потому что все они содержат смесь растворимой (содержащей около 11—12% азота) и нерастворимой (содержащей около 13% азота) нитроцеллюлозы и, кроме этого, в них всегда остается некоторое количество (обыкновенно более 2, до 3, даже 7%) растворителя, т. е. спирта и эфира, а многие виды такого пороха содержат еще и нитроцеллюлозу, растворимую в спирте, очень бедную азотом, содержащую его менее 10%. Из разнообразных исследований, а особенно из данных Вьеля, известно, что прямое нитрование не дает никогда продукта большей нитра-

¹ Прямо по анализу в этом нитроглицерине оказалось 18.23% азота. В коллодионе, извлеченном из этого баллистита, найдено по анализу: С = 27.85%, Н = 3.59% и N = 11.29%.

нии, чем с содержанием 13.5% азота,¹ но такой продукт непригоден вовсе для пороха, потому, что не желатинируется со смесью эфира и спирта, а желатинированный ацетоном такой пироксилин горит столь быстро, что дает опасные давления. Обыкновенно в ружейном и пушечном пироксилиновом порохе содержится подмесь не менее 15—20% коллодия, содержащего около 11% азота, и не более 80% нерастворимого пироксилина, содержащего около 13% азота, а такая смесь, от присутствия остатков растворителя, должна содержать около 12.11% азота, что обыкновенно и наблюдается в пироксилиновых видах пороха, представляющих великое разнообразие в содержании своих ближайших составных начал не только для различных сортов этого пороха, но даже для отдельных партий его производства, как видно из анализов, сделанных в лаборатории. Если даже придать такому пороху состав (более, чем в действительности бывает, богатый азотом и кислородом, притом без золы, влаги и остатков растворителя) $C^{12}H^{15}(NO^2)^5O^{10}$, то и тогда в нем будет содержаться (в %):

Углерода	26.2
Водорода	2.75
Кислорода	58.3
Азота	12.75

А отсюда видно, что для превращения всего водорода в воду и всего углерода в окись углерода необходимо 56.9% кислорода, для перевода же в H^2O и CO^2 — 91.8% кислорода, а его содержание не превосходит 58.3%, т. е. и здесь, как в кордите и баллистите, при взрыве должны происходить продукты неполного горения,² как это видно и по составу:



¹ Веществу же состава тринитрокретчатки (по Абелю) $C^6H^2(NO^2)^3O^5$ отвечает содержание 14.14% азота, что должно было бы (вследствие содержания золы и влаги) давать около 14% азота в нитрокретчатке высшей нитрации.

² Со времени открытия бурого (шоколадного) пороха, а особенно во всех видах бездымного пороха — в продуктах горения пороха является большое содержание окиси углерода. Это составляет общий недостаток новейших видов пороха, так как окись углерода, как общеизвестно, есть газ горючий и ядовитый. С этим еще придется считаться в случае военных действий, особенно в полузакрытых помещениях. Предвидя сие, необходимо заботиться об их усиленной вентиляции.

Приведенные данные, равно как лабораторные испытания баллистических свойств приготовленных образцов пироксилиновых и нитроглицериновых разных видов пороха, не давали возможности отдать прямое предпочтение ни одному из них, что согласовалось с тем, что разные страны остановились на тех или иных видах этих бездымных порохов. Нитроглицериновые пороха заслуживали особого внимания не только вследствие легкости и дешевизны их производства, но и по той причине, что они, обладая физической однородностью (они просвечивают и под микроскопом — однородны) и мягкостью, легко формуются в нити, ленты, кубы, зерна и т. п. отдельности для приносовления к калибру пушек и ружей. Но в нитроглицериновых порохах оказалось при испытании на стойкость при нагревании до 110° гораздо более склонности к разложению, чем в лучших пироксилиновых порохах. Однако, так как нитроглицерин, извлеченный из них, оказался содержащим подмеси и имеющим низкую температуру плавления, а такой нитроглицерин по опытам лаборатории гораздо легче изменчив, чем совершенно чистый, кристаллизованный нитроглицерин (легко приготовляемый по способу, найденному Морскою научно-техническою лабораториею), то можно было предполагать, что, взяв чистейший кристаллизованный нитроглицерин¹ и тщательно очищенную (стойкую, по пробе Абеля) нитроклетчатку, можно будет устранить этот недостаток нитроглицериновых порохов. Помимо этого нитроглицериновые виды пороха представляли однако еще два других недостатка, которых объяснение я стараюсь дать в дальнейшем изложении, а именно, во-первых, они, будучи пригодны для ружей и малокалиберных пушек, повсюду оказались малоприменимыми для пушек большого калибра, в 9—12 дюймов диаметром, а во-вторых, опыт всех стран, ставший ныне уже вполне известным в специальных кругах, показал, что нитроглицериновые пороха, содержащие большую пропорцию нитроглицерина, быстро выжигают (т. е. механически разрушают) стенки орудий, особенно камор и притом для большекалиберных пушек это выжигание становится явным даже после десятка выстрелов, а после ста выстрелов, как я сам видел, стенки каморы становятся настолько испорченными, что внутреннюю поверхность орудия приходится возобновлять.

¹ Приготовление такого нитроглицерина облегчилось тем особо благоприятным обстоятельством, что известный казанский завод Крестовникова стал дешево готовить чистый, кристаллизованный глицерин, который на выставке в Чикаго (1893) оказался лучшим из всех (очень многих) образцов, выставленных заводами всех стран света.

Однако для нитроглицериновых порохов, сколько можно было собрать сведений, случаи разрыва пушек, зависящие от детонации, не известны, тогда как для пироксилиновых порохов эти случаи разрыва орудий подавали поводы к большой осторожности, чем отчасти уже и объясняется то обстоятельство, что ни одна страна не вводит пироксилиновых порохов для большекалиберных пушек. Кроме более частых случаев детонации и кроме относительной сложности и дороговизны производства, пироксилиновые виды пороха представили тот существенный недостаток, что данный род этого пороха, пригодный, например, для ружей, оказался, даже после всевозможных соответственных изменений размеров лент, зерен и т. п., непригодным для орудий других калибров, потому что в них или легко детонирует,¹ или не дает надлежащего соответствия между начальными скоростями и наибольшими давлениями газов на клин. Поэтому для пушек состав пироксилинового пороха (т. е. относительное содержание пироксилина и коллодия и содержание разных замедляющих подмесей, например селитры) приходилось изменять или подбирать, что не давало общего решения задачи и представляло тем большие трудности и неудобства, что типы орудий, их относительная длина и калибры изменялись и еще должны были изменяться, как известно, повсюду. Сверх того, пироксилиновые пороха требовали, очевидно, судя по опытам даже в лаборатории (в бомбах — на скорость горения по сравнению с шашками бурого пороха), для большекалиберных пушек значительной толщины пластин, а такие пластины даже при продолжительном сушении упорно удерживают много растворителя (до 8%), который лишь медленно теряется и, следовательно, изменяет состав. Применяя же для большекалиберных пушек такой порох из пироксилина в виде более тонких пластинок, получают в результате быстрое горение, которое производит большие давления на клин, не доставляя снаряду больших начальных скоростей. Поэтому и для пироксилиновых видов пороха многие страны отказались от бездымного пороха, пригодного к большекалиберным пушкам. Но в отношении к малокалиберным орудиям пироксилиновые пороха заслуживали полного внимания не только потому, что производство пироксилина, для сего потребного, безопасно и вполне выработано, но и потому, во-первых, что стойкость таких порохов, испытываемая нагреванием до 110° Ц., легко доводилась до значи-

¹ А при детонации быстро развиваются столь большие давления, что пушка или деформируется, или разрывается.

тельной меры сравнительно с нитроглицериновыми, а это давало уверенность в сохранении качества этих порохов при хранении; во-вторых, потому, что добыча сырого материала (обыкновенно хлопковые концы или отбросы прядильного и ткацкого производств) была повсюду хорошо обеспечена; и, наконец, потому что пироксилиновые виды пороха в малокалиберных орудиях легко давали начальные скорости, превосходящие те, которые давал бурый порох, и достигающие 600, даже 800 м в секунду при тех же давлениях на клин, при которых бурый порох мог сообщать скорости только в 400—500 м.

Таким образом первые результаты лаборатории показали, что ни один из известных видов бездымного пороха не имеет полной желаемой общности применения, и как нитроглицериновые, так и пироксилиновые пороха для достижения этого желательного свойства требуют дальнейшего изучения. Изучать сразу тот и другой виды бездымного пороха, по сравнительной незначительности состава лиц Морской научно-технической лаборатории, было невозможно, а потому рождался вопрос о том, которому из двух видов бездымного пороха — нитроглицериновому ли или пироксилиновому — отдать предпочтение в ближайшее время для скорейшего достижения целей, преследуемых морским ведомством, возможность же достижения полной применимости ко всяким пушкам предвиделась как для нитроглицериновых, так и для пироксилиновых порохов. За решением этого вопроса Лаборатория обратилась к его высокопревосходительству Н. М. Чихачову, выставив на вид достоинства и недостатки того и другого рода пороха и указав на возможность, как показать предварительные попытки, при дальнейших исследованиях получить для них обоих результаты, более благоприятные, чем доньше, но, однако, без уверенности в устранении быстрого выжигания, производимого нитроглицериновыми порохами. Это последнее обстоятельство, равно как и то, что настоятельнейшую надобность в бездымном порохе флот ощущал в отношении к малокалиберным пушкам, особенно скорострельным, где, очевидно, можно было получить надежные результаты с пироксилиновым порохом, — все это заставило совещание, собравшееся у его высокопревосходительства Н. М. Чихачова, прийти к тому заключению, что в ближайшее время наиболее настоятельна лабораторная разработка именно пироксилинового пороха, тем более, что пироксилиновое производство, для снабжения мин, с 1880 г. установлено в Морском министерстве, а с 1890 г. и в сухопутном ведомстве для

производства пироксилинового ружейного пороха, а потому в производстве пироксилина не могло представиться затруднений.

Такое решение, устранявшее, по крайней мере на первое время, дальнейшее изучение нитроглицериновых порохов, не только упростило очень сложную задачу, предстоявшую лаборатории, но и должно быть считаемо в настоящее время весьма счастливым, потому что все, что после 1892 г. стало известным по отношению к нитроглицериновым порохам, не дает прямых указаний на возможность получения в этом разряде порохов вполне хороших результатов, особенно же устранения выжигания ими орудий.

Приступив к ближайшему изучению пироксилиновых видов пороха, лаборатория пожелала сперва подвергнуть опыту тот вид бездымного пороха, который получится из пироколлодия, как вещества, содержащего столько же (около 12.5%) азота, сколько его в обычных пироксилиновых порохам,¹ и долженствующего представлять важное пред ними преимущество — совершенной однородности его желатинированной массы. Если такой пироколлодийный порох, думалось при этом, не будет представлять на деле всей совокупности желаемых качеств, то все же над ним лучше, чем над каким-либо иным пироксилиновым порохом, можно будет изучить изменяемость скорости горения в зависимости от измерения лент и зерен, и он, как новая форма пороха, полученная из вещества, еще другим исследователям неизвестного (пироколлодия), должен представить свою совокупность качеств, весьма полезных для дальнейшего изучения пироксилиновых порохов. На основании этого соображения с начала 1892 г. Лаборатория приступила к разностороннему изучению пироколлодийного пороха, приготовлявшегося из пироколлодия, который готовился по способу, найденному в 1890 г. Многократное приготовление пироколлодия убедило, что, следуя принципам, установленным для этой цели, всегда получается вещество, содержащее около 12.5% азота, вполне желатинируемое, легко превращаемое в желаемые виды пластинок, при высыхании дающее упругую и однородную прозрачную массу, сходную по виду с клеем и целлулоидом и способную взрывать в запертом пространстве, не оставляя никаких следов остатка. Что касается сохраняемости, то, при должной мере промывки мязги водою, пирокол-

¹ Если в самом пороховом пироксилине (до желатинирования) будет даже 13% азота (а обыкновенно не более), то и тогда при содержании 4% растворителя и 1% влаги, в порохе будет уже только 12,35% азота.

лодий оказался не только удовлетворяющим пробе Абеля (нагреву при 65°) в течение 10—20 минут, как то требуется от обычного пироксилина, но выдерживающим эту пробу целые часы, особенно при том условии, не раз испытанном в Лаборатории, чтобы за промывкою водою следовало промывание спиртом; готовый же (т. е. желатинированный, превращенный в пластинки и высушенный) порох из пироколлодия оказался выдерживающим нагрев до 110° Ц., никак не в меньшей мере, чем наилучшие из известных видов пироксилинового пороха; в образцах из хорошо промытого пироколлодия не удалось замечать условного изменения (т. е. красноты очень чувствительной лакмусовой бумажки) после 8-часового нагревания при 110° . Первые пробы пироколлодийного пороха были превращены в сравнительно тонкие ленты, которые испытывались в бомбе параллельно с пробами данного бурого пороха на время горения, чтобы можно было применить новый порох в тех скорострельных пушках, для которых применялись зерна определенной величины и плотности бурого пороха. Таким образом легко были подобраны, по лабораторным опытам в бомбах, размеры пластин, соответствующие по временам горения обыкновенному пороху, применяемому в 47-миллиметровых скорострелках флота, а также для 3-линейной винтовки нового образца, приравнивая при этом последнем случае времена горения к тем временам, какие дал в бомбе принятый ныне образец бездымного ружейного пороха.

Так как обе эти задачи легко разрешались, т. е. пироколлодийный порох при сравнительно небольшом числе проб дал ленты и зерна, горящие в такие же времена, как бурый порох в скорострелках и пироксилиновый в ружьях, то в Лаборатории были приготовлены также зерна (кубической формы) и ленты или пластинки разных больших толщин и для них испытаны были в бомбах времена горения (правильнее: времена достижения наибольших давлений). Опыты эти имели решающее значение, потому что они показали для пироколлодийного пороха зависимость времени горения от толщины пластинок (или, общее, от отношения веса к величине поверхности), и эта зависимость оказалась более благоприятною и шире изменяющеюся, чем для всех иных известных видов бездымного пороха, а именно с первых же опытов стало очевидным, что из пироколлодийного пороха легко получают пластинки, скорость горения (т. е. время обжата крешера при горении пороха в бомбе) которых по произволу изменяется от 10 до 200 десятитысячных секунды, т. е. варьирует в пределах всех тех изменений, какие встречаются в черных

и шоколадных видах (зернах) пороха, применяемых в стрельбе. Притом опыт показал, что при возрастании толщины в n раз, время горения (обжатия крешера) пироколлодийного пороха возрастает почти в n же раз, для всех же других видов бездымного пороха, особенно для пироксилиновых, по мере увеличения толщины пластинок в n раз, времена горения (обжатия крешера) возрастают менее чем в n раз. Поэтому, увеличивая толщину, нельзя придать таким видам пороха значительную медленность горения, необходимую для большекалиберных пушек, не вводя посторонних замедляющих подмесей, тогда как для пироколлодийного пороха это оказывалось легко возможно. Отсюда уже становилось весьма вероятным, что пироколлодийный порох можно было легко приноровить ко всем калибрам орудий и что его горение идет всегда правильно, последовательными слоями, не сопровождаясь детонацией даже в слабой пропорции. Многочисленные данные, относящиеся к этому ряду наблюдений, не приводятся мною по той причине, что они должны составить предмет особой статьи, и притом в наблюдениях этого рода личное мое участие было весьма ограниченным, так как опыты в бомбах производились исключительно Н. А. Смирновым, а в получении пироколлодийных и других видов пороха участвовали все лица Лаборатории. Сверх всего этого необходимо обратить внимание на то, что определения скоростей обжатия крешеров в опытной бомбе или так называемых скоростей горения пороха, сами по себе имеют значение лишь прямо лабораторное и без прямых опытов стрельбы из пушек не могут иметь полной практической убедительности, потому что в пушках имеют большое значение многие обстоятельства, связанные с их устройством и действием, например вес снаряда, масса пороха, размер каморы, ее температура во время горения заряда и т. п. Поэтому для полной убедительности в пригодности пироколлодийного пороха к стрельбе из орудий необходимо было изготовить такие количества этого пороха, которые нужны для испытания его в орудиях. Первые опыты этого рода, начатые в мае и оконченные в июне 1892 г., относились к скорострельным пушкам калибром в 47 мм по той причине, что для них настоятельнее всего требуется введение бездымного пороха, и их заряд расходует сравнительно малый вес пороха, а приготовление его для первых опытов необходимо было вести в самой Лаборатории, средства и размеры которых не позволяли думать о возможности приготовления таких количеств пороха, которые требуются для опытной стрельбы из орудий значительных калибров, так как для них необходимы значи-

тельные массы пороха. Когда решено было приступить к опытам стрельбы из 47-миллиметровой одностольной скорострелки, тогда Лаборатория заготовила несколько фунтов пироколлодийного пороха в лентах такой толщины, чтобы времена горения их (по опытам в бомбе) отвечали тем, какие в бомбе давал бурый порох, употребляемый для этих пушек. Сверх того, было заготовлено некоторое количество лент немного меньшей толщины и было определено, что заряд пироколлодийного пороха должен, для получения обычной (с бурым порохом) начальной скорости (около 1950 футов в секунду), весить около 80 золотников. Но на полигоне, ради полной осторожности в испытании нового пороха, первые выстрелы были произведены с меньшим весом пироколлодия. Эти первые опыты на полигоне произведены были 9 и 12 июня 1892 г. Их результаты приведены вместе с другими в этой главе. Испытание стрельбою из пушки представляло еще важность в том отношении, что должно было показать, сколь точно можно по лабораторным опытам в малом виде (в бомбах) судить о действительной стрельбе по отношению к толщине пластинок, весу заряда и начальной скорости.

Первые опыты стрельбы пироколлодийным порохом на полигоне показали уже: 1) что ни дыма, ни следов какого-либо остатка в канале орудия пироколлодийный порох не дает; 2) что лабораторными исследованиями (в бомбе—на скорость горения) определяются с достаточным на первый раз приближением толщина пластинок и вес заряда, дающие ту же начальную скорость, какая получается с испытанным бурым порохом, но в пушке достигается немного высшая скорость, чем была разочтена, и расход пороха немного менее разочтенного, т. е. действительность еще лучше ожидания; 3) что наибольшее давление на клин при стрельбе пироколлодийным порохом гораздо ниже, чем при стрельбе бурым порохом, когда выбрасываемый снаряд получает ту же начальную скорость; 4) что поэтому с пироколлодийным порохом, увеличивая вес заряда и подбирая соответственную толщину пластинок, легко получить более значительные начальные скорости, не насилая орудия, т. е. оставаясь в пределах тех внутренних давлений, какие допускаются при стрельбе обычным (бурым) порохом и 5) что пироколлодийный порох не только не уступает другим видам бездымных порохов, испытанных в том же орудии, но и во многих отношениях их превосходит, особенно же по однообразию получаемых начальных скоростей и давлений на клин.

К опытам с увеличенным весом заряда для достижения

высших скоростей нельзя было приступить как по недостатку запаса пороха, так и по той причине, что для них должно было иметь запас лент разной толщины, потому что уже теоретически ясна необходимость иметь для испытания в данной пушке пороха, быстрее или медленнее горящие, когда желательно достижение разнообразных скоростей и получение наивыгоднейшего, т. е. желаемого результата.

Первые опыты стрельбы пироколлодийным порохом, произведенные весной 1892 г., имели особое значение в отношении к тому, что укрепили доверие к лабораторным приемам изучения пороха и возбудили настоятельное желание произвести испытание нового пороха в орудиях всех возможных размеров, потому что лабораторные испытания (на скорость горения, в бомбах) показывали, что пироколлодийный порох одинаково пригоден для стрельбы из орудий всех размеров и в этом отношении наиболее ясно выделяется из всех донныне известных видов бездымного пороха. По этим соображениям, управляющий Морским министерством, по представлению Морского технического комитета, приказал заготовить осенью 1892 г., на Морском пирооксилиновом заводе, в виде опыта, первые сто пудов пироколлодия. Производство велось под наблюдением ассистентов научно-технической лаборатории Ворожейкина и Григоровича и было выполнено с обычными приборами этого завода¹ без особых затруднений, так что вся партия в 100 пудов весом могла уже быть с января 1893 г. подвергнута дальнейшей переделке (сушением, желатинированием, выдавливанием в ленты определенной толщины и их сушением для удаления растворителя) в порох. Эта переделка пироколлодия в порох производилась на Охтенском пороховом заводе обычными приемами, применяющимися там для получения бездымного пороха. Как только готовый пироколлодийный порох был доставлен с Охтенского завода, артиллерийский отдел Морского технического комитета приступил к производству опытной стрельбы из пушек все большего и большего калибра, начиная от 37-миллиметрового (около 1½-дюймового) и кон-

¹ Хотя пироколлодий, как своеобразный вид нитроклетчатки, выгоднее всего должен готовиться по способам, особо для него приспособленным, но спешность, с которою ведется все пороховое дело, и риск затянуть производство пробных партий заменю привычных приемов — новыми, заставляли, и по сих пор заставляют, держаться при валовом производстве пироколлодия приемов, применяемых в пирооксилиновом производстве. Время улучшать и удешевлять производство пироколлодия может настать только тогда, когда закончится период опытов и спешного снабжения и можно будет приступить к переделке завода и соответственным заводским испытаниям.

чая 12-дюймовым калибром орудий, т. е. старался убедиться в применимости пироколлодийного пороха ко всем разнородным видам орудий, применяемых во флоте. Результаты этой стрельбы приведены в этой же главе далее. При этом все выстрелы производились на полигоне, где имеются все приспособления для определения как начальных скоростей полета снарядов (хронографы Ле-Буланже и Бреже), так и наибольших давлений, оказываемых пороховыми газами на дно каморы (применен способ крешеров, помещенных в затворе или клине). Опыты эти произведены в апреле—июне 1893 г., и их результаты приведены далее. При рассмотрении этих результатов, вообще вполне благоприятных для пироколлодийного пороха, не должно забывать:

1) Что в распоряжении был лишь сравнительно малый запас пироколлодийного пороха и было желательно произвести им испытание во всех видах орудий, а каждый выстрел 12-дюймовой пушки расходует целые пуды пороха (даже до $6\frac{1}{4}$ пуда на один выстрел).

2) Что в распоряжении были пластинки пироколлодийного пороха лишь немногих (а именно 7) различных толщин, и варьировать толщину пластин можно было лишь для малокалиберных пушек, а потому результат опытов в каждой пушке не мог быть наилучшим возможным с данным порохом в данной пушке, так как для сего необходимо было иметь большое разнообразие в толщине пластинок, или иметь предварительный ряд данных, по которому можно вперед установить наилучшую толщину, соответствующую орудию (давлениям, которые оно может безопасно выносить) и желаемым скоростям. Толщины заказанных пластинок определялись лишь лабораториею по опытам в бомбах.

3) Что испытания, произведенные в лаборатории, показали во всех образцах полученного пороха остаток растворителя в количестве от 3 до 7% и притом в толстых пластинках более, чем в тонких, а в пластинках данной толщины замечалась некоторая, хотя и незначительная, изменчивость в содержании растворителя, влияние же этой подмеси доныне еще нельзя считать достаточно выясненным (выяснение этого влияния и возможность его устранения составляло предмет лабораторного исследования конца 1893 г.).

4) Что толщина пластинок данного сорта, вследствие малого количества произведенного пороха, не могла быть вполне однообразною, так что, например, при средней толщине пластинок в 0.64 мм встречались толщины от 0.45 до 0.90, а это должно было отзываться некоторою разностью давлений и ско-

ростей, в чем убедились особыми опытами, отбирая пластинки наибольшей и наименьшей толщины; в дальнейшем своде наблюдений эти различия не приняты во внимание.

5) Что в разные дни опытов температуры и вообще плотности воздуха были не одинаковы, приводимые же числа не исправлены в сем отношении, потому что на всю совокупность этих первых опытных данных должно было смотреть лишь как на первую рекогносцировку в отношении к решению вопроса о применимости пироколлодийного пороха к стрельбе из орудий, применяемых ныне во флоте.

6) Что орудия, из коих стреляли на опытах пироколлодийным порохом, приноровлены по своей конструкции к черному и бурому пороху, а для бездымного пороха, подобного пироколлодийному, т. е. не оставляющего никакого остатка и могущего развивать массы газа гораздо большие, чем бурый порох, очевидно необходимы некоторые специальные изменения (например, в отношении емкости каморы, длины ствола и т. п.), при которых действие пороха будет наиболее благоприятным.

7) Что начальные скорости снарядов, получившиеся в опытах, никоим образом не могут быть считаемы за предельные, достигаемые во взятых орудиях пироколлодийным порохом при данном наибольшем давлении, потому что в первых опытах стрельбы не могли быть взяты наиболее соответствующие орудиям толщины пластинок названного пороха, и увеличивать заряды для достижения ими высших возможных скоростей было невозможно по малости запаса всего пороха. Сделано было лишь то, что было крайне необходимо для первого раза.

Принимая во внимание вышесказанное, тем не менее из опытов, произведенных на полигоне, необходимо заключить:

1) Что пироколлодийный порох в орудиях всех калибров сообщает снарядам скорости, замечательно однообразные, при постоянном весе заряда, при постоянной толщине пластинок и при данном содержании оставшегося растворителя.

2) Что он, будучи чувствителен в отношении к изменению толщины пластинок, может быть приноровлен к желаемым требованиям для орудий всяких калибров.

3) Что давления, им развиваемые, гораздо ниже, чем развиваемые бурыми или черными порохами, когда достигаются те же начальные скорости.

4) Что в опытах со всеми орудиями при взятых (мало пригнанных) толщинах лент и при давлениях, допускаемых с бурым порохом, пироколлодийный порох легко сообщает началь-

ные скорости на 20—30% (например для 9-дюймовой пушки) большие, чем с бумым порохом.

Эти испытания, далее подробнее разбираемые, показали, что пироколлодийный порох ответил, даже в первых пробах, основным задачам бездымного пороха в такой мере, какой не дают другие известные виды бездымных пироксилиновых порохов, из которых он выделился тем, что оказался сразу пригодным и совершенно безопасным для орудий всех калибров, ничего не изменяя в качестве материала, а изменяя лишь размеры лент.

Однако прежде, чем излагать результаты первой опытной стрельбы пироколлодийным порохом из пушек на полигоне, я считаю полезным сообщить сведения о результатах, полученных Лабораториею в малокалиберном ружье, потому, во-первых, что ружье составляет в сущности не что иное, как орудие низшего калибра и большой относительной длины; во-вторых, потому, что опыты с ружьем при всех необходимых определениях (вес снаряда и заряда, начальной скорости и давления на клин) производятся легко в самой лаборатории и, требуя малый вес пороха, могут видоизменяться и повторяться в такой мере, какая недоступна для опытной стрельбы из пушек; в-третьих, потому что, как мы видели вначале, ружейные бездымные виды пороха изучены лучше пушечных, следовательно желательно было сравнить пироколлодийный порох именно, между прочим, и в ружьях, и наконец, в-четвертых, потому что пироколлодийный порох, специально изучавшийся и приноровлявшийся к пушкам разных калибров, оказался на опыте не только вполне пригодным для ружей, но даже, отчасти, хотя и незначительно, превосходящим пироксилиновые виды ружейного пороха, испытанные лабораториею и взятые из лучших известных видов этого пороха. Превосходство это особенно ясно выражается в двух отношениях: в постоянстве результатов и в постепенной равномерности возрастания давлений и скоростей по мере увеличения заряда. Постоянство скорости, очень важное для прицельности при стрельбе на большие дистанции, достигаемое при пироколлодийном порохе, становится понятным из того, что состав его по существу дела будет постоянным, если исходный материал всегда имеет один состав, чего нельзя сказать про пироксилиновый ружейный порох по той причине, что он есть всегда смесь нитроклетчаток с различной степенью нитрации, а потому возможная однородность состава и действия при пироксилиновых порохах достигается лишь составлением искусственных смесей, причем могут легко встретиться случайности всякого

рода. Что же касается последовательности (без взятых скачков или быстрых перемен) изменения скоростей и давлений при постепенном изменении веса заряда, то она определяется как для ружей, так и для пушек, двумя особенностями пирокolloидного пороха, ясно отличающими его от пироксилинового пороха, а именно: физической однородностью и медленностью горения. Все виды пироксилиновых порохов, по виду, составу и способу производства, очевидно физически неоднородны, непрозрачны, содержат смесь желатинированного коллодия и нерастворимого пироксилина, тогда как порох пирокolloидный, особенно столь тонкий (около $\frac{1}{4}$ мм), как ружейный, так же прозрачен, как слой желатины, и явно физически однороден. Медленность же, конечно относительная, горения лент или пластинок пирокolloидного пороха видна (даже без всяких хронометрических определений в бомбах) особенно ясно при ружейном порохе из того, что результаты (т. е. определенные начальная скорость и давление) данного рода получаются с этим порохом при толщинах пластинок гораздо (на 20, даже до 40%) меньших, чем для видов пироксилинового пороха.

Ружье, служившее для опытов, имеет диаметр в 8 мм, длина ствола его 805 мм, вес пули 13.77 г. С выбранным как наилучший пироксилиновым порохом, при практически применимом весе заряда $q = 2.38$ г, получены при многих выстрелах давления, изменявшиеся от 2300 до 2700 атмосфер (ат), в среднем около $P = 2500$ ат, а начальные скорости — от 617 до 632 м в сек., в среднем 625 м или $V = 2050$ футов. Следовательно, отношение скорости (в футах) к давлению (в атмосферах) здесь для среднего $\frac{V}{P}$ около 0.82, как это

и принято для лучших видов пироксилинового пороха в современных малокалиберных ружьях, приспособляемых к рабочему давлению около 2500 ат. Само собою разумеется, что порох тем лучше в баллистическом отношении (которое и есть важнейшее), чем (в данном огнестрельном приборе) для него выше дробь $\frac{V}{P}$, потому что тогда с этим порохом можно

получать высшие скорости, не насилая стенок, т. е. при том же P . Что же касается экономической стороны дела (имеющей свое значение, но, конечно, не первостепенное), то для сравнения результатов стрельбы по отношению к данному огнестрельному прибору особое значение имеет определение (выраженное в условных единицах) произведения $V^2 \cdot \frac{G}{q} = T$

где V есть начальная скорость, которую мы будем выражать футами, как принято на полигоне, G есть вес выбрасываемого снаряда и q — вес порохового заряда, выраженный в тех же единицах, как и G . Так как полезная живая сила снаряда, развиваемая единицею веса пороха, пропорциональна произведению квадрата скорости снаряда на его вес G и обратно пропорциональна количеству или весу порохового заряда q , то вышеприведенная величина T пропорциональна живой силе, развиваемой весовою единицею пороха. В этом смысле порох тем лучше и заряд тем экономичнее, чем T больше. Но так как при данном порохе и оружии возрастание скорости сопряжено как с возрастанием веса заряда, так и с увеличением давления P , то по одной величине T еще нельзя ценить достоинство пороха, — оно определяется так же, как указано выше, отношением $\frac{V}{P}$, а потому общее суждение о порохе может, до некоторой степени, определяться произведением двух указанных величин. Это произведение мы означим через Z , т. е.

$$Z = \frac{V}{P} V^2 \frac{G}{q} = V^3 \frac{G}{Pq};$$

V даны далее в футах, P в атмосферах ($= 1.0333$ кг на кв. см). По среднему вышеуказанному результату для пирооксилинового пороха в 8-миллиметровом ружье ($V = 2050$, $P = 2500$, $G = 13.77$ г и $q = 2.38$ г);

$$\frac{V}{P} = 0.820; T = 243 \cdot 10^5; Z = 199 \cdot 10^5.$$

Эти величины ($\frac{V}{P}$, T и Z) мы станем рассчитывать и для всех данных, полученных при стрельбе пироколлодийным порохом, потому что по ним лучше, чем по прямым данным опыта, можно сделать правильные выводы и легко судить о тех изменениях, которые отвечают переменам в весе заряда и в толщине лент.

Опытов ружейной стрельбы пироколлодийным порохом было так много, что нельзя и думать привести всю их совокупность, а потому, мы берем лишь немногие средние результаты, показывающие влияние изменения веса заряда и толщины пластинок.¹

¹ Особенно многочисленные опыты произведены были П. П. Рубцовым и др. для определения влияния состава пороха, а именно содержания азота во взятой натроклетчатке, количества остающегося растворителя (следовательно и плотности пороха) и подмеси различных количеств нитрогли-

Ружье и пуля те же, как прежде; в начальном пироколлодии (мязге) было 12.5% азота, толщина пластинок 0.255 мм, плотность 1.621, изменялся лишь вес заряда q :

q (в грам- мах)	P (в атмо- сферах)	V (в футах)	V/P	T	Z	V/q
2.3	2031	2041	0.981	$249 \cdot 10^5$	$244 \cdot 10^5$	888
2.4	2108	2087	0.990	$250 \cdot 10^5$	$247 \cdot 10^5$	870
2.5	2352	2136	0.908	$251 \cdot 10^5$	$228 \cdot 10^5$	854

В последнем столбце приведены значения дроби V/q показывающей отношение скоростей к расходу пороха при изменении заряда. Величина это здесь, как и всегда для данного оружия, падает с возрастанием веса заряда, если порох успевает сгорать в стволе, и все горение однообразно, а по правильности этого изменения легко рассчитывать заряд, необходимый для достижения желаемой скорости, что имеет в опытной стрельбе свое значение. Величина эта для пироксилинового пороха ($\frac{2050}{2.38} = 861$) при том же весе заряда немного меньше, чем для пироколлодийного, а это уже указывает на некоторое преимущество последнего. Из сравнения других величин это выступает, однако, очевиднее.

Сравнивая величины V/P , T и Z с полученными для лучшего пироксилинового пороха, видим явное преимущество: V/P — всегда явно больше; T — хотя немногим, но все же выше, чем у пироксилинового пороха, а потому и Z больше, т. е. пироколлодийный порох и баллистически, и экономически более, чем пироксилиновый, подходит к современным малокалиберным ружьям, или, говоря проще, выгоднее пироксилинового. Особенно же ясно выступает это в том, что пироколлодийный порох, давая давления ниже 2500 ат, легко развивает скорости на несколько процентов большие (до 650 м), чем пироксилиновый порох (до 625 м) при 2500 ат. Но для этого, конечно, его лентам должно придать соответствующую толщину, так как при уменьшении толщины хотя увеличивается начальная скорость, но в то же время возрастают и

церины (чтобы им наверстать или сжечь подмесь остающегося растворителя), но описание этих опытов, имеющих особый самостоятельный интерес, завлекло бы нас в сторону, а потому предмет этот сам по себе и по отношению к ружейному пороху должен составить особую статью, одну из многих, которые выразят результаты исследований, произведенных лицами Научно-технической лаборатории морского ведомства.

давления. Однако и это возрастание совершается лишь постепенно, как видно из примера трех средних, полученных с тем же пироколлодием в такой же почти степени¹ сушки (плотность от 1.618 до 1.621) и при весе заряда $q = 2.30$ г:

Толщина (в милли- метрах)	P (в атмо- сферах)	V (в футах)	V/P	I	Z
0.225	2431	2057	0.849	$253 \cdot 10^5$	$215 \cdot 10^5$
0.255	2081	2041	0.981	$249 \cdot 10^5$	$244 \cdot 10^5$
0.300	1588	1847	1.163	$204 \cdot 10^5$	$238 \cdot 10^5$

Из того, что частное $\frac{V}{P}$ возрастает с толщиной пластинок, можно было бы полагать, что выгодно увеличивать толщину, но так как работа T при этом уменьшается, то очевидно, что есть optimum при некоторой средней толщине, и за таковую должно считать, судя по опыту, толщину, близкую к 0.25 мм, так как с нею даже при заряде около 2.35 г совершенно правильно достигается скорость, явно большая, чем при лучшем пироксилиновом порохе, давление же гораздо меньшее, чем допускаемое в ружье. При давлении, подходящем к 2500 ат, получаются при такой толщине скорости, по крайней мере на 10% превосходящие средние скорости пироксилинового пороха. Здесь видно, что наш порох, для ружья вовсе не предназначенный, отвечает и этому оружию. Очевидно, что в ружье пироколлодийный порох (изменяя лишь толщину его лент), может удовлетворить не только современным требованиям, но и тем дальнейшим задачам (дальнейшему уменьшению калибра или облегчению, полному однообразию скоростей или лучшей прицельности и возвышению начальной скорости, т. е. силе и дальности стрельбы), которые уже занимают многих и должны составить предмет дальнейших улучшений сухопутной войны.

¹ Степень сушки пороха, т. е. полнота удаления из пороха остатков растворителя, явно, судя по опытам нашей Лаборатории, выражается в изменении плотности и определенно влияет на баллистические данные. Но я, пока, не касаюсь этой важной стороны дела как потому, что она заслуживает специального разбора, так и потому, что заводские опыты не доведены до конца. Полная сушка для пироколлодийного пороха дает наилучшие результаты, для пироксилинового же, особенно пушечного, избегается, потому что тогда результаты (т. е. давления и скорости) становятся очень неоднобразными. Теоретически это понятно, как видно из сообщаемого в II главе.

Сила же военного флота, при прочих одинаковых условиях, определяется прежде всего силою и скорострельностью орудий, а потому в отношении к флоту преимущественный интерес представляет пушечный порох. Впоследствии будут сообщены и разобраны результаты, достигнутые с тщательно приготовленным пироколлодийным порохом в 1894 и 1895 гг. в различных пушках, теперь же мы остановимся лишь на результатах первых испытаний, произведенных Морским артиллерийским комитетом на морском Охтенском полигоне в 1892 г. и весной 1893 г. с теми первыми пудами пороха, которые переделаны были на Охтенском пороховом заводе. Так как число выстрелов неизбежно было ограниченным и порох особо не подбирался к пушкам, то на эти результаты должно смотреть, как на первую приближенную рекогносцировку, задачи которой состояли только в определении пригодности пироколлодийного пороха к орудиям разных калибров.

Полученные результаты сведены вместе и расположены по калибрам орудий, начиная с малых скорострелок. При этой первой стрельбе было обращено более внимания на два крайние предела, т. е. на малокалиберные скорострелки, особенно на 47-миллиметровую пушку, и на самые большие, 9- и 12-дюймовые пушки, так как порох, удовлетворяющий этим орудиям, очевидно, должен удовлетворять и обычным — средних калибров. С своей стороны, стараясь в этой главе сохранить объективность изложения, я отлагаю до II главы те обобщения, которые имелись в виду в течение уже первых опытов и вытекают из их совокупности. Необходимо заметить, что при организации первых опытов, которыми заведывал адмирал С. О. Макаров, вовсе не имелось в виду определение высших скоростей, доставляемых пироколлодийным порохом, а главным образом определение тех давлений, которые получаются при достижении начальных скоростей, обычных при стрельбе бурым порохом из данного орудия, а потому ради осторожности начинали с малыми зарядами и только тогда повышали их, когда получали давления меньшие, чем с бурым порохом.¹ Тем не менее скорости превосходили во всех орудиях те, какие дает бурый порох, и это превышение достигло, например в 9-дюймовой пушке, 30%. А так как, под-

¹ Однако и на описываемых первых опытах уже получались громадные скорости — около 800 м в сек. (около 2600 футов), — чуждые обычной артиллерийской практике.

бирая соответственную толщину лент и заряд, можно повысить скорость, не повышая давления, как видели в ружьях, то очевидно, что приводимые далее цифры вовсе не показывают наибольших скоростей, доставляемых пироколлодийным порохом в данном орудии при определенном заряде. Следовательно, подыскивая наиболее подходящую толщину лент и подбирая соответственный вес заряда, — очевидно — с пироколлодийным порохом можно иметь лучшие результаты, чем те, которые получены при первой опытной стрельбе. Они ныне уже и достигнуты.

1. Наименьшая испытанная пушка имела калибр 37 мм, длину 22.75 калибров, емкость каморы 90.68 куб. см, вес снаряда $q = 118\frac{1}{2}$ золотников. С пироколлодийным порохом сделано было всего 16 выстрелов при весе заряда q от 6 до 10 золотников, но в 3 первых выстрелах не отмечено показаний скорости и давлений, а в 8 выстрелах взяты для пробы пластины чресчур большой толщины; таким образом остается лишь 8 выстрелов, произведенных с порохами соответственной и возможно однородной толщины, какой получены ленты с завода. Они дали:

Число стрелов	Вес заря- да q (в золот- ни- ках)	Давление P (в атмо- сферах) от до	Начальная скорость V (в футах) от до	$V P$	Средняя работа единицы веса, T	Z	V/q
1	6	875	1081	1.235	$231 \cdot 10^5$	$286 \cdot 10^5$	180
2	8	920—945	1331—1340	1.432	$264 \cdot 10^5$	$378 \cdot 10^5$	167
3	$8\frac{1}{4}$	1040—1165	1360—1389	1.247	$271 \cdot 10^5$	$338 \cdot 10^5$	166.6
1	$8\frac{1}{2}$	1265	1412	1.116	$278 \cdot 10^5$	$310 \cdot 10^5$	166
1	9	1440	1492	1.036	$293 \cdot 10^5$	$302 \cdot 10^5$	165.8

В последнем столбце под знаком V/q дано отношение между скоростью и весом заряда; постепенная последовательность изменения этого отношения и почти достижение им некоторой постоянной величины явно указывает на доброкачественность опыта и на пригодность пороха. Отношение это, очевидно, должно изменяться как с изменением толщины пластинок (а именно при возрастании толщины должно уменьшаться), так и в случае стрельбы иным снарядом или орудием.

Что касается важнейшего в баллистическом отношении данного $\frac{V}{P}$, то при первом выстреле (6 золотников) заряд был чресчур мал и частное $\frac{V}{P}$ вышло меньше, чем при заряде в 8 золотников, указывая на то, что для всякого орудия практически пригодной стрельба делается лишь после того, когда достигаются соответственные орудию скорости.

Начиная же с 8 золотников $\frac{V}{P}$, как и Z , быстро падают, а это указывает на то, что при взятой толщине, хотя легко достигаются высшие, чем 1081 футов, скорости, даже до 1500 футов, но для их получения будут пригоднее иные толщины. Величина живой силы T , однако, при всех примененных зарядах, по мере их увеличения, возрастает столь правильно, постепенно и значительно, что отсюда уже видно, что даже с лентами взятой толщины, во взятой пушке можно достигать еще больших скоростей, как видно из почти полного постоянства V/q при возвышении заряда от 8 до 9 золотников.

По отношению к 37-миллиметровой пушке заметим, что с обычным артиллерийским порохом, при том же снаряде она дает начальную скорость 1320 футов, когда употребляем заряд в $18\frac{3}{4}$ золотников и получается давление в 1200 ат; для этой пушки рабочее давление около 1450 ат.

II. Однствольная скорострельная пушка, калибр 47 мм, длина 43.574 калибра, емкость каморы 845.5 куб. см. Стрельба бурым порохом, при весе заряда в 168 золотников, сообщает снаряду, весящему $G = 353$ золотника, начальную скорость 1970 футов и развивает давление в 2030 ат, предельное допустимое давление 2500 ат. Отсюда работа единицы веса бурого пороха здесь $T = 81.5 \cdot 10^5$. С пирокolloдийным порохом из этой пушки сделано было всего (с 9 вышеупомянутыми выстрелами 1892 г.) 49 выстрелов, но из них 12 выстрелов, произведенных 1, 2 и 3 апреля 1893 г., должно исключить вследствие неудовлетворительности действия в эти дни хронографа, определяющего начальные скорости. В остальных 37 выстрелах пирокolloдийный порох имел различную толщину и применялся при различной степени высушивания. При большей толщине лент сделано было 7 выстрелов, с лентами средней толщины всего 24 выстрела, а с пластинками наименьшей (из взятых) толщины — 6 вы-

стрелов. Вес снаряда = 351 золотнику. Сначала приводим данные для пластинок меньшей толщины:

Число выстрелов	Вес заряда, q (в золотниках)	Давление среднее P (в атмосферах)	Начальная скорость V (в футах)	V, P	T	Z	V/q
1	80	2045	2287	1.118	$229 \cdot 10^5$	$256 \cdot 10^5$	28.6
1	81	2080	2298	1.105	$229 \cdot 10^5$	$253 \cdot 10^5$	28.4
4	82	2147	2316 ¹	1.079	$229 \cdot 10^5$	$247 \cdot 10^5$	28.2

Результаты эти, при всей недостаточности числа выстрелов, явно указывают на большую правильность действия пироколлодийного пороха и на то, что им легко достигаются при тех же давлениях скорости, значительно превосходящие бурый порох, требуя заряда в 2.1 раза меньшего по весу. Величина T , или полезная живая сила единицы веса при этой толщине, оказывается большею, чем при других толщинах пластинок в той же пушке (см. далее), но меньшею, чем достигаемая в 37-миллиметровой скорострелке и в ружье, но не должно упускать из виду, что здесь скорости гораздо больше, что без сомнения имеет свое значение.

С лентами средней толщины сделано было гораздо более выстрелов, а потому мы подробнее приводим все результаты этой стрельбы, совокупляя вместе данные, полученные как при нормальной степени сушки (т. е. удаления остатков растворителя), так и при неполном высушивании,² означая, однако, эти последние звездочкою, потому что строго сравнимыми результаты можно считать только тогда, когда степень сушки и толщина пластинок доведены до однообразия, какого в сущности не было при первых опытах заводского приготовления пироколлодийного пороха.

¹ А именно, от 2313 до 2319 футов. Малочисленность выстрелов пороком этой толщины (при том недостаточной точно изготовленной для первых опытов) не позволяет особо останавливаться над постоянством скоростей.

² Строго говоря, все известные виды бездымного пороха, получаемые из нитроклетчатки и желатинируемые растворителем (например, смесью эфира со спиртом), оставленные на некоторое время в закупоренном сосуде, выделяют летучие части, а потому дают запах, именно по причине содержания остатка растворителя. Некоторые виды пироксилиновых порохов (по отнюдь не пироколлодийный порох), особенно пушечных, высушивания не выдерживают, потому что после него, сторяя, дают чрезчур высокие и неравномерные давления.

Число выстрелов	Вес заряда q (в золотниках)	Давление P (в атмосферах)			Начальная скорость V (в футах)			$V_i P$	Средняя ра- бота единицы веса пороха, l	Z	$V_i q$
		от	сред- ней	до	от	сред- ней	до				
4	75	1805	1810	1815	2088	2092	2094	1.156	$205 \cdot 10^5$	$237 \cdot 10^5$	27.9
2*	80	1880	1945	2010	2159	2180	2200	1.121*	$209 \cdot 10^5$	$231 \cdot 10^5$	27.3*
2	82	1975	1985	1995	2265	2266	2268	1.141	$220 \cdot 10^5$	$252 \cdot 10^5$	27.6
2	83	2010	2028	2045	2286	2288	2289	1.128	$220 \cdot 10^5$	$248 \cdot 10^5$	27.6
4*	84	1970	2012	2055	2287	2295	2303	1.141*	$220 \cdot 10^5$	$252 \cdot 10^5$	27.3*
8	86	1990	2025	2090	2315	2328	2337	1.149	$221 \cdot 10^5$	$254 \cdot 10^5$	27.1
2	88	2040	2110	2180	2361	2362	2363	1.120	$223 \cdot 10^5$	$250 \cdot 10^5$	26.8

Средняя величина отношения $\frac{V}{P}$ (около 1.13) здесь немного более, чем для более тонкого сорта, как вышло и для ружей и как, повидимому, всегда должно выходить для пороха, правильно (без следов детонации) горящего, потому что с возрастанием толщины горение замедляется, а от этого и наибольшее давление на клин должно уменьшаться, если снаряд уже сдвинулся с места ко времени наступления этого наибольшего давления. Уменьшение же отношения V/P , т. е. быстрее́йший рост P сравнительно с V , обыкновенно замечаемое при возрастании q , V и P (при той же толщине), находит свое объяснение при правильно горящем порохе в том, что в начальный период горения (до момента достижения наибольшего давления) успевает сгореть большая масса пороха, что должно значительно возвышать давления, чем начальную скорость, определяемую давлением пороховых газов во все моменты пребывания снаряда в стволе.

Что касается величины T , то она с лентами средней толщины вышла меньше, чем для лент меньшей толщины, но с возрастанием q и V , говоря вообще, возрастает. То и другое опять вполне понятно для пороха, правильно горящего, и указывает на то, что наилучшего пользования хорошим порохом должно ждать при достижении больших начальных скоростей, преграду для чего представляет лишь устройство современных орудий, каморы которых назначаются лишь для сравнительно небольших давлений. Отсюда рождается указание на пользу дальнейшего укрепления каморы, на что уже указали Лонгридж и другие. По мнению моему, в будущем

* Эти выстрелы сделаны при различной степени сушки, т. е. при различных количествах остающегося в порохе растворителя. В первых опытах следовало сделать рекристаллизацию и в этом отношении.

флот много выиграет, пользуясь лишь малокалиберными, но сильно укрепленными пушками, возвышая до возможных пределов (около 800—900 м, или 2600—3000 футов) начальные скорости снарядов и придавая им должную крепость и вязкость, к чему техника дела не представляет непреодолимых трудностей.

Для характеристики нашего пороха немалое значение имеет то обстоятельство, что величины T и Z , выражающие в некоторой мере значение и силу пороха, при орудиях разных калибров, начиная от ружей до 12-дюймовых пушек, выходят — даже в первых опытах, когда не было речи о надлежащем подборе толщины лент, почти одинаковыми. Это указывает на общую применимость пироколлодия для стрельбы, особенно по той причине, что величины T выходят не только в 2—3 раза больше, чем для бурого и черного пороха, но не меньшими,¹ а часто и большими, чем для других видов нитроклетчатого (пироксилинового) пороха. Достоинство также примечания то, что дробь V/q выходит при данной толщине величиною почти постоянною. С лентами наибольшей взятой толщины сделано было 4 выстрела при неполном высушивании, но в 2 из них взяты были (для начального опыта) столь малые заряды (50—65 золотников), что получились давления, которых нельзя было измерить крешерами, предварительно обжатými при 1500 ат давления, а потому эти два выстрела не могут быть вполне разočтены.

Число выстрелов	Вес заряда q (в золот- никах)	Давление P (в атмосфе- рах)	Начальная скорость V (в футах)				
				$V P$	T	Z	$V q$
1	50	< 1500	1542	—	—	—	—
1	65	< 1500	1699	—	—	—	—
2	80	1580	2040	1.291	$183 \cdot 10^5$	$236 \cdot 10^5$	25.5

С лентами той же толщины, но высушенными, возможно, равномерно и нормально (для этих опытов), т. е. в той степени, как и для других выстрелов, особо не отмеченных, получено:

3	80	1745	2105 ²	1.208	$194 \cdot 10^5$	$234 \cdot 10^5$	26.3
---	----	------	-------------------	-------	------------------	------------------	------

¹ Для лучших нитроглицериновых порохов, однако, T больше, но эти пороха, как выше упомянуто, имеют тот явный недостаток, что выжигают орудия, и они, пока, устранены из наших опытов.

² А именно от 2098 до 2112 футов.

Здесь уместно обратить внимание на то, что неполное удаление растворителя уменьшает как скорости, так и давления, следовательно, для достижения данной скорости требует большего расхода пороха, что и видно в уменьшении T .

Так как скорость снаряда V , при разных толщинах, зависит от веса заряда q и определяет давление P , то явно, что выбор толщины будет зависеть от задания или цели, преследуемой при стрельбе: экономической или баллистической. Пусть, например, задано не превзойти в 47-миллиметровой пушке испытуемого типа давления 2100 ат, а достигнуть наибольшей возможной скорости, не обращая внимания на расход пороха, и спрашивается, какую избрать толщину? При наименьшей (из взятых) толщине, когда V будет около 2300 футов, q — около 81 золотника, при средней — V около 2350 футов, q — около 87 золотников, а при наибольшей — V около 2500 футов, но q — около 96 золотников. Отсюда очевидно, что при указанном задании следует увеличивать толщину. Но так как с этим возрастает и вес заряда, то нельзя упустить из внимания и емкость камеры (плотность заряжания). Предшествующие опыты чрез экстраполирование показывают также, что пирокolloдийный порох во взятой пушке (быть может при небольшом увеличении камеры) может легко доставить взятому снаряду скорости до 800 м (2625 футов) не превосходя давлений в 230 ат, допустимых в этой скорострелке. Нечего и говорить, что пробивающая сила снарядов при такой скорости возрастает в такой мере, какой ныне достигают лишь при увеличенных калибрах.

Над данными, полученными для 47-миллиметровой скорострелки, я остановился с большею подробностью только по той причине, что с нее начата была первая опытная стрельба пирокolloдийным порохом и с нею произведено было наиболее выстрелов на первых опытах морского полигона. Первая стрельба из пушек большого калибра ограничивалась столь малым числом выстрелов, что над разбором этих данных, после вышесказанного, нельзя много останавливаться, а потому про них я сделаю лишь несколько замечаний.

III. Длинноствольная пушка системы Армстронга, в 120 мм. (4.9 дюйма) калибром, испытывалась на стрельбу пирокolloдийным порохом 6 выстрелами при такой же толщине пластинок, какая в опытах с 47-миллиметровой скорострелкою была названа наибольшею, вес снаряда 50.5 фунта. Давления определялись по двум рядом стоящим крешерам.

Число выстрелов	Вес заряда q (в фунтах)	Давление P (в атмосферах)			Начальная скорость V (в футах)			V/P	T	Z	V/q
		от	сред- ней	до	от	сред- ней	до				
1	6		1635			1883		1.15	$298 \cdot 10^5$	$343 \cdot 10^5$	314
5	7	2250	2290	2362	2115	2126	2139	0.93	$326 \cdot 10^5$	$303 \cdot 10^5$	304

Здесь, как и в других случаях, частное V/q изменяется мало (314 и 304) и уменьшается с возрастанием скорости, а значения T возрастают, но абсолютная величина работы одной весовой части пороха здесь значительно больше, чем для вышерассмотренных случаев, указывая на то, что устройство самой пушки (многокалиберность и относительная емкость каморы) имеет значение в отношении к пользованию всяким порохом.

IV. Из двух 6-дюймовых орудий на морском полигоне сделано было всего 19 выстрелов, но при этом брались ради опыта более всего смеси пластинок различной толщины и разной степени сухости, а потому поучительных выводов из результатов этого ряда вывести нельзя. Поэтому я приведу только по одному данному для каждой пушки, взяв те выстрелы, при коих получились наибольшие скорости, при обычном снаряде:

Длина пушки (в калибрах)	Вес заряда q (в фунтах)	Вес снаряда G (в фунтах)	Давление P (в атмосферах)	Начальная скорость V (в футах)	V/P	T	Z	V/q
35	32	101.25	2835	2631	0.928	$219 \cdot 10^5$	$203 \cdot 10^5$	82
45 ¹	26	101.25	2275	2516	1.106	$247 \cdot 10^5$	$273 \cdot 10^5$	97

Так как толщина пластинок в первом случае была больше, чем во втором, а устройство орудий представляет явные различия, то различие в величинах T , V/p и V/q показывает только зависимость результатов от свойств пушки и от толщины пластинок пороха. Примечательно же здесь то, что

¹ Системы Кане

в 6-дюймовой пушке, при допустимых давлениях действительно получена в первых же опытах скорость (в 2631 фут), превосходящая 800 м, т. е. такая, о которой нельзя было и помышлять при употреблении черного и бурого пороха. По мнению моему, 6-дюймовые пушки нашего флота, снабженные пироколлодийным порохом должной толщины, могут давать такую пробивающую силу и такую дальность полета, что могут, не отягощая кораблей, соперничать с самыми большекалиберными пушками, представляющими множество разных неудобств.

V. Из 9-дюймового орудия сделано было пироколлодийным порохом всего 4 выстрела пластинками одной (но не вполне одинаковой, без отборки) толщины, и их результаты суть: вес снаряда $q = 308$ фунтам.

Вес заряда q (в фунтах)	Давление P (в атмосферах)	Начальная скорость V (в футах)	V/P	T	Z	V/q
56	970	1709	1.76	$161 \cdot 10^5$	$283 \cdot 10^5$	30.5
70	1550	2068	1.33	$188 \cdot 10^5$	$250 \cdot 10^5$	29.5
81	1967	2323	1.18	$205 \cdot 10^5$	$242 \cdot 10^5$	28.7
88	2570	2523	0.98	$223 \cdot 10^5$	$219 \cdot 10^5$	28.7

Отношение между скоростью и весом заряда, или частное V/q , здесь как и в других случаях стрельбы пироколлодийным порохом, изменяется (а именно падает с возрастанием веса заряда) совершенно правильно и приближается к постоянству, что указывает на правильность действия пироколлодийного пороха и в указанной мере редко встречается в других видах порохов.

Величина T работы единицы веса пороха здесь почти совершенно та же, как и для 47-миллиметровой скорострелки (при стрельбе пластинками среднего из употребленных размеров), и весь результат испытания, начатого ради осторожности, с малого веса заряда, явно показывает, во-первых, что пироколлодийный порох столь же пригоден к 9-дюймовым орудиям, как к 2-дюймовым и более мелким, и, во-вторых, что изменяя толщину пластинок, можно достичь здесь более совершенных результатов. В отношении к рассматриваемой пушке должно сказать, что длина ее равна 35 калибрам, емкость каморы 4703.9 куб. дюймов, вес боевого заряда бурого пороха $q = 176$ фунтам. При этом весе заряда, когда

вес снаряда $G = 460$ фунтам, получают начальныя скорости $V = 1862$ фунтам, при давлении $P = 2410$ ат. Эти данныя дают работу единицы веса бурого пороха, $T = 90.7 \cdot 10^5$. Для этой же пушки, при том же буром порохе, известно, что когда $q = 84$ фунтам, $G = 308$ фунтам, скорость $V = 1573$ футам и давление $P = 1655$ ат, откуда находим опять для бурого пороха $T = 90.7 \cdot 10^5$, а это показывает, что он развивает в $2-2\frac{1}{2}$ раза меньшій запас полезной живой силы сравнительно с пироколлодийным порохом.

VI. В 1893 г., когда производилась на морском полигоне описываемая опытная стрельба из большекалиберных пушек пироколлодийным порохом, не было известно нигде для пироксилиновых порохов столь чистых и верных результатов с 9-дюймовыми пушками, хотя опыты с ними уже тогда производились в разных иностранных государствах. Но они столь мало обнадеживали в благоприятном успехе попыток, что к опытам в 12-дюймовых пушках, сколько мне известно, тогда и не приступали, потому что первые же выстрелы с малыми зарядами давали чресчур большыя давления и, что всего важнее, неправильности в их изменениях. Не таково было положение вещей в отношении к пироколлодийному пороху, потому что уже предварительныя лабораторныя опыты в бомбах ясно показывали, что, взяв легко получаемыя ленты желаемой толщины, должно получить с этим порохом такыя же благоприятныя результаты для 12-дюймовой пушки, как и для всякой иной пушки меньшаго калибра, потому что во-первых, при пироколлодии ленты надо взять тоньше, чем при пироксилине, и, во-вторых, горение лент пироколлодийного пороха при всяких толщинах, совершается равномерно, правильными слоями, не показывая ни малейших признаков начинающейся детонации, что, в сущности, свойственно обычным видам пироксилиновых порохов и что объясняет с наглядностью неравномерность действия этого пороха, взятого в такой большой массе, какая нужна для стрельбы из большекалиберных пушек. Поэтому мы в Морской научно-технической лаборатории ожидали для 12-дюймовой пушки столь же благоприятнаго результата, как для малокалиберных пушек. Даже более, потому что первая заготовка пироколлодийного пороха (уже по незначительности всей заготовки) не отличалась ни равномерностью высушивания (удаления остатков растворителя), ни одинаковостью толщины лент даннаго сорта. Если первый из этих недостатков должен был оказывать свое влияние, при стрельбе из 12-дюймовой пушки в такой же мере, как и при ружейной, то второй должен был

сглаживаться оттого, что каждый раз бралась большая масса пороха, и неравенства толщины почти компенсировались сами собою. Но все же, ради осторожности, несмотря на малость порохового запаса, первые выстрелы делались с меньшими количествами пироколлодийного пороха, чем те, которые были рассчитаны на основании лабораторных опытов и стрельбы бурым порохом, с которым во взятой 12-дюймовой пушке (ее длина в 35 калибров, емкость камеры 13 421 куб. дюймам) со снарядом, весящим $G = 810$ фунтам (во всех опытах G тот же) получено, употребляя *бурый порох* Охтенского завода:

Вес заряда q (в фунтах)	Давление P (в атмосфе- рах)	Начальная скорость V (в футах)				
			V/P	T	Z	V/q
340	2435	1977	0.81	$93 \cdot 10^5$	$75 \cdot 10^5$	5.8
380	2770	2114	0.76	$95 \cdot 10^5$	$72 \cdot 10^5$	5.6

а при стрельбе *бурым порохом* Шлиссельбургского завода:¹

Вес заряда q (в фунтах)	Давление P (в атмосфе- рах)	Начальная скорость V (в футах)				
			V/P	T	Z	V/q
380	2115	2056	0.97	$90 \cdot 10^5$	$87 \cdot 10^5$	5.4
395	2312	2112	0.91	$91 \cdot 10^5$	$83 \cdot 10^5$	5.3

Для стрельбы пироколлодийным порохом из 12-дюймовой пушки были приготовлены ленты двойкой толщины. 3 выстрела сделано было лентами большей толщины, но недостаточно равномерно просохшими ($G = 810$ фунтов).

Вес заряда q (в фунтах)	Давление P (в атмосфе- рах)	Начальная скорость V (в футах)				
			V/P	T	Z	V/q
108	?	1182	?	$105 \cdot 10^5$	?	10.9
180	1220	1807	1.43	$147 \cdot 10^5$	$213 \cdot 10^5$	10.0
250	2535	2578	1.02	$215 \cdot 10^5$	$219 \cdot 10^5$	10.3

¹ Из сравнения этих двух видов бурого пороха видно, что охтенский выгоднее в экономическом отношении (T и V/P), а шлиссельбургский — баллистическом (Z и V/P).

4 остальных выстрела произведены при заряде пластинами меньшей, чем первые, толщины и высушенными хотя не вполне, но с равномерностью, которой только можно было достичь простыми способами воздушной сушки, которая применялась к первой пробной партии (G опять = 810 фунтам).

Вес заряда q (в фунтах)	Давление P (в атмосфе- рах)	Начальная скорость V (в футах)				
			$V P$	T	Z	$V q$
180	1367	1854	1.36	$154 \cdot 10^5$	$209 \cdot 10^5$	10.3
203	1850	2082	1.13	$175 \cdot 10^5$	$198 \cdot 10^5$	10.3
223	2122	2284	1.08	$189 \cdot 10^5$	$204 \cdot 10^5$	10.2
245	2603	2471	0.95	$201 \cdot 10^5$	$191 \cdot 10^5$	10.1

Таким образом наши ожидания оправдались: пироколлодийный порох не отказался при 6-пудовых зарядах действовать так же правильно, как при зарядах в золотники весом.

Стрельба из 12-дюймовой пушки, особенно с порохом равномерно просушенным, примечательна по той правильности, с которою изменяются как $\frac{V}{P}$, так и $\frac{V}{q}$; это явно указывает, что и в самых большекалиберных пушках нашим порохом можно владеть, достигая с ним желаемых скоростей, не рискуя иметь никаких неожиданностей в нарастании давлений. При таких давлениях (2700 ат), какие получаются при буром порохе, пироколлодийный дает здесь не около 2100 футов скорости, а около 2500 футов, если же будут взяты толстые пластинки хорошей сушки, то доставит наверное при таких же давлениях и еще большие начальные скорости.

Достоинно также внимания то обстоятельство, что для 12-дюймовой пушки, как и для пушек малых калибров, величина T , возрастая с возвышением массы заряда, приближается почти к одному и тому же пределу, близкому к 22 млн., который еще возрастает для орудий некоторых устройств, например, в пушках Армстронга и Кане, явно указывая на то, что тогда, когда по свойствам нашего пороха будут строиться пушки, к нему прямо приспособленные, как нынешние построены на основании изучения свойств черных и бурых видов пороха, тогда утилизация пироколлодийного пороха доставит, с малым расходом пороха, начальные скорости, ныне еще неизвестные в артиллерийской практике; в увели-

чении же начальных скоростей снарядов, очевидно, заключается будущность всей артиллерии, а для военного флота—его могущество и значение, для возвышения которых пирокolloидный порох может иметь свое значение, должествующее выступить тем яснее, чем шире, свободнее и независимее будет он сличен с другими видами пороха. Когда производилась опытная стрельба из 12-дюймовой пушки, меня не было в Петербурге, и я имел большую радость узнать из телеграммы, посланной (от 5 июня 1893 г.) руководителем опытов, адмиралом С. О. Макаровым, что «пирокolloидный порох при давлении 2540 ат и заряде 250 фунтов дал скорость 2578 футов». Поздравляя с полученными результатами, адмирал знал, что полученное в опытах выше и надежнее всего другого, что известно в данном отношении.

Таким образом пирокolloид, превращенный в ленты соответственной толщины, оказался не только по лабораторным опытам в малом виде, но и при действительной стрельбе, совершенно пригодным ко всем родам огнестрельных орудий, начиная от скорострельного ружья в 8 мм (3 линии) калибром до пушек в 305 мм (12 дюймов) калибром и тем осуществил доньше не осуществленное требование одного и доброкачественного взрывчатого материала для всех целей бездымного пороха. А так как, сверх того, нежелатинированный пирокolloид прямо применим (по опыту) для снаряжения мин и бомб, а в желатинированном виде оказался вполне годным также и для стрельбы холостыми зарядами и для выбрасывания мин и, при должном сличении в ружье, несомненно превосходящим общераспространенный пироксилиновый порох, то в пирокolloиде должно видеть решение одной из современных задач обороны, памятуя девиз: *Si vis pacem, para bellum*.

Но хотя опытные данные явно во всем этом убеждают, все же нельзя не желать объяснения причины таких особенностей пирокolloида и его преимуществ пред другими материалами бездымного пороха, потому что всякое собрание фактических данных приобретает твердость и истинный смысл только при научном освещении теоретическим обобщением. Попытка такого освещения полученных данных, с возможным сопоставлением нашего пороха с другими и с изложением тех требований, какие должно предъявлять к пороху, представлена во II главе. Как бы ни были единоличны и условны те способы освещения, какие я привожу, я все же решаюсь их изложить, в уверенности, что это освещение не может затемнить действительности. Убежденному в том, что оборону страны должно искать не только в ружьях и пушках, но и в развитии знаний о природе,

мне желательно вложить посильный вклад не только в дело отыскания столь реального предмета общих забот, каков бездымный порох, но и в запас отвлеченных познаний о взрывчатых веществах вообще и особенно о тех из них, которые практически приложимы к производству бездымных видов пороха потому что запасом этим, а не темными эмпирическими попытками, какими открыли китайцы и монахи черный порох, определяется все современное пороховое дело. Оно определилось в Западной Европе участием таких ученых сил, каковы мои собратья по науке: сэр Фридрих Абель и Бертелло, вместе с которыми я убежден, что изобретение бездымного пороха будет косвенно содействовать мирному решению общеевропейских вопросов не потому, что дыма не будет, а потому, что начальные скорости возрастают до того, что действие снарядов начинается с расстояний, когда враждующие не видят друг друга; задор же битв обратно пропорционален квадрату расстояний, как в том убеждает история, показывающая, что число войн быстро уменьшается по мере увеличения расстояний, на которые действует применяемое оружие. Влагая то, что могу в дело изучения бездымного пороха, я уверен, что служу, по мере сил, мирному развитию своей страны и научному познанию вещей, слагающемуся из попыток отдельных лиц осветить узнанное.

Д. Менделеев.

О ПИРОКОЛЛОДИЙНОМ БЕЗДЫМНОМ ПОРОХЕ

ГЛАВА II

Химическая однородность состава пирокolloдия. — Объем развиваемых им паров и газов более, чем у других обычных видов пороха. — Причина этого в составе, отвечающем образованию окиси углерода. — А) Обзор веществ, могущих дать бездымный порох, преимущественно по количеству образуемых паров и газов. Выдающееся положение между ними — нитроклетчатки, а среди нитроклетчаток — пирокolloдия. Пирокolloдийный порох составляет осуществленный предел, к которому должен стремиться изменчивый состав пироксиллиновых видов пороха. — Б) Требования от пороха: твердости, вязкости, неизменяемости при хранении, полной «бездымности» и другие физико-химические требования выполняются пирокolloдийным порохом или столь же хорошо, как другими бездымными порохами, или даже еще лучше, а требования баллистические, — особенно же отсутствие «следов детонации», «медленность» горения, получение высших скоростей при допустимых (для орудий) давлениях и однообразность начальных скоростей, — дают пирокolloдийному пороху явное преимущество не только пред нитроглицериновыми, но и пред пироксиллиновыми видами бездымного пороха.

Применимость к орудиям всех калибров и замеченные при стрельбе благоприятные особенности пирокolloдийного пороха, очевидно, должны зависеть от его состава и связанных с ним свойств, а потому для уяснения дела должно остановиться над их рассмотрением и сличением с другими материалами, применяемыми для бездымного пороха.

Химический состав пирокolloдийного пороха, в сравнении с другими бездымными порохами, должен быть считаем исключительно *однородным*¹ и в этом должно видеть одну из важнейших причин его преимуществ. До него все прежние и современ-

¹ О полной химической однородности, в чисто научном смысле, здесь не только нет речи, но и не должно быть, так как даже для самой клет-

ные виды пороха не имели и не имеют этого свойства в той мере, какая здесь очевидна. Черные и бурые пороха по самому производству суть лишь механические смеси, для которых не имеется даже повода говорить о химической однородности. Таковы же и многие бездымные или малодымные смеси, содержащие азотноаммиачную соль, пикриновые соли и т. п. Что же касается нитроглицериновых видов бездымного пороха, то они, содержа, так сказать, студенистый раствор нитроклетчатки в нитроглицерине, по существу дела химически неоднородны, а потому разные растворители (спирт, эфир, ацетон, их смеси) извлекают из них одни составные начала, оставляя другие.

То же должно сказать и про настоящие пироксилиновые пороха: спирт отделяет из них (что особенно легко производится после разжелатинирования, т. е. растворения в спирто-эфире или ацетоне и осаждения затем водою) ниженитрованное соединение, смесь же спирта с эфиром — коллодий, оставляя преобладающую массу высоконитрованного продукта, тогда как пирокolloдий и пирокolloдийный порошок¹ спирту ничего не отдают и нацело растворяются в спирто-эфирных смесях (3 части по весу спирта и 1 часть эфира), так что первые части раствора содержат то же, что и последние. Это, в известном смысле, химическая однородность нашего пороха, несомненно, должна играть немалую роль при его горении, тем более, что есть много поводов думать, что при горении таких физически (но не химически) однородных веществ, как нитроглицериновые пороха (баллистит, кордит) разлагается сперва нитроглицерин, а пироксилиновая часть сгорает после того в отдельных слоях пороха.² Должно полагать вместе с тем, что химическая

чатки нет в ней уверенности. Говорится об относительной или технической однородности, сравнительно с иными видами бездымного (и, конечно, дымного) пороха. Пусть найдется растворитель или иной реагент, разделяющий пирокolloдий на две или более частей, но все же пирокolloдий, не растворяясь в спирте и эфире, а нацело растворяясь в их смеси, более однороден, чем пироксилин или масса одного из нитроглицериновых порохов, потому что они этими самими растворителями делятся на ближайшие свои составные части.

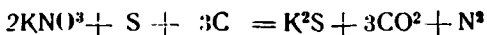
¹ При этом, само собою разумеется, предполагается, что остаток растворителя удален из пороха.

² Опыты И. М. и П. М. Чельцовых в Научно-технической лаборатории показывают, что, при одной плотности заряжания, состав газов, развиваемых нитроглицериновым порохом, бывает разный, смотря по величине поверхности (т. е., например, по толщине ленты), чего не замечается при пирокolloидном порохе. Объяснение здесь одно: нитроглицерин, обладая большою скоростью горения (Бертело), разлагается раньше, чем пироксилин, в нем растворенный. По этой-то причине, надо думать, нитроглицериновые виды пороха и выжигают (разрушают внутреннюю поверхность) столь быстро каморы орудий.

однородность пирокolloидного пороха имеет существенное влияние на определение однородности результатов, доставляемых им при стрельбе.

Будучи химически однородным, пирокolloид и порох, из него приготовленный, представляют ту вторую особенность состава, что им отвечает наибольший объем развиваемых газов, если последние измерять при некоторой определенной температуре и определенном давлении. Эта сторона дела представляет как некоторые новые точки зрения на горение пороха, так и некоторую сложность, а потому рассматривается нами с большею подробностью, чем многие из остальных, а для ясности изложения делается сперва несколько общих замечаний об объемах химических соединений в газо-(паро-)образном состоянии.

По закону Авогадро — Жерара,¹ химические частицы или количества веществ, выражаемые современными химическими формулами (например, $H_2O=18$, вода; $CO=28$, окись углерода; $CO_2=44$, углекислый газ; $N_2=28$, азот), занимают при данных температуре и давлении такой же объем, какой занимают 2 весовые части водорода $H_2=2$ (это его частичное количество). Следовательно, имея полное химическое уравнение горения данного вещества или смеси веществ, в котором продукты горения газо- или паробразны, легко расцелить, какой относительный объем займут эти продукты горения при данных температурах и давлении. Например, горение черного пороха в типическом виде выражается равенством:



$$\text{Вес: } 2 \cdot 101 + 32 + 3 \cdot 12 = 110 + 3 \cdot 44 + 28 = 270$$

Объем в газообразном виде: $3 \cdot 2 + 2 = 8$, т. е. здесь на 270 весовых частей пороха образуется 8 объемов,² или на 1000 весовых частей 29.6 объемов, что мы

¹ Развитие этого закона желающие найдут, например, в сочинении: «Основы химии» Д. Менделеева, 6-е издание, 1895, гл. 7.

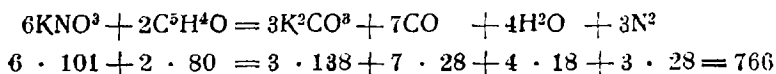
² Если веса частиц выразить в граммах, то реальные объемы в литрах найдутся, когда даны давление H (в миллиметрах ртутного столба при 0°) и температура t (в градусах Цельсия). Так как 2 весовых части водорода и частичное количество всякого газа при $t = 0^\circ$ и $H = 760$ мм

занимают объем $22\frac{1}{4}$ л, то при t и H этот объем $= 22\frac{1}{4} (1 + 0.00367 t) \frac{760}{H}$.

Следовательно, один относительный объем, какой мы рассчитываем в нашем изложении, при выражении веса граммами, занимает объем около:

$$\frac{11.1 + 0.0407 t}{p} \text{ л.}$$

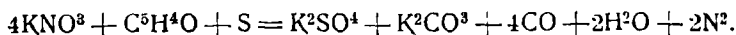
и будем выражать далее: $V_{1000} = 29.6$, т. е. на 1000 весовых частей—29.6 объема. Бурый (шоколадный) порох, составивший (по большей медленности горения и другим свойствам) в некотором роде переход от черного пороха к бездымным, отличается, как известно, тем, что его уголь мало обожжен (содержит много водорода, почти состава C^5H^4O) и что в его состав входит мало серы, а потому его разложение может быть выражено или приближенным равенством:



$$\text{Объем газов} = 7 \cdot 2 + 4 \cdot 2 + 3 \cdot 2 = 28$$

$$V_{1000} = 36.5$$

или таким:

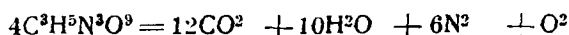


$$\text{Вес} = 516, \text{ объем газов} = 16,$$

$$V_{1000} = 31.0$$

Отсюда видно, что объем, отвечающий бурому пороху, близок к 34, т. е. явно больше, чем для черного пороха, в чем убеждает и то предпочтение, которое повсюду отдали в большинстве случаев бурому пороху, сравнительно с черным.

Точно так же для случая полного (типического) горения нитроглицерина находим:



$$\text{Вес: } 4 \cdot 227 = 12 \cdot 44 + 10 \cdot 18 + 6 \cdot 28 + 32 = 908$$

$$\text{Объем газов} = 12 \cdot 2 + 10 \cdot 2 + 6 \cdot 2 + 2 = 58$$

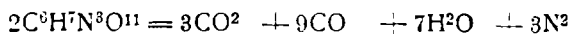
$$V_{1000} = 63.9$$

если через p означить число атмосфер (каждая = 760 мм ртутного столба при 0°), т. е. если $p = \frac{H}{760}$. Так, в нашем примере, если $t = 2000^\circ$ и $p = 2500$ ат, 8 объемов газов, происходящих при горении 270 г пороха, в реальности займут объем

$$8 \cdot \frac{11.1 + 0.0407 \cdot 2000}{2500} = 0.296 \text{ л.}$$

При 0° в давлении в 1 ат получится 88.8 л на 270 г. Этим способом легко переходить от объема V_{1000} , данных в тексте, к реальным объемам в литрах на килограмм пороха.

Если также в простейшей типической форме представить горение высоконитрованной (выше, чем в обычном пироксилине, а именно, как в тринитроклетчатке $C^6H^7(NO)^3O^8$ Абеля) нитроклетчатки, то получим:

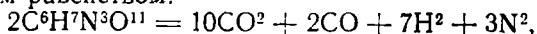


$$\text{Вес: } 2 \cdot 297 = 3 \cdot 44 + 9 \cdot 28 + 7 \cdot 18 + 3 \cdot 28 = 594$$

$$\text{Объем газов} = 3 \cdot 2 + 9 \cdot 2 + 7 \cdot 2 + 3 \cdot 2 = 44$$

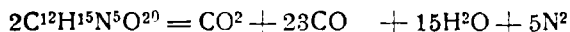
$$V_{1000} = 74.1$$

Если для той же тринитроклетчатки типическое горение ее представим равенством:



т. е. предположим, что воды не образуется, а кислород целиком отходит к углероду, то V_{1000} получится то же, потому что число объемов ($22 \cdot 2 = 44$) газа будет прежнее. Поэтому и впредь мы не станем разбирать, как распределяется кислород в продуктах окончательного горения между углеродом и водородом, так как чрез это истинное значение V_{1000} не изменится.¹

Если вместо высшей степени нитрации клетчатки возьмем ту пентанитроклетчатку $C^{12}H^{15}(NO^2)^5O^{10}$ Эдера, к составу которой (азота 12.75 %) приближается обыкновенный пироксилин (смесь), применяемый для порохового дела, то ее горение даст сравнительно больший объем:



$$\text{Вес: } 2 \cdot 549 = 44 + 23 \cdot 28 + 15 \cdot 18 + 5 \cdot 28 = 1098$$

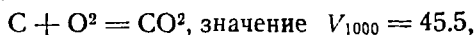
$$\text{Объемов газов} = 2 + 23 \cdot 2 + 15 \cdot 2 + 5 \cdot 2 = 88$$

$$V_{1000} = 80.1$$

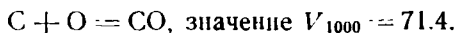
Прибыль объема здесь определяется, по существу дела, тем обстоятельством, что количество углекислого газа убавилось,

¹ Иное дело произойдет, если часть кислорода останется с азотом или кислорода не достанет для превращения в газы всего углерода и водорода, т. е. произойдут углеводороды, но это будут случаи неполного горения. Они имеют некоторое место при горении пороховых веществ (особенно, когда растворитель не вполне удален), но, во-первых, количество углеводородов обыкновенно мало, во-вторых, они образуются (как и соединения азота, например слякродистые соединения) при всех видах пороха (даже при взрыве веществ, богатых кислородом) в незначительных количествах, и, рассматривая типические формы горения, нет надобности входить в разбор частных случаев этого рода, ибо, при погоне сразу за всем, легко упускается возможность охватить общее, что здесь особенно необходимо.

окиси же углерода возросло, а она, образуясь, дает больший объем, чем углекислый газ, так как для равенства:

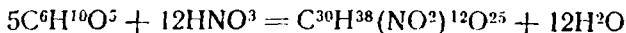


а для равенства:



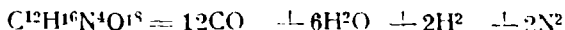
Если же спустимся еще ниже в нитрации и возьмем тетра-нитроклетчатку Эдера $C^{12}H^{16}(NO^2)^4O^{10}$, то ее разложение уже нельзя представить как полное горение, потому что на 12 [атомов] углерода и 16 [атомов] водорода при сжигании в газы и пары—окись углерода и воду,—необходимо 20 [атомов] кислорода, а их здесь всего 18 атомов, т. е. газообразными продуктами могли бы быть при этом CO, H^2O и водород H^2 ,¹ но известно, что при сжигании углеводородных веществ и при недостатке кислорода, вследствие большего сродства его к водороду, чем к углероду, последний не выгорает и остается частью в виде угля. Следовательно, такие случаи горения не будут давать вполне бездымного пороха, а потому нашему рассмотрению не подлежат. В действительности малонитрованные виды клетчатки, сгорая, оставляют угольный остаток.

Тем не менее, при горении пентанитроклетчатки некоторый избыток кислорода еще имеется, что видно в образовании CO^2 , а потому высший объем должен получиться тогда, когда весь углерод, при типическом случае горения, будет в виде окиси углерода. Такой случай и представляет типическое горение *пироколлодия*, состав которого, как указано выше, выражается формулою $C^{30}H^{38}N^{12}O^{49}$, потому что он образуется по равенству:



клетчатка	азотная кислота	пироколлодий	вода
-----------	--------------------	--------------	------

¹ В этом последнем случае (без образования угля, что в малом относительном количестве по видимому отчасти возможно) разложение было бы:

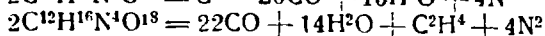
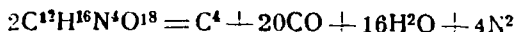


$$\text{Вес: } 504 = 12 \cdot 28 + 6 \cdot 18 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 28 = 504$$

$$\text{Объем газов} = 12 \cdot 2 + 6 \cdot 2 + 2 + 2 \cdot 2 = 44$$

$$V_{1000} = 87.5$$

Но в действительности типическое горение по такому равенству невозможно; образуются уголь и углеводороды, а потому в действительности получится горение, близкое по характеру к промежуточному между выше-написанным и двумя следующими равенствами:



Его типическому горению отвечает следующее равенство:



$$\text{Вес : } 1350 = 30 \cdot 28 + 19 \cdot 18 + 6 \cdot 28 = 1350$$

$$\text{Объем газов} = 30 \cdot 2 + 19 \cdot 2 + 6 \cdot 2 = 110$$

$$V_{1000} = 81.5.$$

Прежде, чем идти далее, обратим внимание на то, что для бурого пороха мы видели объем около 34, здесь же имеем 81.5, т. е., судя по объемам, пироколлодийный порох примерно в $2\frac{1}{2}$ раза сильнее бурого пороха. Но такое же почти отношение представляют эти виды пороха, судя по опытным данным, сообщенным в I главе. Так, например, величина T — живой силы весовой единицы, — по опыту:

	Пироколло- дийного пороха	Бурого пороха	Отноше- ние
47-миллиметровая скорострелка около	220	81.5	2.7 : 1
9-дюймовое орудие около	223	90.7	2.5 : 1
12-дюймовое орудие около	210	около 93	2.3 : 1

Отсюда уже видно, что вычисляемые нами величины V_{1000} находятся в прямом согласии с действительными результатами опытов.

Таким образом можно считать доказанным, что при данных давлении и температуре пироколлодий дает больший объем газов (и паров), чем не только черные или бурые виды пороха (для них $V_{1000} = 30$), но даже больший, чем *вышенитрованные* (более богатые азотом) виды *пироксилинового пороха* и более, чем *нитроглицериновые виды пороха*.¹

По первому из них $V_{1000} = 37.5$, по второму 81.4, а среднее из двух последних = 80.4, из всех трех = 82.4. Величина эта близка к той, которую дают пентаннитроклетчатка и пироколлодий. Этим, быть может, должно объяснить то явление, что когда горит или нитроклетчатка, содержащая немного менее 12.5% азота, или пироколлодийный порох, содержащий небольшое количество остаточного растворителя (что понижает содержание азота или сводится на не вполне достаточное нитрование), получаются почти такие же (в ружьях и пушках) результаты, как при чистом пироколлодийном порохе, только давления и скорости немного уменьшаются. Сущность дела сводится к однородности массы пороха, а потому отсюда следует практический вывод: лучше иметь в порохе немного меньше азота, чем 12.5%, но получить его однородный (прозрачный), чем более $12\frac{1}{2}\%$, но неоднородный; самые же лучшие результаты дает порох однородный, содержащий, как пироколлодийный, 12.4% азота.

¹ Употребленный здесь новый, простой и скорый способ сравнения силы взрывчатых веществ предложен и применен был мною еще в 1892 г. Он возродился преимущественно из сличений состава бездымных видов пороха, состава развиваемых ими газов и опытов стрельбы, которые сделаны были в Лаборатории. Хотя я ясно вижу, что для полного анализа явлений,

Но для того, чтобы этот вывод приобрел все свое значение, необходимо показать: А) что для практического применения не предвидится иных, кроме пироколлодия, веществ, могущих дать большее, чем он, значение V_{1000} ; Б) что физико-химические и баллистические требования, которые можно и должно предъявлять к бездымному пороху, удовлетворяются пироколлодийным порохом не в меньшей, а в равной или большей мере, чем другими видами бездымного пороха; и В) что руководясь при выборе материалов для бездымного пороха объемами V_{1000} , не обращая при этом внимания на температуру, развивающуюся при горении пороха, мы не делаем существенного упущения, так как на первый взгляд кажется, что температура эта должна сильнее всего влиять на силу и пригодность пороха.

Развитию двух первых сторон дела¹ посвящается оставшая часть этой главы, а последний пункт рассматривается И. М. Чельцовым в третьей главе.

А) Когда открыт был бездымный порох — явилось столько много предложений для удовлетворения народившемуся спросу, что и по сих пор остается открытым вопрос о том, какой бездымный порох предпочесть, и не явится ли еще новый, превосходящий современные? Для того, чтобы ответить на эти вопросы, мы разберем состав материалов, возможных для производства бездымного пороха, имея в виду, что они должны: а) сгорая, не оставлять твердого остатка и не давать газов, действующих на металлы (сталь, бронзу), принятые для орудий. б) при хранении не изменяться и не улетучиваться и в) а при изготовлении требовать веществ и способов, настолько доступных, чтобы производство было возможно в больших массах, какие требуются при современном положении вещей. Три из-

сопровождающих горение пороха, необходимо принять во внимание не только объем продуктов горения, но и их температуру, тем не менее совершенно сознательно при оценке качеств разных видов пороха отдаю предпочтение объемам не только по простоте выводов и их согласию с баллистическими выводами, но и потому, что в современных приемах для суждения о температурах, развиваемых порохом (опытное же определение температур горящих зарядов доныне мало надежно), вижу много неизбежных допущений, близких к произволу (особенно в отношении к теплоемкости паров и газов при высоких температурах), тогда как при расчете объемов исходною точкою служит несомненный состав, и если и есть некоторый произвол, то он касается распределения кислорода между углеродом и водородом, но с химической точки зрения это не столь существенно, а с объемной — ничтожно мало. Во всяком случае, однако, я даю со своей стороны, лишь общее, первое и простое начало для сравнения видов пороха, а разработка его не составляет предмета моего исследования. И. М. Чельцов во главе III разбирает часть вопросов, сюда относящихся.

¹ Первая из них (А) имеет в виду преимущественно химическую сторону дела, вторая (Б) — артиллерийскую или прикладную.

ложенные требования так очевидны, что нет надобности их особо развивать.

Не многие элементы способны давать газы, не действующие на металлы, и вообще, помимо водорода, азота и соединений их между собою, с углеродом и с кислородом—нельзя найти иных веществ, дающих газы и пары, не действующие на стенки орудий при температурах, горение пороха сопровождающих. Поэтому, говоря вообще, состав смесей или соединений, пригодных для бездымного пороха, может быть выражен чрез:



Значительная живая сила, сообщаемая порохом снаряду, должна, очевидно, заключаться в самой массе заряда,¹ превращающейся в газы. Это возможно только для разряда «взрывчатых» веществ, превращающихся в газы с выделением большого количества тепла. Условия эти, лежащие в самом корне дела, сильно ограничивают круг веществ, возможных для превращения в бездымный порох. Но это ограничение еще возрастает не только из-за выставленных выше первичных практических требований, но и по причине химической невозможности самого существования многих таких разрядов тел, которые, повидимому, могли бы так разлагаться, как следует для порохового действия. Так, например, не только ныне нет, но и невозможно ждать такого полимера (например в твердом или жидком виде) водорода H^n , который бы разлагался, образуя водородный газ H^2 , с выделением тепла.² Если между простейшими химическими соединениями можно где ждать «взрывчатых» веществ (распадающихся с выделением тепла), то разве только между соединениями, содержащими азот и водород, которые так же отвечают аммиаку NH^3 , как углеводороды соответствуют метану CH^4 . Так, аммиаку должны отве-

¹ А не получаться извне, как, например, при натяжении пружин, или чрез сжатие газов, как в ружье Жиффара, которое, стреляя упругостью ожиженного углекислого газа, выбрасывает пулю все с меньшей скоростью по мере того, как от испарения температура запаса жидкости понижается, потому что упругость паров при этом также понижается.

² Если бы он мог быть, то разложение его по уравнению $H^{2n} = nH^2$ представляло бы вес $2n$ и объем $2n$ т. е. V_{1000} было бы равно 1000, т. е. представляло бы высший возможный объем. Если бы такой же полимер был возможен для азота, то для него получилось бы $V_{1000} = 71.4$, т. е. менее, чем для пироколлодия. Но и такой полимер очень мало вероятен. Если бы аргон (см.: Менделеев. Основы химии, 6-е изд., 1895, стр. 749) был полимером азота N^3 , то его превращение в азот должно представить не иначе, как с поглощением тепла, т. е. к разряду «взрывчатых» тел (куда относится, например, озон) он вовсе не относится.

чать: предельный ряд N^nH^{2n+2} (например диамид N^2H^4 , триамид N^3H^5 и т. д.) и неопределенные ряды: N^nH^n , N^nH^{n-2} и т. д. Представителем последнего ряда, при $n=3$, должно считать азотистоводородную кислоту Курциуса N^3H , которая действительно сама есть сильно взрывчатое вещество и дает соли, например аммиачную $N^3(NH^4) = N^4H^4$, тоже разлагающиеся со взрывом, т. е. отделяя тепло и развивая газы (азот и водород), хотя сам аммиак NH^3 неспособен разлагаться со взрывом (разлагается — поглощая тепло). Если бы соединения, подобные азотистоводородной кислоте, легко получались и имели бы все качества (нелетучесть, сохраняемость без изменения, последовательность разложения без детонации и т. п.), надобные для пороха, то они представили бы вещества, особо пригодные для бездымного пороха, потому что V_{1000} для них выше, чем для обычных видов пороха, например для азотистоводородной кислоты типическое равенство разложения:

$$\begin{aligned} 2N^3H &= H^2 + 3N^2 \\ \text{Вес: } 2 \cdot 43 &= 2 + 3 \cdot 28 = 86 \\ \text{Объем газов} &= 2 + 3 \cdot 2 = 8 \\ V_{1000} &= 93.0. \end{aligned}$$

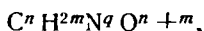
Для N^nH^n объем еще выше, а именно $V_{1000} = 133.3$. Но подобные азотистоводородные соединения нельзя будет считать материалами, годными для бездымного пороха, даже и тогда, когда будут найдены способы их удобного получения из природных продуктов¹ по той причине, что они разлагаются не постепенным или последовательным горением, какое для пороха совершенно необходимо, а сразу всей массой, т. е. детонируя, следовательно могут быть пригодны разве для мин и разрывных снарядов, но не для стрельбы. Этим свойством «последовательно гореть», т. е. разлагаться слоями, обладают лишь смеси и соединения, содержащие одновременно горючие и сжигающие элементы, а между первыми углерод и водород, сгорающие на счет кислорода, к ним пространственно близкого, но все же не прямо с ними химически вполне соединенного.

«Горение» пороха и состоит именно в том, что углерод и водород соединения или смеси соединяются с кислородом, находящимся в той же пороховой массе, но с ними еще не бывшего в прямом соединении. Чтобы такой порох был бездымен

¹ Чего вовсе ныне нет, так как немногие из них получаются в лабораториях лишь очень сложными превращениями.

и давал большой объем газов V_{1000} , необходимо, судя уже по сказанному выше, чтобы при этом горении, в его типической форме, не происходило никаких иных газов и паров, кроме окиси углерода CO, водяного пара H^2O и азота N^2 . Если произойдет водород без образования соответственного количества (равного объема) углекислого газа,—будет очевидно, что может образоваться и уголь, т. е. не будет полной бездымности, следовательно кислорода в составе мало. Если при горении, выраженном типическим уравнением, будет образовываться углекислый газ (без соответственного объема водорода) или кислород,—очевидно, что кислорода в пороховой массе есть избыток, и V_{1000} не будет иметь наибольшего значения.

Очевидно поэтому, что для состава (хотя бы и смеси) $C^n H^{2m} N^q O^r$ наибольший объем V_{1000} при типическом бездымном горении получится при двух условиях: 1) когда количество кислорода r только-что достаточно для превращения всего углерода в окись углерода CO и всего водорода в воду H^2O , т. е. когда $r = n + m$, и 2) когда количество водорода сравнительно велико, потому что V_{1000} для воды H^2O равно 111.1, т. е. более, чем для азота и окиси углерода, для которых $V_{1000} = \frac{2000}{28} = 71.4$. Очевидно, далее, что все возможные материалы бездымного пороха, представляющие состав



будут давать объем V_{1000} от 71.4 до 111.1, если продукты горения суть только: CO, N^2 и H^2O , как следует для случая наибольшего V_{1000} . Следовательно, наша задача ближайшим образом сводится на разбор тех случаев, когда пороховое вещество богато водородом и представляет объем V_{1000} больший, чем для пироколлодия (81.5). Значит, спрашивается: нет ли между веществами или смесями веществ, богатых водородом, таких, которые были бы пригодны для бездымного пороха? Рассмотрим же для этого некоторые определенные соединения и смеси.

Между углеродистыми веществами высшее содержание водорода свойственно метану (болотному газу) CH^4 и предельным соединениям, а между азотистыми — аммиачным производным. Предельные углеводороды $C^n H^{2n+2}$ конечно, образуют нитросоединения, а поэтому могут дать и взрывчатые материалы. Самому метану CH^4 отвечают нигрометан $CH^3(NO^2)$, дунитрометан $CH^2(NO^2)^2$, тринитрометан или нитроформ $CH(NO^2)^3$ и тетранитрометан $C(NO^2)^4$. Это вещества летучие и взрывчатые, но в них или мало, или чресчур много.

кислорода. Для мононитрометана CH^3NO^2 , как показали В. Мейер и профессор Зелинский, взрывчатая способность особенно велика в состоянии металлических, натриевых или калиевых производных CH^3NaNO^2 , представляющих как бы первые гомологи солей азотистой кислоты, потому что разность $\text{CH}^3\text{NaNO}^2 - \text{NaNO}^2$ равна гомологической разности CH^2 . Это взрывчатое вещество, судя по опыту, относится явно к разряду бризантных, т. е. детонирующих, сразу разлагающихся, а потому негодных для стрельбы (но годных для мин).

Его разложение, происходящее, повидимому, без выделения угля (хотя здесь мало кислорода) должно быть выражено равенством:

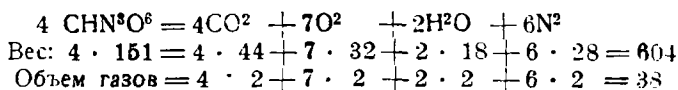


Если это так, то для него объем $V_{1000} = 98.3$ очень велик. Но, как сказано, этот материал непригоден для стрельбы уже по своей бризантности. Сверх того он, как и другие нитрометаны, летуч, и уже по этой причине не подходит к нашей цели.

В малоизвестном, но, несомненно, долженствующем разлагаться со взрывом, дунитрометане $\text{CH}^2\text{N}^2\text{O}^4$ уже явный избыток кислорода, и он, сгорая ($= \text{CO}^2 + \text{H}^2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}^2 + \text{N}^2$), должен дать уже небольшой объем $V_{1000} = 66.0$. В этом примере ясно видно, что избыток азота и связанного с ним кислорода (в NO^2) после известной нормы, не увеличивает, а уменьшает объем V_{1000} . Также и нитроформ¹ $\text{CH}(\text{NO}^2)^3 = \text{CHN}^3\text{O}^6$ и тетранитрометан $\text{C}(\text{NO}^2)^4 = \text{CN}^4\text{O}^8$, т. е. те два высших нитропродукта, которых открытие обязано пытливости нашего известного ученого Л. Н. Шишкова, содержат чересчур много кислорода, чтобы дать большой объем газов.

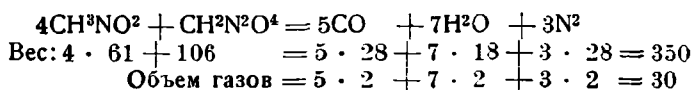
Он был бы свойствен смесям продуктов нитрования и гидратации (замены водорода водным остатком $\text{H} + \text{OH}$), происходящим от метана и имеющим, например, следующий состав:²

¹ Типическое разложение этого нитроформа

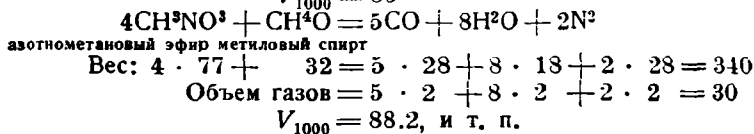


показывает, что здесь объем $V_{1000} = 62.9$, т. е. много меньше, чем для пироколлодия.

² Тот же состав представляет смесь $7\text{CH}^4 + 3\text{C}(\text{NO}^2)^4$ и др. Но все они практически так же мало пригодны для пороха, как смеси одонитрометана с дунитрометаном.

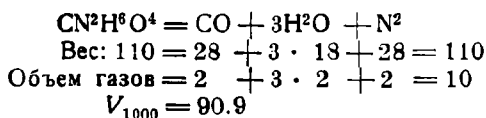


$$V_{1000} = 85$$



Но подобные смеси, хотя и возможны по химическому своему составу, невозможны для применения в виде пороха, так как составные их части летучи, не говоря уже о том, что жидкие смеси, подобные вышеприведенным, легко будут детонировать, чего в пороховой массе должно бояться больше, чем всякого дыма, так как детонация производит разрыв орудий.

Из других ближайших производных метана CH^4 , как углеводорода, наиболее богатого водородом, можно бы ждать развития большого объема V_{1000} от довольно разнообразных веществ, представляющих состав $\text{CN}^2\text{H}^6\text{O}^4$. Такой состав имеет, например, смесь частичных количеств муравьиного альдегида (или одного из его многочисленных полимеров) CH^2O с азотноаммиачною солью NH^4NO^3 , или гидроксильное производное метиламина (т. е. CH^3NH^2 в виде $\text{CH}^2(\text{OH})\text{NH}^2$) в соединении с азотною кислотою HNO^3 , и т. п. Типическое разложение указанного состава, если бы он получился, можно было бы выразить уравнением:



Но подобный состав либо не воспроизводится, или получается лишь очень трудно, или, как смесь азотноаммиачной соли с полимерами муравьиного альдегида (например, глюкоза $\text{C}^6\text{H}^{12}\text{O}^6 = 6\text{CH}^2\text{O}$), хотя и получается легко, но обладает всеми недостатками (разрушается водою, гигроскопична и т. п.), присутствующими всяким смесям, содержащим азотноаммиачную соль, а потому для практики бездымного пороха опять-таки не пригоден.

Так, перебирая все возможные комбинации простейших производных, отвечающих метану и содержащих в частице один атом углерода, мы не находим между ними (как и между безуглеродистыми веществами) таких, которые были бы прак-

тически годны для производства бездымного пороха, хотя можно иметь такие между ними составы, которые дают больший объем газов, чем пироколлоид, и, быть может, окажутся полезными для минного дела.

Если же от веществ с одним атомом углерода перейдем к веществам с 2,3 и т. д. атомами углерода в частице, то для них, при прочих одинаковых условиях, получается меньший объем газов V_{1000} и тем меньший, чем более они удаляются от предела, что видно из следующего сопоставления для возможных и малолетучих сложных эфиров азотной кислоты¹ и их (воображаемых) нитросоединений, отвечающих двуатомным предельным спиртам:

$$3C^2H^4(NO^3)^2 + 2C^2H^6O^2 \dots V_{1000} = \frac{50}{580} 1000 = 86.2$$

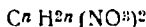
$$C^3H^6(NO^3)^2 \dots V_{1000} = \frac{14}{166} 1000 = 84.3$$

$$C^4H^8(NO^3)^2 + 4C^4H^7(NO^2)(NO^3)^2 V_{1000} = \frac{90}{1074} 1000 = 83.7$$

$$C^5H^{10}(NO^3)^2 + 4C^5H^8(NO^2)^2 (NO^3)^2 V_{1000} = \frac{110}{1330} 1000 = 82.7$$

и т. д. Подобные, возможные, но поныне лишь воображаемые азотнокислые эфиры нитрогликолей, хотя и могут дать значительный объем V_{1000} и хотя должны представлять по малой своей летучести вещества, пригодные для пороха, но наверное не будут иметь никогда преимущества перед подобными же производными таких высоких предельных спиртов, как глицерин $C^3H^8O^4$ и маннит, так как эти последние могут быть доступны для производства в больших размерах, потому что получаются из веществ, в природе распространенных. Поэтому на них мы и сосредоточим наше внимание, тем более, во-первых, что оба они представляют среди своих аналогов вещества, наиболее богатые водородом (предельные), т. е. способные дать высший объем V_{1000} , и, во-вторых, что оба они, как спирты, легко реагируют с азотной кислотой, образуя соответственные взрывчатые сложные эфиры, называемые

¹ Сами по себе такие эфиры двуатомных предельных спиртов

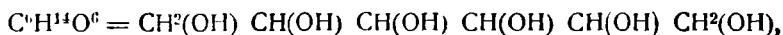


только при $n = 3$ могут сгорать в CO и H_2O , при n более 3 — недостаток кислорода, а при $n = 2$ — его избыток. Мы избрали их для примера, потому что они по малой летучести и составу приближаются к нитроглицерину и нитроклетчатке.

него V_{1000} , предполагая, что происходит лишь окись углерода, вода и азот:¹

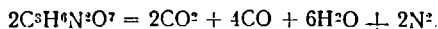
$$\begin{aligned} 2\text{C}^3\text{H}^5\text{N}^3\text{O}^9 + 7\text{C}^6\text{H}^8\text{N}^2\text{O}^9 &= 48 \text{ CO} + 33 \text{ H}_2\text{O} + 10\text{N}^2 \\ \text{Вес: } 2 \cdot 227 + 7 \cdot 252 &= 48 \cdot 28 + 33 \cdot 18 + 10 \cdot 28 = 2218 \\ \text{Объем газов} &= 48 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 10 \cdot 2 = 182 \\ V_{1000} &= 82.1 \end{aligned}$$

Следовательно, если бы в нитроглицериновых порохах со-держалось только такое количество нитроглицерина, какое необходимо для образования H_2O и CO , и тогда бы объем разви-ваемых ими газов был почти такой же, какой дает пирокolloдий, но в действительности количество нитроглицерина в поро-хах этого рода берется гораздо большее (для придания массе пороха большей однородности и надлежащей консистенции), а тогда объем газов V_{1000} , развиваемых этим видом пороха, явно меньше, чем для пирокolloдия. Отсюда очевидно, что ни сам нитроглицерин,² ни такие его смешения, какие дают нитрогли-цериновые виды пороха, не образуют объема газов V_{1000} большего, чем пирокolloдий, а так как смеси и иные вещества какого бы рода они ни были, т. е. хотя бы и однородны в меха-ническом смысле, всегда будут менее пригодны для порохового дела сравнительно с однородными веществами, то в среде нитроглицериновых порохов нельзя ждать таких, которые пре-восходили бы пирокolloдийный порох со стороны объема V_{1000} , не говоря уже о других свойствах. То же должно отне-сти к нитроманниту, источник для приготовления которого, сверх того, гораздо менее доступен, чем глицерин и многие из углеводов, близких по своей природе к манниту, куда отно-сятся глюкозы, крахмал, клетчатка и т. п. Если в манните все 6 атомов углерода должно представить в том сочетании, в ка-ком они содержатся в предельных спиртах:

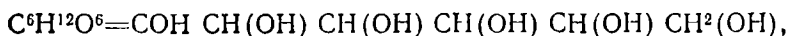


¹ Для этого потребуется взять коллодиона $\text{C}^8\text{H}^8\text{N}^2\text{O}^9$ около 79.5% и только около 20.5% нитроглицерина. В действительности в баллистите содержится более (около 50%) нитроглицерина, но тогда, очевидно, V_{1000} будет меньше, а именно менее 80.

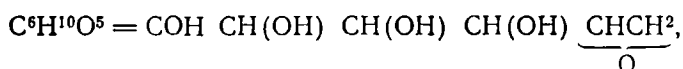
² Достойно внимания, что моно- и динитроглицерин (первый и вто-рой эфиры азотной кислоты) $\text{C}^3\text{H}^5(\text{OH})(\text{ONO}^2)$ и $\text{C}^3\text{H}^5(\text{OH})_2(\text{ONO}^2)_2$ до сих пор не изучены. Распадение динитроглицерина (который, повидимому, как вытекает из моих личных попыток его получения, очень непрочен) могло бы дать:



то в глюкозе $C^6H^{12}O^6$ один атом должно представить в том сочетании, как в алдегидах.¹



а потому, если маннит дает шестинитрованный продукт (сложный эфир как производное спирта), то глюкоза только — пятинитрованный. Такие же вещества, как клетчатка, крахмал и тому подобные, состава $C^6H^{10}O^5$, могут быть рассматриваемы как предшествующий спирт — без воды, выделившейся на счет двух спиртовых остатков, например:



а потому здесь должно представить, что осталось только 3 полных спиртовых группы из 6, бывших в манните. Поэтому здесь должно ждать только тринитрованного продукта, что и замечается в действительности. Если такая схема до некоторой степени выясняет одну сторону дела² (относительное количество водяных остатков, дающих азотные эфиры), то она косвенно указывает и на другую, имеющую для нас немалое значение. Во всех алдегидах, начиная с муравьиного и уксусного, замечается способность к полимеризации, зависящая, без сомнения, от способности алдегидов вступить в разные соединения (с H^2 , с O, с $NaHSO^3$ и др.), а потому состав $C^6H^{10}O^5$, содержащий алдегидную группировку, должен также обладать этою способностью — на счет именно своего алдегидного остатка. Поэтому с полной уверенностью можно думать, что частичный состав клетчатки, судя по всем ее свойствам, полимеризован, т. е. частица содержит $C^6H^{10n}O^{5n}$, где n , вероятно, очень велико. Если мы примем его $= 5$,³ то состав клетчатки будет $C^{30}H^{50}O^{25}$, а высшей степени нитрации: $C^{30}H^{35}(NO^2)^{15}O^{25}$, пиро-

¹ Мы не входим здесь ни в разбор того — кетонную или алдегидную группировку должно приписать одному из углеродных остатков глюкозы, ни в рассмотрение разных явлений изомерии, здесь столь многочисленных, потому что коснулись ныне сильно разработанного (Э. Фишер и др.) вопроса о химическом строении маннита, глюкозы и клетчатки только ради выяснения причины разницы в степени нитрования маннита и клетчатки.

² Объяснимо отчасти и то, что Кросс и Беван (1890) получили при действии уксусного ангидрида и хлористого цинка не только трехуксусную клетчатку Шютценбергера и Франшмона, но и пятиуксусную, потому что спиртовых остатков, считая и ангидридный, в сумме все же 5.

³ Эдер принял $n=2$, откуда высший продукт нитрации $C^{12}H^{14}(NO^2)^6O^{10}$. Можно даже полагать, что существуют и гидраты нитроклетчаток, как есть гидроцеллюлоза.

коллодия же $C^{30}H^{36}(NO^2)^{12}O^{25}$, т. е. число самостоятельных нитроклетчаток (азотных эфиров) может быть значительно.

Это очень важно в том смысле, что нитрование клетчатки может быть доведено до желаемой степени, чему содействует и то, что при известных концентрациях смесь серной и азотной кислот не растворяет продукта нитрования и на него не действует. А так как из всех нитратов углерода, представляющих состав $C^6H^{10}O^5$, клетчатка шире всех распространена в природе в тканях всех растений и из них испокон века получается большими массами в виде хлопка, льна, бумаги и т. п., то ее продукты нитрования во всех отношениях представляют незаменимый материал для бездымного пороха. Эта сторона дела не нуждается в дальнейшем разъяснении, но необходимо напомнить, что до опытов с пироколлодием (1892) полагалось всюду, что чем выше нитрация клетчатки, тем более сильный взрывчатый материал она образует, и если для производства бездымного пороха к высоконитрованной клетчатке (по составу около $C^{30}H^{36}(NO^2)^{14}O^{25}$) прибавляют коллодия (по составу около $C^{30}H^{40}(NO^2)^{10}O^{25}$), то лишь потому, что всякие виды высоконитрованной клетчатки в естественном состоянии волокон или порошка легко детонируют (оттого и применяются в минах), а это свойство уменьшается или исчезает после желатинирования, которому легко подвергается коллодий, для сего только и прибавляемый. Применение пироколлодия изменяет это воззрение в его существе, показывая, что высшей силы от нитроклетчатки должно ждать не при высшей степени нитрования (т. е. не при наибольшем содержании азота и кислорода), а при той средней степени, которая найдена в пироколлодии, способном вполне, всюю массою, желатинироваться и отвечающим высшему объему газов V_{1000} , как это показано в начале этой главы и как видно из опытов, описанных в I главе. Для пироколлодия $V_{1000} = 81.5$, для высшей же возможной степени нитрации $C^6H^7(NO^2)^3O^5$ $V_{1000} = 74.1$. В этом, конечно, лишь одна сторона дела теоретического рассмотрения материалов, пригодных для бездымного пороха, но другие стороны, как показано далее, говорят согласно с этою, а потому ее мы и рассматриваем с большою подробностью, тем настойчивее, что при этом приходится бороться с предрассудком, вредящим успеху в столь новом еще деле, как бездымный порох.

Между материалами, для него предлагавшимися и возможными, кроме всяких смесений столь разнородных тел как азотноаммиачная соль и различные органические вещества (а такие смеси явно уже отвергнуты прямо практикою), должно еще рассмотреть нитросоединения, отвечающие бензолу и его про-

изводным, нафталину и т. п., потому что деготь каменного угля доставляет обильный источник для их производства в больших размерах, и они очень легко нитруются. В этом классе, так называемых «ароматических соединений»,¹ ведущих начало от бензола C^6H^6 , нельзя ждать бездымных взрывчатых веществ с большим объемом V_{1000} , хотя и много очень сильных взрывчатых начал, начиная с мелинита, или пикриновой кислоты $C^6H^2(NO^2)^3OH$, которая дает сильный, хотя и далеко не превосходнейший, материал для мин и разрывных снарядов, и хотя одни из первых бездымных видов пороха были составлены из смесей, содержащих пикриновую кислоту. Главную причину малого объема газов V_{1000} , развиваемых «ароматическими» соединениями, должно искать в их составе, так как они все небогаты водородом. Несколько примеров достаточно уясняют это соображение.

Бензолу отвечают нитросоединения, общий состав которых должно выразить формулою $C^6H^{6-a}(NO^2)^a$. Если это $a = 1$ или 2, или 3 (эти соединения хорошо известны и легко получаются), то в них кислорода недостает для сжигания всего углерода в CO и водорода в H^2O : хотя взрыв происходит, но с образованием угля (дым, сажа) или углеводородов.

Полную бездымность могут дать лишь смеси, содержащие вышенитрованный продукт, например:

$$4C^6H^2(NO^2)^4 + C^6H^4(NO^2)^2 = 30 \cdot CO + 6H^2O + 9N^2$$

$$\text{Вес: } 4 \cdot 258 + 168 = 30 \cdot 28 + 6 \cdot 18 + 9 \cdot 28 = 1\,200$$

$$\text{Объем газов} = 30 \cdot 2 + 6 \cdot 2 + 9 \cdot 2 = 90$$

$$V_{1000} = 75.0$$

Если вместо несуществующих высоконитрованных бензолов будут прибавлены пироксилины (как в американских бездымных порохах Мунро и других изобретателей), то все же получается объем, уступающий пирокolloдию:

$$6C^6H^5NO^2 + 26C^6H^7N^3O^{11} = 192CO + 106H^2O + 42N^2$$

нитробензол тринитрокетчатка

$$\text{Вес: } 6 \cdot 123 + 26 \cdot 297 = 192 \cdot 28 + 106 \cdot 18 + 42 \cdot 28 = 8460$$

$$\text{Объем газов} = 192 \cdot 2 + 106 \cdot 2 + 42 \cdot 2 = 680$$

$$V_{1000} = 80.4$$

Иное дело, если для сжигания нитробензола в CO и H^2O добавком будет служить азотноаммиачная соль NH^4NO^3 , кото-

¹ Классы углеводистых веществ, промежуточных между предельными и ароматическими (куда относится и большинство продуктов нефти), азотной кислотой или прямо и легко окисляются или, если и дают нитросоединения, то с трудом и малостойкие, а потому здесь не рассматриваются.

рая, вообще говоря, содержит много водорода и сравнительно малый избыток кислорода (но для этого пропорция NH^+NO^- должна быть в смеси значительной), сильно повышает объем газов, как видно из расчета:

$$\begin{aligned} 2\text{C}^6\text{H}^5\text{NO}^2 + 13\text{NH}^+\text{NO}^- &= 12\text{CO} + 31\text{H}^2\text{O} + 14\text{N}^2 \\ \text{Вес: } 2 \cdot 123 + 13 \cdot 80 &= 12 \cdot 28 + 31 \cdot 18 + 14 \cdot 28 = 1286 \\ \text{Объем газов} &= 12 \cdot 2 + 31 \cdot 2 + 14 \cdot 2 = 114 \\ V_{1000} &= 88.7 \end{aligned}$$

Но мы уже раз навсегда должны отказаться от подмеси этой соли для получения сколько-либо удовлетворительного для практики бездымного пороха, потому что соль эта растворима в воде и гигроскопична, а с жидкими маслянистыми веществами может давать лишь грубые механические смеси, поэтому-то все пороха с азотноаммиачною солью давно отвергнуты практикою.

Взяв другие «ароматические» соединения, получим, примерно, подобный же результат, и только в виде примера упомянем о смесях пироксилина с пикриновою кислотою $\text{C}^6\text{H}^2(\text{NO}^2)^3\text{OH}$ и нитронафталином $\text{C}^{10}\text{H}^7(\text{NO}^2)$, потому что подобные смеси неоднократно испытывались (но отвергнуты по опыту) для получения бездымного пороха. Такие смеси, помимо других недостатков, дают объем газов V_{1000} меньший, чем пироколлодийный, и причиною для этого служит сравнительно меньшее содержание в них водорода.

Подобным образом, подробно рассмотрев состав и свойства всех возможных материалов, могущих служить для бездымного пороха, должно прийти к признанию следующих выводов по отношению к объему газов (измеренному при данных давлении и температуре) V_{1000} , развивающихся при горении:

1) Только вещества, содержащие азот, углерод, водород и кислород, способны образовать нацело, как требуется для бездымного пороха, газы, не действующие на металлы орудий; поэтому все взрывчатые вещества (например, гремучая ртуть, хлористый азот и т. п.), содержащие галоиды, металлы, фосфор и т. п., неприменимы для бездымного пороха, не портящего быстро орудий.

2) Когда при горении пороха образуется из углерода углекислый газ CO^2 — объем менее, чем тогда, когда из того же материала происходит вместо того окись углерода CO , а так как для первой требуется более кислорода, чем для второй, то для получения высшего возможного объема V_{1000} , после известного предела, увеличение кислорода (или азота, если — как

обыкновенно—кислород вводится при помощи элементов азотной кислоты, увеличение нитрации или группы NO_2) не полезно, а вредно, хотя все же существует полное превращение в газы, как требуется для бездымного пороха.

3) Чем более, при прочих одинаковых условиях, в пороховом материале водорода, тем больший объем газов V_{1000} отвечает горению пороха, а потому, например, предельные органические вещества выгоднее «ароматических» для бездымного пороха.

4) Между безуглеродными (как, например, N^3H , NH^4NO^2) веществами не находится таких взрывчатых, которые, давая большой объем газов V_{1000} и разлагаясь от воспламенения, не детонировали бы, т. е. не подвергались бы столь быстрому превращению в газы, что ими разрушаются стенки орудий, а потому здесь нельзя думать о нахождении материалов для производства бездымного пороха.

5) Между веществами, содержащими мало углерода и много водорода, хотя можно найти пригодные для пороха или пороховых смесей и могущие при горении (особенно в смесях) дать больший объем газов, но они или летучи, или легко сами по себе разлагаются и детонируют или трудно приготавливаются из материалов, не имеющих широкого практического распространения, а потому среди них нельзя ждать материалов для производства бездымного пороха.

6) Нитроглицерин сам по себе дает небольшой объем газов $V_{1000} = 63.9$), потому что содержит избыток кислорода, в смесях же может давать бездымный порох, но его практически осуществимые и физически однородные смеси с нитроклетчаткой, подобные кордиту и баллистит, дают пороха, для которых объем V_{1000} немного менее, чем для пирокolloдия (притом такие смеси выжигают орудия, как говорено выше и объясняется в дальнейшем изложении).

7) Клетчатка $\text{C}^{6n}\text{H}^{10n}\text{O}^{5n}$, представляя широкое распространение в природе и промышленности, по своим свойствам—нелетучести, нерастворимости, прочности и т. п. — и по своей способности легко дать нитроклетчатку, равно как и по сравнительно большому содержанию водорода, представляет ничем незаменимый естественнейший материал для производства бездымного пороха.

8) Между всеми возможными видами нитроклетчатки, способными сгорать без остатка и дыма, наибольший объем газов V_{1000} отвечает составу $\text{C}^{30}\text{H}^{38}\text{N}^{12}\text{O}^{49}$ ($= 12.44\%$ азота), который соответствует пирокolloдию; для него $V_{1000} = 81.5$, поэтому он, обладая способностью вполне желатинироваться смесью

эфира со спиртом, а в этом виде совершенно лишенный способности детонировать, представляет, во-первых, лучший из всех нитроклетчатых (а потому и пироксилиновых) видов пороха материал для изготовления бездымного пороха, во-вторых, естественнейший и доступнейший вид бездымного пороха, которому предназначено вытеснить не только другие виды бездымных порохов, но и заменить лучшие из пироксилиновых видов пороха, которые во всех отношениях к нему приближаются — по составу и свойствам, — но все же ему должны уступить первенство, по совокупности свойств и сравнительно большей однородности.

Отсюда видно, что та степень усовершенствования бездымных видов пороха, которую представляет пироколлодийный порох, будучи в некотором смысле окончанием дела отыскания лучшего бездымного пороха, годного для всяких орудий, в то же время имеет за собою явные теоретические и практические оправдания, т. е. не составляет предмета случайного опытного превосходства, а оно опирается на состав этого вида нитроклетчатки, бывшего до 1890 г. неизвестным ни по практическим приемам производства, ни по теоретическим химическим соображениям, хотя нитроклетчатки с вышею [как в $C^6H^7(NO^2)^3O^5$ и в $C^{12}H^{15}(NO^2)^5O^{10}$] и низшею [как в коллодии и в $C^6H^8(NO^2)^2O^5$] степенью нитрации были давно известны.

Пироксилиновый порох есть неоднородная смесь этих или им подобных нитроклетчаток, пироколлодийный же порох есть особый промежуточный однородный вид нитроклетчатки. Изменяя пропорциональное отношение между высоко- и малонитрованной (нерастворимую и растворимую) частями нитроклетчатки, очевидно возможно по составу и свойствам приближать пироксилиновые пороха к пироколлодийному (это и замечается в самые последние годы, особенно при производстве пушечных видов пироксилинового пороха), но пределом улучшений этого рода навсегда останется пироколлодийный порох. Он однороден и неизменен, а те изменчивы по содержанию входящих частей. Однако по происхождению своему он есть не что иное, как усовершенствование пироксилинового (желатинированного) пороха Вьеля, хотя от начальной его формы он значительно удалился, представляя вместо смеси в химическом и механическом смысле однородную предельную массу такого состава $C^{30}H^{38}N^{12}O^{49}$, который требуется для того, чтобы нитроклетчатка дала при горении наибольший относительный объем пороховых паров и газов. Можно быть уверенным, что пироксилиновые пороха отныне будут стремиться приблизиться к пиро-

коллодийному, а со временем, когда с этим последним познакомятся ближе, будут им совершенно вытеснены. Говоря короче, пироколлодийный порох есть русский предел изменений и улучшений французского пироксилинового пороха, составившего эпоху в новой артиллерии, но не представляющего поныне неизменно-прочного отношения между входящими в него элементами. По этим соображениям пироколлодийный порох можно назвать франко-русским. Начатый во Франции— он закончен в России.

Б) Рассмотрев со стороны состава исключительное положение пироколлодийного пороха в среде других видов бездымного пороха, мы обратимся теперь к сравнению его свойств со свойствами других сортов пороха, чтобы показать, что и здесь, как по составу, нет случайных, а есть преимущества, основанные на сущности тех требований, какие можно предъявлять к бездымному пороху и какие должно искать при выборе между разнородными и близкими между собою материалами. Требования эти мы разделим на химико-физические и баллистические.¹

¹ Для целей чисто практических следовало бы, сверх того, особо рассмотреть и экономическую сторону производства разных видов бездымного пороха, но мы этого не считаем нужным делать в нашей статье главным образом по трем причинам: 1) Если порох в других отношениях заслуживает преимущества, то в военном смысле на его ценность смотреть не станут, и смотреть, действительно, не должно, потому что военный порох назначается для целей охраны стран, а эти цели с деньгами несоизмеримы. Что это так, видно уже из того, что всюду заменили более дешевый черный порох дорогим бездымным, цена пуда которого повсюду не в $2\frac{1}{2}$ — как сила, — а в гораздо большее число раз превосходит донные цену прежнего пороха, так что каждый выстрел стоит ныне едва ли не в 2—3 раза дороже, чем 10 лет назад. 2) Ценность, особенно для таких материалов, как военный порох, где конкуренция не имеет почти никакого значения, определяется в значительной мере не только искусством руководителей производства, но только существом необходимых технических расходов (на сырье, на погашение основного капитала, на жалование служащих и т. п.), но и местом и количеством производства, так как от них зависит как удешевление многих закупок (особенно топлива и всякого сырья), так и мера накладных расходов на управление. 3) Так как один из главных расходов на бездымные пороха составляет азотная кислота, то чем менее азота содержится в пороке, тем, при прочих одинаковых условиях, дешевле должен быть порох, а потому, например, при сравнении пироксилинового пороха с пироколлодийным, несомненно, что последний должен быть немного дешевле первого, так как в первом около 13% азота (с малым содержанием азота стали готовить пироксилиновые пороха для пушек только после 1893 г., когда уже получены были с пироколлодием прекрасные результаты во всяких пушках), а во втором около $12\frac{1}{2}$ %, другие же материалы (клетчатка, серная кислота, растворитель и т. п.) и приемы производства— донные по существу совершенно те же. Добавлю к этому еще одно замечание, которое когда-нибудь, быть может, разовьет особо: если производство пироколлодия, всегда однообразного и пригодного для всех целей (ружей, пушек, мин, взрывных инженерных работ, целлулоида и т. п.), будет доведено до боль-

различая в тех и других неизбежно необходимые от желательных, которыми определяется предпочтение соперничающих между собою родов бездымного пороха.

Хотя некоторые из требований, далее перечисляемых, уже отчасти изложены в предшествующих частях нашей статьи, тем не менее полезно свести всю совокупность требований, потому что, сколько нам известно, предмет этот еще нигде не излагался с должною общностью и ясностью, а сознательность необходима именно при выборе, который предстоит для артиллерийской практики, так как замена одного принятого вида пороха другим, хотя бы и лучшим,—составляет одно из труднейших дел вооружения страны. В своем изложении мы будем иметь в виду, если не исключительно, то преимущественно, сравнение пироксолоидного пороха с пироксилиновыми и нитроглицериновыми, так как ныне все другие виды бездымного пороха не могут соперничать с названными. Притом мы будем говорить только о порохе, применяемом для стрельбы из ружей и пушек, вовсе не имея в виду разрывные виды пороха, пригодные для мин, разрывных снарядов, горных работ и т. п. В прежнее время для той и другой цели применялся один и тот же материал, но ныне, когда стало очевидным, что от минного пороха требуется не только возможно больший объем газов, но и возможно быстрое их образование, а для стрельбы, особенно пушечной, требуется постепенность горения и без нее нельзя управлять силою пороха, стало несомненным, что эти два вида пороха могут глубоко отличаться друг от друга и притом так, что материал, пригоднейший для минного дела (например динамит), может быть вовсе негодным для стрельбы, тогда как порох, годный для стрельбы, всегда можно применить для разрывного действия, увеличив быстроту горения (увеличением поверхностей и точек воспламенения). Можно было бы начать изложение требований, предъявляемых к пороху, именно с этой стороны дела, близ-

ших размеров и ведено механическими способами (применя бумажное бесконечное полотно), к которым оно способно более, чем производство пироксилина, то при успешном возврате растворителя (спирто-эфира) ценность готового для стрельбы пироксолоидного пороха может быть доведена, примерно, до 15—20 руб. за пуд, считая цену чилийской селитры около 1 руб. 50 коп. пуд. Практическая возможность такой цены пироксолоидного пороха, при близком знакомстве с делами химических заводов, совершенно несомненна, а при ней цена выстрела таким порохом будет такую же, как при стрельбе черным или бурым порохом. Для осуществления необходимо, однако, производство больших размеров, не менее 50 тыс. пудов в год,—иначе невыгодно вводить машинные способы всего производства, которое тогда должно начинаться с тряпья и кончатся готовыми лентами пироксолоидного пороха.

кой к понятию о детонации, но я предпочитаю идти последовательно, исходя от требований еще более первичных, или грубых, если можно так выразиться.

1) Порох должен быть телом твердым. Жидкие и сдавленные газообразные виды пороха до сих пор не оказались практичными.

Пункт этот не требует особых разъяснений, и в отношении к нему три сравниваемые бездымные пороха одинаковы, равно как черные и бурые.¹

2) Твердый порох должен быть превращен в зерна или отдельные определенных размеров и форм, потому что ими — при прочих одинаковых условиях — определяется мера последовательности горения заряда. Формы эти должны сохраняться при перевозке, а потому твердый пороховой материал должен обладать связностью, не крошиться, но и не слипаться и не давать мелочи.

Условие это, эмпирически известное издавна, сознательно применено к улучшению стрельбы из пушек впервые русскою артиллериею, когда она стала производить «призматические» шашки пороха, плотно и удобно укладываемые в заряде и, что особенно важно, дающие правильную последовательность в нарастании объема газов при движении снаряда в канале орудия. Бездымные виды пороха указанным требованиям удовлетворяют тем лучше, чем они менее хрупки, и порядок здесь очевиден: ломкие, хрупкие сорта пироксилинового пороха, получающиеся при избытке нерастворимого пироксилина, должны уступать более вязким сортам, содержащим много коллодия, и особенно пироколлодийному пороху, напоминающему свойствами своими рог (целлулоид, искусственный шелк и т. п.); мягкие же виды нитроглицеринового пороха, легко получающие определенную форму и вовсе лишенные хрупкости, представляли бы наивысшее достоинство в указанном смысле, если бы не могло являться для них некоторого опасения в отношении возможности слипания отдельных лент и зерен

¹ Однако считаю не излишним заметить, что сжатые взрывчатые газовые смеси, по моему мнению, могут служить для целей стрельбы с большою пользою, но для этого орудия должны быть особо приспособлены. Здесь же идет речь о стрельбе из орудий обычного типа. Ружье Жиффара, действующее запасом сжиженной углекислоты, не может иметь практического значения уже по той причине, что давления, при повторенных выстрелах, падают от понижения температуры, производимого испарением. Из взрывчатых же газовых смесей заслуживают особого внимания те, которые содержат закись азота N^2O , така как газ этот легко сжижается и, разлагаясь, выделяет тепло, т. е. сам по себе есть вещество взрывчатое как и показали недавние (1895) опыты Мекена.

при долговременном лежании и сдавливании, особенно при летних возвышенных температурах и при тряске от перевозки, хотя опыт не дает явных указаний на этот недостаток нитроглицериновых порохов. Слипшиеся же отдельности, очевидно, не могут давать при стрельбе удовлетворительных результатов. В этом смысле мелкие пластинки пироксилинового пороха даже в ружейном порохе (например французском) менее удовлетворительны, чем ленты, нити (как в английском кордите) или трубки (макаронной формы, как в германском порохе), представляющие возможность большей правильности в последовательном развитии газов при горении. Когда ленты (пластинки, зерна и т. п.) нитроглицеринового или пироколлодийного пороха толсты (по калибру пушки), и часть заряда вылетает, недогоревши, и тухнет (что свойственно всякому пороху), тогда оказывается, что горение шло совершенно параллельными слоями, пластинки имеют прежний вид и гладкую поверхность (для пироксилинового пороха шероховатую, для черных — ноздреватую), только меньшие размеры, что указывает на последовательную постепенность горения во всех главнейших видах современных бездымных порохов.

3) Порох при хранении не должен выделять (или поглощать) летучих начал, так как это выделение изменяет состав, а следовательно, и баллистические свойства. Если это выделение проявляется резко и явно — порох надо прямо отвергнуть. Так, например, отвергнуты все бездымные пороха, составившиеся при помощи введения камфоры, способствующей, как давно известно, желатинированию смесей пироксилина с коллодием.

В малых размерах выделение это замечается у всех нитроклетчатых порохов, желатинированных на спирте, эфире, ацетоне, уксусном эфире и т. п., как видно из того, что сохраняемые в запертом пространстве такие пороха явно пахнут растворителем и уменьшают свой вес при хранении. Большого вреда, особенно при недолгом хранении в замкнутых пространствах (например в патронах и герметических ящиках), от этой малой потери нет, потому что чрез потерю небольшого остатка растворителя начальная скорость и давление возрастают незначительно, но для пироксилиновых порохов здесь является два немаловажных недостатка, над которыми следует остановиться. Если оставлено 6—7% растворителя, как это нередко замечается в пироксилиновых порохах, особенно в толстых пластинках, при хранении могут происходить не только значительные изменения баллистических свойств (от перемены состава), но и порча самого пороха, потому что спирт (не говоря уже об остатках уксусного эфира) мало-по-малу содействует

следам разнитрования, отчего являются следы свободных кислот, а когда они появляются, то быстро разрушат пироксилин или глубоко его изменят.¹ При стрельбе таким пироксилиновым порохом, содержащим 5—8% растворителя, обыкновенно являются бурые пары окислов азота, указывающие на неполноту горения. При долгом хранении такой порох легко может сильно изменяться, даже совершенно портиться.² Поэтому очень опасно оставлять в порохе много растворителя. Вполне же выделить весь растворитель из пироксилиновых порохов, особенно пушечных, не только практически трудно (хотя и возможно, пользуясь разреженным пространством), но и опасно в ином смысле, так как тогда правильных результатов стрельбы не получается, и при стрельбе нередко замечается неравномерность и ненормальное нарастание давлений в некоторых выстрелах, что, конечно, зависит от «следов детонации». Это практически известное явление, по моему мнению, объясняется тем, что при отсутствии остатков растворителя желатинированные волокна высоконитрованной части пироксилина настолько освобождаются друг от друга и от склеивающей их массы коллодия, что горят самостоятельно, быстро передавая воспламенение внутрь лент, чрез что горение идет быстрее, и получают такие же явления, как при более тонких лентах (давление и начальная скорость повышаются).

¹ В этом отношении хуже всего — сложные эфиры, например, уксусно-этиловый эфир $C^2H^3C^2H^3O^2$, отлично желатинирующий обычный недонитрованный пироксилин и сперва нередко применявшийся при изготовлении бездымного пороха. Он (и его остатки) легко дает уксусную кислоту, а она, как всякие кислоты и кислые пары, разнитровывает пироксилин и этим его вполне разрушает или делает негодным. Ныне этот желатинатор (растворитель) совершенно оставлен. Из всех растворителей наименьше склонности разнитровывать имеет ацетон $C^2H^4O = CO(CH^3)^2$, который можно иметь уже в значительных массах (добывая при сухой перегонке дерева, при прокаливании, так называемого «порошка», т. е. уксусноизвестковой соли и даже самой уксусной кислоты и т. п.) и который представляет то, на первый раз кажущееся особо важным, достоинство, что он способен растворять и желатинировать не только коллодий (как спирто-эфир), но и самый «нерастворимый», т. е. до конца пронитрованный, пироксилин. Поэтому ацетон и стали в последние годы применять при производстве пироксилинового пороха. Он выходит обыкновенно мутным (подобным макаронам), т. е. физически все же неоднороден, а это, как увидим далее, не может не отзываться на свойствах пороха. Обычный растворитель (смесь эфира со спиртом), кроме сравнительной дешевизны, представляет в отношении к пироколлодию ту важную выгоду, что оставляет его в физически однородном, прозрачном и вязком состоянии.

² Такие случаи порчи целых запасов пироксилинового пороха, несомненно, известны. Объяснение порчи — остатком растворителя (5—8%) мне кажется наиболее вероятным и простым.

Таким образом, в пироксилиновых порохах нельзя ни много оставлять растворителя, ни удалять его до конца, а приходится останавливать высушивание на некотором пределе, обыкновенно близком к 4—6%;¹ а при этом пироксилиновый порошок с течением времени будет, вероятно, разлагаться (но за этим еще можно следить, хотя поправлять — невозможно) и не может давать постоянных и верных результатов, так как, с одной стороны, невозможно достичь полной равномерности в распределении остаточного растворителя в каждом патроне, а с другой стороны, с течением времени все же часть растворителя будет уходить, и будут получаться иные результаты, если не наступит начало разложения. Очевидно, что гораздо надежнее или вовсе не оставлять растворителя, или, так как это практически довольно трудно достижимо, удалять его до крайнего практического предела (например 1, много 2%, что достигается легко и скоро). В этом смысле пирокolloдийный порошок, будучи равномерен, или однороден по сложению, только улучшает свои качества при окончательном высушивании, а потому много превосходит пироксилиновый. Таковы же в этом смысле и нитроглицериновые виды пороха, приготовляемые с летучим растворителем (как кордит).

Выше же всех в этом отношении баллистит Нобеля (но это преимущество здесь есть единственное, если не считать того, что чрез устранение растворителя — цена убавляется), приготовляемый без растворителей — прямым разбуханием (растворением) коллодиона или пироксилина (но тогда часть нитроглицерина может выделяться при выжимании прессом) в нитроглицерине.

¹ Заметим при этом, что если смесь пироксилина с коллодием содержала в среднем 13% азота, то от 4% остающегося растворителя в порохе будет уже $12\frac{1}{2}\%$ азота, т. е. тогда пироксилиновый порошок представит состав такой же, как вполне высушенный пирокolloдийный, не имея его однородности. Такие именно пироксилиновые пушечные пороха стали делать особенно с 1893 г., после того, когда опыты с пирокolloдийным порохом показали, что для пушечного пороха должно брать нитроклетчатку с меньшим содержанием азота, чем брали до тех пор. Полный успех пирокolloдийного пороха указал путь и для некоторого успеха в изготовлении пироксилинового пушечного пороха (стали пропорцию коллодия в порохе сильно возвышать, явно стремясь к пределу, который указан пирокolloдием, но не достигая его однородности), но и поныне, и впредь, от такого пороха нельзя ждать однородности состава, постоянства результатов и тому подобных качеств в такой мере, какая доказана опытом для пирокolloдийного. В пироксилиновых порохах остаток растворителя составляет средство, замедляющее горение, как селитра и другие соли в некоторых малодымных видах пороха.

4) К числу требований, которые естественно предъявлять к современным видам пороха, должно присоединить их неизменность от ударов, от воздуха, от естественных температурных перемен, от воды и от времени, как условие, необходимое для безопасности хранения и отчетливости результатов стрельбы. От ударов, легко воспламеняющих такие вещества, как гремучая ртуть и разные «ударные смеси», даже минные виды пороха или те, которые применяются для горных работ, не должны взрывать — иначе и они опасны (взрыв их зависит от особых «детонаторов»), а порох, применяемый для стрельбы, должен быть лишен этого свойства по возможности вполне. Он и от детонаторов взрывать не должен, а должен только гореть с поверхностных слоев (в этом большая разность между указанными видами «взрывчатых» веществ).

По особо организованным опытам Научно-технической лаборатории из трех вышеперечисленных категорий бездымного пороха наиболее (но все же мало) опасный в этом отношении есть нитроглицериновый порох, за ним следует пироксилиновый, и всех безопаснее пироколлодийный, но, однако, и пироксилиновый не удастся зажечь сильными ударами на накопальне: та пластинка, на которую упал удар, разрушается, но остальной порох только разбрасывается, так что в этом отношении, говоря практически, все три названные вида бездымного пороха можно считать почти одинаково пригодными для стрельбы. То же можно сказать о влиянии на них воды — она их не изменяет даже в течение целых недель; высушенные, они действуют попрежнему, что дает немалое преимущество этим порохам сравнительно с прежними и многими из предлагавшихся (например содержащими азотноаммиачную соль), которые водою совершенно разрушаются.¹

Если в названных трех видах бездымного пороха нет остатков растворителя — воздух в его обычном состоянии (не содержащий иных кислотных паров, кроме естественной углекислоты) не изменяет их, только на поверхности мягких нитроглицериновых порохов со временем, быть может от улетучивания части нитроглицерина, появляется более жесткая оболочка, которая однако, повидимому, не изменяет силы и действия этого пороха. Если же в порохе содержится остаток летучего растворителя, то, как объяснено выше, он теряет его на воздухе, и от этой потери изменяет свои баллистические свойства,

¹ Пироксилиновый и пироколлодийный пороха безопасны и при попадании в желудок, чего нельзя ждать от нитроглицеринового пороха.

а потому хорошо высушенный пироколлодийный порошок в этом отношении выше пироксилинового пороха, непригодного для полного высушивания. Что касается времени и перемен температуры, то нитроглицериновые пороха стоят в этом отношении ниже нитроклетчатых (т. е. пироксилинового и пироколлодийного), как видно из того, что первые не выдерживают без разложения нагревание до 110° (проба Вьеля) в течение тех 4 или более часов, в которые пироксилиновый и пироколлодийный порошок, хорошо приготовленные, не изменяются. Но и здесь по существу производства пироколлодийный порошок (конечно при условии внимательного приготовления) должен иметь и имеет некоторое преимущество перед пироксилиновыми порохами, потому что промываемый спиртом пироколлодий не содержит тех низших степеней нитрации, которые легче всего изменяются в нитроклетчатых видах пороха и содействуют его порче. Сохранение во времени при естественных переменах температуры, от сильных холодов до высоких температур тропического лета (особенно на кораблях в кюйт-камерах под тропиками), здесь во всяком случае обеспечено, если не навсегда, то на целые годы. Однако, судя по опыту, все три из названных хорошо приготовленных бездымных порохов практически пригодны для хранения, и только в 80-х годах,—при самом начале введения этих видов пороха, замечались быстрые перемены, зависевшие, несомненно, от недостаточности первоначальной промывки материалов и от следов кислот, в них оставшихся.

Поглощение гигроскопической воды тремя сравниваемыми порохами столь незначительно, что почти не влияет на их относительные свойства, а потому и этот предмет, подлежавший, однако, многим опытным исследованиям, мы считаем ненужным рассматривать, хотя несомненно, что пироколлодийный порошок по своей физической однородности способен менее поглощать влаги, чем пироксилиновый.

5) Требование от пороха бездымности, определяемое тактическими ее выгодами, а особенно скорострельностью, удовлетворяется тремя сравниваемыми видами пороха, можно сказать, в совершенстве, хотя опыт показывает здесь небольшие разности, особенно заметные при стрельбе из пушек, когда применяются не патроны, а прямо пучки или мешки с порохом и ведется скорая стрельба, потому что тщательно вычищенный канал орудия после многих выстрелов пироколлодийным порохом остается до того чистым, что на чистом платке не остается следов копоти или твердых частиц, после же стрельбы пироксилиновыми порохами они заметны, что, по мнению моему, можно

объяснить тем, что в пироксилиновом порохе сперва выгорают более нитрованные составные части, а под конец сгорают коллодийные части, которые и оставляют некоторое количество угольных частиц, как оставляют их шнуры, которыми связывают пучки лент.¹ Но это небольшое преимущество пироколлодия должно терять свое значение при употреблении унитарных металлических (пушечных) патронов, которые ныне всюду распространяются.

6) Чрезвычайно важным требованием от пороха должно считать полное отсутствие в нем склонности к детонации. В общих чертах три сравниваемые бездымные пороха удовлетворяют этому, но степень удовлетворения не одинакова, как видно будет далее (пункты 10 и 11) при подробном разборе баллистических требований и опытных данных. Здесь скажем только, что наименее удовлетворительны в этом отношении нитроглицериновые пороха, и полное отсутствие следов и даже каких-либо намеков на детонацию замечается только у пироколлодийного пороха. Те же «следы детонации», которые проявляются у нитроглицериновых и пироксилиновых видов бездымного пороха, замечаются лишь при расследовании подробностей явлений, совершающихся при стрельбе, а потому и рассматриваются далее, а не теперь, когда мы говорим об общих требованиях физико-химического свойства.

7) К желательнейшим требованиям от военного бездымного пороха должно отнести однообразие материала для получения всяких сортов пороха, так как чрез это не только упрощается все производство пороха (и можно, следовательно, вводить всякие улучшения — например механические приемы — сразу на все производство), но и уничтожается возможность каких-либо недосмотров, неизбежных при составлении для разных классов орудий массы различного состава — как это делается при пироксилиновых порохах.

Практическую важность этой стороны дела оценил в первый раз А. Нобель и осуществил в своем баллистите, который одинаков по составу (но не по размерам зерен) для ружей и пушек (как и кордит Абея и Дьюара). В пироколлодийном порохе то же достоинство сохранено, а в пироксилиновом его нет. Этот последний изменяется по составу при переходе от ружей к пушкам все больших калибров; для них берется разная порция составных начал (собственно пироксилина и колло-

¹ Для связывания, очевидно, должно применять нитрованные хлопковые или льняные шнуры, которые легко делать очень крепкими.

дионного хлопка), а иногда добавляются подмеси.¹ Очевидно, что при этом легко могут быть ошибки как в анализах, на основании которых определяется такое или иное смещение, так и в их выполнении, особенно при самом смещении. Отсюда объясняются те неравенства в качестве партий данного сорта, которые изготовляются на заводах пироксилинового пороха, особенно пушечного, и в результате становится понятным, по указанной причине, известный мне случай заготовки на большом заводе ружейного пороха, долженствующего давать начальные скорости в 620 м, в действительности же давшего лишь 580 м. Один и тот же, всегда тождественный материал легче проверить в его выполнении, и раз эта проверка сделана, можно быть уверенным в получении желаемого результата, например заданной или условленной начальной скорости, что практически и достигается наверное только при пироколлодийном порохе, потому что он совершенно однороден и не есть вещество смешанное, каким всегда будут как пироксилиновые, так и нитроглицериновые виды пороха. А так как в пироксилиновом порохе, как объяснено выше, сверх неоднородности материала должна быть допущена и неодинаковость в количестве остающегося растворителя, то и очевидно, что при этом порохе нельзя ручаться за полную точность доставляемых им результатов, а в наше время, когда ружья и пушки выделяются с совершенством точных, так называемых «математических», приборов, от пороха необходимо требовать всей достижимой степени однообразия и полной точности. В этом отношении пироколлодийный порох дает гораздо более ручательств, чем пироксилиновый и нитроглицериновые. Указанные различия находятся в полной связи с дальнейшими требованиями, которые можно и должно предъявлять к пороху.

8) Физическая или механическая однородность пороховой массы достигается тем полнее, чем больше достигнута та относительная химическая однородность, о которой говорится в начале этой главы. Химическая однородность выше всего у пироколлодия, потому что обычные растворители его не разделяются на разные составы,² и если растворы считать за физи-

¹ Чтобы в пушках больших калибров иметь сколько-либо удовлетворительные результаты с пироксилином, принуждены увеличивать пропорцию коллодиона, т. е. приближаться к пироколлодию, но и это стали делать только с 1893 г., когда пироколлодийный порох уже был испытан в пушках всех калибров.

² Здесь я считаю не лишним указать на то, что для таких веществ, как клетчатка и разные продукты ее нитрования, современная химия не имеет еще средств, убеждающих в полной химической индивидуальности отдельных веществ, подобных, например, средствам, убеждающим, что

чески однородные вещества (хотя они явно химически неоднородны), нитроглицериновые пороха также быть может физически однородны (хотя из некоторых между ними прессованием и удастся выдавить часть жидкого нитроглицерина), но этого никак нельзя сказать о пироксилиновом порохе, ибо в нем и растворители и микроскоп показывают не менее двух составных частей: собственно пироксилин (обыкновенно под микроскопом в виде разорванных волокон) и коллоидную часть, служащую для склейки волокон пироксилина, как в ксилолите или в искусственном дереве древесные опилки склеены магнезиальным или другим цементирующим началом. Баллистические свойства сравниваемых видов бездымного пороха, к которым мы далее переходим, нельзя верно понимать, если не иметь в виду указанной степени различия в их физико-химической и механической однородности.

9) От бездымного пороха, затем, естественно требовать, чтобы он по возможности не выжигал, т. е. не портил, внутренних стенок каналов орудий и их камеры в такой мере, какая по опыту естественна всем бурым и нитроглицериновым порохам, богатым нитроглицерином, каковы баллистит и кордит. Порча эта (см. главу I), наступающая в большекалиберных орудиях, даже после 100 выстрелов, опытным путем несомненно установлена, но, строго говоря, нет опытов для ее изучения и объяснения,¹ и здесь я, по необходимости, должен прибегнуть к гипотезе. Известно (Бертело), что быстрота передачи взрывного разложения в нитроглицерине значительнее, а температура горения выше, чем в пироксилине, а потому и в нитро-

маннит, эфир и т. п. суть подлинные химические индивидуумы. Изомерия и полимерия в ряде клетчатки столь естественны, так многократно доказывались и так теоретически понятны и ожидаемы, что нет, например, уверенности в том, что сама тринитроклетчатка $C_6H_7(NO_2)_3O_5$ состоит из одного химического индивидуума, а не есть смесь многих. То же относится до, так называемых, тетра- и пентанитроклетчатки, и, конечно, в такой же мере относится и до пироколлодия. Это все еще поныне индивидуумы лишь технические с «относительной» степенью однородности. Есть даже опытные основания утверждать, что при одном и том же содержании азота, близком к пироколлодийному или к пентанитроклетчатке (около 12.4+12.8%) могут получаться как растворимое (в спирто-эфире), так и нерастворимое видоизменения нитроклетчатки, но ни для того или этого состояния об химическом индивидуализме не может быть речи, хотя технически это будут вещества совершенно разные и вполне обособленные.

¹ А опыты, очевидно, возможны и желательны. В них надо решить, высокая ли температура, развивающаяся при горении бурого и нитроглицеринового пороха, или состав газов, ими развиваемых и содержащих избыток кислорода, или совокупность этих двух влияний оказывают здесь действие иное, чем при пироксилиновом или пироколлодийном порохе.

глицериновых порохам, содержащих их смесь, хотя они несомненно горят слоями (как видно, например, из того, что недогоревшие палочки кордита выбрасываются из пушек обгоревшими равномерно) можно предполагать, что горение в каждом слое совершается сперва в нитроглицерине, а лишь потом передается пироксилину. Если же это так, то о стенки каморы будут ударять сильно накалившиеся газы нитроглицерина, содержащие кислород и окислы азота, а они от высокой температуры должны приобретать огромную скорость, которая и ведет к тому, что стенки каморы, так сказать, царапаются быстро движущимися частицами газов. А так как при этом снаряд уже начинает двигаться, то царапины эти должны иметь направление по оси орудия, что всегда и замечается. При такой гипотезе позже ударяющие в стенки орудия газы пироксилина будут понижать общую температуру газов и умерять происходящее давление, реагируя при этом с продуктами горения нитроглицерина. Во всяком случае из опыта несомненно, что нитроклетчатые (пироксилиновые и пироколлодийные) пороха не действуют разрушительно на стенки орудий и также несомненно, что они дают при горении низшую температуру. Это видно по взрывам в бомбах, когда воспламенение внутри их производится током, накаливающим платиновую проволоку. При известной ее толщине она остается целою при заряде бомбы пироколлодийным или пироксилиновым порохом, при заряде же нитроглицериновым — перегорает и оплавляется. Таким образом выходит, что наивыгоднейшим — в смысле сбережения стенок орудий — порохом будет служить при прочных одинаковых условиях тот, который не только будет наиболее однороден, но и даст при горении наиболее низкие температуры. нитроглицериновые же пороха, без всякого сомнения, дают высшую температуру сравнительно с нитроклетчатыми, как видно и по выводам, сообщаемым И. М. Чельцовым в III главе. В этом смысле опять пироколлодийный порох представляет свое преимущество не только в отношении к нитроглицериновым порохам, но и по сравнению с пироксилиновыми видами

Выложив внутреннюю поверхность каморы тонким сплошным слоем листовый приростной платины и вкладывая в заряды тонкие листы определенных металлов, я думаю, можно было бы, после надлежащего числа выстрелов нитроглицериновым порохом решить этот спорный вопрос, имеющий свою важность в артиллерии, так как нельзя отрицать многих достоинств за нитроглицериновыми порохами и некоторые их недостатки, повидимому, можно или уничтожить, или довести до minimum'a, если причина выжигания ими производимого, будет точно известна. Сколько мне известно, попыток в этом направлении даже в странах, принявших нитроглицериновые пороха, еще не сделано.

бездымного пороха, так как он один вполне однороден и не содержит вышенитрованного продукта, дающего высшую температуру. Но здесь невольно выступает вопрос о зависимости силы пороха, с одной стороны, от объема образуемых газов, а с другой — от их температуры и тепла, происходящего при горении. Этот сложный вопрос современной баллистики я оставляю, потому что он рассматривается И. М. Чельцовым в следующей главе.

10) Переходя к чисто баллистическим требованиям, на первом месте должно, по моему мнению, поставить не однообразие опытных результатов, определяемое правильным течением процесса горения пороха, хотя это и очень важно, даже не достижение высших начальных скоростей при тех же давлениях, хотя это еще важнее и преимущественно определяет достоинство пороха, но на первом месте должно поставить требование об отсутствии в порохе *«следов детонации»*. Под этим названием я буду подразумевать наступление при горении пороха в орудии такой быстроты разложения, которая не успевает распространяться на всю массу пороховых газов, а действует почти исключительно на определенном месте канала орудия и определяет пучность взрывной волны, проходящей канал, действуя лишь на часть стенок канала. Такое местное нарастание давления тем опаснее, что оно не открывается крешером, помещаемым в затворе, т. е. сзади патрона. Нередко полагают, что клиновой крешер показывает наибольшее давление, достигаемое пороховыми газами в канале, но мне кажется, что на деле нередко происходит более сложное явление, результат которого отчасти выясняется при помещении многих крешеров на разных расстояниях вдоль по каналу.

Если бы клиновой крешер показывал наибольшее давление, доставляемое порохом, то все крешеры заднего конца орудия должны были бы показывать одно и то же максимальное давление,¹ в какой бы момент, начиная от начала горения, — ни наступило наибольшее действующее давление. Известно же, что на деле часто выходит иное, а именно, крешер, стоящий на некотором расстоянии от каморы, т. е. могущий действовать лишь после начала движения снаряда (а не все задние), показывает наибольшее давление. И этот крешер нередко показывает на 5—10%, т. е. явно большее давление, чем клиновой. Так, например в опытах, отчет о которых дан профессором

¹ С относительною точностью до 1 или 2%; большей точности показаний от крешеров едва ли можно требовать.

Н. Забудским (см. далее), когда взята была 6-дюймовая пушка:

Род пороха	Давления на клиновом крешере (в атмосфе- рах)	На одном из крешеров канала (в атмосфе- рах)
Призматический дымный	1886	1980
Охтенский пироксили- новый { 12 фунт.	1750	1798
{ 10.4 фунт.	1333	1379
Французский пироксилиновый	1864	1885
Ротвейленский 13 ³ / ₄ фунт.	1592	1670 ₁
Нитроглицериновый 11 ¹ / ₄ фунт.	1060	1193

(Часть этих различий, вероятно, зависит только от неточности показаний крешеров, достигающей, надо думать, до 2%). Этого различия не могло бы быть, если бы всегда можно было считать давление газов повсюду сзади снаряда однообразным. Оно не таково, когда есть «следы детонации». Развивающиеся при горении газы в этом случае не успевают равномерно распространиться во всем пространстве каморы и ствола, запертом снарядом, оттого и показания задних крешеров не одинаковы. Надо думать, что во время движения снаряда по каналу недогоревшая часть пороха движется из каморы по каналу, и давление, развиваемое вновь выделяемыми газами, может действовать на ближайшие части окружающих стенок сильнее, чем на более отдаленные, а потому могут оказываться на крешерах канала большие давления, чем на клиновом крешере, тем более, что все движение (газов, пороха и снаряда) направлено от дна каморы к дулу или переднему концу орудия. Надо думать, далее, что давление накалившихся газов пороха, сдвинув снаряд, затем возрастает, хотя свободный объем увеличивается не только потому, что температура и давление поднялись, и это усилило скорость горения пороха, но и потому, что весь горящий порох, так сказать, встряхивается при движении снаряда, а это должно повлечь за собою увеличение свободных поверхностей порохового заряда и быстреее выделение газов. С этого-то момента (когда снаряд сдвинулся) до того, когда приращение газового пространства (зависящее от движения снаряда) будет не более приращения объема газов, развиваю-

¹ Когда брался широколодидный порох (в 42-линейной пушке) в тех же опытах не было указанного явления. Он горит ровно, без следов детонации, а потому для него нет указанных разностей (превышений), превосходящих погрешности определений (1—2%), тогда как они доходят при нитроглицериновом порохе до 12¹/₂%, что уже никак нельзя считать ошибкою крешеров.

щихся при продолжающемся горении пороха, т. е. пока не достигнется или не продолжится наивысшее давление — совершается самый важный период горения пороха; им определяется как качество выстрела (начальная скорость и внутреннее давление), так и достоинство пороха. Если в порохе нет того, что я назвал «следами детонации», давления, показываемые боковыми крешерами на разных расстояниях от дна до места, где наступает высшее давление, будут мало отличаться от давления, указываемого клиновым (на дне канала) крешером, и давления разных крешеров в этой (задней, близкой к камере) части канала будут вообще близки между собою, хотя между их показаниями, ввиду быстроты совершающегося процесса, можно уже ждать некоторого различия. В идеале, на деле едва возможном лишь для пироколлоидного пороха, все задние крешеры должны показывать одно давление, и, только пройдя точку тахітит'а давлений, движущийся снаряд будет открывать пространства быстрее, чем нарастают объемы газов, развиваемых догорающим зарядом. На деле, в задней (клиновой) половине пушки, даже при идеально хорошем порохе, нельзя ждать совершенно тождественного показания крешеров и все, на что можно надеяться, — это на разности показаний, не превосходящих 1 или 2% противу клинового крешера. Совершенно другую картину должно представить, когда горит порох с очень явными «следами детонации», способный быстро менять скорость своего горения или газообразования, хотя и для него будет по каналу две области: одна, где давление росло или, — судя по крешерам, — почти сохранялось, и другая — в дульной части канала, — где оно падает. Не в этой дульной области, немаловажной для баллистического результата, а в задней (около камеры лежащей) должно искать указателей «следов детонации» пороха. Горящий порох при начале движения снаряда в канале будет, как сказано выше, двигаться там и усиленно гореть. Если есть «следы детонации», — порох, разгоревшись, начнет гореть очень быстро, почти моментально разлагаясь и образуя, так сказать, шары или клубки газов высокого давления. Те крешеры, которые будут ближе к центрам главной массы пороха в это время, и будут успевать сильно сжиматься, будут показывать значительное давление, и оно не будет успевать распространяться (по причине движения снаряда) на всю заднюю часть канала: показания крешеров канала будут при этом тем явнее превышать давление на клиновой крешер, чем более будет «следов детонации». Словом, когда порох особенно хорош и не дает «следов детонации», — всегда могущих вести

к неожиданностям всякого рода (от непостоянства скоростей до разрыва¹ орудия включительно), тогда в задней части канала все крешеры, в том числе и клиновой, показывают почти одинаковое давление; но когда в порохе есть «следы детонации», т. е. когда он может быть опасен для орудия и когда он не может давать вполне однородных (по начальной скорости) результатов (конечно при том же составе, весе заряда и пр.), тогда в задней части канала показания крешеров будут значительно различаться друг от друга и тогда на клиновом крешере будет наблюдаться давление, явно меньшее, чем на крешерах, находящихся в стволе, там, где проявляется наибольшее давление.

Этим способом, мне кажется, естественно объяснять вышеуказанные превышения давлений крешеров ствола над клиновым крешером, и тогда ясно, что «следы детонации» должно признать во всех вышеуказанных—кроме пироколлодийного—видах пороха, у нашего же пороха ничего такого никогда не наблюдается, как видно далее прямо из данных опыта. Переходя к таким данным, мы обратим внимание на другую сторону дела, прямо соприкасающуюся с вопросом о «следах детонации».

Из известного мне запаса данных, имеющихся для разных видов пороха при стрельбе из орудий, снабженных многими крешерами вдоль по каналу, ограничусь сперва частью того, что приведено в прекрасном исследовании профессора Артиллерийской академии полковника Н. Забудского, помещенном в статье под заглавием: «О давлении газов бездымного пороха в канале пушек». С.-Петербург, 1894, где рассматриваются опыты гг. Забудского и Якимовича, произведенные с пушками: легкой (34-линейной), 42-линейной и 6-дюймовой, при стрельбе разными видами и массами пороха. Однако я ограничусь лишь данными (I с., стр. 62, табл. III) для легкой полевой пушки, тем более, что калибр ее меньше, чем остальных пушек, служивших для опыта, а для пироколлодийного пороха мы можем привести данные только для малокалиберной 47-миллиметровой пушки. Для опытов с легкой пушкой, калибр

¹ Иначе трудно объяснять явления разрыва пушек не только при нормальной стрельбе (например как весной 1895 г. во Франции) или даже при холостой стрельбе пироксилиновыми порохами. Причина разрыва—усиление «следов детонации». Очевидно, что полное устранение случайности разрыва пушек желательно достичь вообще, но особенно на кораблях, где убыль людей и пушек не из чего возмещать. Это устранение возможно только с порохом, не дающим «следов детонации», а за такой порох ныне, судя по опыту, можно принимать только пироколлодийный порох. Я убежден, что разбираемое его свойство, в совокупности с другими его достоинствами, должно завоевать ему всеобщее предпочтение.

Сорт пороха	Дымный		Б е з д ы м н ы й									
	крупнозернистый		Охтенский пироксилиновый		Казанский пироксилиновый		Шлиссельбургский пироксилиновый		нитроглицериновый Нобеля			
Толщина лент и зерен (в дюймах)	0.3		0.034		0.028		0.028		0.036		0.118	
	фун-ты	золотники	фун-ты	золотники	фун-ты	золотники	фун-ты	золотники	фун-ты	золотники	фун-ты	золотники
Вес заряда (q)	3	40	1	40	1	70	1	45	1	78	1	72
Давление (в атмосферах) {	на дно канала	1583	990	1557	1057	986	1592					
	4.5 дюйма от дна	1389	941	1472	972	959	1422					
	12.0 "	1459	967	1490	978	941	1537					
	19.0 "	1258	980	1575	1058	992	1555					
	24.5 "	1077	962	1430	1016	906	1327					
	34.5 "	585	735	825	710	742	1065					
	48.0 "	< 300	336	441	335	443	458					
	66.5 "	< 300	319	323	325	370	373					
	Среднее давление на первых 4 крекерах в атмосферах (P)	1417	970	1524	1010	970	1527					
	Начальная скорость, футы в сек. (v)	1439	1463	1671	1474	1475	1752					

которой около 3.42 дюйма, брался снаряд весом (G) в 16.75 фунта, длина каморы 9.35 дюйма, полная длина канала 73.4 дюйма. Числа прилагаемой таблицы суть средние из 5 выстрелов (1. с., стр. 59).

Должно особо сожалеть, что в описанных опытах с бездымными порохами достигались в большей части случаев начальные скорости лишь малые, почти такие же, как с бурым порохом, потому что главную выгоду бездымных порохов (и критерии для суждения об их истинном достоинстве) должно искать только при стрельбе, дающей высшие скорости. Для их достижения, очевидно, должно возвышать вес заряда, а тогда-то и должны ясно выступать признаки «следов детонации», если они свойственны пороху. Однако разберем то, что имеется налицо в вышеприведенных числах, сосредоточивая теперь внимание на определении того места ствола, где достигается наибольшее давление. Первое, что бросается в глаза при сравнении дымного пороха с бездымными, состоит в том, что у дымного давления от клина к дулу все время явно падают, тогда как у бездымных порохов долгое время — пока не откроется крешер, находящийся при 19 дюймах, считая от дна, — давления остаются почти такими же, даже возрастают.¹

Это различие определяется, очевидно, элементарной скоростью горения слоев пороха, и не подлежит сомнению, что выигрыш в начальной скорости на счет давления определяется тем, чем больше — после начала движения снаряда по каналу орудия — будет продолжаться нарастание давлений сзади снаряда (т. е. со стороны каморы). В рассматриваемых опытах есть

¹ Это возрастание особенно должно было бы быть видно при усилении веса зарядов. Для 42-линейной пушки при стрельбе охтенским порохом (0.035 дюйма толщиной):

	Клиновыи крешер (в атмосфе- рах)	20 дюймов. от дна, крешер (в атмо- сферах)	Началь- ная ско- рость (в футах)
когда заряд = 3 фунтам 82 зотникам	1529	1543	1081
когда заряд = 4 фунтам 47 зотникам	1719	1746	1802

Все же здесь скорости малы, не отвечают задачам и назначению бездымного пороха. В той же пушке пироколлодийный порох, приготовленный Охтенским заводом, дал скорость 1488 футов, при давлении на клин только в 895 ат. и, очевидно, при правильном подборе толщины и веса заряда, он мог дать при 1700 ат. гораздо большие скорости. Жаль, что здесь подбор пироколлодийного пороха к пушке не был выполнен; надо полагать, что тогда бы уже выказались высшие качества пироколлодийного пороха.

для Казанского пироксилинового пороха наблюдения при зарядах увеличенного веса, и, как вывел профессор Забудский (1. с., стр. 29—30), надо думать, что при увеличении заряда место наибольшего давления приближается не к дулу, а к камере, а из этого следует, что увеличивать заряд при таком порохе нельзя без опасности достичь чрезмерных давлений. Когда масса такого пороха станет возрастать в заряде, в ней от «следов детонации» получатся большие давления, а не будет того постепенного, ровного, длящегося горения, которое делает бездымный порох драгоценным средством достигать больших скоростей при сравнительно малых давлениях на стенки орудия. Черные и бурые пороха, выражаясь фигурально, действуют толчком, ударом, продолжающимся недолго, а затем сразу ослабевающим, бездымные пороха действуют толчком и длящимся и нарастающим после того, как снаряд тронулся в канале. Чем большую долю пути пройдет снаряд по каналу, поддаваемый сзади нарастающим давлением, тем, очевидно, при меньшем давлении достигается желаемая скорость. Чтобы выставить в этом отношении значение пирокolloдийного пороха, я привожу далее опытные данные, полученные с этим порохом на морском полигоне, заметив предварительно, что здесь опытное исследование велось уже при скоростях, много превосходящих те, которые дают черные и бурые пороха. Эти последние в 47-миллиметровой пушке при давлении около 2000 ат дают скорости не более 1950 футов, а испытания велись для пирокolloдийного пороха при том же давлении, но при достижении скорости в 2200—2300 футов в сек., хотя как мы видели выше (главы I, стр. 240), в этой пушке можно безопасно достигать и еще больших скоростей.

С пирокolloдийным порохом на морском полигоне произведены (1894 г., 22 января, 28 января, 4 февраля и 16 февраля) испытания в одноствольной пушке 47-миллиметрового (1.85 дюйма) калибра, снабженной, кроме клина (и дна снаряда) 11 крешерами на разных расстояниях от дна канала, указанных в прилагаемой таблице. Снаряд был весом от 3 фунтов 53 золотников до 3 фунтов 63 золотников. Вес заряда — 77 золотников. Пирокolloдийный порох был каждый раз взят из новой партии приготовления, и его ленты имели одни и те же размерения, при толщине $0.6 \text{ мм} \pm 0.05 \text{ мм}$. Опыт служил для определения влияния количества оставшегося растворителя, которое так изменялось в первые три дня (6 выстрелов), что при долгом сушении около 50° уходило от 1.3 до 0.8%; что почти не влияло на результат, а в четвертый день скорость и давление немного возросли, потому что порох

был настолько просушен, что в нем осталось не более 0.4% растворителя, выделяемого при долгой сушке при 50° Ц.¹ Но для нашей цели нет надобности обращать внимание на эти небольшие разности (равно как и на другие обстоятельства, например на небольшие изменения плотности воздуха, веса снаряда и т. п.), а потому под конец берем прямо средние из всех 8 выстрелов, данные которых приведены в таблице без всяких исправлений. Однако необходимо заметить, что все крешеры предварительно обжимались до соответственной меры (например для клина до 1800 ат, а для

Среднее давление (в атмосферах)	Расстояние крешера от дна (в дюймах)	Давление на крешер (в атмосферах)							
		22 января		23 января		4 февраля		16 февраля	
2026	на дне	2020	2000	2030	1975	2010	1910	2125	2135
2041	61 $\frac{1}{2}$	2055	2060	2065	2015	2070	1980	2125	2160
1984	131 $\frac{1}{4}$	1990	1950	2010	1940	1980	1930	2030	2045
1974	163 $\frac{1}{4}$	1980	1925	1990	1925	1965	1905	2040	2065
2005	20.15	1995	2040	1965	1975	1990	Неопр.	2100	1970
2022	26.90	Неопр.	1990	2005	2120	1975	1915	2080	2070
1874	33.65	1900	1825	2035	1725	2005	1800	1925	1775
1554	40.40	1550	1555	1520	1550	1630	1485	1575	1570
1233	47.15	1160	1230	1200	1260	1230	1300	1165	1315
1006	53.90	955	975	990	1050	1075	1050	1000	955
1878	60.65	825	950	870	860	850	990	800	780
735	67.40 ²	680	780	Неопр.	775	800	850	575	685
Начальная скорость снаряда в футах в сек.		2223	2242	2232	2218	2241	2225	2302	2290
Средняя скорость v (в футах)		2232		2225		2233		2296	
Среднее давление: первых 6 крешеров P (в атмосферах)		2000		2000		1966		2079 ³	

¹ Этот опыт вновь показывает, между прочим, что пироколлодийный порох — в отличие от пироксилинового — остается вполне пригодным к стрельбе, когда из него удаляется много растворителя (весь он прямо не удаляется при 50°. У пироксилинового тогда сильно возрастают «следы детонации»).

² Вся длина канала = 43 $\frac{1}{2}$ калибров.

³ При более полном высушивании, какое было в порохе 16 февраля, как всегда, поднялись как давления, так и скорости, но здесь, т. е. в пироколлодийном порохе, не замечается никакого скачка в росте давлений, а потому при лучшем высушивании для сохранения прежних скорости и давления можно просто уменьшать вес заряда (см. главу I).

10-го крешера до 700 ат), чтобы этим способом исключить удары, которые, как известно (Сарро и Вьелль), изменяют правильность показаний крешеров (это же средство применено и в вышеуказанных определениях полковника Заблудского).

Чтобы сделать эти опыты сколько-либо сличимыми с вышеприведенными определениями, сделанными в сухопутном ведомстве, приводим таблицу, в которой положение крешеров выражено в калибрах (и означено d), и соответственные давления выражены в процентах от давления, показываемого клиновым крешером. В столбце I даны результаты дымного пороха, II — пироксилинового Казанского и Охтенского (среднее из 3 данных первой таблицы), III — нитроглицеринового Нобеля и IV — пироколлодийного (среднее из всех 8 выстрелов последней таблицы).

Расстояние крешера от дна (в калибрах) d	I	II	III	IV	
	Зернистый дымный порох	Пироксилиновый порох казанских заводов сухопутного ведомства	Нитроглицериновый	Пироколлодийный порох морского ведомства	
0	Показание крешера 1563 = 100%	Показание крешера 1201 = 100%	Показание крешера 1592 = 100%	d 0	Показание крешера 2026 = 100%
1.32	89	94	89	3.5	101
3.51	93	95	96	7.2	98
3.56	80	100	98	9.1	97
7.16	69	95	83	10.9	99
10.09	37	63	66	14.5	100
14.03	<19	39	29	18.2	92
19.44	<19	27	23	21.8	77
				25.5	61
				29.1	50
				32.8	43
				36.4	36

Эти данные можно представить нагляднее, если заметить, что на расстоянии d (в калибрах) было противу наибольшего давления приблизительно:

d	Дымный зернистый	Пироксилиновый порох	Нитроглицериновый порох	Пироколлодийный порох
3.5	93%	95%	96%	101%
7	70	95	85	99
10.5	35	60	65	98
14	15	39	30	99
20	10	25	22	80

Пироколлодийный порох так резко выделяется при этом, что его преимущества выступают очевиднейшим образом. Конечно, результат зависит от правильного подбора толщин пластинок и веса заряда,¹ но для пироксилинового пороха подбор этот ограничивается, с одной стороны, тем, что, уменьшая толщину, чересчур быстро достигают сильно возвышенных давлений, а увеличивая толщину приходится увеличить заряд, причем опять от «следов детонации» давления растут, так что для подбора пороха к оружию нельзя ждать столь широкой возможности повышать начальные скорости, какая возможна для пироколлодийного пороха (см. главу I, стр. 244 и др.).

На основании того, что сказано по поводу «следов детонации», вытекает потребность при выборе наилучшего бездымного пороха искать по опыту в нем двух качеств: удлиненного по стволу пояса наибольших давлений и однообразия давлений в этом поясе. Последнее качество особенно важно, потому, что всякая пристрелка ведется на основании показаний клинового крешера, а мы видели, что крешеры ствола могут давать и большие давления, а они могут достичь опасных для оружия величин. Известные, иногда ничем не объяснявшиеся разрывы пушек, быть может, естественнее всего понимать в указанном смысле. А так как из всех видов пороха для одного пироколлодийного не замечается никаких «следов детонации», то с ним одним можно безопасно и по произволу повышать начальные скорости до крайнего предела, что и достигнется увеличением веса заряда при соответственной толщине лент. Хотя пироксилиновые пороха во многом сходственны с пироколлодийным, но, употребляя их, все время должно опасаться «следов детонации», а потому нельзя безопасно ни увеличивать веса заряда, ни уменьшать толщины лент, а потому нельзя достигать в данной пушке таких скоростей, какие может дать пироколлодийный порох, не представляющий «следов детонации». Бурые и нитроглицериновые виды пороха, очевидно, еще менее надежны в этом отношении, чем пироксилиновый порох.

11) В баллистическом отношении самым реально резким признаком, определяющим качество избираемого пороха,

¹ Такой подбор, вероятно, сделан был при опытах, описываемых полковником Забудским (1. с.) по отношению к пироксилиновому (Охтенскому и Казанскому) пороху, но в отношении пироколлодийного пороха, приготовленного Охтенским заводом из пироколлодия морского ведомства, очевидно, взяли случайные ленты, например для 42-линейной пушки — толщиной в 0.044 дюйма (следовало взять меньшую толщину), тогда как, например, французский пироксилиновый порох был испытан при толщине 0.032 дюйма, между тем для соответствия результатов следует брать для пироколлодия наиболее тонкие ленты.

должно считать способность доставлять наивозможно большие начальные скорости m при допускаемом в орудии давлении P_m газов на стенки орудия, когда даны орудие и снаряд. Важное значение этого требования так очевидно, что доказательства не требуется. Спрашивается: чего искать в свойствах пороха для того, чтобы он давал в данном орудии наибольшую скорость при определенном давлении? Для правильности ответа не должно упустить из виду, что желательна именно наибольшая скорость, а не просто наивысшее значение дроби V/P , потому что цель стрельбы состоит в том, чтобы выбрасываемый снаряд получил как можно большую силу (а оттого и наибольшую дальность полета, меткость и т. п.); из-за нее, а не из-за одной бездымности новые виды пороха столь быстро вытесняют во всех армиях черный и бурый дымный порох. Это значит, что в дроби V/P величину P должно считать не просто заданною (постоянною), а высшею возможною P_m и вопрос сводится к объяснению того: отчего с одним сортом пороха при достижении наибольшего допустимого давления P_m можно получить меньшие скорости, чем с другим? На первый раз даже может показаться, что толкает снаряд давление, а следовательно, если оно дано, дана и скорость. Но достаточно взглянуть на любые из опытов, хотя бы на один из тех, которые ранее приводились нами, чтобы убедиться в необходимости ясно понять причину того, что при одних и тех же давлениях скорости могут быть очень разнообразные. Еще одно надо предпослать, ранее чем приступить к объяснению. Даны в пушке калибр и устройство, т. е. крепость (вес, материал, устройство), это еще не значит, что дано наивысшее рабочее давление, $P_{\max}$, потому что стреляют при равных запасах — если можно так выразиться — давлений, т. е. оставляя большую или меньшую долю прочности, ради сохранения орудия в целости. Так и должно делать, судя по целям и даже по экономическим соображениям, которые здесь неуместно было бы развивать. Так, англичане оставляют меньше запаса прочности, допускают высшие давления — при той же крепости, — а потому получают и высшие скорости, считая, не без резонов, что цель стрельбы состоит в выбрасывании снаряда, а не в продолжительности службы пушек, которые приходится сменять из-за успехов в деле конструкции, иногда вовсе без всякой пробы на войне. На корабле, где не может быть запасных орудий, необходимо стрелять с большим запасом крепости против крепостных пушек и т. д. Словом, $P_{\max}$ определяется не только качеством, весом и распределением металла в пушке, но и условиями других порядков, т. е. оно дается обыкновенно

без всякой зависимости от качества пороха,¹ а только в зависимости от назначения и качества пушек. Итак пушка дана, дано и то давление при котором из нее можно стрелять, надо избрать порох, чтобы сообщить наивысшую возможную скорость выпускаемому снаряду, который также обсуждается независимо от пороха, по своим особым соображениям. Только в виде опытов или при особых обстоятельствах и можно понимать стрельбу из пушек при давлении, меньшем P_m , так как при данной пушке и взятом порохе должно стремиться получить наибольшую возможную скорость, а уменьшенному давлению при том же порохе, очевидно, будет отвечать и уменьшенная скорость.² Если сличаются два пороха, то могут получаться для одного из них выгоды (большая дробь V/P при малых давлениях, для другого при больших (но из числа допустимых), — и этот другой тогда должно предпочесть — в баллистическом отношении, потому что цель стрельбы — сообщить снаряду наивысшую возможную скорость. Это необходимо иметь постоянно в виду, чтобы не впасть в грубую погрешность суждения (особенно тогда, когда толщина лент, зерен и т. п. не установлена по свойствам сличаемых видов пороха). Чему же должен удовлетворить порох, развивая заданное давление, чтобы сообщить снаряду наивысшую возможную скорость? Очевидно, прежде всего, что порох должен дать снаряду эту скорость еще тогда, когда снаряд находится в канале ствола. Снаряд был в покое, от давления газов получает толчок, сдвигается с места и двигается по каналу с уве-

¹ Этого не должно было бы быть, судя уже потому, что разные виды пороха дают неодинаковые «следы детонации», т. е. неожиданности всякого рода. Судя, например, уже по данным, приведенным в предшествующем пункте, видно, что ртвейленский порох дает сюрпризом возвышение давлений на 13%, призматический дымный — на 5%, а можно думать, что от них будут встречаться и еще большие сюрпризы, каких от пироколлодийного пороха нельзя вовсе ожидать ни по опыту, ни по сущности его свойств. Поэтому с одним порохом надо оставлять больший запас прочности стенок, с другим вовсе не следует, с одним есть риск разрыва, с другим, особенно с пироколлодийным, его вовсе нет, потому что нет неожиданных местных повышений давления.

² Так, например, в вышеуказанных опытах, описываемых профессором Забудским для 42-линейной пушки, зернистый и Охтенский пироксилиновый порох испытаны при давлениях около 1750 ат, а пироколлодийный только при давлении 895 ат (и с толщиной пластинок ненормально большою). Очевидно, что из такого испытания ничего практически важного вывести нельзя. Если бы толщина пластинок и вес заряда были хорошо подобраны и давление доведено до 1750 ат, тогда пироколлодийный порох наверное дал бы скорости, явно превосходящие те, которые дал пироксилиновый порох.

личивающейся скоростью, пока вылетает из дула, с приобретенною живою силою. Следовательно порох, развивая при своем горении газы и пары, должен производить ускорение во время прохода снаряда по каналу, и очевидно, что если дано давление P_m , которое не должны превосходить газы пороха, то порох даст окончательную скорость тем большую, чем в большей части пути по каналу орудия будет поддерживаться высокое давление P_m , т. е., говоря короче, чем более будет соответствовать время горения пороха времени прохода снаряда по стволу орудия. Следовательно в порохе все дело в том, чтобы он давал возможность управлять его горением, или, точнее, скоростью его горения. Но скорость горения заряда зависит исключительно от двух обстоятельств: от количества поверхностей, на которых идет горение (моментально горящий порох есть минный, детонирующий, к стрельбе непригодный, но и для него есть свои разности скоростей), и от элементарной скорости передачи горения от слоя к слою.¹ Количеством поверхностей горения заряда можно до некоторой степени управлять вполне, при данном порохе, изменяя вес заряда и размеры лент зерен и т. п.; оттого так сильно и зависит результат (т. е. V) от толщины пластинок. Иное дело — элементарная скорость. Она зависит исключительно от свойства пороховой массы. Ею управлять нельзя механическими приемами фабрикации, она — дело тех внутренних частичных сил и отношений, которые зависят исключительно от состава пороховой массы, от свойств, присущих бесконечно малым слоям вещества.

Чего же здесь требовать, каких искать элементарных скоростей: наибольших, наименьших или каких-то средних между теми, какие свойственны пороховым массам? Ответ не подлежит ни малейшему сомнению: искать надо масс с наименьшими элементарными скоростями, конечно в практических пределах. И вот почему. Если элементарная скорость горения велика — замедленное горение можно получить только в самом начале, путем увеличения размерений лент, зерен и т. п., при догорании же заряда поверхности (относительно массы) возрастут, возрастет и самая скорость горения от увеличенных температуры и давления, и произойдет в большей или меньшей мере то, что выше названо «следами детонации». Размерения лент, зерен

¹ Элементарная скорость, с своей стороны, зависит от температуры и давления, но предмета этого, отчасти разбираемого в III главе И. М. Чельцовым, я здесь вовсе не касаюсь, чтобы не усложнять изложения.

и т. п. при этом придется держать тем выше, чем элементарная скорость больше, чем калибр больше и чем высшую начальную скорость желают достичь. Оттого при черном и буром порохе для большекалиберных орудий пришлось прибегнуть к призмам или шашкам крупных, в дюйм и более, размеров. Оттого нитроглицериновые пороха, еще хорошо годные для малокалиберных орудий, «оказались опасными (по причине чресчур больших «следов детонации») в виде больших кубов для большекалиберных пушек. Оттого для них и пироксилиновые пороха везде забраковывались (до 1892 г., когда пироколлодий показал — чего надо достигать в составе, чтобы стрелять из большекалиберных орудий, и когда в пироксилиновых порохах стали увеличивать содержание коллодной части), тем более, что большую толщину пластинкам этого пороха придавать почти нельзя по невозможности вполне удалять растворитель и из-за явных «следов детонации», тогда выступающих. Если же представим пороховую массу с малою элементарною скоростью горения, то ею всегда можно воспользоваться для всяких орудий, для всяких заданных скоростей накопления давлений, простым изменением веса заряда и размерений, т. е. толщины лент, зерен и т. п. Притом, когда элементарная скорость горения мала, все шансы получения «следов детонации» исчезают, ибо детонация и есть ни что иное, как очень быстрый, почти моментальный ход разложения, удар пороховых газов. Сравнительною же наименьшею элементарною скоростью между всеми известными видами пороха обладает именно пироколлодийный порох, как видно из опытов, далее приводимых. Это его столь же основное качество, как сравнительная однородность, и надо думать, что оба эти качества связаны друг с другом.

Но как судить о величине элементарной скорости горения? Суждение возможно как по опытам в пушках, так особенно по опытам в бомбах, для того приспособленных. Я не стану описывать ни того, ни другого способа в подробностях, не могу — по требованиям сжатости изложения — касаться и всех расчетов и результатов, но постараюсь немного уяснить тот и другой способ, потому что признаю большую важность ясного представления об этом сложном предмете. Дана пушка и к ней подобраны¹ два пороха так, что P и V получаются

¹ А в чем состоит эта подборка — ясно само собою, если задача состоит в получении при данном P_m наивысшей скорости: пусть при толщине a и давлении P_m получается при изменении веса заряда, наибольшая скорость V_a , при толщине b и том же давлении скорость V (если вес заряда мал — давление будет менее P_m и скорость будет меньше); та толщина,

почти те же, но при весах заряда q и q_1 и при размерах кубов (берем для примера) e и e_1 при плотностях масс d и d_1 .

Вес каждого зерна первого пороха $= e^3 d$ (если единица веса воды равна кубической единице линейных размеров, всех зерен в заряде будет $q/(e^3 d)$). Поверхность одного зерна при начале горения $= 6e^2$, если зерна суть кубы. Следовательно, при начале горения вся поверхность заряда $= (6q)/(ed)$. Для простоты рассуждения допустим, что этот абсолютный размер поверхности сохранится и тогда, когда достиглось давление P , и что оно достиглось в обоих порохах в одинаковых условиях, когда сгорело одно и то же процентное количество заряда x .¹ В первом порохе масса сгоревшего заряда будет xq , объем $= xq/d$, толщина сгоревшего слоя получится при делении этого объема на поверхность и будет $= \frac{1}{6} e \cdot x$. Для второго пороха в то же время толщина сгоревшего пороха будет $\frac{1}{6} e_1 \cdot x$. Следовательно отношение элементарных скоростей горения, приблизительно, обратно пропорционально отношению размерений e_1 и e , а потому скорогорящим порохам должно придавать тем больший размер зерен — в данной пушке и для достижения тех же P и V — чем больше элементарная скорость горения. Истинная зависимость сложнее,² но общий смысл дела именно тот. Если взглянем теперь на числа опытов с легкой полевой пушкой (стр. 292), то увидим, что для дымного пороха зерна имели толщину 0.3 дюйма, для нитроглицеринового пороха Нобеля 0.118 дюйма, а для пироксилиновых порохов 0.036—0.028 дюйма. Следовательно для этих последних элементарная скорость горения менее, чем для нитроглицеринового пороха и для зернистого, т. е. с пироксилиновыми порохами можно достичь лучших результатов в отношении V/P_m , чем для нитроглицеринового пороха и тем паче, чем для черного или бурого, что и дает опыт всегда.

На указанном пути, однако, всегда — даже при более полном его развитии, — будет сомнительно суждение о времени, при которой получится наибольшая скорость, и есть подобранный к пушке и P_m . Вес заряда, при этом не принятый во внимание, имеет свое второстепенное — экономическое (как и ценность пороха) — значение, но здесь, говоря о баллистических свойствах пороха, я не считаю нужным усложнять дело экономическими соображениями, о которых вскользь говорено выше. Если бы на первом месте стояли экономические вопросы — никто бы и не думал о бездымном порохе. Но замечу, что и экономическая сторона дела говорит в пользу пирокколюдийного пороха.

¹ В подробном анализе все это надо принять в расчет, но я его считаю неуместным в моей теперешней статье.

² Изложение этого довольно сложного предмета я считаю здесь неуместным, мне следовало только показать связь элементарной скорости с толщиной.

а ввести его необходимо для точности суждения о скоростях.

В этом отношении опыты в соответственных¹ бомбах прямее и основываются прямо на измерении времен. Небольшая бомба, закрепленная на месте, заряжается испытуемым порохом, который воспламеняется электрическим током. В бомбе развивается от горения пороха давление газов; они сжимают крешер, отделенный от внутренности бомбы поршнем; на этом поршне указатель в виде выдающейся иглы; эта игла при сжатии крешера, т. е. при развитии пороховых газов, будет двигаться, и если параллельно с крешером и поршнем будет помещен вращающийся барабан с закопченной бумагой, запишет на нем путь своего движения, которое будет совершенно определено по времени, если рядом будут писаться колебания камертона, число которых в одну секунду времени заранее хорошо известно. Сличая запись, оставленную на закопченной поверхности камертоном и иглою поршня, получим определенную зависимость в перемене давлений по времени и узнаем «скорость горения» в данных условиях заряда, потому что положение иглы, после сжатия крешера (обыкновенно цилиндра красной меди), покажет действующее давление, а число колебаний и их долей укажет время, когда действовало данное давление.

Оставив в стороне прохождение пути, т. е. законность нарастания давлений,² остановимся только на конечных точках, начале и конце опыта. Вначале, до воспламенения пороха, игла неподвижна, а цилиндр с бумагой вращается, следовательно игла опишет на бумаге круг, перпендикулярный к оси цилиндра, а при разворачивании бумаги получится прямая линия. То же будет и после окончания горения, но тогда крешер будет сжат, игла подвинется, и прямая линия — на развернутой бумаге — будет отстоять от первоначальной и идти параллельно с нею. Если бы горение было моментальным — между обеими линиями получилась бы перпендикулярная им соединительная линия, написанная иглою во время обжатия крешера. Но даже и при горении мязги, или нежелатинированной нитроклетчатки, все же некоторый уклон виден, и прямые измерения показывают, что время обжатия крешера длится даже при этом заряде не-

¹ Такие бомбы, как указано в главе I, в выноске на стр. 221 описаны Ив. М. Чельцовым в Энциклопедическом словаре Ефрона (статья «Взрывчатые вещества») и применяются в Морской научно-технической лаборатории с 1891 г.

² «Следы детонации» узнаются по быстрому изгибу кривой, написанной иглою

сколько десятитысячных долей секунды. Когда же берут зерна или ленты пороха, применяемого для ружей и пушек, соединительная линия всегда наклонена к крайним и тем более, чем медленнее было горение. Начало и конец обжигания прямо можно видеть (по записи на бумаге) и поэтому легко определять время горения или время обжигания крешера, зная время одного колебания камертона. Изменяя вес заряда и толщину лент, зерен и т. п. при той же емкости бомбы, т. е. изменяя плотность заряжания, получим, очевидно, как разные давления (сжатия крешеров или расстояния параллельных линий), так и разные времена горения, т. е. разные длины соединительной линии. Этим же способом прямо можно видеть, что при данном порохе, чем больше линейные размеры (толщина лент, зерен и т. п.) пороховых отдельностей, тем больше соединительная линия, т. е. тем больше время горения. Результаты, однако, сложны, разбирать их все здесь неуместно, и для ясности вывода достаточно взять случай, когда окончательное давление при всех порохам одно и то же. Из многих опытов Морской научно-технической лаборатории, производившихся преимущественно Н. А. Смирновым, я буду говорить лишь про те, при которых достигалось давление около 2000 ат. Вес заряда разных видов пороха, производящий в нашей бомбе указанное давление, конечно, очень различен. Так для бурого (дымного) пороха приходится брать около 11 г (плотность заряжания около 0.5), для пироксилинового или пироколлодийного — около 4.4 г (плотность 0.2), для нитроглицериновых порохов — около 3.9 грамма (плотность заряжания 1.8) для имеющейся малой бомбы при разных толщинах лент, зерен и т. п. Итак, дано окончательное давление, как же меняется скорость обжигания или время достижения наибольшего давления от перемены толщины и материала пороха? Приводим сперва краткий свод результатов для пироколлодийного пороха, который брался обыкновенно в виде лент и только для опыта испытывался в кубках толщины чрезвычайной, в 14 мм, какой в действительной стрельбе не надобен для самых большекалиберных пушек.

Пироколлодийный порох
толщина e (в миллиметрах)

Время обжигания крешера при-
мерно до 2000 ат давления
 w (в секундах)

0.09	от 0.0012 до 0.0015
0.65—0.72	от 0.0040 до 0.0061
2.05	около 0.0114
14.0	около 0.0450

Взяв первое и два последних данных, получаем общее выражение (конечно, как первое приближение):

$$10\,000\,w = 7.2 + 53.3\,e - 0.58\,e^2 \quad (A)^1$$

Оно дает для нулевой толщины время горения $w = 0.0007$ сек., что близко к скоростям взрыва при употреблении тончайших пластинок, а для e от 0.65 до 0.72 мм дает w от 0.0041 до 0.0045, что близко к действительности. Это показывает, что формулою (А) можно до некоторой степени пользоваться, особенно при сличении с другими порохами, для которых опыты Лаборатории не столь многочисленны и разнообразны и, главное, не столь многократно повторены.

Для дымных (бурых) видов пороха особенно мало данных с достижением давления около 2000 ат. Но несомненно по нескольким пробам, что при линейных измерениях, близких к 16 мм, получается время горения около 0.0055 сек.

Здесь уже очевидно, что этот порох горит много скорее пироколлодийного, потому что при указанной толщине этот последний по (А) дает время: $w = 0.071$, т. е. в 13 раз большее.² Следовательно, время горения бурых порохов гораздо меньше, чем пироколлодийного. И очевидно, что ко всем тем временам горений, которые дают всякие виды черных и бурых порохов, всегда можно подобрать толщину пироколлодийного пороха.

Для нитроглицериновых видов пороха (кордита и баллистита) получено в лаборатории, что:

при толщине e (в миллиметрах)	время горения или обжаривания крешера w (в секундах)	при той же толщине e для пироколлодийного пороха w (в секундах)
0.8	около 0.0020	0.0049
1.6	„ 0.0030	0.0091
5.4	„ 0.0120	0.0277

¹ По самому способу нахождения (особенно же потому, что взяты только одно измерение толщины, а толстый порох был в кубках, тонкий в лентах и поверхность не пропорциональна толщине) формула эта представляет лишь грубое, первое приближение к полному выражению, которое должно быть гораздо сложнее, но так как для выяснения необходимых здесь понятий мне кажется совершенно достаточным первое грубое представление о предмете, то я не вхожу в разбор более подробных выражений. Для этого нужна особая статья.

² Если по (А) нельзя экстраполировать, то все же ясно, что при такой толщине в 16 мм пироколлодийный порох даст w более 0.0450 сек. Для шашек бурого пороха, при размере около 25 мм получилось время горения $= 0.0146$ сек., но тогда давление превосходит 3000 ат., а плотность заряжения достигает 0.57.

т. е. пироколлодийный порох развивает наибольшее свое давление примерно в три раза большее время, чем нитроглицериновые пороха при таких же практически применимых толщинах лент, нитей и т. п.¹

Для пироксилиновых видов пороха твердо установлены (при давлении около 2000 ат) в Лаборатории времена обжигания только при двух толщинах, а именно:

Время обжигания крешера для пороха:

при толщине e (в миллиметрах)	пироксилинового (опыт) (в секундах)	пироколлодийного, w по (А) (в секундах)
0.7	около 0.0027	0.0044
1.4	„ 0.0070	0.0081

т. е. при равных толщинах, пироколлодийный порох все же горит явно дольше, чем пироксилиновый.

Чтобы показать разность времени горения разных видов бездымного пороха, достаточно следующее сопоставление для трех толщин, около которых изменяются пороха, применяемые в пушках:

Время обжигания крешера в бомбе до 2000 ат w при порохе:

толщина (в миллиметрах)	нитроглицериновом (в секундах)	пироколлодийном (в секундах)
1	около 0.002	около 0.006
3	„ 0.006	„ 0.016
5	„ 0.013	„ 0.026

Пироксилиновые пороха близки к пироколлодийному пороху, но все же сгорают скорее.

Медленнее всех сгорая, пироколлодийный порох, очевидно, имеет меньшую элементарную скорость горения последовательных слоев заряда, а потому для него, при надлежащих условиях достижения наибольшего допустимого давления, дольше действует это давление на снаряд (как было показано

¹ Отсюда для нитроглицеринового пороха приближенно:

$$10\,000 w = 15.5 + 2.2 e + 4.3 e^2.$$

Здесь при всей малой точности выводов подобного рода, одно очевидно, а именно, что при e^2 для пироколлодийного пороха вышел малый отрицательный, а для нитроглицеринового пороха положительный и очень большой коэффициент. Это показывает, например, что dw/de для первого при разных толщинах почти сохраняется (и близки к 0.0050 сек.), а для второго сильно изменяется, например при $e = 1$ $dw/de = 0.0010$, а при $e = 10$, $dw/de = 0.0085$ сек.

в предшествующем пункте) и он приобретает высшую скорость, что представляет немаловажное баллистическое преимущество нашего пороха.

12) Мне остается сказать о последнем баллистическом требовании от порохов, весьма немаловажном при выборе сорта пороха, а именно об однообразии достигаемых скоростей. Ружья и пушки, постепенно совершенствуясь, стали все более и более подходить к точным приборам по однородности изготовления множества образцов, а потому и от выстрелов естественно требовать возможно полного однообразия, т. е. тех же начальных скоростей, когда пушка, снаряд и заряд взяты те же. Небольшие изменения, меньшие 1% начальной скорости, неизбежны, допустимы и в счет идти не могут, потому что на деле не окажут заметного влияния (на дальность полета, настильность и т. п.), но эти изменения должны быть строго ограничены, так что изменения, достигающие до 3%, должно уже считать по справедливости недостатком, определяемым отсутствием однообразия в массе пороха, тем более, что по принятым правилам, каждая партия производства всякого пороха особо испытывается, и небольшие отклонения в производстве наверстываются небольшими изменениями в весе пороха. В отношении к однообразию результатов стрельбы пироколлодийный порох заявил себя наилучшим образцом с первого же раза, как видно уже и из примеров, данных в I главе, хотя те опыты и были произведены с первыми партиями производства. Так, например, для 47-миллиметровой пушки при заряде в 86 золотников (стр. 241) получены при 8 выстрелах порохом разных порций приготовления скорости от 2315 до 2337 футов в сек., так что наибольшая разность среднего (2328 футов) не превосходила 13 футов или была немногим более $\frac{1}{2}\%$, что практически с другими порохами очень трудно достижимо, здесь же достигнуто с первого раза.

Объяснение этому однообразию результатов уже дано в исчисленных выше свойствах пироколлодийного пороха: постоянство состава, однородность массы, отсутствие «следов детонации» и сравнительная медленность горения скопились здесь для того, чтобы весь процесс горения шел в самой совершенной форме, необходимой для однообразия результатов. Будь, например, в нашем порохе такие «следы детонации», какие видели выше в ротвейленском порохе—однообразия быть не могло, потому что местное усиление давления при движении снаряда по каналу должно было бы сообщать снаряду перемены скоростей, смотря по тому, где и когда оно наступит.

Итак, те благоприятнейшие опытные результаты, которые дал наш пироколлодийный порох при первой опытной стрельбе, произведенной (глава I) на морском полигоне, не представляют чего-либо зависящего от особых условий или каких-нибудь случайностей исследования и определяются основными качествами этого пороха, а именно: его однородностью (прямо видимою на глаз по прозрачности массы и проявляющегося при растворении в смеси спирта с эфиром), постоянством состава, отвечающего наибольшему объему газов, полною бездымностью горения, отсутствием каких бы то ни было «следов детонации» и малою элементарною скоростью горения, которая определяет преимущества применения пироколлодийного пороха не только в ружьях и скорострелках, но и в пушках самых больших калибров. Разбор всех этих сторон дела (глава II) укрепляет выводы, сделанные на основании опытов на полигоне, потому что объясняет причины полученных в опыте результатов стрельбы.

Кончая статью, полагаю излишним — по причине очевидности — делать какие-либо практические выводы, тем более, что мое участие в пороховых вопросах ограничивается их изучением, предпринятым лишь вследствие желания его высокопревосходительства управляющего Морским министерством Николая Матвеевича Чихачова — подвергнуть это дело научной разработке и остановиться на доброкачественном бездымном порохе, нужном для нашего флота. Свое дело я считаю законченным с того времени, когда пироколлодийный порох выдержал опыты морского полигона в орудиях всех калибров. На пироколлодий должно смотреть, как на особую разновидность давно известной нитроклетчатки, а на пироколлодийный порох, как на предельное видоизменение желатинированного пироксилинового пороха, изобретенного французами; новое здесь составляет лишь продолжение и, в некотором смысле, завершение уже известного, у которого было много неопределенности, теперь устраненной. Разрешение предстоявшей задачи, благодаря приложению точных методов и трудам лиц Морской научно-технической лаборатории, вышло более общим, чем можно было ждать при первом приступе к делу, и мне остается только пожелать, чтобы наш флот воспользовался, когда представится в том надобность, выдающимися достоинствами пироколлодийного пороха, так как он по сумме своих свойств оказался лучшим видом бездымного пороха.

Д. Менделеев.

*Рукопись, хранящаяся в музее
Д. И. Менделеева при ЛГУ. Расшифрована
М. Д. Менделеевой.*

В Исполнительную комиссию по перевооружению

Докладная записка совещатель-
ного члена Артиллерийского коми-
тета, заслуженного профессора
Менделеева

**О ЗАКАЗАХ И ЗАГОТОВЛЕНИЯХ СЫРЫХ МАТЕРИАЛОВ,
ПОТРЕБНЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗДЫМНОГО ПОРОХА
НА ОХТЕНСКОМ ЗАВОДЕ В 1891—1894 гг.**

Ознакомляясь с делами, касающимися бездымного пороха, я пришел к заключению о возможности более целесообразного и выгодного, чем предполагаемый ныне, способа заготовки основных материалов, потребных для принятого ныне способа производства бездымного пороха, а потому считаю необходимым довести о сем до сведения Исполнительной комиссии, причем для простоты дальнейших соображений приму во внимание заготовку одного Охтенского завода в количестве 40 т. пудов на 1891 г., и по 80 т. пудов на следующие три года, что составит в 4 года всего 280 т. пудов пороха из того миллиона пудов, который предначертано получить в виде основного запаса нового пороха, необходимого для перевооружения.

Валовая стоимость, текущие расходы производства, одного пуда бездымного пороха в плане принята равною 55 р. кр. В определении сей цифры служила предполагаемая стоимость бездымного пороха по 10 франков за килограмм во Франции, что и дает при данном курсе на пуд около 55 руб. Если бы план был технически выработан, то стоимость пуда следовало бы вывести из подробного разбора составных чисел, входящих в стоимость пуда пороха. Из сведений, собранных мною в Англии и Франции ныне летом, килограмм французского пороха со всеми текущими расходами обходится не 10, а 8 франков.

Охтенскому заводу предположено на 1891 год ассигновать 2 млн. 200 т. р. для производства 40 т. пудов пороха.¹ Сумма эта разбита следующим образом:

108 т. п. чилийской селитры, по 1 руб. 52 коп.	164 160 руб.
29 т. п. бумажных „концов“, по 7 руб. 50 коп.	217 500 „
240 т. п. серной кислоты, по 80 коп.	192 000 „
5 „ „ азотной кислоты, по 6 руб.	30 000 „
1540 „ „ каменного угля, по 16 коп.	246 400 „
80 „ „ растворителя, по 8 руб.	640 000 „
Горшков и др. глиняной посуды	50 000 „
На заготовление прочих материалов и на рабочих	659 940 „

Итого текущих расходов на 40 т. пудов 2200 000 руб.

Если бы таков был истинный расход заготовления бездымного пороха, то к нему для определения истинной стоимости следовало бы присовокупить, кроме интереса и риска, стоимость самого завода, назначенного для переработки селитры и обращения бумажных концов в пироксилиновую мязгу и для превращения ее в порох. А так как эта стоимость не менее 2 млн. рублей, то, считая лишь 5% на капитал и 5% на погашение (что конечно мало, как всякому очевидно), получится 200 т. р., а потому без выгод и страхования риска стоимость бездымного пороха следовало бы считать в 60 р. за пуд. Причисляя возможно мало на общие расходы управления, на страхование и на выгоды заводчика должно было бы думать, что пуд бездымного пороха не может быть предлагаем в продаже ниже 80 р., или, при курсе 33¹/₃ коп. за франк, не ниже 240 фр. пуд, или около 15 фр. за килограмм. Между тем в делах Исполнительной комиссии имеются сведения о том, что А. Нобель на своем частном заводе в Авальяно готовил и продавал итальянскому правительству, конечно не без барыша, килограмм своего пороха по 8¹/₃ франков,² самому же итальян-

¹ Считая в том числе около 1 млн на заготовление для 1891 года материалов еще в текущем 1890 г.

Не считая 1) 90 т. р. на усиление средств личного состава. 2) 1942 т. р. на новые постройки и механизмы для предстоящего расширения завода и 3) 229 т. р. на заготовку материалов на 1892 год. Всего это составляет на Охтенский завод около 6¹/₂ млн. на 1891 год, судя по записке Инспектора пороховых заводов.

² Хотя порох Нобеля содержит нитроглицерин, а он дешевле пироксилина, но разность очевидно происходит не от этой причины (преимущественно от массы и стоимости растворителя). Притом все опыты, имеющиеся с порохом Нобеля (вообще с нитроглицериновыми), показывают, что заряд этого пороха должен быть (около 2 г) меньше, чем пироксилиновых порохов (заряд около 2³/₄ г) для производства той же начальной скорости.

янского правительству порох обходится в $4\frac{1}{4}$ франка, не считая уплаты за привилегию изобретателю (по 1.2 фр. с килограмма). Компания Максим Норденфельд предлагает свой бездымный порох по 4 шилл. за англ. фунт, что составляет около 11 фр. за килограмм, а такая цена не оставляла бы выгоды названной компании, если бы бездымный порох действительно стоил 10 фр. за килограмм, как принято на планах заготовления у нас бездымного пороха.¹

Хотя высокая цена предполагаемого у нас бездымного пороха много зависит от того, что наш бездымный порох подражает как по составу, так и по способу приготовления французскому, считаемому за наиболее совершенный (о чем подробнее предполагаю сказать в особом докладе), но есть два обстоятельства, побуждающие думать, что наше отношение глубоко отличается от существующего во Франции:

1) французы постепенно доходили до типа своего пороха, мы же вводим готовый тип, подражание коему всегда должно быть дешевле, и

2) французы сначала и до сих пор держат все дело в глубокой тайне, которая достигается множеством излишнего расхода, а нам приходится брать почти все в готовом виде, и нет возможности достичь той степени тайны, которую французы оплачивают некоторыми совершенно излишними расходами на свой порох.

¹ Бывши ныне летом в Англии, видев на деле производство бездымного пороха Максима и собрав сведения об английских ценах сырых материалов, я пришел к заключению, что текущие расходы на приготовление различных сортов (между коими есть пироксилиновые) пороха Максима не превосходят 4—6 франков за килограмм.

П Л А Н

1 мая 1893 г.

1) Передать заказ пироколлодия Ушкову, на первое время заказав 5000 пудов с тем, что цена определится после изготовления и сдачи первых 500 пудов. Для установки там дела отправить туда одного или двух химиков из Лаборатории на лето и поручить мне и Чельцову присмотреть.

2) Готовить понемногу (сколько можно) пироколлодий и на своем заводе, чтобы определить ценность его.

3) Устроить ныне летом мастерскую для производства из пироколлодия пороха, поручив ее ведению лабораторного начальства, т. е. считая ее при Лаборатории. Летом можно строить здания, запастись приборами, а зимою делать.

4) Ввиду быстрого решения сложного вопроса о пушечном порохе и ввиду дел, поручаемых Лаборатории, построить в них для ее чинов жилой дом рядом и над Лабораториею, а в штаты завода ввести жалованье служащим в Лаборатории, равное квартирным. Тогда новых служащих не будет, а расход на управление мастерской будет мал.

5) Летом и осенью изготовить до 1000 пудов пироколлодия, уже распределить до 100 пудов бездымного пороха во флот.

Стоимость обзаводства:

Постройка завода и снабжение его машинами (.)* и т. п. никак не более (вероятно менее)	80 тыс. руб.
Здание для квартир служащих в Лаборатории вероятно не более	60 " "

Около . . . 140 тыс. руб.

* Не разборчиво. (Прим. ред.).

Стоимость пороха,
если запас на первое время будет на 5000 пуд. на 2 года:

5000 пуд. пироколлодия на частном за- воде будут с доставкой стоить от 20 до 30 руб. Приняв 25 руб., получим за 5000	125 тыс. руб.
Содержание мастерской: рабочим, топли- во, спирт и эфир, на возобновление и ремонт с пуда примерно по 10—20 руб. Приняв среднее 15 руб.	75 „ „
Жалование служащим при мастерской чинам Лаборатории около	6 тыс. руб.
Непредвиденные начальные расходы на 5000 пуд.—поездки (. . .)* и т. п. .	14 „ „
Итого . .	220 тыс. руб.

Присчитывая сюда % на 140 т. р. основного капитала (около 7 т. р.), получим общую стоимость первых 5000 пудов пушечного пороха около 225 т. р. или пуд около 45 руб. Есть основание полагать, что мало-помалу ценность пуда готового пороха удастся спустить до 40 и 30, даже до 27 рублей. В заказ худшие пороха обойдутся ныне вероятно никак не дешевле 50 р. В 2 года наверное сделается 5 т. пудов и более.

Д. Менделеев.

* Не разборчиво. (Прим. ред.).

ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
22	1 сверху	„Explosives	„Explosive
125	6 „	доля	доли
158	18 снизу	министерство	министерством
170	3 сверху	12 ¹ / ₂ азота	12 ¹ / ₂ % азота
175	13 снизу	потребными	потребной
197	6 „	$T: 10^6$	$T \times 10^6$
290	3 сверху	давление	давление P_m

*Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Академии Наук СССР*

Технический редактор *Р. С. Певзнер*
Корректор *Н. П. Ракова*

*

РИСО АН СССР № 3104. Подписано
к печати 2/II 1949 г. Печ. л. $19\frac{3}{4}$ + 1 вклейка
Уч.-изд. л. 23 Тираж 3000. М 19794. Зак. № 396.

Типография им. Котлякова Госфизиздата СССР.
Ленинград, Саловая, 21