

**ПРОВЕРЕНО**

*Пролетарии всех стран, соединяйтесь!*

Р. С. Ф. С. Р.

95/2 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ ВОНХ

Б. СЕРИЯ 3. ИНЖЕНЕРНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ БИБЛИОТЕКА

№ VII-3

5510

**СУХАРЕВСКИЙ, М.** проф.

# ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА И ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

**СПРАВОЧНОЕ РУКОВОДСТВО ДЛЯ ИНЖЕНЕРОВ, ТЕХНИКОВ И СТУДЕНТОВ.**

БИБЛИОТЕКА  
ИРКУТСКОГО  
ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО  
ИНСТИТУТА  
№ ~~95/2~~ ~~10~~ в сотрудничестве с Г. Черника и ассист. Н. Соколова  
Шифр \_\_\_\_\_  
Вместе с \_\_\_\_\_

**Том I.**

БИБЛИОТЕКА  
СИБИРСКОГО ГОРНО-  
ИНСТИТУТА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО.  
МОСКВА — 1923.



*Альфред Нобель.*

# **ГЛАВА 1. ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА И ПРОГРЕСС КУЛЬТУРЫ.**

§ 1. Если не считать искусственного приготовления огня в доисторический период, то можно смело сказать, что ни одно изобретение, основанное на химических процессах, не оказало большего влияния на развитие человечества, чем взрывчатые вещества. Изобретение черного пороха и использование его взрывной силы для метания снарядов знаменует собой новую эру в истории человечества. До того времени разница в вооружении и способах ведения войны между цивилизованными нациями и варварами была слишком незначительна, и победа оставалась всегда на стороне грубой физической силы. Вследствие этого Римская Империя, стоявшая на высоте культуры и обладавшая стройной государственной организацией, должна была склониться перед германцами, имевшими в своем распоряжении одну только грубую физическую силу. Вследствие этого фанатичные поклонники Ислама покорили персидскую и византийскую империи, а дикие орды монголов распространили свое владычество на Среднюю Азию и часть восточной Европы, вплоть до Польши. Все эти события на долгие столетия остановили прогресс культуры и снова ввергли человечество в дикое варварство.

§ 2. Но подобные нападения менее культурных рас на своих более культурных соседей становятся совершенно невозможными, лишь только последние начинают применять взрыв вещества для военных целей. Порох и все более совершенствуемое огнестрельное оружие обеспечили европейской культуре победы почти над всем земным шаром.

Но нации, обладавшие порохом и огнестрельным оружием, должны были трудиться над их усовершенствованием, дабы их господствующее положение и самостоятельность не подверглись бы новой опасности. Средства же к такому постоянному усовершенствованию могла дать только наука, т. к. умение использовать вещества и силы природы зависит от теоретических познаний, которые в свою очередь приобретаются изучением природы. Развитие физики и химии, как и вообще в технике, дает себя чувствовать особенно в технике взрывного дела.

§ 3. Но не только употребление взрывеществ для военных целей и для дела разрушения побуждают ученых к более глубокому их изучению, но и мирные цели, приносящие благо всему человечеству. В лице черного пороха, динамита и д. д. человечество обладает колоссальной силой, которую по желанию можно употребить на благо или во вред своим ближним. С помощью этой силы в настоящее время из недр земли добываются такие необходимые для человеческого обихода предметы как уголь, руда, соли, разные металлы; благодаря ей устраняются подводные камни, угрожающие судоходству, высокие крутые горы уже не могут препятствовать сношениям людей и их торговле, и наконец эта сила облегчает труд земледельца заменяя его мускуль-

ную энергию.

Как бы в благодарность за те указания, которые теоретические исследования дали технике, последняя послужила чистой науке импульсом и возможностью к проведению исследований, расширивших и углубивших познание законов природы.

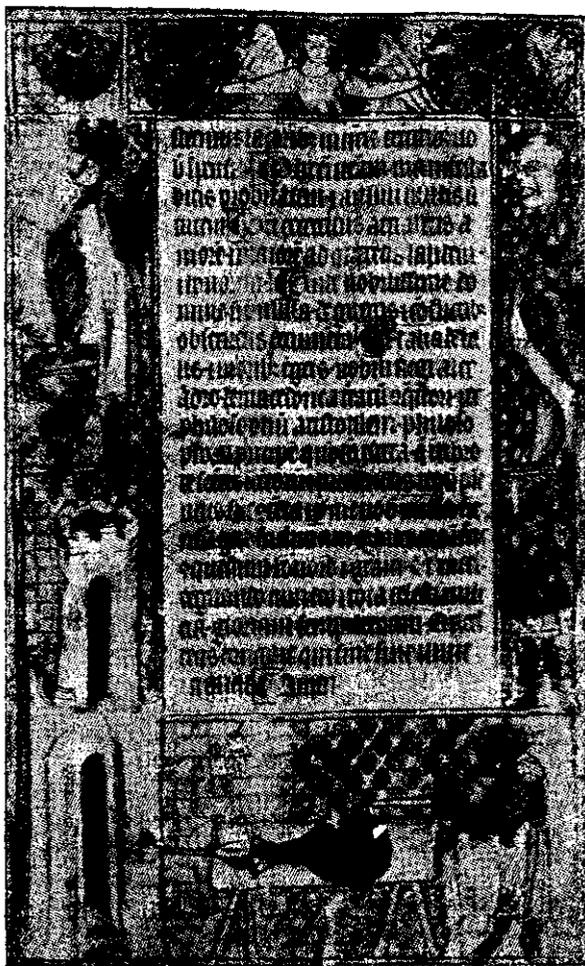
Именно исследование взрыввеществ навело, как физику, так и химию, на такие области, которые до того времени совершенно не затрагивались опытной наукой: и здесь удалось наблюдать материю во взаимоотношениях к давлению, температуре, движению. Последние при этом достигают таких величин, которые далеко выходят за пределы границ, в которых обычно происходят явления химического или физического обмена веществ. На самом деле, в то время как химические реакции происходят при давлении в одну атмосферу и при температуре в несколько десятков градусов, при чем газы развивают сравнительно небольшую деятельность, реакции взрыввеществ вызывают давления, измеряемые в тысячах атмосфер, при этом освобождаются такие количества тепла, которые придают молекулам скорость в тысячи метров в секунду.

Исследование таких явлений значительно раздвигает границы познания природы и распространяет их далеко за обычные пределы.

## **ГЛАВА II. ДЫМНЫЙ ПОРОХ.**

§ 1. Нельзя с точностью определить время изобретения черного пороха и первого применения его в смысле использования его мощной энергии. Уже в очень ранние периоды у различных народов можно найти указания на горящие метательные снаряды. Вначале примененные лучины были вскоре заменены сажей, селитрой, смолой, т.е. такими веществами, которые легко воспламенить и трудно загасить. Но тем не менее их легко было обезвредить охлаждением или лишением их воздуха. Сам же снаряд не должен был обладать значительной скоростью, чтобы не погаснуть от охлаждающего влияния воздуха.

Все эти недостатки зажигательных снарядов были устранены в знаменитом греческом огне (около 673 г.). Секрет его изготовления и употребления в начале был известен только в пределах Византийской Империи. Появление огня произвело на всех современников колоссальное впечатление. Утверждали даже, что все предметы, зажженные греческим огнем, не могут быть потушены. Успех греческого огня надо отнести к открытию селитры и ее качествам.



*Из рукописи Вальтера Миллимета.*

„De officiis Regum“ (1325 г.)

Внизу изображена первобытная пушка в виде бутылки, выпускающей стрелу; человек прикладывает огонь к отверстию (по Marschall'ю).

Уже в старину были известны выветривания осадков солеобразных растворов, образующихся в почве многих сухих местностей.

Так описанный Дноскоридом и Илиниусом «камень города Ассоса» (город в Мизии), по всей вероятности, не что иное, как селитра, т.е. нитрат, калия. То же можно сказать и о составе, известном под названием «китайского

снега». В арабских рукописях можно найти указания на соль, похожую по своим свойствам на селитру и именуемую там «Barud».

В начале селитру употребляли в медицине, как обеззараживающее и охлаждающее средство при нарывах и ранах. Возможно, что случайно открыли, что, будучи брошена на горячие угли, селитра горит ярким пламенем.

Так, китайцы употребляли селитру для добывания огня, для фейерверков и т. д., на что указывают названия: «китайская соль» и «китайский снег», коими арабские писатели обычно обозначали селитру. Однако, совершенно невозможно более или менее точно определить время ее открытия. Возможно, что употребление горючих составов с селитрой для военных целей было введено в Китае не раньше, чем в Европа. По этому поводу Бертелло (*Materes explosives, t. II, 354*) приводит несколько данных, найденных иезуитскими миссионерами в древнекитайских рукописях. Они гласят: «В 969 году по христианскому летоисчислению и во второй год царствования Тай-Тсу, основателя династии Зонгов, этому Императору был представлен состав, который зажигал стрелы и кидал их на большое расстояние. Около 1002 года, в царствование его наследника Тжин-Тсонг, были в употреблении особые трубки, которые бросали зажженные стрелы и бомбы на расстояние от 700—1000 шагов».

При этом нельзя забывать, что речь идет здесь о ракетах, но ни в коем случае не о пушках, а также не о черном порохе. На осаду города Кай-фунг-фу указывают, как на первый случай применения пушек, т.е. употребления черного пороха. Однако, автор этого сообщения Петр Гаубил оговаривается, что употребленная с обеих сторон машина, под названием Хо-пао, по всей вероятности, не была пушкой, а простым метательным орудием, которое бросало сосуды, наполненные горючим составом, на довольно значительные расстояния. Подобно этому, употребленные около 1271 года при осаде города Сианг-ианг машины были построены инженерами — иностранцами, итальянцами и персами, как о том повествует и Марко Поло в соответствии с китайскими историками.

По этим и другим источникам можно с несомненностью установить, что китайцы в это время еще не были знакомы с употреблением черного пороха. Даже в 1621 году, пушки были им совершенно неизвестны; du Halde уверяет, что мандарины были повержены в крайнее изумление при пробной стрельбе из пушек, которые город Макао преподнес в подарок китайскому императору.

Все же считают, что честь открытия селитры принадлежать китайцам, которые смешивали ее с горючими веществами, в особенности с серой и углем, и употребляли эти составы для фейерверков. Они открыли также, что при сожжении этих составов получается толкающая сила, которую и использовали для военных целей в виде ракет, однако не ранее 10 столетия, т.е. в то время, когда это открытие было сделано и на Западе. Но китайцам не принадлежит честь открытия взрывной силы газов, образующихся при сожжении в закрытых сосудах селитровых смесей, следовательно, они не знали черный

порох в современном смысле этого слова. С, упоминанием о «греческом огне», как о изобретении некоего Каллиникоса из Геллиополиса, мы впервые встречаемся в 673 году. Благодаря греческому огню был уничтожен флот арабов, осаждавший Константинополь, и с тех пор Б течение долгих столетий греческий огонь был страшным орудием в руках византийцев, в особенности же в морских битвах. Император Лев-философ в своих военных трудах говорит, что греческий огонь выбрасывается с ужасающим грохотом из особых труб и что его неугасимое пламя уничтожает неприятельские корабли. Использована ли здесь и в какой степени толкающая сила горящих газов — установить трудно. Но зато с несомненностью установлено, что селитра входила в этот состав.

Обычно греческий огонь помещался в выдолбленные камни или в железные сосуды, снабженные отверстиями; выбрасывался он метательными машинами. Византийцы употребляли также и такие сосуды (под названием «тирозифонов»), которые бросались в неприятеля руками — т. е. нечто подобное современным ручным гранатам.

§ 2. Изготовление и способ употребления греческого огня было долгое время известно только одним грекам. Недаром Византийский Император назначил самые ужасные наказания за разглашение этого секрета. Но понемногу секрет все-таки распространился и, наконец, стал достоянием и врагов. Ведь не через Китай, а через Константинополь магометане познакомились с греческим огнем, который они так ужасно использовали во время Крестовых походов. По описанию Joinvilles (*Histoire du roy Saint—Loys*) можно судить, какой ужас распространяли неприятельские огненные машины среди войска Людовика Святого.

Однако, точный состав греческого огня греки тщательно скрывали. Они называют горючие составные части сажу, нефть, серу, но о самой важной части, о селитре, они не говорят ни слова. Менее скрытны арабские писатели. В одном арабском манускрипте, переведенном Reinaud и Fore (*Du feu gregoriois et des origines de la poudre a canon*, 1845) указываются несколько смесей селитры с различными горючими веществами.

Много рецептов селитровых горючих смесей мы находим в знаменитой книге Марка Грека: «*Libre ignium ad comberendum hostes*». Время появления этого труда точно не установлено; приблизительно можно назвать промежуток между XI и XIII столетиями. Гуттмаи (*Industrie der Explosivstoffe*) полагает, что этот труд не мог быть написан ранее 1229 года, так как арабы до этого года не употребляли селитру для горючих смесей, а автор главным образом пользовался арабскими источниками. Среди рецептов мы находим составы, которые очень близки теперешнему черному пороху, так, напр.: 2 фун. серы, 2 ф. липового угля и 6 ф. селитры. Но так же как и арабские источники, Марк Грек говорит лишь о том, что назначение смеси — устройство пожара. Он описывает даже и ракету, но употребления этих смесей, как толкающей силы в пушках, он еще не знает. Но все-таки ракета также отчасти использовала толкающую силу. Марк Грекус называет ракету *ignis volatilis* или *tunica ad*

volandum. Селитровый состав обычно помещался в трубу, закрытый или суженный конец которой нагревался. Воспламененная масса выбрасывала содержимое в горящем виде наружу. Следует обратить внимание и на то, что тогдашняя селитра представляла из себя весьма не чистый нитрат калия. Если бы вышеуказанная смесь состояла из чистой селитры, то она при воспламенении дала бы взрыв, а не горела бы как ракета. У Марка Грека мы находим также и описания «*tunica tonitruum faciens*». Но и здесь речь идет не о моментальном взрыве. Наполненная наполовину горячей смесью гильза разрывалась с грохотом, как только газы приобретали достаточную упругость. Цель ее — устрашать врагов своим грохотом.

В трудах знаменитых алхимиков Альбертуса Магнуса (1193 — 1280) и Роджера Бэкона (открытие пороха которому приписывают англичане) (1214 — 1292) мы находим довольно фантастические сообщения о селитровых горючих смесях «*ignis volans*», «*tunica ad volandum*» и о «*ad faciendum tonitruum*». Но в сущности ничего нового здесь нет, и Марк Греку в данном случае является первоисточником.

§ 3. Следовательно в конце XIII столетия были известны селитровые смеси, близкие по составу с черным порохом, которые легко воспламенялись и легко воспламеняли горящие предметы и которые можно было бросать в виде ракет на известное расстояние. Последнее дало толчок к использованию толкающей силы пороха. В трубу стали помещать не только горючую смесь, но и снаряд, который выбрасывался газами. Это открытие и, следовательно, открытие черного пороха, очевидно, сделано арабами. В одной арабской рукописи, хранящейся в Петербургской Библиотеке, описывается смесь, состоящая из 10 драхм селитры, 2 драхм угля и 11/2 драхм серы. Этой смесью, растертой в мелкий порошок, наполняли на одну треть «медфу», а затем воспламеняли. «Медфа» — выдолбленная часть. Этимологически она имеет значение: «*propulsorium, projecto rium*». Лишь впоследствии она в арабском языке принимает значение пушки (Упманн: «*Das Schiesspulver*»)

Здесь в первый раз приходится иметь дело с баллистическим действием пороха. От стреляющей трубы «медфы» до пушки оставался теперь только один шаг и, по сообщениям Либри, уже в 1326 г. во Флоренции отливаются металлические пушки. Однако сообщения этого автора не совсем беспорны. В 1339 году француз Варфоломей Драг представил, по сообщению одного существующего и ныне документа, счетной палате доклад: «*Pour avoir fondre et autres choses necessaires aux canons*». При защите Камбрэ (1339) были в употреблении 10 пушек, а в битве при Кресси англичане пользовались (1346) 3 пушками, из которых они стреляли маленькими железными бомбами.

В Германии открытие черного пороха обычно связывается с именем Бертольда Шварца. Предание гласит, что Шварц, францисканский монах из Фрейбурга в Баварии, случайно, при алхимических опытах, открыл черный порох и его действие. В XV и XVI столетиях его все считали изобретателем черного пороха. Более точных данных об этом монахе и о времени, в котором он жил, до настоящего времени все еще не получено. Если откинуть все,

многочисленные анекдоты о нем и основываться на достоверных сообщениях немецких, итальянских, голландских и других источников XVI-го и XVI столетий, то можно с уверенностью сказать, что какой-то монах Бертольд Шварц действительно существовал и сделал самостоятельно, независимо от различных, главным образом, арабских рукописей и преданий, открытие черного пороха; однако, это открытие падает на середину XIV столетия (обычно называют даже 1380 год), т. е. время, когда в Германии употребление черного пороха было уже известно. Так, напр., мы знаем, что в 1340 году в Страсбурге, в 1344 в Спандау, в 1348 году в Лигнице существовали пороховые заводы. В 1360 году пожар в Любеке, уничтоживший ратушу, произошел, как говорят, от взрыва пороха. Иоган Роже в своей «Тюрингской хронике» говорит, что при осаде Фридрихом, маркграфом Мейсеенским, (в 1365 г.). Ейнбека, защитником последнего, герцогом Генрихом браншвейгским, в первый раз было применено огнестрельное оружие.

В Испании упоминаются метаемые огнем бомбы в связи с осадой города Аликанты; Россия в 1389 году, Швеция в 1400 году обзаводятся артиллерией. Очевидно употребление пушек распространилось очень быстро; но с другой стороны вооружение пехоты пиками держалось еще долго, во Франции даже до времен Людовика XIV; также и английская армия, в свое время прославившаяся стрелками, сражалась еще в 1627 г. при осаде острова Рэ с луками и стрелами.

Греческий огонь, с развитием употребления черного пороха, понемногу исчезает из числа военных средств.

В РОССИИ порох начал изготавливаться только в XV веке, но большие фабрики его сооружены были только лишь в царствование Императора Петра I-го: Охтенский, Сестрорецкий и Петербургский пороховые заводы. Из этих заводов поныне функционирует только один Охтенский, остальные же два впоследствии были ликвидированы: Сестрорецкий в 1735 году, а Петербургский в 1801 году. Вскоре после смерти Петра Великого был основан Шостенский пороховой завод, работающий и до настоящего времени.

Следующим нововведением было то, что вместо каменных или железных сплошных снарядов стали употреблять полые. Эта мысль заимствована, очевидно, от огненных бомб (горшков), но назначение новых снарядов не ограничивалось устройством пожаров. Стенки гильз стали делаться толще, а внутренность заполняться пороком, который взрывался позже, чем употребленный для выстрела снаряда. Так образовалась бомба, действие которой усиливалось происходящим на некотором расстоянии взрывом ее содержимого. Бомбы появились в XVI столетии, в XVII столетии они уже приобрели большое значение, а в наши дни они настолько усовершенствованы, что первые бомбы кажутся безобидными игрушками.



*Христиан Шейнбейн.*



*Фридрих Абель.*

§ 4. Начало употребления пороха для подземных минных работ относится по-видимому уже к более позднему времени, и мы впервые видим применение пороха в этой области только в 1487 году, при осаде замка Серецанелла. Однако, первые шаги пороха на этом поприще не были вполне удачны. С какого времени стал применяться порох для подземных взрывов в России — в точности еще неизвестно, но установлен, однако, тот факт, что во времена осады Казани порох уже числился в числе вспомогательных средств атаки.

Указания на применение пороха для подземных фугасов относятся ко временам осады Негропонте в 1472 году; ручные гранаты появились только около 1524 года, а петарды — при осаде Кагора Генрихом IV в 1577 году. Восемь лет спустя, а именно в 1585 году, инженер Дженибалли применил порох при осаде Антверпена, снаряжая им мины, спускавшиеся по течению. Казалось бы, после этого следующим непосредственным шагом было бы применение пороха для снаряжения оборонительных подводных мин, в действительности же указания на таковые мы имеем впервые лишь в начале девятнадцатого столетия (Кронштадт 1807 г.), введение же в употребление донных мин относится ко временам Датской войны, при чем таковые применены были впервые в 1848 году в Киле.

Первое применение пороха в горном деле было сделано при подрывных работах (для уничтожения подводных камней на реке Немане) в 1548 году. В 1527 году тиролец Каспар Вейндель первый применил взрывчатые вещества в рудниках в Венгрии, в 1632 г. они уже появляются при рудничных работах в Клаустале, а в 1645 году во Фрейберге, с 1670 г. вводятся и в других государствах.

§ 5. Дальнейшая история дымного пороха вплоть до наших дней сводится к детальному изучению зависимости его свойств от свойств его составных частей и способов приготовления. Изучение последнего имело своим результатом значительные улучшения в самой технике производства и поставило последнюю на современную высоту. Изучение первого вызвало целый ряд предложений, сводящихся к замене основных элементов состава черного пороха другими веществами, в той или иной степени, по мнению авторов предложений, улучшающих качество дымного пороха или удешевляющих его. Так в 1756 году Le-Blond предложил порох с уменьшенным количеством селитры и совсем без нее, а в 1786 году Бертоле заменил в порохе селитру хлорновато-калиевой солью. Первые практические применения аммиачной селитры с той же целью относятся к эпохе французской революции. В 1799 году предложено было к пороху примешать пикриновую кислоту, а в 1809 году Дюлонг предложил уменьшить количество порохового дыма введением в состав пороха пикратов.

Вариантов взрывчатых веществ, сходных с черным порохом, было предложено множество и, в этом отношении, их особенное изобилие появилось в шестидесятых годах прошлого столетия. Так например в 1861 году Ньютон предложил свой порох, в этом же году появился порох Сколанда, в 1862 году — Саксифрагин, порох Бенетта и Келлова, в 1863 году — Шеффера и Буден-

берга, в 1864 году—порох Фяльда, Галлоксилин и Даввея, в 1865 году—порох Шампи и Эргардта, в 1866 году — порох Неймейрра и Ерафта, в 1868 году — порох Ревелей, в

начале семидесятых годов предложен был порох: аммидожен, лецерит и порох Виолетта, наконец в 1877 году — порох Шварца.

К рассматриваемому промежутку времени относятся также попытки применения в состав пороха бертолетовой соли (порох Гана, Каллю, Ожандра и т. п.). В настоящее время все эти составы представляют интерес исключительно исторический.

С изобретением бездымного пороха, производство дымных, естественно, должно было сократиться и, в действительности, оно сошло до минимума. Дымный порох находит себе небольшое применение в некоторых воспламенителях и в снарядах, в пиротехнике и еще требуется, по большей части, старыми охотниками, предпочитающими этот порох новому.

Предложенный уже давно порох с натриевой селитрой, благодаря своей дешевизне, стал применяться под названием взрывчатой, или гремучей селитры в частной промышленности, особенно в Америке, и в настоящее время один из употребительнейших сортов ее содержит приблизительно: 75% натриевой селитры, 15 частей бурого угля и 10 частей серы.

Преследуя цель удешевления стоимости пороха, предложена была смесь, принадлежащая к группе порохов с натриевой селитрой, названная петроклитом, заключающая в себе каменноугольную смолу и двуххромовокалиевую соль. Фабрика в Дартфорде предложила в качестве «безопасного взрывчатого вещества» пороховую смесь, в состав которой входит значительное количество древесных опилок и серноокислая закись железа, по составу почти тождественную с карбоазотином или Safety Blasting Powder и названную Кагюцитом (Cahucit). Взрывчатое вещество это выделялось в Германии, но постоянного состава не имело (примерно заключая в себе около 70% натровой селитры, 8% ламповой копоти, 12% серного цвета и 10% целлюлозы с малым количеством серноокислого железа.)

Эти все смеси обладали общим свойством, сравнительно медленно протекающей реакции взрывчатого разложения, и свойством колоть камень, не дробя его. Наиболее родственными дымному пороху, как по своему составу, так и, так сказать, исторически, являются вещества с аммиачной селитрой, о которых мы скажем в отдельной главе,

## **ГЛАВА III. ПИРОКСИЛИН И БЕЗДЫМНЫЙ ПОРОХ.**

В течение долгих столетий черный или дымный порох был единственным в области взрывных работ. Только в XIX столетии появляются новые взрывчатые вещества постепенно вытеснившие дымный порох. В 1832 году Браконо нашел, что от действия азотной кислоты на древесные волокна,

крахмал и т. д. получается легко воспламеняющиеся вещества, которые он назвал ксилоидин (*Xyloidin*). Полуз, в 1834 г., доказал что ксилоидин при температуре 180°C воспламеняется, а при сильном ударе взрывается. Дюма для получения подобных

веществ пользовался бумагой, которую он назвал нитроамидин. Но все эти вещества отличались непостоянством действия и недостаточной стойкостью, и честь получения более или менее стойкого продукта принадлежит лишь профессору Базельского Университета Христиану Шенбейну, который в 1845 г. впервые получил его действием азотной кислоты на вату Шенбейн, который впоследствии назвал это вещество пироксилином, держал свое изобретение строжайшем секрете; таким образом получилось что в 1846 году Р. Bottger из Франкфурта на Майне сделал аналогическое открытие. Оба изобретателя объединились и совместно предложили свое изобретение Немецкому Союзу. Им была обещана награда от имени всей нации в случае, если пироксилин вполне сможет заменить для огнестрельных орудий черный порох.

Между тем Отто в Брауншвейге удалось также получить взрывчатый хлопок и он впервые гласно объявил о своем открытии в 1846 году статьей в «*Augsburger Allgenmeiner Zeitung*».

Сейчас же после этого был произведен целый ряд опытов, в которых вместо хлопка действию азотной кислоты подвергались подобные же вещества, вроде льна, опилок и т. д.; самый способ работ был также видоизменен. Кармаш и Геерен в Ганновере и Кноп в Лейпциге доказали, что смесь концентрированной азотной и серной кислоты гораздо выгоднее, чем азотная кислота в отдельности, так как получающаяся от действия азотной кислоты на хлопок вода поглощается серной кислотой и тем самым не допускает разжижения азотной кислоты и уменьшения силы ее действия. Миллон и Гаудин рекомендуют употреблять свежую смесь из селитры и азотной кислоты, чем устраняется необходимость особого приготовления азотной кислоты.

Открытие Шенбейна вызвало большой интерес к новому взрывчатому веществу и везде были поставлены опыты по его испытанию и устроены были небольшие заводы для его приготовления. Однако, ряд взрывов, имевших место вскоре после его изобретения в разных государствах, заставили всюду отказаться от продолжения опытов с ними и только в Австрии они продолжались под руководством барона Ленка. Благодаря тщательности фабрикации получался продукт более высокого качества и опыты с ним давали настолько хорошие результаты, что решено было из него готовить бездымный порох, с каковой целью для опыта приказано было сформировать несколько опытных батарей.

В 1868 г. пироксилин употреблялся для разрушения упраздненных фортификационных сооружений гор. Вены, а в 1859 г. он применялся для снаряжения подводных мин при обороне Венеции; в 1862 же году, пироксилиновыми подрывными патронами, снабжены были в Австрии инженерные войска.

Однако, около 1865 г. произошел без всяких видимых причин ряд взры-

вов пироксилина, при чем австрийское правительство распорядилось закрыть немедленно фабрику его в Хиртенберге и опыт с ним решено было прекратить.

Но результат австрийских опытов даром не пропал. В 1862 г. в Англии была образована комиссия по производству опытов с ним в Стоумаркетте, и устроен был завод для приготовления его. В 1865г. директор Вульвичской химической лаборатории проф. Абель установил факт, что причина саморазложения пироксилина заключается в его неудовлетворительной промывке и ввел в фабрикацию его важное усовершенствование — превращение его для лучшей промывки в мезгу, которая затем прессовалась. Результат этого усовершенствования был блестящий: получился очень стойкий продукт, подорвать доверие к которому не мог даже ряд взрывов происшедших в 1871 г. в Стоумаркетте, так как доказана было фактически, наличие злого умысла в виде злостной порчи пироксилина при помощи серной кислоты.

С тех пор пироксилин снова вводится в разных государствах: в 1877 г. было построено во Франции (в Бретани), в местечке Moulin-Rouge, около Бреста, завод, в 1881 г. пироксилином в Германии снабжена была кавалерия, и инженерные войска, а также устроен был в Силезии завод Круппа-Мюле, в Австрии построен был завод для приготовления пироксилина около Фиуме; в 1875 г. пироксилин был принят нашим Морским Ведомством для снаряжения мин, а в 1876 г. и нашим Военным Ведомством. Дальнейшая история пироксилина, как такового, вплоть до наших дней сводится к различным улучшениям в технике производства его.

§ 2. В середине восьмидесятых годов Виелль применил пироксилин для изготовления бездымного пороха коллоидального типа, а несколько позже появился и нитроглицериновый порох, и препараты, содержащие пироксилин. Они были предложены Нобелем.

В 1892 г. Менделеевым было указано на особый сорт пироксилина, растворимого в смеси спирта и эфира, дующего с этой смесью плотную массу, названную им пирокolloдием, пригодную для изготовления бездымного пороха.

В настоящее время пироксилин признается наряду с толом и мелинитом, одним из лучших взрывчатых веществ, находя себе самое обширное применение во всех государствах.

Применяется он как в чистом виде, так и в виде смесей с другими веществами.

Так, во Франции в 1890 г. была признана в качестве взрывчатого вещества с низкой температурой газов развивающихся при взрыве, смесь его с 90,5% и 80% аммиачной селитры. Первая была названа взрывчатым веществом типа Р, и допущена была для работ в рудниках опасных в смысле рудничного газа и угольной пыли, а вторая в прочих рудниках. Они не получили более широкого распространения почти исключительно благодаря сравнительной своей дороговизне.

Последнее обстоятельство в связи с бездымностью пироксилина заста-

вило далее работать по пути удешевления подобных смесей. Так Сарро и Вьелль изучали смесь пироксилина с 59% аммиачной селитры, дающую полное сгорание и развивающую силу по меньшей мере равную чистому пироксилину.

Ими же изучен потентит (смесь равных количеств пироксилина и селитры) — вещество значительно более дешевое, но еще достаточно сильное, а также предложенный в Бельгии и сходный с ним по составу, топит (в нем большая часть калиевой селитры замещена баритовой), принадлежащий уже, в сущности, к классу антигризутных веществ.



*Асканио Собреро.*

Из других смесей пироксилина подвергавшихся в недавнее время (в самом начале восьмидесятых годов) более или менее тщательному изучению, можно указать на пропарафинированный пироксилин. Результаты получились в общем удовлетворительные, хотя признано было, что парафин флегматизирует пироксилин в большей степени, чем то, даже было бы желатель-

но, ибо подобный пироксилин уже несколько мало чувствителен к капсулю и требует вспомогательного детонатора в виде обыкновенного пироксилина, или эквивалентного ему другого мощного детонатора, что конечно делает пропарафинированный пироксилин значительно менее удобным в употреблении.

Высокая цена хлопка вызвала многочисленные попытки найти вещество более дешевое, могущее его заменить и, с этой целью, испытаны были, как ряд волокнистых веществ, так и тел богатых целлюлозой. Работы эти пока не увенчались успехом и такого, эквивалентного хлопчатой бумаге вещества, пока не найдено. Лучшим оказался все-таки лен; имеют также практическое применение, изредка, нитрованные древесные опилки. Во время войны 1914—1919 г. в Германии применяли нитроцеллюлозу.

Было бы несправедливо умолчать про выдающуюся работу Лео Виньона с оксидцеллюлозой и гидроцеллюлозой, опубликованную им в Лондоне в 1898 г.

§ 3. Важные неудобства, проистекающие из наличности у пороха обильного дыма, давно уже заставили лиц, работающих в области взрывчатых веществ, разыскивать бездымные и малодымные пороха. Нельзя сказать, чтобы работы эти были бы совершенно безрезультатны: от времени до времени появлялись разные препараты, преимущественно малодымные, страдавшие, однако, одним общим недостатком — не вполне, достаточной для практического употребления безопасностью.

Открытие Шенбейном пироксилина выдвинуло вопрос о бездымных порохам в число очередных вопросов, настоятельно требовавших разрешения. Действительно, на следующий же год (в 1847 г.) доктор Гартиг опубликовал в Брауншвейге интересную брошюру, в которой описывались его исследования над пироксилином, указывалось желатинирующее действие уксусного эфира на нитрованный хлопок, а также на то, что белого цвета порошокатое тело, получающееся из студня, из которого испарился уксусный эфир, обладает несколько иными свойствами, чем пироксилин до его растворения.

В том же году во Франции в Commission du Poroxyle, пробовали измельчать пироксилин, смешивать его с декстрином и зернить для применения в огнестрельном оружии, но он оказался слишком сильно действующим.

Затем этим вопросом усердно и долго занимался в Австрии Барон фон Ленк, испытывавший применение пироксилина для стрельбы из орудий.

В 1865 г. германской службы Капитан Эдуард Шульце издал брошюру «Neues chemisches Schiesspulver», в которой он указывает на способ приготовления бездымного пороха из нитроцеллюлозы (нитрованных древесных опилок). В том же году, способ приготовления бездымного пороха из пироксилина запатентовал проф. Абель. По-видимому, как Абель, так и Шульце работали совершенно друг от друга независимо.

Между тем способ Э. Шульце также был запатентован в Австрии фирма Н. Pernice и К<sup>o</sup> стала изготовлять бездымный порох Шульце, выпуская его под названием нитроксилина.

В 1872—1875 г. г. вырабатывался порох названный коллодином, предложенный в 1870 г. Фридрихом Фолькманом.

В 1882 г. Walter F. Reid предложил зерненную нитроцеллюлозу покрывать с поверхности с целью уплотнения ее спирто-эфирной смесью, а в следующем в 1883 г. Оскар Вольф и Макс фон Феретер предложили метод приготовления из пироксилина небольших кубиков, покрывая поверхность их растворителями. Действие пороха F. Reid, существовавшего под маркой E. C., на военное огнестрельное оружие признавалось чересчур сильным, но он оказался хорошим в качестве охотничьего пороха.

§ 4. Все эти попытки, однако, совершенно затмило открытие Вьелля, сделавшего в 1886 г. предложение полностью желатинировать нитроцеллюлозу и делать из полученной массы ленты, кои затем разрезать на полоски или маленькие квадратики. Во всяком случае, именно Вьелль, с его блестящим французским остроумием, принадлежит заслуга в разрешении этой задачи во всей ее полноте. Своим открытием Вьелль, так сказать, указал путь, по которому надлежало идти тем, кто хотел пользоваться нитроцеллюлозами для приготовления бездымных порохов.

Как и следовало ожидать, тотчас же откликнулся другой талантливый, неутомимый работник в области взрывчатых веществ, Альфред Нобель, предложивший в 1888 г. нитроглицериновые пороха типа кордита—в частности баллистит. Он употребил для изготовления баллистита растворимый пироксилин, желатинировав его нитроглицерином и прибавил камфары (которая впоследствии была оставлена). Теперь камфара заменена анилином и прибавляют вазелин и дифениламин. Кстати здесь можно упомянуть про то, что в последнее время в Америке стали снова заниматься вопросом о нитрокрахмале, в смысле применения его в бездымных порохах. До сих пор вопрос по применению нитрокрахмала в качестве взрывчатого вещества не выходил из рамок лабораторного изучения в силу того, что не умели готовить продукта с высоким содержанием азота и что получающийся продукт не обладал достаточной стойкостью. Ныне в Америке предложен способ получения октонитрокрахмала  $C_{12}H_{12}(NO_2)_8$  с содержанием 16,5% азота и достигли уже препарата, обладающего по-видимому, достаточной стойкостью и возможно, что подобный октонитрокрахмал найдет себе применение в бездымных порохах.

Таковы главные моменты в истории бездымных порохов. Дальнейшие работы в этой области уже касаются техники производства их, подбора растворителей и сортов пироксилина для приготовления их, о чем, ввиду краткости настоящей справки, мы распространяться не можем.

## **ГЛАВА IV. Нитроглицерин и динамит.**

§ 1. В 1847 году профессор химии Туринского Университета Асканьо Соберро в лаборатории Пелуза в Париже, приливая очень медленно густой глицерин к охлажденной смеси из двух частей серной кислоты (крепостью

66° Ве) и одной части азотной кислоты удельного веса (1,5 причем в течение всей операции велось усиленное перемешивание жидкости), получил в конце концов, плавающую на поверхности кислотной смеси, маслообразную жидкость. Она слита была в деревянную посуду и тщательно промыта водой до нейтральной реакции, после чего высушена была в безвоздушном пространстве. Она оказалась обладающей сильно взрывчатыми свойствами и получила название нитроглицерина.

Было замечено, что открытая новая жидкость весьма чувствительна не только к удару, но и к трению. Ввиду таких обстоятельств, от практического использования взрывчатых свойств нового вещества пришлось отказаться.

Однако, необыкновенная сила вновь открытой жидкости представляла огромный соблазн для ее немедленного практического использования техникой и нитроглицерином стали заниматься в различных государствах, но первое время с малым успехом: он по-прежнему оставался препаратом, чрезвычайно чувствительным к механическим влияниям; к тому же его не умели достаточно просто взрывать, пока Нобель не обнаружил, что он прекрасно detonирует от гремучей ртути.

В России одним из первых, кто занимался нитроглицерином, был профессор Медико-Хирургической Академии Зинин, предложивший его употреблять для снаряжения гранат, назначенных для отправки в Действующую в Крыму Армию.

Опыты над такими гранатами производились в С.-Петербурге на Волковом поле Петрушевским, бывшим в то время артиллерийским поручиком.

В этих разрывных снарядах нитроглицерин помещался в медных трубках, закрытых пробками и окруженных порохом, от воспламенения которого должен был взрываться, заключавшийся внутри трубок, нитроглицерин.

Однако после несчастного случая, когда упавшая со стола на пол случайно граната ранила несколько человек, опыты с нитроглицерином были прекращены.

§ 2. В 1862 году Герн подал генералу графу Тотлебену проект производства опытов с целью возможности применения нитроглицерина для снаряжения подводных мин. Опыты предполагалось производить параллельно: с нитроглицерином, порохом и пироксилином. Проект был одобрен и граф Тотлебен поручил полковнику Петрушевскому приготовить нужное количество нитроглицерина.

В 1863 году поставленная задача приготовления 163 пудов нитроглицерина была благополучно выполнена. Это был первый пример приготовления нитроглицерина, если и не заводским путем, то во всяком случае в большом количестве.

При приготовлении его держались такого порядка. Стеклянные банки устанавливались в деревянные баки, в которых была помещена охлаждающая смесь, состоящая из льда, посыпанного поваренной солью. В банки наливалось сперва 20 фунтов концентрированной азотной кислоты и затем к ней тонкой струей, при постоянном перемешивании стеклянными палочками,

приливали вдвое большее по весу количество крепкой серной кислоты. При этом следили за тем, чтобы температура смеси не поднималась выше 30°C. После прилития всей нужной порции кислоты, смеси давали постоять, пока она не принимала температуру 0° и только тогда начинали процесс нитрации.

Последняя велась таким образом. Отвешенное количество глицерина (на вышеупомянутую порцию кислот бралось 10 фунтов глицерина) приливалось очень тонкой струйкой или же частыми каплями кислотной смеси, при непрерывном перемешивании жидкости стеклянными палочками. Глицерин помещался в жестяных сосудах с медными кранами подвешенными над баками. Во время этой операции строго наблюдалось, чтобы температура смеси не поднималась выше 6°C, и если это случалось, то приливание глицерина немедленно останавливалось и смеси давалось охладиться снова до 0° и только после этого, принимались за дальнейшее прилитие глицерина.

Когда нитрация была закончена, то жидкости давалось отстояться и всплывший на поверхность нитроглицерин сливался в деревянные чаны, где и промывался, после чего готовый продукт сливался в стеклянные бутылки вмещающие его 2 пуда, при чем сверху его наливалось немного воды.

Бутылки с нитроглицерином были тщательно упакованы в корзины с соломой и перевезены в Кронштадт на батарею «Ден».

В 1867 году, во время летних практических занятий в лагерях Сводной Саперной бригады, было изготовлено еще 15 пудов нитроглицерина.

За промежутков времени с 1863 по 1868 год в Кронштадте и Петергофе произведен был ряд опытов подрывания при помощи нитроглицерина рельсов и других железных частей и простых конструкций; мостов, палисадов, ряжей, плотов, камней и т. п., а также испытывалось применение нитроглицерина для снаряжения подводных мин.

Опыты с подводными минами состояли в выяснении передачи действия мин, снаряженных нитроглицерином, через воду на двойные и одиночные днища броненосных судов.

Кронштадтские и Петергофские опыты вполне наглядно обнаружили громадное превосходство действия нитроглицерина перед черным порохом.

В самом же начале опытов, еще в 1863 году, ввиду обнаружившихся на первых же порах явных превосходств нитроглицерина над порохом, заказано было 300 кольцеобразных медных сосудов, вместимостью по 25 фунтов нитроглицерина в каждый, для усиления действий подводных мин.

В то время еще, способа взрывания нитроглицерина при помощи гремучей ртути, не было известно и взрыв нитроглицерина достигался воспламенением запального заряда черного пороха, бравшегося в тройном количестве по весу против веса нитроглицерина, или же при помощи какого-либо, более или менее, остроумного приспособления. Эти же опыты обнаружили, что при действии против минных галерей булевыми колодцами, а также под водой, нитроглицерин действует по меньшей мере вчетверо сильнее пороха, что же касается до минных горнов, то воронки образуемые нитроглицерином уступают по размерам воронкам пороховым. Это понятно: обладая чрезвы-

чайной быстротой взрывчатого разложения, нитроглицерин большую часть своей энергии тратит на раздробление, сжатие и т. п. ближайших к заряду частей грунта и не успевает сообщить поступательной скорости более отдаленным частицам земли, в противоположность черному пороху, обладающему сравнительно гораздо более слабым местным действием В 1866 году в Саперном лагере под Петербургом от неизвестных причин взорвался погреб с 34<sup>1</sup>/<sub>2</sub> п. нитроглицерина, причем работавшие около него четверо нижних чинов были убиты. Они занимались промывкой нитроглицерина, для чего и выносили его из погреба.

Комиссия, назначенная для расследования причин взрыва пришла к выводу, что таковой должно приписать непосредственному взрыву самого нитроглицерина, совершенно независимо от хранившегося вместе с ним на складе черного пороха.

Еще в 1863 г. Шведский инженер Альфред Нобель, ознакомившись с работами Зинина и способом приготовления нитроглицерина Петрушевским, взял сперва во Франции, а потом в Швеции патент на приготовление этой взрывчатой жидкости, а затем и на смачивание ею обыкновенного черного пороха. Им были устроены две фабрики для приготовления нитроглицерина: одна в Стокгольме, а другая в Гамбурге.

§ 3. В начале 1863 года Альфреду Нобелю удалось сделать важное открытие, что нитроглицерин отлично детонирует от весьма небольшого количества гремучей ртути, что сразу значительно упрощало применение его на практике.

В следующем же 1866 году тем же Нобелем обнаружено было, что, растворяя нитроглицерин в 15 частях метилового спирта, его можно совершенно безопасно перевозить, так как в таком виде он относится совершенно пассивно даже к сильным толчкам; для выделения же его из подобного раствора, стоит только его разбавить равным количеством воды, сильно поболтать в течение некоторого времени и дать отстояться, после чего нитроглицерин сядет на дно.

Наблюдения, однако, показали; что этот способ практически не совсем удобен, так как с течением времени древесный спирт испаряется или слабеет и в конце концов может освободить нитроглицерин, причем, конечно, безопасность уже нарушится.

§ 4. В том же 1866 году А. Нобель совершенно случайно открыл динамит: бутылки, в которых нитроглицерин был предназначен к перевозке, были уложены в кремнистую землю (кизельгур), при чем одна из бутылей дала течь, часть нитроглицерина вытекла и была поглощена кремнистой землей. Нобель обратил внимание на то обстоятельство, что полученный, смоченный нитроглицерином кизельгур, не выделяет его даже при сильном давлении, а между тем под влиянием капсюля гремучей ртути, взрывает с силой, только немного уступающей чистому нитроглицерину, взятому в количестве, поглощенном кремнистой землей.

Это наблюдение Нобеля оказалось чрезвычайно важным: оно давало

возможность отказаться совершенно от употребления нитроглицерина в жидком виде, заставляя напитокывать им порошковатые поглотители, в каком виде он делается значительно более безопасным в обращении. Порошковатые вещества, поглотившие нитроглицерин, названы были динамитами, и в 1867 году А. Нобель взял патент на приготовление так, называемого кизельбурдиамита или иначе гур-динамита, содержащего от 30 до 70% нитроглицерина.

В 1867 году А. Нобель предложил динамит для снаряжения артиллерийских снарядов, но специальная комиссия, назначенная для испытания этого предложения, пришла к выводу, что для этой цели динамит непригоден, так как не обеспечивает в достаточной степени безопасности

Опыты, с нитроглицерином в России велись до 1868 года, а затем продолжались уже с динамитами до тех пор, пока Инженерное Ведомство в 1880 году не решило принять прессованный пироксилин.

Едва ли не первые попытки применения нитроглицерина в частной промышленности относятся к 1867 году, когда на работы по разработке золотоносных россыпей Перемыкина, в Якутской Области, была послана туда партия нитроглицерина и командирован был в качестве специалиста от «Технического Гальванического заведения» капитан Черниловский-Сокол.

Независимо от результатов этих опытов, они не могли иметь существенного практического значения уже по той простой причине, что к этому же времени относится появление на мировом рынке динамитов, которые должны были немедленно совершенно вытеснить из употребления чистый нитроглицерин.

В 1868 году полковник Петрушевский предложил свой порошкообразный магнезиальный динамит, состоявший из 75% нитроглицерина и 25% углекислой магнезии, в качестве поглотителя. В том же году в Кронштадте было приготовлено 18 пудов такого динамита, давшего при испытании его хорошие результаты.

§ 5. В частной промышленности Нобель ввел динамиты в 1869 году, и уже в 1871 году у нас в Западном крае они применялись при добычании цинковых руд и каменного угля.

В 1872 г. другой шведский инженер, а именно Лиандер, предложил взрывчатое вещество, содержащее 37% нитроглицерина, 40% калиевой селитры, 10% бертолетовой соли, 12% древесного угля и 1% прочих частей, назвавши его нитрометаллином.

Наше военное ведомство решило его испытать в Кронштадте, Керчи и Варшаве, а для получения его устроить небольшой завод нитрометаллина около Севастополя.

Опыты эти показали, что нитрометаллин не обладает какими-либо преимуществами перед динамитами, благодаря же присутствию бертолетовой соли, более них опасен в обращении, а потому Инженерное Ведомство высказалось относительно принятия его отрицательно.

В 1875 — 1879 г.г. у нас производились опыты с целлюлозо-динамитом

Трауця. Опыты велись в Усть-Ижоре и в Варшаве при саперных бригадах. Динамит этот состоял из 70% нитроглицерина и деятельного поглотителя, состоявшего из 29,5% древесно-бумажной массы и 0,5% соды.

В 1876 году наша кавалерия и Инженерные войска были снабжены патронами из целлюлозо-динамита. Кавалерийские патроны были заключены в цилиндрическую картонную гильзу, покрытую лаком снаружи и выложенную свинцовой бумагой внутри.

Этот сорт динамита принят был в войну в 1877—1878 годах и широко использовался для разрушения железных и разработки горных дорог на Европейском театре военных действий, а также для снаряжения подводных мин, поставленных в Черном море и на Дунае.

После окончания войны около 90 пудов этого динамита употреблено было при ликвидации крепости Виддин.

При отправке остального динамита обратно в Россию 212 пудов его взорвались на станции Фратешти от неизвестной причины.

В 1875 году А. Нобель открыл способ желатинизации нитроглицерина и предложил гремучие студни (вернее желатинированные динамиты).

В 1880 году у нас испытывалась взрывчатая желатина состоящая из 89% нитроглицерина, 7% коллоидного пироксилина и 4% камфары. Препарат этот оказался имеющим важное преимущество перед целлюлозо-динамитом Трауця в том отношении, что не выделяет нитроглицерина ни в воде, ни при сильном давлении, не взрывал от удара ружейной пули и с трудом детонирует через влияние, по силе же превосходил другие динамиты. Впоследствии, однако, обнаружилось, что этот сорт динамита не обладает достаточным постоянством и несколько склонен к саморазложению (вероятно по причине неудовлетворительной промывки нитроглицерина).

Во время Франко-Прусской компании в 1870—1871 г.г. немцами, для снаряжения подводных мин употреблялся дуалин, состоявший из 50% нитроглицерина, 30% нитрованной древесины и 20% калиевой селитры, в качестве же подрывных патронов, немецкие инженерные войска были снабжены так называемым литофраптором—особым видом динамита, заключающим 52%—70% нитроглицерина, 30%—25% кизельгура и небольшое количество каменного угля, селитры и серы.

В ту же войну динамиты введены были и во французских войсках, при чем в 1870—1871 г.г. выстроены были во Франции две казенных и одна частная динамитные фабрики.

В 1871 году динамитом были снабжены также и австрийские инженерные войска.

В 1878 г. Lanfrey предложил сильный динамит, в котором поглотителем служит нитрованная солома. Он назван был паленном. О нитроглицериновом бездымном порохе было сказано выше.

Все работы за последующие годы были направлены к получению нитроглицериновых препаратов, обладающих максимумом стойкости или лучшим образом отвечающий тем или иным практическим потребностям. Поэтому

было предложено множество вариантов основного состава нобелевского динамитами множество различных дополнительных компонентов последнего. Сказанное привело к тому, что в настоящее время число различных торговых и технических марок динамитов исчисляется сотнями и упоминать о них в этой краткой исторической справке было бы лишним.

## **ГЛАВА V. ВЕЩЕСТВА С ПРЕОБЛАДАЮЩИМ СОДЕРЖАНИЕМ АММОНИЙНОЙ СЕЛИТРЫ И Т. НАЗ. БЕЗОПАСНЫЕ.**

§ 1. Первые попытки в применении аммиачной селитры сделаны были еще в XVIII столетии во Франции, но практическое введение ее в практику взрывчатых веществ следует приписать фабрике Koln-Rottweiler, выпустившей так называемый амидпорох.

В Австрии также интересовались вопросом ее применения, и Майер в Феликсдорфе усердно работал в этой области. Следствием исследований этого ученого явилось «безопасное» взрывчатое вещество, приготовлявшееся австрийским правительством под названием веттер-динаммон (около 94% аммиачной и 2% калиевой селитры с 4% древесного угля).

В Швеции вопросом о применении во взрывной технике аммиачной селитры занимались Ольсон и Норрбин, которые впервые установили, что аммиачная селитра в смеси с углем дает сильное взрывчатое вещество. В результате чего ими в 1869 году был предложен т. наз. аммиачный порох. Ими же был приложен к аммиачным веществам принцип Нобеля взрывания посредством капсюля. Вообще в этом же периоде принялись основательно за изучение вопроса о «безопасных» взрывчатых веществах.

Появляется масса подобного рода взрывчатых веществ специального назначения, из которых можно упомянуть следующие: нитроглицеринсодержащие препараты: саксонит, монобель—порох; карбониты, аркит, риппит, стоут и т. п., боббинит—смесь, подобная черному пороху, аммонит, робурит, весфалит, беллит, Fawersham-Powder, аммоналы и другие, более или менее богатые аммиачной селитрой, вещества.

Здесь приводится таблица, заимствованная у О. Гуттмана о потреблении некоторых взрывчатых веществ в 1907 году:

Саксонит	22,18%
Боббинит	13,69%
Монобель-порох	9,17%
Аммонит	7,25%
Карбониты	7,11%
Робуриты	6,57%
Аркит	5,64%

Вестфалит	5,22%
Беллит	4,78%
Риппит	3,95%
Fawersham-Powder	2,88%
Стоуит	2,32%
Аммонал	1,48%

Из всех этих взрывчатых веществ безусловно боббинит наделал наибольшую сенсацию. Потребление его прогрессировало с года на год и оно выражалось уже миллионами фунтов, когда возник вопрос, насколько он действительно удовлетворяет требованиям «безопасности», которые предъявляются к группе таковых взрывчатых веществ. В результате статистика показала, что число несчастных случаев с боббинитом было около 1,83%, а с другими «безопасными» взрывчатыми веществами всего лишь 0,94 %. Стало ясно, что необыкновенно широкое применение боббинита в частной промышленности, в частности же при условиях «опасной» рудничной атмосферы не является обоснованным его действительно высокой степенью «безопасности», а просто есть следствие его хороших качеств, как вещества, подобно дымному пороху, не дробящего породы, отчасти же как результат широкой рекламы после чего он стал постепенно выводиться из употребления.

§ 2. В середине девяностых годов прошлого столетия много шуму также наделало сообщение майора Гейлиха и доктора Панаовича, о том, что несчастные случаи с пороховыми смесями происходят большей частью, благодаря содержанию в селитрах хлорноватых солей и перхлоратов, от которых селитры не свободны. Хотя это оказалось вообще верным, но доказано также было, что примеси этих солей там, где они есть, выражаются вторыми десятичными долями %, в каковых количествах они не могут оказать никакого практического влияния на увеличение опасности обращения с порохом и что таковая может возникнуть лишь благодаря только случайной концентрации их в сколько-нибудь значительных количествах в каком-нибудь месте смеси.

§ 3. Около 1888 г. Спашрап предложил применять в детонаторах металлический магний, а Вейфенбах в Мюнхене в 1898 г. — порошковатый алюминий в пиротехнике; в следующем же в 1899 г. Мюнхенский-же химик Ряхард Эскалэс — металлический алюминий для приготовления аммонала. С тех пор появляется целая серия взрывчатых смесей, существующих под этим названием, обладающих прекрасным фугасным эффектом. Все они принадлежат к группе взрывчатых веществ, богатых аммиачной селитрой.

Применяющиеся в настоящее время аммоналы имеют разнообразный состав; они заключают кроме всегда преобладающего количества аммиачной селитры: тол, тринитроксил, роданистый аммоний, уголь, стеариновую кислоту и т. п., при чем металлический алюминий в настоящее время в состав их иногда и не вводится.

В эту же группу часто включают и недавно появившиеся во Франции вещества, носящие марку А. К. В состав их, кроме 80—85% аммиачной се-

литры, входит 10 — 15% реальгара и 5% парафина. Сравнительно высокая стоимость порошковатого алюминия и склонность его к окисляемости в соприкосновении с аммиачной селитрой, естественно повлекли стремление искать веществ, могущих его заменить. Были испробованы металлические порошки железа, кремния, углеродистого кремния, цинка и его сплавов, меди и т. п., но остановились на двух: па ферросилици и кремнистом кальции. Применяя первый — получили сикрит, эхо и другие смеси, кремнистый же кальций вошел в состав сабулитов.

§ 4. В 1885 г. в Бельгии предложено было Фавье несколько взрывчатых веществ, сходных по составу и очень богатых аммиачной селитрой, содержащих нафталин в разных степенях нитрации. Они получили название составов Фавье, гризунгшов, безопасных порохов, нафталитов и т. д. (сюда же причисляется также и шнейдерит) и во Франции носят марку № 1. Они характеризуются хорошим фугасным действием, но не совсем достаточным дробящим эффектом, а также сравнительно невысокой температурой газов, получающихся при взрыве. Они, несмотря на важный недостаток в виде гигроскопичности, широко применяются в частной промышленности.

С развитием во всем свете фабрично-заводской промышленности сильно стала возрастать потребность в каменном угле, а в соответствии с таковой, увеличилось и число несчастных случаев в каменноугольных шахтах от взрыва рудничного газа и угольной пыли.

Таким образом, явилась необходимость в органах, на обязанности которых было бы принимать меры к возможному уменьшению числа несчастных случаев путем изучения причин их вызывающих, для принятия соответствующих мер предосторожности. Почин в этом отношении принадлежит Англии, которая первая назначила Аптигризутную Комиссию, затем такие же комиссии возникли в Германии, Франции, Саксонии и Австрии, но ни одна из этих комиссий до второй половины 1885 г. не занималась испытанием взрывчатых веществ на антигризутность и едва ли не первой, которая поставила себе задачей (в 1886 г.) выяснить степень антигризутности различных взрывчатых веществ—была Германская в Нейбибельсберге, основателем и директором которой состоял известный специалист по в. в. проф. В. Вилль. По распоряжению Правительства была устроена с этой целью опытная галерея в Найкирхене, открывшая свои действия в сентябре 1885 г. Впоследствии были построены подобные же опытные галереи и в других государствах.

Россия, как и обыкновенно, и в этом отношении сильно отстала: антигризутная комиссия была учреждена у нас лишь незадолго до Европейской войны, но никакими, сколько-нибудь выдающимися работами, себя не проявила.



*Германн Шпренгель.*

## **ГЛАВА VI. ХЛОРАТНЫЕ ВЗРЫВВЕЩЕСТВА И МЕЛИНИТ.**

§ 1. Одним из заслуживающих внимания событий в истории взрывчатых веществ, является практическое применение бертолетовой соли, в частности изобретения шеддитов.

Как известно, первые попытки применения бертолетовой соли ко взрывчатым веществам были сделаны еще в 1788 году Бертолле и Лавуазье, пытавшихся приготовить новый порох. Попытка эта, которая стоила жизни двум присутствующим людям, само собой разумеется, не привела к практическим результатам, но идея не была брошена и, от времени до времени продолжали появляться предложения веществ, содержащих бертолетовую соль. Вещества эти, однако, оказывались всегда страдающими недостаточной безопасностью в обращении, почему ни одно из них в практике не было принято, пока не обратились к применению флегматизаторов. Так, еще в 1867 году Ф. Ган пробовал вводить в качестве такового спермацет, затем было предложено применять каменноугольную смолу и углеводороды, в 1888 г. парафин и нафталин, в 1891 г. — льняное масло и, наконец, Street в 1896 г. разрешил вопрос практически, употребив в качестве флегматизатора касторовое масло, и назвал свое взрывчатое вещество шеддитом, в честь небольшого городка Chedd в Швейцарии, где оно было впервые приготовлено.

Позже в 1908 г. в Англии предложено было взрывчатое вещество, сходное по составу с шеддитом и названное Steelit'om Colliery. Оно содержит 74% бертолетовой соли, 25% окисленной смолы и 1% рицинового масла.

Тогда же обратили серьезное внимание на перхлораты, т.е. соли хлорной кислоты.

Появляется целая серия взрывчатых веществ, имеющих основой перхлораты, особенно их много было предложено в Бельгии и, во Франции: ионскиты, стали готовиться в Бельгии, E./86; E.P.; шеддит; O./90/. 10 во Франции, пермонтит — Германской фабрикой «Карбонит» в Шлебуше и т. п.

В 1884 г. появляется в Америке интересное взрывчатое вещество Rackerock (реккерокк), приготавливающееся, вообще говоря, в момент надобности, пользовавшееся довольно широким применением в Америке и Восточной Азии и не утратившее свое практическое значение и донныне.

Оно заключает в качестве существенных составных частей бертолетовую соль с небольшой примесью окиси железа и монокитробензол (мирбановое масло).

Оно послужило родоначальником целого ряда взрывчатых веществ этого же рода каковы, например: прометей, самсон и медзяпкит (в последнем менокитробензол заменяется керосином, нефтью и т. п., и т. д.)

§ 2. Теперь скажу несколько слов еще об одном важном препарате, получившем широкое применение во всех государствах — пикриновой кислоте.

Препарат этот был открыт еще в 1788 г. Гаусманом, но о его взрывчатых свойствах не подозревали почти что в течение целого столетия. Первые попытки практического использования пикриновой кислоты в области взрывчатых веществ (не считая, конечно, пикратов), относятся к 1871 г., когда Шпренгель предложил применять в своих составах в качестве сгорающего, однако только 1886 г. Евгений Тюрпэн доказал воочию ее выдающиеся взрывчатые качества.

Выдающиеся качества пикриновой кислоты обратили на нее внимание всех государств и многие тотчас же ввели ее у себя, хотя и под разными названиями: лиддита (в Англии), мелинита (во Франции), C/88(в Германии), шимозе (в Японии), пертита, пикринита и т. п.

Однако, при всех своих достоинствах она обладает одним недостатком, несколько затрудняющим ее применение в артиллерии для снаряжения снарядов при помощи заливки, а именно, сравнительно, высокой точкой плавления (122,5°C). поэтому ученые направили свод исследования в сторону изыскания способов понижения этой температуры, вводя в ее состав другие вещества не слишком ослабляющие ее силу.

В этом отношении заслуживает особое внимание работа Жирара.

Отсутствие в мелините свойств пластичности заставило делать попытки придать пикриновой кислоте это свойство путем смешивания с соответствующими веществами. Составы, явившиеся результатом этих попыток, большого практического значения, однако, не получили.

Но это не единственные недостатки ее: химическое действие ее на боль-

шинство металлов ведет за собой образование чувствительных к механическим влияниям и, потому опасных в обращении пикратов, для избежания каковых оболочки, в которых должна содержаться сколько-нибудь продолжительное время пикриновая кислота, должны быть предохранены от ее раз'едающего действия тем или иным путем, кроме того вдыхание ее пыли вредно отзывается на здоровье рабочих; чрезвычайно горький вкус этой пыли также дает себя чувствовать работающему с нею и вдобавок она сильно пачкает, окрашивая кожу в желтый цвет. Сказанное послужило причиной значительного сокращения потребления пикриновой кислоты, и она была отнесена, так сказать, к резервным в. в. Именно такую роль она несла у нас в 1914—19 гг. вследствие обнаруживавшегося недостатка тола.

§ 3. Как только выяснились некоторые недостатки мелинита, во Франции предложено было вещество почти эквивалентное ему по своим взрывчатым качествам — это тринитрокрезол, в Австрии же, смесь из пикриновой кислоты и моонитронафталина, названная экразитом. Чистый тринитрокрезол применяют, однако, на практике реже нежели смесь его с 40% мелинита. Такая смесь носит название во Франции крезилита и имеет марку 60/40.

Экразит также превосходное взрывчатое вещество, почти эквивалентное мелиниту. В последнее время к нему стали добавлять около 2% тола.

## **ГЛАВА VII. ТОЛ, ТЕТРИЛ И ДРУГИЕ СОВРЕМЕННЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА.**

§ 1. В 1900 г. Вильбранд впервые указал на выдающиеся взрывчатые свойства тринитротолуола.

Случилось тоже, что и при открытии мелинита: всюду стали изучать свойства тринитротолуола и он быстро введен был в большинстве государств: французы его назвали толитом, испанцы — трилитом, Карбонитовая же фабрика в Шлебуше — тротилом, завод в Шенебеке — тринолом и т. д. У нас в Артиллерийском Ведомстве сохранилось за ним его немецкое название тротила, в Инженерном же Ведомстве он существует под названием тола.

Вместе с тем начали изыскивать способы увеличить его удельный вес. Стали превращать в пластичную массу смесь его с бертолетовой солью при помощи желатинированной динитротолуолом нитроцеллюлозы. Вводя иногда сюда еще и терпентин—получили пластичную массу, названную пластротилом, смешивая же тол с азотно-кислым свинцом и нитроцеллюлозой, желатинированной динитротолуолом — трипластит.

Желая увеличить бризантные свойства тринитротолуола, предложено было к нему примешивать около 72% азотнокислого свинца. Такие смеси изготовлялись в Бельгии под названием макаритов. Главным потребителям их являлось Военное Ведомство.

Смеси тола с аммиачной селитрой обладают хорошим фугасным эффектом и, хотя и слабее чистого тола, но много дешевле его. Смеси тола, содер-

жащие 40% аммиачной селитры дано название амотола. В Германии амотол носит марку Fr 60/40, в Англии — называется амотолом 40/60, иногда же 87/13, 70/30 и т. д.

После обнаружения взрывчатых свойств тринитробензола и тринитротолуола, совершенно естественным является предложение в качестве взрывчатого вещества тринитрокшола или ксилита. Хотя по свойствам своим он близок к толу, но обладая, между прочим, не сколько меньшею чувствительностью к капсюлю, пока имеет, значительно меньше тола, практическое значение.

§ 2. К числу взрывчатых веществ, выдающихся по своим качествам, из числа предложенных уже в этом столетии, заслуживает упоминание гексанит или гексанитродифениламин. Он был предложен Аустином и готовится в Германии на заводе Круппа-Мюлле. По бризантности своей гексанит превосходит тол, пироксилин и мелинит, по фугасному же действию он несколько превосходит мелинит и тол, уступая несколько в этом отношении пироксилину. Пока особенного распространения не получил, но возможно, что в будущем им еще займется.

К современникам тола можно причислить также тетрил, или тетранптрометиланилин — первоклассный детонатор, открытый голландцем Ромбергом. Будучи одним из наилучших возбудителей взрыва тетрил вместе с тем одно из наиболее могучих взрывчатых веществ, далеко оставляющее позади себя лучшие взрывчатые вещества: тол, пироксилин и мелинит; однако, значительная его чувствительность к механическим влияниям и, сравнительно высокая стоимость пока ограничивают его практическое применение, если не считать его применение в капсюлях-детонаторах.

## **ГЛАВА VIII. ГРЕМУЧАЯ РТУТЬ, АЗИДЫ, БЫСТРОГОРЯЩИЕ И ДЕТОНИРУЮЩИЕ ШНУРЫ.**

§ 1. Как известно гремучая ртуть была впервые получена в 1800 г. Говардом, в 1815 же году впервые применена для изготовления капсюлей Durs Eggo'm. С тех пор около трех четвертей столетия, как в отношении гремучей ртути, так и капсюльных составов, не было сделано ничего такого, что заслуживало бы быть особенно отмеченным в качестве выдающегося; только под конец XIX столетия вновь пробуждается интерес к гремучим составам и являются предложения применять к последним металлический алюминий, особенно в составы, предназначенные для воспламенения бездымного пороха; тогда же явились первые попытки выделки комбинированных подрывных капсюлей: мелинитовых и толовых.

§ 2. В 1890 г. химиком Куртиусом получена была впервые азотистоводородная кислота или азоимид. Соли этой кислоты названы были азидами. Как сама кислота, так и ее соли, обладают взрывчатыми свойствами и, благодаря работам Бертоле (в 1894 г.), Куртиуса и Риссона (в 1898 г.), а также и других,

мы теперь достаточно ознакомлены со взрывчатыми свойствами этих интересных соединений. Лучше других изучены в отношении их практического применения: азид свинца, меди, ртути и серебра, а в качестве исходного продукта — азид натрия, Практическое применение уже имеет азид свинца,  $(N_3)_2Pb$ , могущий заменить гремучую ртуть, хотя возможным ему конкурентом в будущем может быть и азид серебра.

Невозможность всегда применить гальванический способ воспламенения группы зарядов, естественно привела к изысканию способов одновременного сообщения огня зарядам без применения электрического тока. Такая возможность была найдена, используя с этой целью огромную скорость детонации некоторых взрывчатых веществ, изготавливая так называемые детонирующие шнуры.

§ 3. С самого начала пытались исходить из типа шнура бикфорда, заменяя пороховой состав его зерненным пироксилином (шнур Мэссена); скорость передачи взрыва при помощи таких шнуров доходила до 2500—3000 метров в секунду. Однако для однообразия действия подобных шнуров требовалось совершенно равномерное уплотнение пироксилиновой массы по всей длине шнура, что было очень трудно достижимо.

Это обстоятельство заставило отказаться от зерненного пироксилина и заменить его тонким порошком того же пироксилина, но приготовленным из гидроцеллюлозы Жирара, применяя в то же время в качестве оболочки, свинцовые трубки.

Получился шнур, действующий очень однообразно, но он оказался в сильной степени ломким. Тогда заменили свинцовую трубку оловянной, что дало отличные результаты, причем, скорость детонации удалось поднять до 4000 метров в секунду. Однако такие шнуры, благодаря оловянной трубке, обходились очень дорого, а потому стали пробовать изготавливать детонирующие шнуры с гибкой оболочкой.

Генералом австрийской службы Гессом предложено было изготавливать детонирующие шнуры из гремучей ртути, которую для безопасности флегматизировать 20% парафина (в 1903 г.). Эти шнуры нашли себе применение в частной промышленности, особенно в газовых рудниках.

В настоящее время для приготовления детонирующих шнуров пироксиды более не употребляют, а применяют мелинит (с 1900 г.), тол и тетрил, были опыты (в Австрии) применения с этою же целью также нитроманнита.

## **ГЛАВА IX. Составы Шпренгеля, Панкластиты Тюршена, Оксидквит.**

§ 1. В 1875 г. Шпренгель сделал выдающееся открытие: он предложил в качестве взрывчатых веществ употреблять смеси крепкой азотной кислоты с углеводородами и легко окисляющимися веществами как-то: нафталином, бензолом, сероуглеродом и т. п. Открытие это представляло очень большой

научный интерес, но, по всем понятным причинам—неудобству обращения с едкими и легко летучими жидкостями, не могло иметь серьезного практического значения.

§ 2. В 1878 г. французский химик Тюрпэн предложил взрывчатые вещества типа составов Шпренгеля, названные им папкластитамы, представляющими смеси азотноватой кислоты с жирными маслами, продуктами перегонки нефти и каменного угля, с сероуглеродом и т. п.

Несмотря на свою колоссальную силу, папкластиты так же, как и составы Шпренгеля серьезного практического значения иметь не могли.

§ 3. В последнее время получили значительное распространение, в особенности в горном деле, препараты жидкого взрывчатого воздуха (оксиликвит). Впервые его применил Линде при постройке Симплонского туннеля. Но первый опыт был неудачен, так как техника того времени не знала еще способов стабилизации этого нового взрывчатого вещества. Однако за последнее двадцатилетие целым рядом исследований и изобретений удалось эти недостатки сгладить и приготовить препарат, достаточно отвечающий запросам взрывной техники.

Здесь следует упомянуть Ковача и Балдуса, которым впервые удалось достичь удовлетворительных практических результатов. Великая Европейская война и связанный с ней недостаток гражд. взр. веществ послужили могучим импульсом к развитию взрывных работ с жидким воздухом в Германии. И техника как приготовления оксиликвита, так и самих работ с ним была там поставлена так высоко, что почти половина рудников Германии работала им.

Более подробно о жидком воздухе будет сказано в дальнейшем. Огромная механическая работа, которую способно произвести взрывчатое вещество при взрыве, естественно привело к попыткам применения взрывчатых веществ в качестве двигающей силы машин. Действительно небольшая модель подобной машины, действующей под влиянием взрыва небольших количеств динамита, была построена в Вене в 1878 г.; известны также предложения применить в качестве двигателя машин бездымный порох, но пока все эти предложения никакого практического приложения не получили.

В последнее время взрывчатые вещества за границей—особенно в Америке,—получили довольно широкое применение в мелиорации, о чем будет сказано далее.

Чтобы закончить с исторической справкой, надо еще упомянуть о применении взрывчатых веществ в частной промышленности, в тех случаях, когда в них используются не их взрывчатые свойства.

На приготовление целлюлоида идет огромное количество нитрованной целлюлозы, выражающееся по меньшей мере 25.000 тонн в год, на искусственный шелк потребляется ее свыше 5.000 тонн. Если к этому прибавить то количество нитроцеллюлозы, которое идет на приготовление лаков для кожи, водоупорные составы, коллоиды для медицинских целей и газокалильных колпачков, фотографических целей и т. п., то станет ясным, какое огромное

количество нитроцеллюлозы потребляется ежегодно во всем свете.

Но ни одна нитроцеллюлоза играет видную роль в промышленности мирной жизни народов. Припомним, например, что пикриновая кислота и ее производные представляют важные красящие вещества, азосоединения и их производные также имеют немалое значение в красильном деле.