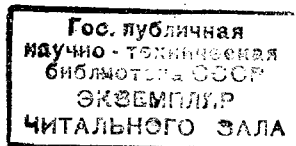


# ЖИЗНЬ ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫХ ИДЕЙ

ВЕРОЯТНО, МЫ  
ТАК И НЕ УЗНА-  
ЕМ, ГДЕ И КОГДА  
РАЗДАЛСЯ ПЕР-  
ВЫЙ РУКОТВОР-  
НЫЙ ВЗРЫВ.  
НО МЫ ТОЧНО  
ЗНАЕМ, ЧТО ОН  
БЫЛ И ИСТОРИЯ  
ЕГО УСЛЫШАЛА.  
НЕХИТРАЯ СМЕСЬ  
СЕРЫ, УГЛЯ И  
СЕЛИТРЫ СТАЛА  
В ОДИН РЯД  
С ТАКИМИ ИЗОБ-  
РЕТЕНИЯМИ, КАК  
КНИГОПЕЧАТА-  
НИЕ И КОМПАС

В. КРАСНОГОРОВ

## ПОДРАЖА- ЮЩИЕ МОЛНИЯМ



9 77-18276

15  
17724

Красногоров В.

K78 Подражающие молниям. М., «Знание», 1977.

192 с. (Жизнь замечательных идей).

«Изумительным, подражающим молнии» — так назвал действие взрывчатых веществ М. В. Ломоносов. Первые взрывчатые вещества появились много веков назад, оказав затем огромное влияние на ход истории. Идея использования могучей силы взрыва на благо человека (а не во вред ему!) разрабатывалась многими учеными, жила в трудах исследователей многих поколений. О них — творцах и носителях этой идеи, об эпохе, когда они жили, об их судьбах и научном вкладе в историю взрывчатых веществ — рассказывается в этой книге.

К 20503—001 141—77  
073(02)—77

© Издательство «Знание», 1977 г.



ВЕЩЕСТВА,  
КОТОРЫЕ УМЕЮТ  
МНОГОЕ

«Вначале был Взрыв... Все через Взрыв начало быть, и без него ничто не начало быть, что начало быть...»

Именно так начал бы Иоанн свое «Евангелие», если бы он писал его во всеоружии современных знаний. Потому что вначале было не Слово. Вначале был взрыв. Много миллиардов лет назад в результате «взрыва» сверхплотной материи образовалась наша Вселенная. Она до сих пор продолжает расширяться. Продукты взрыва — звезды, солнечные системы, целые галактики — «разбегаются» со скоростью несколько тысяч километров в секунду. И что есть наша Земля, как не крошечный осколок этого космического взрыва, продолжающегося миллиарды лет?

Такие явления и сейчас еще происходят во Вселенной. Академик В. А. Амбарцумян, исследуя излучение радиогалактики Лебедь А, пришел к выводу, что в ее ядре происходит взрыв. Он начался совсем недавно — каких-то несколько миллионов лет назад. В результате катастрофы ядро галактики раскололось надвое, но обломки не успели еще далеко разлететься и находятся друг от друга на расстоянии всего 500 тысяч световых лет. Взрывы продолжаются и на звездах. Наше Солнце — это непрерывно взрывающаяся водородная бомба, несущая нам, однако, не смерть, а свет, тепло и жизнь.

Природные взрывы происходят и на Земле. В 1883 году при извержении вулкана Кракатау взрывом была выброшена в воздух скальная глыба объемом тринадцать кубических километров — больше, чем было к этому времени добыто из шахт за всю историю горного дела. Вулканы создали земную кору, залили ее лавой и посыпали пеплом. Недаром у древних Вулкан был не только богом огня и разрушения, но и богом труда и созидания.

Природные взрывы происходят без участия взрывчатых веществ. Подобные взрывы, случайно или по воле человека, нередко имеют место и в технике: например, взрывы паровых котлов или герметичных сосудов при избыточном внутреннем давлении, взрывы при конденсированных электрических разрядах. Но мы поведем рассказ не столько о взрыве, сколько о взрывчатых веществах. Взрывчатые вещества совершенно не встречаются в природе. Заслуга в их появлении целиком принадлежит человеку, и потому она выглядит вдвойне удивительной и величественной. Прометей прославился тем, что похитил у богов огонь. Но у кого было похищать взрывчатые вещества, если их не знали даже боги? Человек сотворил себе это чудо сам, и он сам сделал себе из него великое благо и великий вред.

В нашем представлении взрывчатые вещества связаны обычно только с орудиями войны. Патроны и гранаты, мины и снаряды, бомбы и торпеды — вот их назначение, уничтожать — вот их профессия, быть убийцей — вот их амплуа в театре жизни. Одним словом, взрывчатые вещества — это только смерть и разрушение, и потому в царстве всеобщего мира им не должно быть места...

Это глубокое заблуждение. Ни одно вещество не может само по себе быть вредным или полезным. Все зависит от того, какое применение дает ему человек. Из мягкого кроткого свинца льются и пули, и типографский шрифт. Из одного и того же металла куются и мечи, и орала. Взрывчатые вещества тоже могут носить и штатскую, и военную одежду, но все же главное их назначение — созидание, а не разрушение.

При взрыве тротила выделяется в восемь раз меньше энергии, чем при сгорании той же массы угля, но эта энергия освобождается в миллионы раз быстрее, чем при обычном горении. Небольшая тротиловая шашка

равна по мощности гигантской электростанции. Ни одна машина не может при столь малом весе и объеме, как заряд взрывчатки, дать такую колоссальную мощность. Давление в месте взрыва достигает нескольких сот тысяч атмосфер, температура — нескольких тысяч градусов. Какой материал может противостоять столь стремительному натиску? Гранит рассыпается, как песок, и булат дробится, как стекло, под ударом взрыва. «Измительному натиску? Гранит рассыпается, как песок, и взрывчатых веществ Ломоносов. Было бы неразумным не использовать эту могучую силу.

Первые взрывчатые вещества появились много веков назад и оказали огромное влияние на ход исторических событий. Идея использования могучей силы взрыва на благо человека разрабатывалась многими выдающимися учеными и продолжала жить в трудах исследователей разных поколений. Поэтому история взрывчатых веществ — это прежде всего история жизни их творцов, рассказ о носителях этой идеи, об их эпохе, об их судьбах, об их трудных, порой трагических исканиях.

Создание и использование взрывчатых веществ, одавших нас таким могуществом, — одно из самых ярких достижений человеческой мысли. Однако победы на долгом пути к укрощению взрыва были одержаны не в один день и дались они дорогой ценой. Поэтому мы постараемся описать эту замечательную идею, выражаясь словами Тимирязева, «в ее историческом свете как творение рук человеческих, следовательно, как нечто изменчивое, следовательно — движущееся, живое, нечто представляющее недостатки, а следовательно — способное совершенствоваться, а не как законченное, завершенное, непогрешимое целое, возникшее во всеоружии, как Минерва из головы Юпитера».



ЛЕГЕНДЫ, ТАИНЫ,  
МАНУСКРИПТЫ

Неумолимое время движется только в одном направлении — принято считать, что вперед. Но мы с самого начала поступим наперекор неумолимости и совершим невозможное — передвинем стрелку часов вечности на двенадцать или тринадцать веков назад. Ведь машина времени существует: наше воображение готово перенести нас в любую эпоху. Воспользуемся же его помощью, переместимся на тысячу с лишним лет назад и посмотрим, что тогда представлял собой мир.

А мир уже и тогда был очень стар. Уже успели родиться, расцвести, умереть и позабыться многие языки, народы и цивилизации. Уже много тысячелетий существовала письменность, процветали ремесла и искусства. Уже были написаны сочинения, изваяны скульптуры и воздвигнуты сооружения, ставшие эталоном достижений человеческого духа. Приходили и уходили завоеватели, возникали, гибли и снова появлялись мировые державы, стирались профили властителей на монетах и взамен их чеканились другие, но основы жизни, ее порядок, ход вещей, установившиеся тысячелетиями назад, оставались неизменными и должны были оставаться такими же еще на тысячелетия вперед. Все так же люди пасли скот, ткали одежду и выращивали хлеб, все так же сильные подчиняли себе слабых, все так же

редкие дни мира перемежались с долгими годами войны. Все было с незапамятных времен известно и все было давным-давно изобретено: плуг и телега, корабль и деньги, лютня и солнечные часы. Даже оружие, несмотря на столь частое употребление, не слишком усовершенствовалось и осталось в своей основе таким же, каким оно было миллион лет назад, когда человек стал человеком, — топор и дубина, копье и лук...

Но вот раздался первый рукотворный взрыв. Мы не знаем и, вероятно, никогда не узнаем, где, когда и чьими руками он был совершен. Но как бы ни был слаб этот взрыв, он все-таки произошел, и История услышала его и изменила с тех пор свою поступь. С изобретением пороха что-то новое, неизвестное до тех пор, появилось в мире. Самое длинное копье и самый острый меч все равно оставались копьем и мечом, а вот взрыв... Такого человечество еще не видело и не помнило, несмотря на свой столетичный опыт. Взрыв впервые давал человеку силу, которой не обладали самые крепкие руки. Поэтому с момента первой вспышки пороха в ступке неизвестного изобретателя и до могучих взрывов нашего времени, преобразующих Землю, взрывчатые вещества играют важнейшую роль в технической, экономической и политической жизни человеческого общества.

В течение целого тысячелетия единственным взрывчатым веществом, известным человечеству, был дымный порох. В этом нет ничего странного. Ведь для получения современных взрывчаток требуются продукты, которые может дать только развитая промышленность, требуется знание химии и высокий уровень технологии. Для получения же пороха достаточно веществ, которые хоть и не слишком часто, но все же встречаются в природе. Поэтому не удивительно, что порох стал первым взрывчатым веществом, созданным человеком.

«Изобретение пороха и применение его для метания тяжелых тел в определенном направлении, это теперь признается всеми, принадлежит восточным странам... — пишет Энгельс. — Мы не имеем сведений, когда стала известна особая смесь селитры, серы и древесного угля, взрывчатые свойства которой придали ей также огромное значение».

Различные зажигательные составы для поражения и устрашения неприятеля применялись греками со времен Александра Македонского. Многовековые работы по со-

вершенствованию этих составов привели к созданию знаменитого «греческого огня». Традиция приписывает его изобретение Каллинику. Этот византиец стоит первым в шеренге создателей взрывчатых веществ, он является своего рода основателем династии, которой посвящена эта книга. И, как это часто бывает с родоначальниками, мы не знаем о Каллинике ничего, кроме имени и легенды. Неизвестно, где он родился, когда умер, какие «занимал должности и посты». Может быть, он был мудрым алхимиком, с риском для жизни изучавшим огненные составы, а может быть, сановником, присвоившим себе изобретение безвестного самоучки. Как бы то ни было, Каллиник дал Византии могучее оружие, в течение сотен лет наводившее ужас на ее врагов и, может быть, на много веков отсрочившее падение одряхлевшей империи. Открытие это было совершено в VII веке при императоре Константине IV Погонате, прозванном Бородатым. Впервые греческий огонь применен в 673 году, когда был сожжен арабский флот в битве при Цизике.

Сами греки называли этот огонь по-разному — «жидкий», «мягкий», «римский», но только не «греческий». Наиболее распространенное его название было «морской огонь», потому что чаще всего он употреблялся в битвах на море. Рецепт его приготовления хранился в глубоком секрете, который был известен лишь императору и немногим приближенным к нему государственным деятелям и специалистам. В X веке император Константин Порфирородный, составляя «Рассуждение о государственном управлении», предназначенное им для своего наследника, включил способ получения греческого огня в число важнейших государственных тайн.

Таинственность греческого огня породила многочисленные легенды и невероятные слухи. С течением веков за ним утвердилась слава всепожирательного оружия, от которого нет никаких возможностей защиты. Вот что пишет, например, один французский историк: «Греческий огонь горел в воде... Он пожирал все: ни камни, ни самое железо не могли ему противостоять. Посредством арбалетов или больших баллист его бросали в чрезвычайном количестве. С блеском молнии и с треском грома летел он по воздуху и сожигал с ужасным шумом батальоны, целые здания и корабли».

Что же представлял собой греческий огонь? Был ли он взрывчатым веществом, провозвестником и предшест-

венником пороха, или же обычной горючей смесью? Ответить на эти вопросы теперь нелегко. Греки умели хорошо хранить свои тайны, а то немногое, что удалось узнать их современникам, было постепенно забыто или расцвечено небылицами. Скорее всего, главной его составной частью была смола или нефть. Как известно, горящую нефть очень трудно погасить водой. Тонкой пленкой растекается она по поверхности воды, создавая впечатление горящего моря, что особенно поражало воображение древних. В состав огня, видимо, входила также негашеная известь, которая в контакте с водой сильно разогревается, способствуя воспламенению состава. Разумеется, «камень и железо» хорошо противостояли греческому огню. Для деревянных строений, и особенно кораблей, греческий огонь, не боящийся воды, был действительно страшен. Примером тому служит известный поход киевского князя Игоря на Византию в 941 году.

Вначале все шло как нельзя лучше. Русские ладьи прошли Босфор и беспрепятственно гуляли в византийских владениях. Император Роман вынужден был направить против Игоря крупные силы. Средневековый историк Луитпранд сообщает:

«Император поместил на свои суда машины для бросания греческого огня не только на носу и корме, но и на бортах. Милосердный бог, желая доставить победу тем, которые его об этом просили, утишил ветер и сделал море спокойным. Поместившись посреди русских, греки бросили в них свой огонь со всех сторон, причем русские побросались в море, предпочитая погибель в его волнах смерти от греческого огня. Многие из них были сожжены посреди волн морских».

А вот что повествует об этой битве «Российская летопись по списку Софийскому»:

«...И пущати нача трубами огонь на лодия руския и бысть видети страшное чюдо. Русь же видяще пламень вметахуся в воду морскую хотяще убрести, и много их побиша и погибоша и такое возвратишася на побего во свояси. Темже пришедшим в землю свою поведаху каждо своим о бывшем и о ляднем огни. Якож молния рече иж на небесах грецы испущающе жгут нас и сего ради не одолехом их».

Обратим внимание на выражение: «и пущати нача трубами огонь». О трубах в тех или иных выражениях говорят многие исторические документы.

В «Тактике» императора Льва VI указано: «Должно всегда иметь на корабельном носу трубу, выложенную медью для бросания огня в неприятеля... Из двух гребцов, находящихся на носу корабля, один должен быть трубником». Не эти ли трубники показаны на миниатюре, изображающей поход Игоря в Радзивилловской рукописи?

Судя по описанию, трубы представляли собой своего рода метательные устройства, предшественницы артиллерийских орудий, стрелявшие первыми в мире зажигательными снарядами. И в этой связи снова возникает вопрос — был или не был греческий огонь взрывчатым веществом? Одни историки отрицают это, считая «жидкий огонь» греков обыкновенным зажигательным составом, другие утверждают, что греческий огонь — то самое вещество, которое впоследствии было названо порохом. Скорее всего, рецептов греческого огня было множество. В одних случаях, возможно, и в самом деле получали что-то похожее на порох, в других — нет. Совершенно очевидно также, что рецептуры составов с течением веков изменялись и совершенствовались.

Если вопрос о том, был или не был греческий огонь порохом, остается по сей день неясным, то совершенно бесспорен другой исторический факт: порох или подобный ему взрывчатый состав был изобретен независимо от греков и, скорее всего, много раньше их совсем в другой части света — в далеком Китае.

«Согласно некоторым китайским летописям... пушки были известны уже в 618 году до нашей эры; в других древних китайских рукописях описываются зажигательные ядра, выбрасываемые из бамбуковых труб, и нечто вроде разрывных бомб. Во всяком случае, употребление пороха и пушек для военных целей, по-видимому, не получило достаточного развития в ранние периоды китайской истории, так как первый достоверный случай их широкого применения относится лишь к 1232 году н. э., когда китайцы осажденные монголами в Кай-Фэн-фу, защищались посредством пушек, метавших каменные ядра, и употребляли разрывные бомбы, петарды и другие виды огневых средств, действие которых основывалось на использовании пороха». Так описывает историю появления пороха в Китае Фридрих Энгельс.

Изобретение пороха в Китае не было результатом простой случайности. Наука и культура в этой стране

с древнейших времен находились на исключительно высоком уровне. Еще в I веке китайцы научились делать бумагу, с IX века они стали печатать свои книги — сначала с досок, а потом и подвижным шрифтом. В X веке китайские мореходы стали применять компас. Примерно в то же время, скорее всего в IX веке, у китайцев появился и порох. Мягкий климат этой страны способствовал образованию больших естественных скоплений селитры. Несомненно, это помогло местным жителям прийти к составлению взрывчатых смесей.

В средние века китайцы не поддерживали никаких отношений с Западом, и их открытие долго не могло найти пути в европейские страны. Но Китай вел оживленную торговлю с арабами, и именно этот народ сыграл большую роль в дальнейшем развитии порохового дела и распространении его по всему миру.

Арабы выдвинулись в число главных действующих лиц мировой истории в VII веке. К тому времени арабские племена уже больше тысячелетия кочевали по Аравийскому полуострову. Но в 622 году в истории арабов произошел крутой перелом, и недаром именно с этой даты они до сих пор ведут свое летосчисление. В тот памятный год основатель мусульманства Мухаммед переселился из Мекки в Медину, чтобы под знаменем ислама начать вооруженную борьбу сначала за объединение арабов, а затем и за подчинение других народов. Уже в 630 году Мухаммед овладел почти всей Аравией и стал главой первого арабского государства. После смерти пророка в 632 году его «заместители» (халифы) энергично распространяли новую веру и свое господство. В результате упорных войн с Византией и Ираном они уже к 640 году завоевали Сирию и Палестину, сохранив, однако, свободу религии и культуру покоренных христиан и иудеев. В 642 году был захвачен Египет, в 651 пал Иран, а к 720 году во власти арабов уже была Средняя Азия, Северная Африка, Пиренеи. Менее чем за сто лет Арабский халифат из затерявшегося в пустыне захолустного государства превратился в мировую империю, включавшую в себя и Индию, и Испанию.

Военные завоевания сопровождались экономическим расцветом. Быстро развивалось текстильное, бумажное, парфюмерное, керамическое ремесло, обработка металлов. Караваны арабских купцов везли товары всех

стран известного тогда мира — от Китая до Британии. Завоеватели сумели быстро перенять культурные достижения покоренных ими народов. Начиная с VIII века на арабский язык были переведены все главнейшие сочинения греческих философов, еврейских ученых, восточных мудрецов. В то время как Европа, придавленная церковным и феодальным гнетом, была погружена в невежество и суеверия, в Багдаде и Самарканде, Каире и Кордове, Дамаске и Александрии строились библиотеки, школы и обсерватории. Память о влиянии арабской культуры на европейские народы сохранилась в многочисленных выражениях и терминах, которые мы употребляем до сих пор. Именно арабы подарили нам такие слова, как алгебра, цифра, эликсир, алхимия, алкоголь, зенит, адмирал, барка, фрегат. У них же заимствованы названия многих звезд (Вега, Альдебаран), знаки наших цифр и нот.

Не удивительно, что арабы, хорошо знакомые с культурой и ремеслами многих народов, быстро научились применять в своих войнах зажигательные и взрывчатые составы. Сначала они заимствуют иноземные достижения, преимущественно греческие, слепо веря иногда самым фантастическим рецептам. В одном арабском сочинении, относящемся примерно к 1225 году и озаглавленном «Руководство о хитростях, войне, осаде городов и защите войск на основании наставлений Александра, сына Филиппова» (то есть Александра Македонского), мы читаем:

«По милости и с помощью всемогущего Аллаха возьми порошок желтой серы, положи в стеклянный сосуд, прибавь туда равное количество синей нефти, заткни горлышко сосуда холщовой пробкой, зарой в свежий навоз и держи в нем сорок дней. Переменяй навоз всякий раз, как скоро заметишь его охлаждение. Возьми порошок желтого железного купороса, положи его в стеклянный сосуд и налей в него такое же количество детской мочи. Заткни горлышко сосуда крепко холщовой пробкой и зарой в навоз, тоже на сорок дней. По истечении этого срока обе смеси смешай вместе, добавь к ним равное по весу количество хорошего уксуса и сохраняй этот состав до случая, когда будешь в нем иметь надобность. Когда тебе придется разрушить замок, стену или какую-нибудь другую постройку, то налей этот состав на эти предметы. Выбирай для этого

время, когда ветер дует на неприятеля, иначе ты рискуешь сам погибнуть от действия этого состава. Огонь сильно распространится, ты услышишь шум с ужасающим ревом, затем тебе представится страшное зрелище. Ты увидишь сильное разрушение каменной постройки, которую ты облил составом. Оно совершится в течение часа с громом и шумом, и даже камни, из которых строение было возведено, сгорят. От горящего состава поднимется густой черный дым, и неприятель погибнет от вони и пожара. Никто не сможет быть на пожарище раньше трех дней после пожара по причине дыма и дурного запаха. Если ворота крепости железные, то облей их составом и зажги. Ворота будут разрушены, если это будет угодно Аллаху».

С 1240 года арабы начали употреблять селитру, которая именовалась обычно «китайский снег» или «китайская соль». Эти названия говорят, что селитра — по крайней мере в первое время — вывозилась из Китая. Сначала китайская соль применялась только в медицине. Но уже через полвека селитра широко использовалась в военном деле. В рукописи Гассана «Руководство к искусству сражаться верхом и разными военными машинами» даны многочисленные рецепты различных зажигательных составов с красивыми названиями в чисто восточном духе: «солнечные лучи», «цветок с опилками шпаги», «лунный цвет». Некоторые из составов представляют собой не что иное, как порох.

Трудно сказать, заимствовали арабы порох у китайцев и греков или раскрыли его тайну сами. Во всяком случае, начиная с XIV века, они широко применяют порох в военном деле. Арсенал боевых огневых средств был исключительно богат и разнообразен. В строю сражались «огненные всадники» с большими шестами-факелами, лучники метали стрелы-ракеты. Немалый урон врагу наносили «земной гром» и «пчелиный улей» — полые железные шары, набитые порохом, смешанным с железными опилками и кусками железа. Шары зарывали в землю и взрывали их в момент, когда над ними проходил неприятель. Другое похожее приспособление — «пожиратель огня» — представляло собой бумажный шар с такой же начинкой. Его зажигали фитилем и бросали в противника. Арабы придумали и другие хитроумные средства, призванные устрашать и поражать врага.



В Ленинградском Эрмитаже хранится арабский пергамент, датированный примерно 1304 годом, с рисунком некоего Эд-дин Мохаммеда. Он изображает бамбуковую трубку, усиленную металлическими кольцами, из которой в пламени и дыму вылетает стрела. По существу, это рисунок первого огнестрельного оружия. И не только оружия, но и прообраза паровой машины, двигателя внутреннего сгорания и всякого механизма, где движущей силой являются расширяющиеся газы, толкающие поршень в цилиндре.

Арабы подготовили применение пороха и огнестрельного оружия в Европе. Однако европейцы впервые узнали о великой тайне пороха, по всей вероятности, не от арабов, а от византийцев, а может быть, открыли ее для себя заново. С чего же начинается история европейского пороха?

В начале XIX века обнаружена латинская рукопись «*Liber ignium ad comburendos hostes*» — «Книга огней для сжигания врагов». Написана она около 1260 года Марком Греком. Кем был этот таинственный писатель — военным теоретиком, императорским чиновником или ученым монахом — мы, по всей вероятности, никогда не узнаем. Известно только, что его звали Марк и что он был грек. Впрочем, даже это немного подвергается сомнению. Возможно, так звали не автора, а переводчика рукописи на латинский язык с греческого оригинала, который до сих пор не найден. Скорее всего, Марк жил не в Византии, а на чужбине, где и был прозван Греком, чтобы его легче было отличить от «своих». Такое же прозвище позднее получили у нас Феофан Грек, а в Испании — Эль Греко.

Многовековую историю пороха, как и всякую историю, творили не единицы, а тысячи, чьи имена бесследно исчезли из людской памяти. Многочисленные химики, пиротехники, воины, мастера искали и находили рецепты хитроумных огней. Безымянные рабы добывали в зловонных копях серу, ремесленники выжигали из ивовых ветвей уголь, купцы везли из далекого Китая караваны с селитрой. Создание пороха — результат коллективных усилий многих народов и поколений, и попытка приписать заслугу его изобретения и распространения какому-то одному человеку была бы бессмысленна. Но все же очень жаль, что мы так мало знаем об авторе «Книги огней». Ведь в ней, по-видимо-

му, впервые в европейской литературе приводится четкое и ясное описание способа приготовления пороха. Это описание затеряно среди других всевозможных рецептов и зажигательных составов, иногда правдоподобных, но нередко фантастических. Многие из них изобретены якобы еще Аристотелем, Александром Македонским и даже творцом «Энеиды» римским поэтом Вергилием.

Возможно, что латинское слово *pulver* («порошок») именно после появления «Книги огней» получило свое второе значение — «порох». Точно так же эта взрывчатая смесь стала называться «порошком» и в других языках. Например, французское *poudre* и английское *powder* означают и «порошок», и «пудру», и «порох». Между прочим, и русское слово «порох», «прах» означало когда-то «пыль», «порошок». Однако порох стал называться в России порохом лишь с XV века, вероятно, под влиянием других языков. Раньше же его называли «зельем», как и всякий чудодейственный состав. По Далю, «зеле, зелье — злак, трава, растение, снадобье, лекарство и огнестрельный порох». Название это сохранялось много веков. Когда при Петре Первом был построен в Петербурге пороховой завод, улица, на которой он находился, была прозвана Большая Зелениная. Сто семьдесят с лишним лет уже не существует этот завод, а улица все еще называется Большая Зеленая, напоминая жителям Петроградской стороны, что их предки жили буквально на пороховой бочке.

«Книга огней» — формальное свидетельство того, что порох мог быть известен в Европе довольно рано — примерно в то же время, что и в арабских странах. Однако появление сочинения Марка Грека еще не означало автоматического знакомства всей Европы с тайной пороха. Книги тогда еще не распространялись миллионными тиражами, газет и журналов не было вовсе. Неторопливо трудились переписчики, каллиграфическим почерком нанося букву за буквой на драгоценный пергамент. На переписку манускрипта уходили годы. Неудивительно, что книги стоили очень дорого. Они остались достаточно дорогими даже после того, как появилась бумага и даже после того, как Иоганн Гутенберг изобрел в 1455 году книгопечатание. Недаром философ Спиноза, живший уже в XVII веке, гордился своей библиотекой, состоявшей из двадцати книг. Четырьмя же



веками раньше книги ценились на вес золота, если не дороже. За рукопись Ливия или Цицерона можно было приобрести виллу около Флоренции. Поэтому заказать манускрипт могли себе позволить только владетельные сеньоры и богатые монастыри. Да и читателей в те времена было едва ли больше, чем книг. Образованных и просто грамотных людей было очень мало, а в немногих университетах изучалось практически одно богословие. Крупицы научных сведений тонули в море бесплодных умствований.

До настоящего времени найдено три экземпляра рукописи Марка Грека. Трудно сказать, было ли их намного больше. Одно можно предполагать с уверенностью — тайну пороха последующим экспериментаторам каждый раз приходилось открывать заново. Дальнейшая судьба этой тайны связана с именем одного из величайших мыслителей в истории человечества — Роджера Бэкона.

Роль Бэкона в истории естествознания своеобразна. Он не открыл новых законов и явлений, не сформулировал каких-либо правил, постулатов и тому подобное. Но он сделал нечто большее — дал науке метод познания истины, и это было бесконечно важнее, чем открытие какого-нибудь самого важного закона, ибо люди в то время не только не знали законов природы, но и не умели познавать их.

Роджер Бэкон родился около 1214 года в Англии, близ Ильчестера. Он происходил из довольно зажиточной дворянской семьи, вскоре потерявшей, впрочем, все свое состояние. Время было беспокойное. Бароны вели жестокую междоусобную борьбу с королем Иоанном Безземельным, братом Ричарда Львиное Сердце. После кровавых битв феодалы добились от неудачливого короля провозглашения Великой хартии вольностей. Однако опыт истории показывает, что властители иногда с готовностью провозглашают вольности, но неохотно их соблюдают. Вскоре Иоанн укрепил свои силы и отказался от Хартии. Борьба возобновилась с прежней силой. В этот период войн, грабежа, произвола и беззакония и разорилась семья Бэконов.

Роджер получил образование в Оксфордском университете, выгодно отличавшемся от других учебных заведений Европы тем, что в нем преподавали не только

богословие и схоластику, но еще и математику, физику, астрономию, алхимию, а также тогдашние языки науки — арабский, греческий, древнееврейский. В 1237 году он окончил Оксфорд и отправился завершать образование в Мекку европейской духовной жизни того времени — Парижский университет. Несмотря на то что тогда в Париже собрались лучшие умы средневекового мира, Бэкон скоро разочаровался в университетской науке. Это был период расцвета схоластики. Все образование строилось на изучении и толковании Аристотеля, который признавался единственным и непререкаемым авторитетом. Его звали просто «философ», потому что других философов для схоластов не существовало. С виртуозной логикой, с невероятной ловкостью и находчивостью они готовы были защищать или отрицать любой тезис. При этом никому не приходило в голову проверить этот тезис опытом. Истинность или ложность какого-либо утверждения доказывалась только ссылкой на «философа» и его многочисленных толкователей и комментаторов. «Пренебрегая опытом и не проверяя им своих утверждений, — ядовито отмечал Бэкон, — ученые пишут, а толпа считает за доказанное множество ложных положений. Так, говорят, будто алмаз нельзя расколоть иначе, как с помощью козлиной крови. И теологи и философы повторяют это. Между тем, еще ни разу не было удостоверено, что действительно это можно сделать при помощи козлиной крови. А без нее делается очень легко — я видел это своими глазами».

В Париже, а может, несколько позднее, Бэкон становится францисканским монахом. Не следует думать, что в орден святого Франциска его увлекло чрезмерное благочестие. Отнюдь нет. Для образованного человека средних веков, не имевшего собственного поместья или других источников дохода, монашество было единственной формой сносного существования. Ряска обеспечивала не только хлеб, стол и кровлю над головой, но и известное уважение окружающих. «Нищенствующие братья» — францисканцы и доминиканцы — в первые годы существования своих орденов немало сделали для распространения образования в Европе. Они основали школы и университеты, из их рядов вышли многочисленные ученые той эпохи. Их монастыри имели богатые библиотеки.

К несчастью для себя, новоявленный монах не об-

наружил должного смирения, и его сочинения отнюдь не дышат восторгом перед божественной справедливостью:

«Везде царит полнейшая испорченность, начиная с самого верха. Святой престол стал добычей обмана и лжи; справедливость гибнет, мир нарушается, постоянно совершаются возмутительные вещи... Посмотрите на прелатов, жадно собирающих богатства, посмотрите далее на монахов всех орденов без исключения — как сильно отклонились все они от того, чем они должны были бы быть! Между тем, труженики, занимающиеся всю жизнь наукой, у всех в презрении! Все духовенство предано гордости, роскоши, жадности. Князья, бароны, рыцари притесняют и грабят одни других, разоряют своих подданных бесконечными войнами и поборами... Народ, уже раздраженный князьями, ненавидит их и потому, где только может, выходит из подчинения им...»

В 1250 году Бэкон возвращается в Оксфорд. Алма mater встречает его не слишком приветливо. «Самый верх» не хотел мириться с инакомыслием ученого монаха, и по распоряжению генерала ордена францисканцев Бонавентуры «брат Роджер» подвергается опале, в которой он находился десять лет. Лишь в 1265 году, когда на папском престоле утвердился Климент IV, отдаленно знакомый через вторых лиц с Бэконом, опальному монаху было разрешено написать книгу с изложением своих взглядов. К милостивому разрешению папы не догадался приложить денег, а положение Бэкона было столь тяжело, что он лишь с большим трудом достал сумму, необходимую для покупки пергамента и оплаты работы переписчиков.

Вскоре папе были отосланы работы Бэкона: «Opus maius» («Большой труд») — его главное сочинение, затем «Opus minus» («Малый труд») и наконец «Opus tertium» («Третий труд»). Опала с ученого была снята, и до 1278 года он жил в Оксфорде, занимаясь различными опытами и астрономическими наблюдениями. Неустанный труд не принес ему почета. Нетрудно догадаться, кого он имел в виду, когда писал свои горькие слова о положении людей науки: «Одни из них живут в одиночестве, работая лишь для себя, других же теснят и лишают возможности быть полезными». Научные занятия создали ему лишь славу волшебника и чародея. Защищаясь от обвинений в магии и ереси, он написал еще несколько сочинений, но не смог отвести висевший над

ним дамоклов меч. В 1277 году епископ парижский объявил еретическими и предал анафеме свыше двухсот философских тезисов, в том числе и некоторые учения Бэкона. На следующий год великий мыслитель был посажен в тюрьму, в которой просидел целых четырнадцать лет. Из заточения он был выпущен лишь за два года до смерти, семидесятивосьмилетним стариком.

Роджер Бэкон долго еще жил в памяти народной именно как чародей. Целых три века спустя, в 1594 году, когда уже ярко блистало имя Шекспира, на английской сцене шла пьеса про ученого кудесника. Затаив дыхание, зрители следили за тем, как Бэкон со своим учеником заклинаят некую Медную голову открыть им великую тайну алхимии. После долгих, но бесплодных усилий они прекращают свои попытки и переходят к другим занятиям. И тогда вдруг Медная голова произносит слова заветной тайны, но Бэкон и ученик не слышат ее!

С тех пор прошло еще несколько столетий, и нам яснее, чем современникам Шекспира, видны величие и смелость творческого подвига Бэкона. Он раскрепостил научную мысль от оков догмы и схоластики, решительно борясь со всем тем, что мешает человеку на пути к знанию.

Бэкон направляет острие полемики прежде всего на главную, по его мнению, помеху знанию — слепое преклонение перед авторитетами. С уничтожающим сарказмом пишет он «о том авторитете, который насильственно присвоили себе многие в этом мире... Это — софистические авторитеты необразованной толпы, так же похожие на истинные авторитеты, как каменный или нарисованный глаз похож на настоящий: то же название, но сущность другая».

Бэкон отвергает не всякие авторитеты, но только «неосновательные и недостойные», «ложные», «насильственно присвоенные». Но как отличить истинный авторитет от ложного и как вообще отличить истину от лжи? Ответ на этот вопрос и составляет сущность учения английского философа:

«Есть три источника знания — авторитет, разум и опыт. Однако авторитет недостаточен, если у него нет разумного основания, без которого он производит не понимание, а лишь принятие на веру... И разум один не может отличить софизма от настоящего доказательства, если он не может оправдать свои выводы опытом...»

Итак, опыт, по Бэкону, — основа познания мира. Нам, людям XX века, такой подход к научному исследованию кажется естественным, а тезисы Бэкона — чуть-чуть банальными. Но в те времена — времена ужасающего и поголовного невежества, расцвета суеверий, мракобесия, насилия, когда еще фактически не существовало ни исследователей, ни науки, когда единственным непрекаемым авторитетом была церковь, а слепая вера в ее догмы и каноны была законом и нормой, тогда учение Бэкона, открывающее людям глаза на мир, было не только пугающе новым, неожиданным, дерзким. Оно было по-настоящему революционным.

Вместо слепой, но благонадежной веры Бэкон прославляет стремление к подлинным знаниям. Это ему принадлежит знаменитый лозунг «Знание — сила!» Напрасно боятся, что избыток знаний обременит человечество, убеждал он. Крылья не только не стесняют птиц, но, напротив, поддерживают их в воздухе.

Бэкон твердо верил, что разуму, вооруженному знанием, нет пределов могущества. В эпоху, когда ветряная мельница казалась чудом, вершиной технических достижений, он предвидел изобретение воздушного шара, самолета, паровоза, телескопа. Он предложил реформу календаря, которая была принята только через триста лет при папе Григории III (это «григорианский» календарь, или наш «новый стиль»).

Среди разнообразных интересов Бэкона значительное место занимала алхимия. Отдав дань многим предрассудкам своего времени, веря в философский камень и возможность превращения ртути в золото, он тем не менее немало сделал для развития лучших сторон этой науки.

Современников Роджера сразу заинтриговали три главы одного из его ранних трудов — «Письма о тайнах искусства и природы и о ничтожности магии», написанного около 1249 года (и если эта дата верна, то Бэкон опередил Марка Грека и арабов). По обычаю многих алхимиков того времени, он написал эти главы нарочито темно и неясно, и их смысл был доступен лишь тем, кому адресовал Бэкон свое «Письмо» и кому он сообщил ключ шифра. Возможно, Бэкон не хотел доверить свою тайну «толпе», чтобы она не могла использовать его открытие «во вред не только себе, но и мудрым». Для большинства непосвященных сочинение Бэкона остава-

лось тайной за семью печатями, на разгадку которой ушло несколько веков. Лишь в нашем столетии рукопись ученого удалось расшифровать почти полностью. Но уже много раньше стало ясно, что в этих главах Бэкон точно описал способ получения очищенной селитры — основы взрывчатых веществ. Бэкон оставил нам и рецепт пороха: «Возьми селитры, рошка у поголь гоно и серы; и так произведешь гром и разрушения, если знаешь средство. Увидишь, говорю ли я загадками или в соответствии с истиной...»

Немало потом ломали читатели голову над таинственными «рошка у поголь гоно» (в оригинале *Luga porre cum vbre*). Столетием позже один из переписчиков манускрипта в отчаянии написал на полях против этих слов: «Тот, кто это разгадает, будет иметь ключ, которым, если открываешь, никто не скроет, а если закрываешь, то уж никто не откроет». Лишь много лет спустя было замечено, что непонятные письма состоят из тех же букв, что и слова «угольного порошка» (*carbounum pulvere*).

Можно ли на основании этих строк считать Бэкона изобретателем пороха? И да, и нет. Нет, потому что состав смеси угля, серы и селитры он мог заимствовать у Марка Грека (если Марк написал свою «Книгу огней» раньше) или других неизвестных нам источников. Да, потому что из множества разнообразных, иногда совершенно нелепых и невразумительных рецептов зажигательных составов Бэкон описал именно тот, который мы называем порохом. По-видимому, Бэкон проверил известные ему рецепты собственным опытом, то есть сделал то, чему он учил других. Да и мог ли этот первый в мире естествоиспытатель поступить иначе? Мог ли великий экспериментатор описать такое чудо, не совершив его своими руками? Тем, кто сомневается в этом, можно ответить словами Бэкона:

«Хотя бы человек, никогда не видавший огня, имел достаточное доказательство, что огонь жжет, портит и разрушает вещи, все же дух его не успокоился бы на таком знании, и он не стал бы избегать огня, пока не положил бы в огонь руку или какой-нибудь горючий предмет и не убедился бы через опыт в том, что он узнал из доказательств. После же опыта сожжения чего-либо дух приобретает уверенность и успокаивается в сиянии истины».

Значение Роджера Бэкона для дальнейшего развития науки и вообще человеческой мысли огромно. Можно смело утверждать, что многие крупные ученые последующих веков испытали на себе влияние его учения. Например, знаменитый соотечественник Бэкона Роберт Бойль едва ли пришел бы к сделанным им замечательным открытиям, если бы не впитал в себя идеи своего великого предшественника. С работ Роберта Бойля ведут свое начало современная химия и физика («Бойль делает из химии науку» — заметил Энгельс). Он открыл закон, играющий исключительную роль при расчете взрывов. На первый взгляд между этими двумя колосами, разделенными трехсотлетним промежутком, нет никаких точек соприкосновения. Один был столпом алхимии, другой — ее ниспровергателем. Один был скромным монахом, другой — сыном могущественного графа, владельцем двух поместий, основателем английской академии наук — Лондонского королевского общества. Но раскроем сочинения Бойля, и нам покажется, что его рукой пишет сам Бэкон:

«Я привык рассматривать мнения как монеты. Когда мне в руки попадает монета, я обращаю гораздо меньше внимания на имеющуюся на ней надпись, чем на то, из какого металла она сделана. Мне совершенно безразлично, вычеканена ли она много лет или столетий назад, или она только вчера оставила монетный двор. Столь же мало я обращаю внимания на то, прошла ли она до меня через много или мало рук, если я только на своем пробирном камне убедился, настоящая ли она или фальшивая, достойна ли она быть в обращении или нет. Если после тщательного исследования я нахожу, что она хороша, то тот факт, что она долгое время и многими принималась не за настоящую, не заставляет меня отвергнуть ее. Если же я нахожу, что она фальшивая, то ни изображение и подпись монарха, ни возраст ее, ни число рук, через которые она прошла, не заставят меня принять ее, и отрицательный результат от одной пробы, которой я сам подверг ее, будет иметь для меня гораздо большее значение, чем все те обманчивые вещи, которые я только что назвал, если бы все они доказывали, что она не фальшивая».

Мы видим, что идея Бэкона о том, что только опыт является надежным пробирным камнем науки, выражена Бойлем с большой убедительностью и силой. Неда-

ром основанное им Королевское общество приняло своим девизом прямо-таки бэконовское «Nullus in verba» — «Ничего со слов». А полное название английской академии наук было «Лондонское королевское общество для совершенствования естественных наук с помощью опытов». Заметим еще раз — с помощью опытов...

Примерно в одно время с трудами Бэкона появилось еще одно сочинение, называющее рецепт пороха. Автором его был граф Альберт фон Больштедт — фигура достаточно примечательная. Ученый схоласт, крупный теолог, хорошо образованный философ, авторитетный защитник феодальных устоев, носитель высокого церковного сана, он был прозван богословами «Великим». Альберт Великий жил преимущественно в Париже и Кельне, но много путешествовал и всюду был встречаем с большим почетом. Известность Альберта была особенно велика еще и потому, что он был учителем знаменитого Фомы Аквинского — страстного проповедника, писателя, златоуста и идеолога католической церкви.

Нужно отдать должное графу Альберту — ему не были чужды естественные науки, и он даже интересовался алхимией. Этого оказалось достаточным, чтобы на знаменитого богослова легла тень подозрения в магии и колдовстве. Он не избежал упреков в «опасных заблуждениях» даже со стороны своего любимого ученика Фомы Аквинского. По-видимому, для защиты от этих обвинений и написал Альберт Великий книгу «О чудесах света». Среди прочих чудес Альберт упомянул «летающий огонь» и дал рецепты его изготовления, в том числе и состав из серы, угля и селитры. Поскольку писания Альберта, пользовавшиеся в то время большим авторитетом, быстро распространялись по Германии и другим странам, сведения о составе пороха и свойствах селитры стали широко известны в Европе, что подготовило почву для повсеместного развития пороходелия.

«Труд о чудесах света» — отнюдь не смелое исследование, как сочинения Бэкона, это добросовестный, хорошо систематизированный компиляторский труд. История потом сама рассудила, кто из них более велик — прославленный граф Альберт или скромный монах Роджер. «Великий» богослов давно забыт, великий ученый Бэкон известен каждому образованному человеку.



ПРАЩА И МЕЧ

К концу XIII века порох уже был известен в Европе. Но еще несколько десятилетий он продолжал оставаться всего-навсего таинственным порошком, любопытным научным раритетом, эффектным и страшноватым, но бесполезным курьезом. Грамотные люди уже знали, как его делать, но не знали еще зачем. Однако пороху недолго пришлось ждать своего часа. Скоро, очень скоро он перекочевал со страниц алхимических сочинений на поля сражений, открыв этим новую эпоху в мировой истории.

Трудно сказать, когда выстрелила первая пушка. Если бамбуковую трубку, начиненную порохом, считать огнестрельным оружием, то оно появилось очень давно, примерно в начале XIII века. Но настоящие боевые залпы грянули значительно позже.

Чаще всего честь изобретения огнестрельного оружия, а заодно и пороха приписывают немецкому монаху Бертольду Шварцу. Этот загадочный францисканец жил как будто бы в середине XIV века во Фрейбурге. Его истинное имя нам неизвестно. По некоторым домыслам, «в миру» он назывался Константин Анклитц, а имя Бертольд принял после пострижения в монахи. Прозвище Шварц — «черный» ему дали за то, что он, как и его брат по ордену Роджер Бэкон, увлекался «черной магией» — алхимией.

Легенда повествует, как Бертольд, смешав случайно в большой ступе серу, уголь и селитру, стал высекать из огнива пламя. Одна из искр упала в ступку. Произошел взрыв, с силой подбросивший вверх опять же «случайно» лежавший в ней камень. Это и натолкнуло Бертольда на мысль об изобретении пушки.

Возможно, так все оно и было. Недаром одна из первых разновидностей артиллерийского орудия чрезвычайно напоминала ступку и называлась мортирой, что как раз и означает «ступка». Непонятно только одно. Большинство рукописей утверждает, что это событие произошло в 1380 году (хотя некоторые указывают и 1354, и 1390, и 1393 годы). Вместе с тем нет никаких сомнений, что пушки были известны много раньше. Например, арабы применяли огнестрельное оружие в сражениях с европейцами в 1331 году (битва при Аликанте) и в 1342 году (при осаде Алджесираса в войне с кастильским королем Альфонсо XI). Пушки участвовали и в знаменитой битве при Креси (1346 год).

Ну а как же Бертольд Шварц? Изобрел ли он огнестрельное оружие и существовал ли он вообще? По-видимому, таинственный монах является все же личностью исторической, а не легендарной. Об этом свидетельствует столько документальных источников, что мы просто не можем им не верить. Может быть, черный францисканец и не изобрел огнестрельного оружия, но впервые организовал его производство на европейской почве. Он мог внести в него такие значительные усовершенствования, что они стали равносильны изобретению. Он мог, например, найти нужный сплав для литья пушек или придать орудиям необходимую форму, обеспечивающую дальность и точность боя. Так или иначе, Фрейбург и другие города Германии уже в конце XIV века пользовались славой поставщиков лучших артиллерийских орудий.

Первые образцы огнестрельного оружия были несовершенны, и холодное оружие не сдавало своих позиций. Лук, и в особенности английский лук, был в те времена богом войны. Скорострельность первых ружей — девять-десять выстрелов в час, а хороший лучник из Уэльса мог выпустить за минуту двадцать стрел! Не каждый англичанин стрелял, как Робин Гуд, но обращались они со своим оружием достаточно умело: ведь по британским законам каждый свободный житель был обязан

иметь лук и по меньшей мере сорок стрел к нему. Вот почему 20 тысяч англичан (среди которых было 11 тысяч лучников) победили при Креси втрое большее число французов.

Сражение при Креси было, как известно, первой крупной битвой Столетней войны. Когда эта война началась, то уже не луки, а пушки стали решать исход боев, особенно при осаде замков и крепостей.

Появление пороха и огнестрельного оружия наложило глубокий отпечаток на дальнейший ход исторических событий. Оно означало конец рыцарства, конец средневековья, конец безраздельного военного господства феодалов. Эту мысль с предельной ясностью выразил Энгельс в «Анти-Дюринге»:

«Введение огнестрельного оружия повлияло революционизирующим образом не только на само ведение войны, но и на политические отношения господства и порабощения. Чтобы иметь порох и огнестрельное оружие, нужны были промышленность и деньги, а тем и другим владели горожане. Огнестрельное оружие было поэтому с самого начала направленным против феодального дворянства, оружием городов и возвышающейся монархии, которая опиралась на города. Непрístupные до тех пор каменные стены рыцарских замков не устояли перед пушками горожан; пули бюргерских ружей пробивали рыцарские панцири. Вместе с закованной в броню дворянской кавалерией рухнуло также господство дворянства...»

Вот почему нехитрая смесь серы, угля и селитры была поставлена Марксом в один ряд с двумя другими «великими открытиями ремесленного периода» — компасом и книгопечатанием.

Любопытно, что политическое, революционное значение появления пороха и его связь с другими великими открытиями средневековья (особенно с изобретением книгопечатания) еще раньше были интуитивно поняты Пушкиным. Сходство идей гениального художника и великих мыслителей воистину поразительно. В плане своей незаконченной пьесы «Сцены из рыцарских времен» поэт записывает буквально следующее:

«Бертольд в тюрьме занимается алхимией — он изобретает порох. — Восстание крестьян, возбужденных молодым поэтом. — Осада замка. Бертольд взрывает его. Рыцарь — олицетворенная посредственность — убит пу-

лей. Пьеса кончается размышлениями... (изобретение книгопечатания — своего рода артиллерии)».

По библейскому преданию, против вооруженного до зубов и закованного в броню великана Голиафа вышел когда-то сражаться молодой пастух Давид, не имевший в руках ничего, кроме пращи. Давид ловко метнул камень прямо в голову гиганта и поразил его насмерть. Огромный меч оказался беспомощным перед маленькой пращей.

С изобретением пороха красивая легенда стала реальностью. Огнестрельная праша легко побеждала меч. А ведь меч в те времена был не только оружием, он был еще символом — символом высокого положения в обществе. Люди «низших» классов не имели права носить его. С появлением же пороха меч перестал быть главным орудием устрашения. Томас Карлейль, известный английский историк, заметил по этому поводу: «Порох сделал людьми высокого звания всех». Добротный доспех, стоявший тогда столько же, сколько целая деревня со всеми ее жителями, мог быть теперь легко продырявлен пулей какого-нибудь пастуха. Не приходится удивляться, что рыцари и духовенство отнеслись к появлению нового оружия крайне враждебно. На граверях того времени Бертольд Шварц неизменно изображался в компании дьявола, водящего из-за спины его рукой и наущающего его своим адским ухищрениям. Эти настроения прекрасно выразил великий итальянский поэт Ариосто в своем «Неистовом Роланде». По Ариосто, огнестрельное оружие было изобретено сначала злым духом. Роланд отнял его у духа и забросил в морскую пучину, чтобы никто не мог им воспользоваться. Однако это не помогло.

Орудье ада из воды, где было  
На сотню футов скрыто много лет,  
Извлечено наверх волшебной силой,  
Сперва у немцев увидало свет;  
И эти — для чего оно служило,  
Узнать стараясь (бес же нам во вред  
Им изошрял все более мышление), —  
Ему нашли однажды примененье...  
Как, выдумка коварная, — открой, —  
В людских сердцах ты местом завладела?  
Убита слава бранная тобой,  
Честь отнята у воинского дела,  
И мнится лучше лучшего плохой.

Ты доблесть, храбрость умалить сумела.  
Из-за тебя отвагой, удалством  
Нельзя помериться в бою честном.  
Из-за тебя ушло, уйдет со света  
Синьоров столько и других мужей,  
Пока война не прекратится эта,  
На свете в плач повергнув всех людей,  
Что в этих нет моих словах извета:  
Тот — самый злостный, лютый лиходей,  
Из всех, каких знавали только люди,  
Кто изобрел столь гнусный род орудий...

Итак, огнестрельное оружие было «встречено в штыхы». Но штыхы уже и тогда оказались бессильными перед пушками. «...Введение пороха и огнестрельного оружия отнюдь не было актом насилия, а представляло собой промышленный, стало быть хозяйственный, прогресс» (Энгельс), а прогресс остановить невозможно. Порох с каждым годом все более властно вмешивался в судьбы людей, городов и государств.

Огнестрельное оружие чрезвычайно быстро распространилось по Европе. Сначала появились бомбарды, получившие свое название от латинских слов *bomba* — шум и *ardere* — гореть. За ними последовали короткие толстые мортиры, узкие кулеврины (по-французски «ужы»), пушки (длинные бомбарды небольших калибров), затем пищали, гаубицы, единороги. Было придумано и сравнительно легкое оружие — аркебузы, мушкеты. Эти достойные предки теперешних ружей обладала изрядной тяжестью. Перед выстрелом их приходилось класть на подставку, затем раздувать огонь, открывать полку и подносить фитиль к пороху. К мушкету полагался сложный набор, состоящий из большой и малой пороховниц, мешка с пулями и множества футляров. Поэтому brave мушкетеры предпочитали на первых порах выяснять отношения между собой при помощи доброй старой шпаги. Лишь много позднее правила хорошего тона стали отдавать предпочтение пистолетам при улаживании джентльменских конфликтов.

Разумеется, пистолеты и ружья, пришедшие на смену мушкетам и аркебузам, предназначались не для мелких дуэлей, а для куда более кровавых поединков между целыми армиями и государствами. В течение веков, прошедших после появления первых бомбард, огнестрельное оружие изменилось до неузнаваемости. Однако мы пишем не об оружии, а о взрывчатых веществах,

порох же и через пять столетий после Бертольда Шварца оставался все той же смесью угля, серы и селитры. Поэтому дальнейшая история огнестрельного оружия не представляет для нас особого интереса. Значительно любопытнее проследить за попытками найти новые области применения взрывчатых веществ, не связанные с ружьями и пушками. Все они в первые столетия также имели военный характер, но впоследствии накопленный при этом опыт позволил использовать порох и в мирных целях.

В период Возрождения большинство технических новинок исходило из Италии, в которой процветали искусства, науки и ремесла. Итальянские инженеры приглашались во все страны Европы, в том числе и в Россию. К слову сказать, зодчий Аристотель (Альберто) Фьораванти, руководивший перестройкой Московского Кремля и воздвигший в нем Успенский собор, умел не только строить крепости, но и разрушать их. Он был прекрасным специалистом по изготовлению артиллерийских орудий и создал в России целую школу пушечных мастеров, среди которых был и Андрей Чохов, отливший легендарную царь-пушку.

Уроженцем Италии был и один из интереснейших людей своего времени Джованни ди Фонтана. О его личности, к сожалению, известно не более, чем он написал о себе сам. Он называет себя автором нескольких трудов — сочинения о лабиринтах, книги о водопроводах, «Трактата о рыбе, птице и зайце». Все эти работы не сохранились.

Особенно обидно, что исчез «Трактат», не имевший, как мы скоро увидим, ничего общего с зоологией, но зато имевший прямое касательство к взрывчатым веществам.

К счастью, до нас дошла одна из рукописей Фонтаны, «Книга эскизов», в которой он предстает как талантливый художник, инженер и мыслитель. Это написанное по-латыни сочинение полно эскизов и чертежей, относящихся к самым разным областям техники. На одном из рисунков изображены похожие на животных ракеты — летящая, катящаяся и плавающая. Фонтана не стал их описывать, а ограничился только кратким пояснением: «О рыбе, птице и зайце достаточно моего трактата». Теперь ясно, о чем шла речь в этом трактате — ни много ни мало как об устройствах, которые можно,



пожалуй, назвать прообразами ракеты, торпеды и реактивного автомобиля.

В той же «Книге эскизов» Фонтана изобразил и описал другую катящуюся ракету — «черепаху». Рядом с черепахой Фонтана рисует плавающие мины и торпеды. Намного же он опередил свое время — ведь «Книга эскизов» была создана примерно в 1320 году! Столетие спустя (около 1430 года) другой итальянец, Мариано из Сиены, прозванный «Хитрюга», а также «Архимед», написал книгу, в которой впервые встречается описание минного подкопа.

«Землекопы, проникшие под укрепление, делают пещеру. Там, где почувствуют над собой топот ног, делают широкую камеру на манер печи. Помещают в нее три или четыре открытые бочки, полные пушечного пороха. Подводят к бочкам сернистый шнур. Закладывают вход в камеру камнями, утрамбовывают песком и поджигают штур. Так огонь подходит к бочкам, и взрыв уничтожает укрепление».

Благодаря «Архимеду» минное дело широко распространилось по Европе. Не было ни одной хоть сколько-нибудь приличной осады, где бы не попытались сделать подкоп под крепостное укрепление. На подкопы отвечали контрподкопами. Итальянские инженеры наращивали выписывались в различные страны для проведения взрывных работ. Таким образом, уже в те времена не только военные, но и ученые нужны были для победы над врагом. Поучительный пример тому — осада Антверпена испанцами в 1585 году во время борьбы Нидерландов за независимость. Благодаря применению взрывчатых веществ эта осада так поразила современников, что они оставили нам ее описание в мельчайших подробностях. Яркую картину антверпенской осады в одном из своих исторических сочинений дал Шиллер.

Испанцы, поставив свои корабли в ряд и проложив поверх них настил, соорудили через залив мост длиной почти в километр. Этот мост играл важную роль в блокаде города, и осажденные долго ломали голову над тем, как его уничтожить. Выход нашел итальянский инженер Фредерико Джанибелли, находившийся на службе у антверпенцев. По его указанию были построены два корабля — «Надежда» и «Счастье», в которые загрузили восемьдесят тысяч фунтов пороха. Чтобы заряд взорвался в нужное время, построили адскую ма-

шину — огромный многопудовый часовой механизм (его чертежи сохранились), который также погрузили на один из кораблей. В ночь с четвертого на пятое апреля оба корабля снялись с якорей и медленно двинулись к мосту.

Испанцы приняли «Счастье» за обыкновенный зажигательный корабль — брандер и отнеслись к его приближению довольно беспечно. Они даже осыпали антверпенцев насмешками за тощий огонь на брандере и собрались было его тушить, чтобы оставить за собой захваченный корабль. И в это время раздался взрыв, какого еще не видел мир и о котором долго помнила потрясенная Европа. На три мили вокруг содрогнулась земля, в воздух взлетели мачты, пушки, люди, камни, вода. Свыше пятисот человек было убито, шесть кораблей сожжено, множество разбито на куски. Глава осаждавших герцог Александр Фарнезе остался жив только благодаря случайности.

Любопытно, что еще за несколько лет до осады Антверпена Фредерико Джанибелли хотел поступить на службу к испанскому королю Филиппу, но получил презрительный отказ. Тогда Джанибелли предложил свои услуги Англии — постоянной противнице Испании. Он был с почестями принят королевой Елизаветой и направлен впоследствии в Антверпен на помощь Нидерландам против испанцев.

Тремя годами позднее, в июле 1588 года, все тот же Джанибелли помог англичанам уничтожить один из отрядов «Непобедимой армады». Большая группа кораблей самого грозного тогда испанского флота стояла у Кале. На нее двинулись восемь брандеров, которыми командовал — испанцы знали это! — Джанибелли. Со страхом следили матросы за приближением ветхих деревянных скорлупок, и в конце концов нервы у испанцев не выдержали. С криками «Антверпенский огонь!» они в ужасе стали бросаться в воду. Их корабли обратились в поспешное бегство.



ПЯТЬ ВЕКОВ  
ЗЕЛЕЙНОГО ДЕЛА

Применение пороха и появление огнестрельного оружия на Руси связано с именем Дмитрия Донского. Дмитрий стал великим князем всего одиннадцати лет от роду и с первого до последнего дня провел свое княжение в походах и битвах. Двенадцати лет он «взял свою волю» над князем ростовским, затем усмирил князей суздальского, галицкого, тверского, воевал с Литвой и Рязанью. Таков был этот воинственный князь, и не удивительно, что именно при нем, внимательно следившем за всеми новинками воинского искусства и заботившемся о мощи своего государства, впервые появилось у нас огнестрельное оружие, всего несколькими годами ранее ставшее известным в Европе.

8 сентября 1380 года произошла одна из величайших битв в истории русского народа. Впервые за полтора столетия тяжкого иноземного ига русская рать во главе с Дмитрием, ставшим после этого дня Донским, открыто, лицом к лицу встретилась на Куликовском поле с огромными татарскими полчищами. Нет нужды рассказывать о событиях этого дня — они известны каждому. Татары были разбиты, но победа далась дорогой ценой. Из полутрех тысяч русских воинов остались в живых только сорок тысяч. «Была на Руси радость великая, но была и печаль большая по убитым от Мамаю на До-

ну. Оскудела совершенно вся земля Русская воеводами и слугами и всяким воинством, и от этого был страх большой по всей земле Русской».

Это оскудение дало татарам возможность нанести вскоре ответный удар. Через два года после битвы на Дону новый властелин Золотой Орды хан Тохтамыш тайком собрал несметное войско и неожиданно появился у стен Москвы. Великий князь вынужден был спешно уехать в Кострому собирать полки. 24 августа 1382 года Тохтамыш начал штурм Кремля. «Татары пускали стрелы, как дождь, — пишет известный историк С. Соловьев, — стреляли без промаха, и много падало осажденных в городе и на стенных забралах; неприятель поделал уже лестницы и лез на стены; но горожане лили на него из котлов горячую воду, кидали камни, стреляли из самострелов, пороков, тюфяков и пушек, которые здесь в первый раз упоминаются».

Вот при каких обстоятельствах впервые были применены на Руси порох и огнестрельное оружие. Ведь тюфяками тогда называли ружья или пушки. Один из самых первых русских тюфяков хранится в Артиллерийском музее в Ленинграде. Посмотрите на него с уважением — шестьсот лет назад он помогал оборонять нашу столицу от полного уничтожения.

Слово «тюфяк», или «тюфенг» (по-турецки «ружье»), восточного происхождения. Может быть, огнестрельное оружие и порох пришли к нам, минуя Европу, непосредственно с Востока, от арабов через турок и татар?

Вначале порох привозился от иноземцев, но очень скоро его стали делать на Руси. Спустя немного лет после смерти Донского, «зелъе» в Москве производилось в таком количестве, что послужило причиной знаменитого порохового пожара, от которого в 1422 году выгорела вся столица.

Мощный толчок выделка пороха получила при Иване Грозном. Всю свою энергию в первый период царствования Иван IV направил на подготовку к войне с Казанским ханством. Это сильное государство было тогда самым могущественным и опасным врагом Руси. Снова, как встарь, Москва была вынуждена платить дань татарам, и снова она собирала силы, чтобы раз и навсегда избавиться от тягостной зависимости. Иван Грозный обложил города и монастыри селитряной повинностью. Со всех концов царства в столицу тянулись подводы с

порохом. В Новгороде, например, каждые «шесть попов» должны были внести по «две гривенки» зелья.

К 1547 году в Москве были накоплены огромные количества пороха, но не ему было суждено решить участь Казани: сильнейший пожар, охвативший столицу, уничтожил собранные по крупицам с превеликим трудом многопудовые запасы. Пожар был ужасен. «Огонь лился рекою, — пишет Карамзин, — и скоро вспыхнул Кремль, Китай-город, Большой посад... Треск огня и вопль людей от времени до времени был заглушаем взрывами пороха, хранившегося в Кремле и других частях города».

Лишь через пять лет запасы пороха были восстановлены и приумножены. И они понадобились в борьбе с Казанью в полной мере. Полтораста тяжелых орудий в течение «шести седмиц дней» громили мощные стены крепости.

«Бысть сеча зла и ужасна, — повествует летопись, — и грому силну бывшу от пушечного бою и от звуку и вопу от обоих людей и от трескот орудий, и от множества огня и дымного курения и сгустившуся дыму и покры дым град и люди».

Тогда же, в сентябре 1552 года, были сделаны знаменитые минные подкопы под стены Казани, решившие судьбу города. Летописи сообщают, что Иван Грозный призвал к себе «немчина, именуемого Размысла, хитра, навична градского разорению», и приказал ему «подкоп под град учинити». Первая мина была подведена под тайник, из которого казанцы добывали себе воду. В подкоп было поставлено одиннадцать бочек пороха.

30 сентября с помощью второй мины были взорваны Арские ворота. Но окончательно решил дело третий, самый мощный подкоп, в который было заложено сорок восемь бочек — около трех тонн — пороха. Во время молельства «сильный гром грянул и велии земля дрогну и потресеса». И увидел царь «градскую стену подкопом вырвану, и страшна убо зрением земля, яко тма, являвшаяся и на великую высоту всходяще и многие бревна и людей на высоту взметающе поганых».

Неслыханные дотоле взрывы, принесшие гибель Казанскому ханству, надолго запечатлелись в памяти народа, и эхо от них отразилось во многих произведениях искусства. В те времена на Руси не знали еще монументов, мемориальных досок и триумфальных арок и в ка-

честве памятников выдающимся событиям воздвигали церкви. Для увековечивания победы над Казанью тоже был построен собор — «Покровский храм что на рву». Его воздвигли зодчие Барма и Постник на Троицкой площади близ Московского Кремля. Восемь церквей, символизирующих восемь решающих дней битвы за Казань, окружили девятую, центральную, образуя ансамбль неповторимой красоты. Великолепие этого удивительного собора, переименованного впоследствии в храм Василия Блаженного, настолько украсило Троицкую площадь, что за ней постепенно утвердилось новое название — Красная.

Победа над Казанью открыла Руси дорогу на юг и восток, а позднее освободила руки и для ведения активной политики на западе. Уже через два года после падения Казани порох принес русским победу над Астраханским ханством, и вся Волга оказалась во власти России. В 1582 году пищали помогли немногочисленному отряду Ермака овладеть Сибирью. Сотни пушек участвовали в войне с Ливонским орденом за выход к Балтийскому морю. Порох же помог оборонить столицу во время последнего в нашей истории нашествия крымского хана на Москву в 1591 году. Залпы русских пушек гремели непрерывно, не только днем, но и ночью. Устрашенные столь внушительной огневой мощью, татары отступили и никогда уже более не возвращались к стенам Москвы.

Выделка пороха продолжала быстро возрастать. Около 1577 года был основан Пушкарский приказ, взявший на себя управление и пороховым делом. В начале XVII века появляются первые рукописные переводные книги по военному искусству, в которых встречаются сведения и о пороходелии. Наиболее известные из них — «Воинская книга», «Устав ратных, пушечных и других дел», «Книга об огненных хитростях». В «Воинской книге» приведены разнообразные «указы», касающиеся порохового дела, например: «Наук, как опознати, которое уголье к зелейному делу лучше есть», «Прямой и достаточный наук, как доброе пищальное зелье делать», «Наук, как порченное зелье свежить и перекручивать», «Иной наук, как доброе зелье делати».

В «Уставе ратных, пушечных и других дел», составленном Онисимом Михайловым, встречается несколько интересных рецептов пороха, фейерверков, огненных

ядер и даже фитиля: «Наука, как делать бегучий огонь на веревке».

Значительных масштабов достигло пороходелие в царствование Алексея Михайловича. Россия в те годы была настолько богата зельем, что его свободно продавали в лавках. Это послужило причиной очередного большого московского пожара 1660 года, во время которого погибло триста человек. Чужеземные гости дивились обилию пороха и разнообразию огнестрельного оружия в Московии.

Несмотря на большие успехи отечественного пороходелия, Москва не переставала внимательно следить за зарубежными новинками в воинском искусстве. Именно с этой целью был послан за границу «иноземец Иван Гебдон». Гебдону предписывалось приискать и привезти «в Московское государство из немецких земель инженеров самых лучших, гранатных мастеров, которые составляют составы как стреляти из пороховых пушек и чтоб пикарды пруткие составляли, також и под корабли приверчивать умели в воде... Алхимиков самых ученых, ратные книги, по которым всякие огненные хитрости делать, мастеров, чтоб по тем книгам всякие составы составляли и делать, мастеров пушечных и мушкетных, чтоб мельницами порох делать, образцов, каковы в цесаре и иных немецких землях пушечные дворы и какие где бывают пушечные запасы». Кроме того, Гебдону предписывалось «исподволь» купить за границей ни много ни мало как двадцать тысяч пудов пороха.

Техника изготовления пороха была довольно сложна. Сначала тщательно измельчали селитру, уголь и серу в так называемых толчеях или бегунах. Бегуны — это своего рода жернова, отсюда и название пороховых заводов — мельницы. Бегуны приводились в движение лошадами или водой, поэтому заводы, как и мельницы, чаще всего строились на реках.

После измельчения составные части пороха смешивали и перетирали на тех же бегунах. Ценою бесчисленного количества жизней люди узнали, что смесь надо перетирать влажной, чтобы она не взрывалась, не пылила и чтобы порох получался в виде твердых «лепешек». Лепешку подвергали «кручению» — разбивали ее на куски. Кручение, или «зернение», пороха — очень важная операция, потому что хороший порох хоть и называется

«порохом» — «порошком», но на самом деле должен состоять из твердых прочных зерен. Дело в том, что пороховая пыль — «мякоть» — сгорает слишком быстро, что может привести к разрыву пушечного ствола. Кроме того, мякоть легко отсыревает. Зерна же сгорают относительно медленно, и эта постепенность горения обеспечивает пороху большую метательную силу.

Для кручения пороховой лепешки применялись горизонтальные решета из свиной кожи, в которые помещались свинцовые кружки или шары. При трясении решета лепешка разбивалась шарами, и измельченный порох проваливался сквозь решетку. Довольно часто приходилось вновь перерабатывать старый лежалый порох. Такое обновление старого пороха называлось «перекручиванием».

Затем порох рассевали, или, как говорили раньше, «разымали»: мелочь (пороховую мякоть) снова направляли на бегуны, а зерна сушили в специальных «сушильных избах», а то и просто в банях. Высушенные зерна обычно полировали, чтобы они были гладкими, без острых углов. Для этого порох трясали некоторое время на ситах, чтобы зерна терлись друг о друга. Готовый порох укупоривался в дубовые бочки.

Так или почти так делался порох и в России и в других странах в течение многих веков.

Действовали пороховые заводы обычно в «талое время» — весной, летом, осенью, так как зимой увлажненная пороховая смесь замерзала и при кручении рассыпалась в порошок, в непригодную мякоть. Работа шла только в светлое время суток, потому что об освещении лучиной или свечами в пороховом деле не могло быть и речи. Вообще, производство пороха было чрезвычайно опасным. Например, «при постепенном устроении Охтенского завода взрывы были безпрестанные». Они были «безпрестанные» в такой мере, что пришлось срочно выстроить церковь и «определить священника с причтом за дальностью таковых, потому что при взрывах людей убивало и опаляло». На больницу и разработку мер безопасности денег, естественно, не нашлось. Спасение душ обходилось явно дешевле...

С 1720 по 1872 год на Охтенском заводе произошло 92 взрыва. Один из них (1858 года) был особенно тяжелым. Было убито и ранено восемьдесят пять человек. Некоторые были выброшены в реку и разорваны

на части. Взрыв слышали даже в Кронштадте, за тридцать пять верст от завода. В зданиях Смольного монастыря, в пяти верстах от завода, были выбиты почти все стекла. Обломки зданий завода находили на расстоянии семи верст от места взрыва.

На частных пороховых предприятиях работать было еще опаснее. Поэтому не удивительно, что крестьяне, приписанные «к смертному делу» и сумевшие уцелеть после очередного сезона, использовали каждую возможность, чтобы удариться в бег. Владельцам заводов приходилось иногда пригонять новую рабочую силу чуть ли не каждый год.

В пороховых рецептах были свои тонкости, которые обычно держались мастерами в секрете. Например, одно время считалось, что самый лучший порох получается, если добавлять при его изготовлении вино. В одном документе (уже петровского времени!) мы читаем: «Веле-но зелейным мастерам зделать из готовой мякоти 300 пуд самого доброго чистаго пороху с вином для стрельбы...»

Чистоте и качеству исходных продуктов при выделке пороха уделялось особое внимание. Уголь чаще всего применяли крушиновый. В течение многих сотен лет считалось, что он лучше всего подходит для зелейного дела. Лишь много позднее стали обжигать ольху, липу, орешник и другие мягкие породы дерева. При этом использовались только молодые, здоровые, очищенные от коры ветви.

Месторождения серы в России сначала не были известны, и ее почти всегда покупали за границей. Но наибольшие хлопоты доставляла добыча селитры, или, как ее называли в старину, емчюги. Селитра — основа пороха, его «дух», носитель его взрывчатости. Между тем мир обделен этой солью — ее месторождения почти не встречаются в природе (кроме скромных запасов в Индии). Однако многовековой опыт человечества подсказал выход из положения и позволил найти чрезвычайно своеобразный метод получения этой незаменимой части пороха.

Давно было замечено, что помет животных, особенно навоз, при долгом лежании в тени слегка белеет. Китайцы, по-видимому, первыми нашли, что белый налет на продуктах гниения органических отходов есть не что иное, как селитра. Сначала «китайский снег» добы-

вали на всякого рода свалках, находили его на скотных дворах и даже соскребывали налет со стен деревенских хижин, построенных из глины и соломы. Позднее стали устраивать специальные селитряные кучи. В них свозили навоз, золу, землю с кладбищ, листву, ботву с огородов, солому, пищевые отбросы. Все это обильно и многократно поливалось мочой и помоями, обносилось высокими заборами для защиты от солнца, покрывалось сверху соломой и оставлялось для созревания.

После созревания «селитряная земля» промывалась теплой водой, для растворения селитры. Полученный щелок упаривался в медных котлах и охлаждался в корытах. При этом на дне вырастали крупные прозрачные шестигранные кристаллы селитры. Полученную соль «литровали» — очищали повторной промывкой.

Селитра неизменно служила объектом пристального изучения лучшими химиками разных времен. В 1748 году Берлинская академия наук объявила даже специальный конкурс на лучшую работу о происхождении и составе селитры. Уведомляя об этом петербургских ученых, Леонард Эйлер писал: «Я сомневаюсь, чтобы кто-нибудь, кроме г. Ломоносова, мог написать об этом лучше, почему и прошу убедить его приняться за работу».

Ломоносов охотно взял на себя этот труд. Важным вкладом в теорию пороходелия была его «Диссертация о рождении и природе селитры», написанная на латинском языке в начале 1749 года. Причина интереса к этому веществу раскрывается Ломоносовым в первой же фразе работы:

«Среди тел, которые химики называют солями, особенно выдается селитра многообразным применением, а особенно изумительным, подражающим молнии действием, которое она производит в огнестрельном порохе... В настоящее время состав и способ рождения этого тела раскрыты и освещены многими весьма точными опытами и наблюдениями героев химии, прославившихся в этом и прошедших веках».

«Диссертация о рождении и природе селитры» является важной вехой не только в истории взрывчатых веществ. От нее ведет начало и физическая химия, и русская научная кристаллография.

Русские пороховщики ощущали недостаток в селитре почти постоянно и охотно покупали ее за границей. В дело шла и английская, и немецкая, и бухарская ем-

чюга. В некоторые годы порох населению продавался только в обмен на селитру.

Качество готового пороха определялось обычно на глаз. Особое внимание знатоки обращали на цвет зелья, на его твердость, сухость, прочность. Порох растирали, нюхали, пробовали на вкус. Опытному человеку такие «анализы» говорили очень многое. Довольно распространена была «проба на бумагу»: порох насыпали на лист бумаги и поджигали. Хороший порох должен был сгорать легко и быстро, не прожигая бумагу и не оставляя на ней темных следов и белых зерен.

Значительно позднее — примерно с XVIII века — появились всякого рода испытательные приборы, например маленькие мортирки, стрелявшие вертикально вверх или под углом 45 градусов. Мортирки заряжались несколькими граммами пороха. По высоте подъема груза или дальности полета ядра можно было судить о силе пороха. Золоченые образцы таких приборов хранятся в Ленинградском Эрмитаже.

Новая эпоха русского пороходелия начинается при Петре Первом. Надо ли этому удивляться? Ведь петровское царствование — это непрерывная пушечная канонада. Сначала война с Турцией, походы на юг и взятие Азова. Затем продолжавшаяся почти четверть века Северная война с ее суровыми битвами под Нарвой, Шлиссельбургом, Полтавой и снова под Нарвой, с ее многочисленными морскими сражениями и длительными осадами. Новая война с Турцией, а потом Персидский поход...

Общеизвестно, что в трудные времена Петр приказал перелить церковные колокола на пушки. Но из этих пушек надо было чем-то стрелять. Без столь же решительных мер для подъема пороходелия ни одна из кровавых войн, определявших дальнейшую судьбу России, не могла бы быть выиграна. Окно в Европу надо было прорубать не топором, а порохом. Государственный деятель, совершивший коренные преобразования во всех сферах деятельности и уклада русского государства, должен был совершенно по-новому поставить и пороховое дело.

Одной из величайших заслуг Петра является строительство государственных пороховых заводов. В прежние годы весь порох производился на частных заводах, владельцы которых заключали «уговоры» с правитель-

ством. В договорах определялась цена, количество и сроки поставки пороха, а также содержались многочисленные дополнительные условия. Пороховым «уговорщикам» предписывалось содержать заводы «надлежащим добром порядком в твердом основании и производить на тех заводах пороховое дело по голанскому манеру. Порох делать всеконечно сполна, без всякого подлога, как честным и добрым людям надлежит, опасаясь за неисполнение суда и штрафа».

Несмотря на строгость договоров и обещание всевозможных кар за их неисполнение, пороховые уговорщики часто срывали выполнение контрактов. Да и качество пороха с разных небольших «мельниц» оставляло желать много лучшего. Явно ощущалась необходимость в постройке больших образцовых государственных заводов, продукция которых обеспечивала бы армию боеприпасами и служила бы эталоном пороха для всех предприятий страны.

Первый пороховой завод был построен в 1712 году на окраине Петербургской стороны, в районе нынешней Большой Зелениной (Зелейной) улицы. Этот завод просуществовал 90 лет. В 1802 году, когда его близость стала опасной для разросшейся столицы, завод закрыли.

При Петре же был основан и значительно более крупный Охтенский завод, который на протяжении двух веков неизменно был передовым бастионом, творческой лабораторией и кузницей кадров русского пороходелия.

Письменного указа Петра об основании завода не сохранилось. По-видимому, в июне 1715 года он отдал об этом устное распоряжение, которое начало спешно выполняться. Надзор за строительством пороховых заводов Петр поручил своему ближайшему сподвижнику генерал-фельдцейхмейстеру Якову Брюсу. Этот выбор был не случаен. Брюс, командующий русской артиллерией, был более других заинтересован в снабжении армии порохом. Но, кроме того, Брюс еще и возглавлял Берг-коллегию, другими словами, был министром промышленности и горного дела. Сверх всего, Брюс был образованнейшим человеком, незаурядным ученым, организатором учебных заведений, руководителем русского книгопечатания, известным астрономом. Знаменитый «Брюсов календарь» переиздавался в течение двух столетий десятки раз. Гордый потомок шотландцев

отличался неподкупностью и преданностью. После смерти Петра он ушел с государственной службы.

3 июля 1715 года Брюс направил князю Меншикову следующее официальное «доношение»:

«Его светлости римского и российского государств ижорскому князь Александру Даниловичу Меншикову, Его Царского Величества высокоповелительному генералу-фельдмаршалу, генерал-губернатору, верховному тайному советнику и кавалеру св. апостола Андрея и Белого слона и иных многих орденов.

Его Царское Величество указал завести и сделать на реках на большой и малой Охте пороховые мельницы на порогах и надлежит тамо того дела мастеровым людям построить дворы, которых надобно человек на 60, а тем дворам быть от тех мельниц в расстоянии для огненного спасения в сажнях 200 и ваша светлость об отводе к тем пороховым заводам земли и мастеровым людям на то число дворов и под огороды и на выгон скотины что повелите».

Пороховые мельницы начали строиться «на правой стороне Большой реки Охты, где прежде сего бывали старые шведские кирпичные заводы».

Благодаря быстрым и решительным мерам Петра, Россия, несмотря на непрерывные войны, не знала нужды в порохе. Датский посол в Петербурге Юль отмечал в своих записках: «В России порохом дорожат не более, чем песком, и вряд ли найдешь в Европе государство, где бы его изготовляли в таком количестве и где бы по качеству и силе он мог сравниться со здешним».

Чтобы лучше уяснить задачи, стоящие перед пороходелием, царь лично изучил его во всех подробностях. Немного можно было найти в России химиков и артиллеристов, знавших лучше царя, как делается добрый порох. Один из соратников Петра пишет, что царь «в пушечной пальбе и в метании бомб был совершенен, також в знании наук Инженерной, Артиллерной, Минерной, Архитектурной, Механической, Химической, Физической, Медицины, Горной, установления и варения добрых смол...»

Сохранилось множество свидетельств личного интереса державного преобразователя к пороходелию. В одном из писем он пишет адмиралу Кикину: «Да пришли сюда с нарочным книжку об огнестрельных всяких

составов, о селитре, порохе, и о прочем, на русском языке, которая величиной с полдесть, толщиной пальца на два, поволочена зеленою кожею».

Профессор П. М. Лукьянов, известный историк химической промышленности России, нашел собственноручные записи Петра, в которых царь приводит различные рецепты фейерверков.

При Петре Первом пиротехническое искусство приобрело грандиозный, по-настоящему «петровский» размах. Пороха на это не жалели. Тот же датский посол Юль завистливо писал: «Трудно себе представить, какая масса пороху истреливается за пирами и увеселениями, при получении радостных вестей, на торжествах и салютах...»

Фейерверки устраивались обычно с большой пышностью. На них приглашались видные вельможи и иностранные дипломаты. Во время фейерверков выпускались иногда десятки тысяч ракет, на которые затрачивались сотни и тысячи пудов пороха. С помощью разноцветных огней показывались различные аллегорические изображения, поражавшие и восхищавшие гостей. Например, во время «фейерверка по Полтавской баталии, бывшего в Москве в 1710 году в 1 день Генваря» было показано: «Гора каменная, являющая Швецкое государство; леф, выходящий из оной горы, являл армию шведскую; столп с короною, являя государство Польское, к которому приблизился леф и оной нагнул, являя победу над тем государством... Другой столб с короною, являющий государство Российское, к которому лев приблизился с таким же намерением, как к первому; потом явился орел для защищения оного столпа, являющий армию российскую и оного льва перуном или огненными стрелами расшип с великим громом...»

Подготовка таких фейерверков требовала большого искусства как в техническом отношении (изготовление различных разноцветных огней, ракет, шутих, колес, свеч), так и в художественном. Поэтому их организация поручалась крупным специалистам. С 1752 по 1755 год в подготовке иллюминаций и фейерверков активное участие принимал Михаил Васильевич Ломоносов.

Нельзя сказать, чтобы Ломоносов занимался устройством фейерверков «и писанием стихов к ним» очень охотно. В отличие, например, от академика Штелина, который специально занимался одними только фейер-



верками, посвятив им полвека труда, Ломоносов имел перед собой куда более серьезные задачи. Поэтому в марте 1755 года он подал в канцелярию Академии рапорт:

«Его высокоблагородие г. надворный советник Штелин неоднократно жаловался, что я у него должность отнимаю, делаю проекты к иллюминациям и фейерверкам; а я то чинил по ордерам канцелярии Академии Наук. А чтобы упомянутый г. надворный советник Штелин не имел причин впредь на меня жаловаться, то канцелярию Академии Наук прошу, чтобы меня впредь от того уволила, что я сверх моей профессии и без того много имею».

Однако Ломоносов не теряет интереса к огненному делу, и в следующем, 1756 году записывает: «Ныне лаборатор Климентьев под моим смотрением изыскивает по моему указанию, как бы сделать для фейерверков верховые зеленые звезды».

Искусство фейерверка и впоследствии не забывалось в России. Хотя устройство больших пиротехнических представлений и салютов является обычно привилегией артиллеристов, нет у пороха более радостной, более мирной и более светлой профессии, чем волшебная магия огненных узоров. Ничто более не может придать торжественности любому празднику и праздничности — любому торжеству, чем нарядный сверкающий фейерверк. Кто не любит следить, как в темно-синем небе вдруг появляются причудливые сплетения разноцветных молний, мгновенно исчезающие и потому еще более прекрасные? Гремят орудия, многолюдные толпы восторженно приветствуют каждый залп, дымовая паутина ракетных следов тает в воздухе... Это действительно прекрасное зрелище!

Производство пороха оставалось предметом серьезного внимания правительства и после Петра Первого. Созданное им государственное пороходелие продолжало уверенно набирать силы.

Производство пороха на частных заводах постепенно сокращалось и примерно с 1825 года было полностью остановлено. Весь русский порох получался практически на трех крупных государственных заводах — Охтенском, Шосткинском (близ Чернигова) и Казанском. Разрешение открыть частные пороховые заводы было возобновлено лишь в 1876 году.



**ПОРОХ  
И РЕВОЛЮЦИЯ**

27 октября 1788 года в одном из помещений пороховой фабрики в Париже собралось довольно большое общество. Присутствовали и дамы. Академики Лавуазье и Бертолле оживленно спорили между собой, мадам Лавуазье, как всегда, пленяла собеседников своим остроумием. Но собравшиеся пришли сюда не на светский прием и не на званый обед. Повод для встречи был бесконечно более важным: в этот день изготавливалась крупная опытная партия нового вида пороха. Под надзором специалистов дело быстро продвигалось вперед. Однако через короткое время события приняли трагический оборот.

«Четверть девятого,— сообщает очевидец,— присутствующие нашли порох достаточно готовым и отправились завтракать. Через четверть часа все возвратились. Только г-н Бертолле задержался на некоторое время с г-ном и г-жей Лавуазье в другой части фабрики. Дочь комиссара де Шевро с г-ном Лефором прошли вперед. Другие хотели следовать за ними к месту испытаний. Не успели они сделать несколько шагов, как раздался сильный грохот и поднялось облако дыма. Все поспешили к месту взрыва и увидели, что механизмы совершенно разрушены, а г-н Лефор и мадемуазель Шевро отброшены на тридцать футов и ужасно искалечены. У г-на Лефора одна нога была оторвана, другая вместе с рукой

раздроблена. Кроме того, у него был потерян один глаз и сожжена вся кожа на голове. Он жил еще только несколько мгновений. Мадемуазель Шевро, также тяжело раненная, умерла еще прежде него.

Нам остается только благодарить судьбу, что случай уберег от мучительной гибели Бертолле и супругов Лавуазье. Но почему они подвергали себя смертельной опасности? Какое отношение имели они к взрывчатым веществам? И почему Мария Лавуазье сопровождала мужа, хотя прекрасно знала, что речь идет не о завтраке на траве?

Трудно найти столь близких по духу ученых и столь разные по характеру личности, как Лавуазье и Бертолле. В справочных словарях каждый из них характеризуется буквально одними и теми же словами — «великий французский ученый, основатель современной химии, творец фундаментальных научных теорий, создатель принятой ныне химической номенклатуры, член Академии наук» и так далее. Но эти два современника, научных единомышленника и друга были совершенно разными людьми, и потому им выпала разная судьба. Парадокс заключается в том, что житейская осмотрительность, деловитость и умение позаботиться о себе привели одного на плаху, а мужество, равнодушие к своей выгоде и редкое бескорыстие принесли другому долгие годы уважения и почестей. В истории значительно чаще встречается противоположная связь причин и следствий. Оба этих ученых — гиганты, но все же первое слово должно быть сказано о Лавуазье.

Антуан Лоран Лавуазье родился в 1743 году в одной из богатейших семей Франции. Его отец, прокурор при Верховном суде, дал сыну, естественно, юридическое образование. Однако не следует думать, что профессия адвоката была навязана юноше против его воли. Напротив, Антуан Лоран занимался юриспруденцией охотно и блестяще — иначе он заниматься просто не умел. Но в то же время он без всякой видимой необходимости основательно изучил естественные науки. Одновременно молодой юрист мечтал и о лаврах писателя. Все три призвания пригодились ему на жизненном пути. Его научные сочинения написаны прекрасным литературным языком, а знание права помогло ему защищать свои интересы дельца, каковым он стал вскоре после окончания факультета. За какое дело ни брался Лавуазье, он

неизменно обнаруживал главные свои черты — светлый ум и поразительную способность к напряженному систематическому труду.

В 1768 году в жизни Лавуазье происходят два примечательных события: он избирается в члены Академии наук и вступает в Генеральный откуп — компанию чрезвычайно богатых и влиятельных финансистов, арендовавшую у правительства право взимания различных налогов, а также право монопольной торговли солью, табаком, вином. Лавуазье занялся делами откупа со свойственной ему методичностью, основательно изучив табачное и соляное дело, законы коммерции и финансов. Благодаря откупу он нажил себе миллионное состояние, однако связь с алчными дельцами, вызывавшими всеобщую ненависть, темным пятном легла на его репутацию ученого и оказала роковое влияние на его судьбу.

Имя Лавуазье приобрело печальную известность среди миллионов бедняков, в большинстве своем даже не подозревавших, что этот откупщик был прежде всего гениальным ученым, величайшим химиком своей эпохи, признанным вождем науки Франции и всего мира.

Когда двадцатипятилетний Лавуазье был избран в академию, он почти не имел научных заслуг. Скорее всего, в число «бессмертных» он попал благодаря своему богатству, влиятельным связям и, главное, прекрасным рекомендациям известных ученых, сумевших оценить трудолюбие и талант молодого исследователя. Лавуазье очень скоро оправдал возлагавшиеся на него надежды. Уже на следующий год после избрания в академию он провел блестящее гидрохимическое исследование «О природе воды». Самое главное в этой работе — метод. Лавуазье раз и навсегда отказался от принятых дотоле общих рассуждений, порою бездоказательных и часто невразумительных, и провозгласил точное взвешивание основным методом исследования. Поэтому дату опубликования этой работы — 1769 год — можно смело считать началом современной химии. Недаром на памятнике Лавуазье в Париже он изображен с весами в руках.

Революционное значение для химии имели работы Лавуазье, посвященные изучению горения. Теперь каждому известно, что горение — это реакция окисления, присоединения кислорода. Но эта истина стала азбучной лишь благодаря Лавуазье. Когда же он начинал

свои исследования, ни об окислении, ни об окислах, ни даже о кислороде вообще ничего не было известно. В химии господствовала теория флогистона, созданная столетием ранее немецким ученым Шталем. Шталь полагал, что все горючие вещества состоят из «земли» или «известки» (сейчас ближе всего к этим понятиям подходят окислы) и из некоей легкой материи — флогистона. При горении вещество разлагается на «землю» и флогистон. Уголь, например, содержит много флогистона и потому сгорает почти без остатка — весь флогистон улетучивается. Теория флогистона хорошо объясняла горение угля, серы и тому подобных веществ. Продукты их сгорания газообразны, а взвешивать газ тогда никому не приходило в голову.

Труднее обстояло дело с нелетучими продуктами окисления. Было известно, что при обжиге металлов их вес увеличивается, хотя по теории должно было быть наоборот: ведь флогистон-то при обжиге улетучивается. Но и тут сторонники Шталя не растерялись. Они предположили, что флогистон обладает отрицательным весом, и при его удалении тело становится тяжелее.

Сейчас теория флогистона кажется карточным домиком, который легко рассыпаться мановением руки, однако в те времена она была неприступной крепостью, не имевшей ни одного уязвимого места. Лавуазье начал штурм твердыни в 1772 году с изучения процессов окисления фосфора и серы. Двумя годами позднее он публикует работу «Об обжиге олова в закрытых сосудах». Трудно поверить, что работа со столь неприметным названием имеет историческое значение, но именно в ней впервые приведен количественный состав атмосферы и дано простое и однозначное объяснение роли кислорода при окислении и горении. В эти же годы он дает истолкование процессу дыхания как разновидности окисления. В 1777 году появляется статья «О горении вообще» и, наконец, в 1783 году — «Размышления о флогистоне».

Более десяти лет Лавуазье атаковал казавшуюся незыблемой теорию, прежде чем одержал решительную победу. «Земли», «соединения известок с флогистоном», «испорченный дефлогистированный воздух» и тому подобные термины канули в Лету. Химия приобрела, наконец, стройную и ясную систему: существуют элементы, у элементов есть окислы, окислам соответствуют кислоты, основания, соли... Эти новые, вполне современные

взгляды Лавуазье изложил в «Начальном курсе химии», который подвел итог его великим открытиям и послужил школой для химиков последующих поколений.

Новая теория была слишком революционна, чтобы встретить полное единодушие. Даже такой крупный ученый, как Бертолле, признал ее только через десять лет. Вслед за ним в лагерь Лавуазье перешло еще несколько известных химиков, и среди них Фуркруа, Гитон де Морво и Шаптал. Большинство же исследователей того времени до самой своей смерти остались сторонниками теории флогистона. В Германии последователи Шталя, руководствуясь не столько стремлением к истине, сколько «патриотическими» побуждениями (случай, к сожалению, нередкий), публично сожгли портрет Лавуазье.

Лавуазье выполнил в области химии и физики множество других фундаментальных работ, которые просто трудно перечислить. Он разложил водяной пар на водород и кислород и снова синтезировал из них воду. Он ввел понятие теплотворной способности топлива и теплотемкости тел. Вместе с Лапласом он изобрел калориметр. В 1785 году он возглавил Академию наук, которая под его руководством быстро превратилась в авторитетнейшее и влиятельнейшее научное учреждение Франции.

Значение работ Лавуазье для развития взрывчатых веществ заключается прежде всего в разработке теории горения: ведь не зная, что такое горение, нельзя понять сущности взрыва. Но и практическая деятельность великого ученого оказала огромное влияние на мировое пороходелие.

Помимо Генерального откупа во Франции существовал еще особый Пороховой откуп. Пороховые откупщики усердно занимались своим обогащением, но плохо снабжали страну порохом. В 1775 году по предложению Лавуазье Пороховой откуп был упразднен и пороховое дело передано в руки государства. Лавуазье был назначен одним из руководителей вновь созданного Управления порохов и селитр. Это управление, существующее и поныне, в течение двух веков своей деятельности сыграло выдающуюся роль в организации производства и научных исследований взрывчатых веществ. В нем сотрудничали многие крупные ученые, имена которых еще не раз встретятся в этой книге.

Взяв пороховое дело в свои руки, Лавуазье использует для его реорганизации весь свой талант химика, инженера и финансиста. Глава академии, председатель многочисленных комитетов и комиссий, могущественный откупщик, он тем не менее считает отныне главной своей обязанностью пороховое дело. С 1775 года он даже поселяется в Арсенале — официальной резиденции Управления порохов и селитр. Он не только устраивает там свою квартиру, но и оборудует прекрасную личную лабораторию, служившую местом паломничества и предметом восхищения ученых всего мира. В Арсенале Лавуазье развертывает интенсивную научную и организаторскую работу. Его строго распланированный рабочий день продолжается с шести утра до десяти вечера.

Под энергичным руководством Лавуазье производство пороха во Франции увеличилось почти вдвое и, что самое главное, резко улучшилось его качество. Страна стала обладать теперь лучшим в мире порохом. Враги Франции скоро получили хорошую возможность в этом убедиться. В войне Соединенных Штатов с Англией за независимость, в которой Франция приняла участие на стороне Северной Америки, артиллерия союзников оказалась недостижимой для англичан. Благодаря Лавуазье Франция теперь не покупала, а продавала порох — главным образом в Соединенные Штаты. Первый посол США во Франции, знаменитый ученый, «покоритель молнии» Вениамин Франклин, был близким другом Лавуазье, и эта дружба оказалась очень полезной для молодой страны, борющейся за независимость. Лавуазье не только снабжал Соединенные Штаты порохом, но и направлял туда опытных специалистов, обучавших американцев тайнам пороходелия. Специально для США он написал руководство «Искусство производства селитры». В Америку эмигрировали ученики Лавуазье, братья дю Пон де Немур, основавшие там компанию по производству взрывчатых веществ. Эта фирма «Дюпон де Немур» — ныне один из крупнейших химических концернов мира.

Само собой разумеется, что Лавуазье принимал активное участие и в научных исследованиях по разработке новых порохов. Вот почему в тот памятный октябрьский день 1788 года он вместе со своим другом Бертолле рисковал жизнью в пороховой мастерской.

Клод Луи Бертолле не был уроженцем Франции (его предки эмигрировали оттуда во время религиозных войн), однако мало кто сделал для ее величия столько же, сколько этот выдающийся ученый. Он вошел в историю как создатель теорий химического равновесия и химического сродства, первооткрыватель многочисленных соединений, организатор науки и промышленности Франции. Бертолле родился пятью годами позднее Лавуазье близ местечка Аннеси, принадлежавшего Швейцарии, а образование завершил в Италии. Получив в Туринском университете степень доктора, Бертолле четыре года работал в аптеках Пьемонта. В 1772 году он покинул Италию и переселился в Париж, где занял должность медика в одном из аристократических семейств. Молодой врач был не слишком обременен своими обязанностями и с увлечением отдался химическим исследованиям. Они быстро принесли ему славу. В 1780 году он уже получил кресло в Академии наук.

Долгие годы Бертолле был научным противником Лавуазье, но первым из крупных ученых нашел в себе мужество признать свои заблуждения. 6 августа 1785 года он публично заявил, что «успехи физики и химии сделали гипотезу о флогистоне и неудовлетворительной и ненужной». С этого времени начинается дружба двух знаменитых ученых, приведшая к многочисленным плодотворным результатам. Вместе с Лавуазье и Гитоном де Морво Бертолле разработал основы современной химической терминологии. Вместе с Лавуазье он основал в 1789 году один из первых в мире научных журналов — «Анналы химии», издающийся и в наше время. Вместе с Лавуазье он совершенствовал и пороховое дело.

В 1786 году Бертолле, пропуская хлор через горячий раствор щелочи, получил соль, названную впоследствии его именем. В те времена химики не знали толком, что такое хлор, открытый незадолго до того Вальтером Шееле, и считали этот зеленый газ соединением какого-то мифического элемента мурия. Как бы там ни было, способность новой соли к окислению других веществ была замечена довольно быстро (бертоллетова соль и поныне считается одним из сильнейших окислителей), и Бертолле решил использовать ее при изготовлении пороха вместо селитры.

Первые опыты с «муриатической солью» оказались настолько успешными, что было решено изготовить крупную партию нового пороха. Для его испытаний в октябре 1788 года и собралась комиссия во главе с Лавуазье. Именно эти испытания и привели к трагическому исходу...

Однако история взрывчатых составов на основе бертоллетовой соли на этом не кончилась. Опыты с хлоратными, или муриатическими, взрывчатыми веществами продолжались более столетия. Бертоллетова соль такой сильный окислитель, что смесь ее с обыкновенным ксерсином является опаснейшим взрывчатым веществом. В середине прошлого века был даже испытан порох, состоящий из бертоллетовой соли и... сахара. Эта сладкая смесь имела взрывчатую силу большую, чем обыкновенный порох.

Бертоллетова соль чувствительна к трению, неустойчива, выделяет при хранении хлор и кислород. Все это не только снижает качество пороха и повышает его опасность, но и приводит к разъеданию и порче оружия. К тому же при взрыве бертоллетова соль выделяет твердые продукты (хлористый калий), что всегда нежелательно. Тем не менее вследствие простоты и дешевизны хлоратных взрывчатых веществ они иногда еще применяются. Бертоллетова соль обязательно входит вместе с гремучей ртутью в воспламенительные составы капсюлей для огнестрельного оружия. В каждом патроне есть крупица соли, за изучение которой великий химик чуть не поплатился когда-то своей жизнью.

Справедливость требует, чтобы несколько слов было сказано и о третьем участнике злополучных испытаний — Марии Лавуазье. Когда двадцативосьмилетний Антуан Лоран женился на Марии Польз, дочери богатого и влиятельного откупщика, многие полагали, что брак заключен по расчету. Если даже завистники были правы, то и этот расчет Лавуазье оказался, как всегда, безупречно точным (за исключением, правда, одной детали: спустя четверть века Антуану Лорану пришлось взойти на эшафот в один день с тестем; но кто может предугадывать события за столько лет?). Мария была молода (даже слишком — ей было всего четырнадцать лет), умна, красива, прекрасно образована. Их союз оказался чрезвычайно счастливым. До самой смерти Лавуазье Мария была ему идеальной же-

ной, верной спутницей в труде и отдыхе, радости и горе. Она была образцовой хозяйкой, умевшей достойно принимать и очаровать остроумной беседой лучших людей Франции и всей Европы.

Однако Мария была не только светской дамой, но и неутомимой труженицей. В течение двадцати лет она проработала в лаборатории бок о бок с мужем. Многие драгоценные для науки записи в рабочих журналах Лавуазье сделаны ее рукой. К тому же она была и прекрасной рисовальщицей, снабдившей иллюстрациями многие сочинения Лавуазье. Чертежи сложнейших приборов, которые использовались в легендарных экспериментах ее супруга, выполнены Марией Лавуазье. Не удивительно поэтому, что она оказалась рядом с мужем и на пороховой фабрике: она была там не праздною зрительницей, а полноправной участницей научного эксперимента.

После несчастного случая на фабрике опыты с новым порохом были надолго прерваны. Во Франции назревал другой взрыв — взрыв народного гнева против векового феодального угнетения. Королевские министры чувствовали себя как на бочке с порохом. Обстановка накалялась с каждым днем. В ночь с 12 на 13 июля 1789 года управитель порохов и селитр Лавуазье распорядился тайно переправить запасы пороха из Арсенала в более надежное место — Бастилию. Мог ли он предвидеть, что через сутки состоится ее исторический штурм, с которого начнется Великая французская революция?

Революция не только раскрепостила народ Франции в политическом отношении, но и дала мощный толчок научному и техническому творчеству. Была проведена реформа образования, созданы высшие школы, музеи, библиотеки. Впервые в мире была введена, наконец, метрическая система мер. Во всех этих преобразованиях деятельное участие принимал и Лавуазье — смелый революционер в науке и весьма умеренный либерал в политике. Он был одним из руководителей реформы мер и весов, значение которой трудно переоценить. В феодальной Франции существовали сотни, тысячи единиц меры и веса. Объем зерна измерялся одними единицами, объем вина — другими, объем масла — третьими. Часто одними и теми же названиями обозначались десятки разных по сути единиц. В пределах одного города или селения могло действовать несколько разных

систем измерения, потому что каждый граф и барон вводили в своих владениях собственные меры для сборов бесчисленных налогов и податей. Поэтому введение единой метрической системы было актом не столько технической, сколько политической революции.

После нескольких лет работы, в 1795 году, было завершено «предприятие, результаты которого,— по словам Талейрана,— должны будут в один прекрасный день стать достоянием всего мира». На платиновом эталоне метра был выгравирован гордый девиз: «На все времена всем народам».

Однако Лавуазье не суждено было дожить до этого дня. Тучи над ним сгущались. В глазах многих он был прежде всего откупщик, все остальное казалось неважным.

Усилились нападки и на Академию наук. Ультралевые депутаты Конвента громогласно требовали ее ликвидации: «Разве свободные нации нуждаются в касте эгоистичных и мудрствующих ученых, ум которых постоянно блуждает по затерянным тропам в стране мечтаний и химер?»

8 августа 1793 года академия была распущена. Лавуазье, посвятивший академии всю жизнь, до последнего дня боролся за ее сохранение и восстановление, подчеркивая важную роль науки и научных учреждений для процветания и мощи государства.

«Граждане,— писал он,— время не ждет. Если вы допустите, чтобы ученые, которые составляли бывшую Академию наук, удалились в деревню, заняли иные положения в обществе и предались бы более прибыльным профессиям, организация наук будет разрушена, и полувек не хватит на то, чтобы воссоздать поколение ученых».

23 декабря 1793 года Лавуазье и некоторые другие ученые были исключены из Комиссии мер и весов как люди, «не заслуживающие доверия по недостатку республиканской доблести и ненависти к королям». К тому времени он уже около месяца находился в тюрьме вместе с другими генеральными откупщиками. Жена Лавуазье, его влиятельные друзья пытались спасти ученого, но все было напрасно. После нескольких месяцев следствия откупщики предстали перед Революционным трибуналом. 8 мая 1794 г. Лавуазье был осужден. На просьбу о снисхождении к великому ученому предсе-

датель трибунала холодно ответил: «La patrie n'est pas besoin de savants» — «Родина не нуждается в ученых». В тот же день Лавуазье был гильотинирован.

«Достаточно было всего лишь одного мгновения, чтобы отрубить эту голову, и потребуется, вероятно, целое столетие, чтобы породить ей подобную», — с горечью заметил знаменитый математик Лагранж, когда ему сообщили о казни.

Хотя откупщик Лавуазье действительно был соучастником жестокой эксплуатации французского народа, есть основания подозревать, что суровый приговор ему был вынесен не столько вследствие революционной непримиримости якобинцев, сколько вследствие желания врагов революции опорочить их диктатуру, лишней раз «уличить» ее в жестокости.

Во всяком случае главный обвинитель откупщиков «неумолимый» гражданин Дюпен при перевороте 9 термидора, состоявшемся через два с небольшим месяца после казни Лавуазье, оказался в первых рядах изменников революции. Мария Лавуазье пыталась отомстить Дюпену за смерть мужа и отца, погибших в один день, и привлекла его к суду, но ловкий демагог сумел оправдаться. Сама Мария дожила до глубокой старости. Она по-прежнему сохранила дар привлекать людские умы и сердца, и в ее салоне собирались выдающиеся ученые, художники, писатели, дипломаты. Она издала сочинения своего мужа и бережно хранила его лабораторию, но сама больше никогда не работала в ней. Умерла Мария Лавуазье в 1836 году.

По-инному сложилась в это тревожное время судьба Бертолле. Он полностью принял революцию, и революция полностью доверяла ему. Иначе и не могло быть. В отличие от Лавуазье, чей талант, подобно философскому камню алхимиков, превращал в золото все, к чему он прикасался, Бертолле являл собой редкий образец бессребреника. А между тем он легче чем кто-нибудь другой мог найти пути к быстрому обогащению. В 1789 году он открыл метод быстрого и дешевого белеяния тканей при помощи хлора, производивший настоящий переворот в мануфактурном производстве. Благодарные промышленники готовы были предложить ученому баснословные суммы, но Бертолле не думал о своей выгоде. Друзья подсчитали, что за свое изобретение химик

мог бы получить около десяти миллионов, а Бертолле тем временем размышлял, этично ли будет принять штуку беленого по его методу холста, присланную ему в подарок из Англии. Вскоре он организовал в широких масштабах крашение тканей. Его монография на эту тему десятки лет была настольной книгой красильщиков и принесла им большие прибыли, но сам Бертолле не заработал на этом ни одного су. Вместе со своим другом Монжем — выдающимся ученым и гражданином, творцом начертательной геометрии, крупнейшим математиком, механиком, металлургом — Бертолле осуществил глубокие изменения в технологии выплавки металлов, но и тут не позаботился о том, чтобы превратить железо в золото. Он нашел способ долгого хранения пресной воды в трюмах кораблей — способ, который немного времени спустя спас жизнь членам экспедиции русского мореплавателя Беринга, — но не стал требовать себе за это награды. Лишь однажды Бертолле заинтересовался благородными металлами, однако для того, чтобы получить вместе с Монжем опаснейшее взрывчатое вещество — гремучее серебро.

Бертолле и Монж были основателями и первыми профессорами Политехнической школы — одного из лучших высших учебных заведений Франции. Однако Бертолле недолго занимался профессорством. Республика пережила тяжелые времена. Весь 1793 год шла изнурительная война против внешнего и внутреннего врага. Англия, Австрия, Пруссия, Голландия, Испания, Сардиния, Неаполь объединились против революционной Франции. Страна была блокирована с суши и с моря. С гибелью средиземноморского флота прекратилось поступление селитры из Индии. Франция, окруженная врагами, осталась без пороха. Ей оставался один выбор: или любой ценой получить селитру, или беспомощно отдаться в руки оккупантов.

Меры, которые принял для организации производства пороха Комитет общественного спасения, были поистине революционны и потребовали титанического напряжения всех сил народа. К счастью, руководители нации понимали, что эта грандиозная задача останется неосуществленной, если к ее решению не будут привлечены лучшие умы Франции. Поэтому Бертолле и Монж были призваны возглавить работы по физике, химии и механике, необходимые для обороны страны.

Трудно было придумать более удачный выбор. Под руководством Бертолле немедленно развернулись широкие работы по изысканию новых типов и методов производства пороха. Для этой цели Комитет общественного спасения выделил большое поле и лабораторию в Медоне.

Работа на пороховых полях требовала незаурядного мужества. Ядовитые химикалии вызвали смертельные отравления, катастрофические взрывы уносили множество жизней. Бертолле был среди первых, кто рисковал собой.

Во главе сбора селитры и производства пороха встали друзья Бертолле, крупные специалисты селитряного дела Гитон де Морво и Шапталъ, оба ученые с мировым именем.

Луи Бернар Гитон де Морво, как и Лавуазье, был юрист по образованию и химик по призванию. Первые пятьдесят лет своей жизни он не проявил себя ничем особо примечательным, хотя был известным для своего времени ученым. Лишь сближение с Лавуазье выдвинуло его в первые ряды французских химиков. Гитон де Морво был первым директором Политехнической школы. В отличие от Лавуазье Гитон де Морво был активным и бескомпромиссным членом Конвента, голосовавшим за смертную казнь короля. Поэтому Комитет общественного спасения мог с полным доверием поручить ему пороховое дело.

Жан-Антуан Шапталъ прославился скорее технологически, чем теоретическими исследованиями в области химии. Особенно ярко он проявил себя как организатор французской промышленности. В 1777 году Шапталъ построил первую во Франции крупную химическую фабрику. Огромную практическую роль сыграли его книги «Элементы химии», «Очистка селитры и гудронов», «Искусство виноделия», «Применение химии в промышленности». Позднее он подружился с Наполеоном и получил от него пост министра внутренних дел. На этой должности Шапталъ прославил себя строительством густой сети каналов и дорог. Он основал Торговую палату, Школу свободных искусств и ремесел, ввел многочисленные новшества в химическую, пищевую и другие отрасли промышленности. Но все это было потом, а во время революции Шапталъ возглавлял крупнейший пороховой завод на Гренельском поле близ Парижа.



К сбору селитры привлекли все свободное от военной службы население. Для наблюдения за добычей селитры и выделкой пороха во все концы Франции направили специальных комиссаров с широкими полномочиями. Был издан специальный декрет о «революционных методах» добычи селитры и ее очистки.

«Национальный конвент полагает,—говорилось в декрете,— что все французские граждане равно призваны на защиту свободы, что все руки должны быть вооружены... что все виды собственности должны содействовать уничтожению тираннии». Для увеличения производства селитры предлагалось «всем и каждому промывать землю из своих погребов, конюшен, амбаров, а также из разрушенных строений... Если бы каждый гражданин вменил себе в обязанность доставить хотя бы один фунт селитры, то почти в один момент было бы получено 25 миллионов фунтов, которых было бы почти более чем достаточно, чтобы сразить всех тиранов».

Вскоре последовало новое воззвание:

«Те, кто пренебрег бы обязанностью извлекать из земли основной элемент оружия для тираноубийства, были бы подлецами или контрреволюционерами... Взгляните на наших неутомимых парижских братьев, сдающих каждую декаду пятьдесят-шестьдесят тысяч фунтов селитры. Полюбуйтесь двумя истинно революционными мастерскими этой коммуны, одна из которых очищает ежедневно двадцать тысяч фунтов этой драгоценной соли, а другая превращает ее в порох. Знайте, что в них выработано вдвое больше селитры и пороха, чем вырабатывалось на всей территории Франции в царствование ненавистных деспотов... Ускорьте же, друзья и братья, ускорьте всевозможными способами разработку селитряных залежей вашего округа! А вы, народные общества, прочные столпы Свободы и Равенства, разожгите пламя в сердцах всех граждан, наэлектризуйте их!»

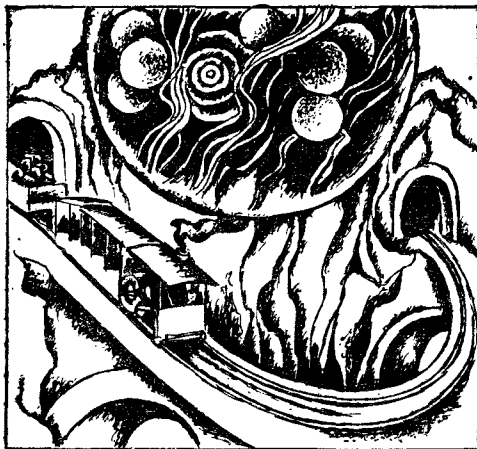
Декреты и воззвания поддерживались энергичными действиями. Во все департаменты были разосланы составленные Шаптальем и Гитоном де Морво инструкции по производству селитры. Котлы и другое нужное оборудование изымалось у владельцев и передавалось для упаривания селитры. Церкви превращались в селитряницы.

Усилия народа не остались напрасными. Вскоре Шапталь сообщил Комитету общественного спасения,

что за одиннадцать месяцев, прошедших со времени издания декрета, получено двадцать два миллиона фунтов селитры — «результат изумительный, которому правительство поверит с трудом». В час опасности революция не осталась безоружной. Враг был отброшен за пределы Франции.

После революции Клод Бертолле прожил долгие и славные годы.

Ему предстояло еще открыть фундаментальные законы химии, организовать промышленное производство соды, возглавить вместе с Монжем, Лапласом, Гей-Люссаком, Био, Араго научные исследования во Франции. Его ожидали еще дружба с Наполеоном, научные путешествия в Италию и Египет, всеобщий почет и преклонение, звания сенатора, графа, пэра, кавалера многих орденов. Но он всегда оставался просто ученым, сохранив до конца прямоту характера, твердость духа и поразительное бескорыстие. Умер он в 1822 году. Служение родине в пахнущие порохом годы революции было самым ярким периодом в его наполненной неустанным трудом жизни.



**ВЗРЫВЧАТАЯ  
ВАТА И ДЖИНН  
В БУТЫЛКЕ**

XVIII столетие не успело еще завершиться, когда изобретение Джеймса Уатта ознаменовало начало нового века — века пара. Появление паровой машины дало толчок могучей технической революции, получившей в истории название великого промышленного переворота. Человек становился великаном. До той поры он строил, пряд, ткал, ковал только своими руками. Теперь впервые за него это стали делать машины. Самые крепкие мускулы не могли сравниться со стальными мышцами паровых цилиндров, самые ловкие пальцы не могли за ними угнаться. Первыми канули в прошлое ручные ткацкие и прядильные станки. На их место стали машины. Чтобы их построить, понадобились другие механизмы, и они не замедлили появиться. Один за другим были изобретены строгальный, фрезерный, карусельный, винторезный станки. В 1807 году Роберт Фултон спускает на воду первый в мире пароход, а через семь лет Джордж Стефенсон строит паровоз. В 1825 году открывается первая пассажирская дорога в Англии, а в 1837 году «шибче воли» помчался поезд по первой русской дороге. Темп времени круто изменился. На смену многовековой неторопливости пришли «быстрота, разгул, волнение, ожидание, нетерпение...» В 1840 году мировая сеть железных дорог насчитывала уже девять тысяч ки-

лометров. За тридцать последующих лет она выросла в двадцать три раза! «Век девятнадцатый, железный» до последней своей минуты с лихорадочной скоростью ткал железнодорожное полотно, вкладывая в него все свои силы, все свое богатство, все свои ресурсы. Для железных дорог добывались руда и уголь, для них плавился металл, строились машины, рубился лес, для них сооружались насыпи, мосты и туннели.

Но как добывать руду, уголь, камень? Чем долбить мерзлый грунт? Чем дробить гранитные кручи? Как возводить огромные насыпи? Ведь нет еще ни отбойных молотков, ни врубовых машин, ни угольных комбайнов, неизвестны дорожные и землеройные машины. Кайло, лопата и тачка — вот бульдозеры, экскаваторы и самосвалы того времени. Неудивительно, что «во глубину сибирских руд» и на каменоломни посылали работать каторжников, и тяжким, скорбным трудом, беспощадной эксплуатацией создавалось национальное благосостояние. Дороги того времени политы кровью, выложены костями, отмечены могильными крестами.

К середине века тормозящее действие ручного труда в горном и дорожном деле стало особенно ощутимо. Рабочий, который «механически ржавой лопатой мерзлую землю долбит», не мог больше угнаться за нетерпеливым бегом своего времени, и паровые машины ничем не могли ему помочь. Одному пару стало не под силу толкать поршень технического прогресса. Ему стали нужны союзники. Промышленной революции, так же как и всякой революции, нужны были взрывчатые вещества.

Современная техника располагает теперь десятками разнообразных взрывчатых веществ. А не так давно, немногим более ста лет назад, все еще была известна практически лишь одна взрывчатка — дымный порох. Долгое время порох служил только Марсу — богу войны. Но уже в XVI веке он впервые нашел себе мирное применение: с его помощью был расчищен фарватер реки Неман. В XVII веке порох начали использовать и для горных работ. Шесть столетий дымный порох исправно служил человеку, но в XIX веке стало ясно, что ему пора уходить на заслуженный отдых. В одной из своих публичных лекций Альфред Нобель так отзывался о достоинствах и недостатках дымного пороха:

«В шахте он дробит без метания; в ружье толкает пулю без дробления; в артиллерии служит обоим целям;

в фейерверке спокойно горит без взрыва... Но как при-  
слуга на все он лишен совершенства в каждом отдель-  
ном случае, и современная наука постепенно теснит его  
владения».

Действительно, энергия взрыва и дробящая способ-  
ность дымного пороха не слишком высоки. Например,  
гранит он может только расколоть на крупные глыбы,  
которые затем приходится дробить кувалдой. При сго-  
рании порох дает густой едкий дым. Во время оживлен-  
ной канонады задыхающимся солдатам ничего не было  
видно на поле битвы, а после каждого выстрела ружье  
приходилось прочищать шомполом.

К середине XIX века, когда нужда промышленности  
и военного дела в новых взрывчатых веществах обозна-  
чилась с предельной остротой, химическая наука была  
развита уже в достаточной степени, чтобы выполнить  
стоящий перед нею социальный заказ. Центром научных  
исследований в области взрывчатых веществ в те годы  
по-прежнему оставался Париж, хранивший традиции  
великой химической школы, ведущей начало от Лаву-  
азье. В первые десятилетия XIX века пост консультанта  
Управления порохов и селитр занимал известный фран-  
цузский ученый Гей-Люссак. Закон Гей-Люссака, связы-  
вающий объем газов с их температурой, широко исполь-  
зуется при расчете взрывов. После Гей-Люссака эта  
должность перешла к его ученику и другу Пелузу.

Жюль-Теофиль Пелуз — один из крупнейших и авто-  
ритетнейших химиков своего времени. Он стал широко  
известен благодаря работам по изучению сахаров, мо-  
лочной кислоты, процессов брожения. Пелуз впервые  
установил химическую природу глицерина, что име-  
ет, как мы скоро увидим, прямое отношение к истории  
взрывчатых веществ. Его шеститомный курс общей хи-  
мии в течение многих лет был основополагающим руко-  
водством для исследователей всех частей света. В его  
частную лабораторию приезжали из разных стран мира  
работать и учиться талантливые химики, многие из ко-  
торых впоследствии прославились своими выдающимися  
исследованиями. Школу Пелуза прошли такие извест-  
ные ученые, как Жерар, Лоран, Собrero, Жирар, Но-  
бель, Бертло.

Однако случая было угодно, чтобы первое крупное  
открытие в области взрывчатых веществ было сделано  
не в столичной лаборатории прославленного Пелуза, а

в скромном провинциальном учреждении, не имевшем ни  
малейшего отношения ни к порохам, ни к селитрам.  
И действительно, что может быть более далеким от рат-  
ных дел, чем ботанический сад?

Открытие, о котором идет речь, совершил Анри Бра-  
конно. Жизнь его бедна внешними событиями. Свою  
карьеру он начал с должности аптекаря в госпитале на-  
полеоновских войск, потом учительствовал короткое  
время в гимназии, а с 1807 года и до самой смерти за-  
нимал пост директора Ботанического сада в Нанси.  
Браконно занимался ботаникой, но сверх того любил  
химию и понимал в ней толк. С особым вниманием он  
изучал состав и свойства природных продуктов — алоэ,  
грибов, полыни, хлопка, желатина, молока. В 1832 году  
Браконно решил исследовать действие азотной кислоты  
на продукты растительного происхождения. Он обнару-  
жил, что крахмал и волокна древесины хорошо раство-  
ряются в концентрированной кислоте. Если же этот раст-  
вор разбавить затем водой, выпадает белый осадок.  
Браконно назвал новое вещество ксилоидином, от гре-  
ческого слова «ксило» — дерево. Основная составная  
часть дерева — целлюлоза или, по-русски, клетчатка  
(от слова *cella* — ячейка, чулан, клеть — ведет свое  
происхождение и келья). Поэтому химики называют про-  
дукты взаимодействия азотной кислоты и целлюлозы  
нитроклетчаткой. Нитроклетчатка (а ксилоидин — одна  
из ее разновидностей) лежит в основе современных по-  
рохов.

Браконно отметил, что его белый порошок хорошо  
горит, и это обстоятельство по вполне понятным при-  
чинам заинтересовало Пелуза. Парижский химик по-  
вторил опыты Браконно. На всякий случай Пелуз обра-  
ботал азотной кислотой и другие вещества — бумагу,  
вату, хлопок, однако не дал себе труда подробно изу-  
чить свойства полученных продуктов, в чем впослед-  
ствии горько раскаялся. Что же касается Браконно,  
то он до самой своей смерти так и не подозревал, что  
его открытие имеет хоть малейшее отношение к взрыв-  
чатым веществам.

Труды Браконно принесли ему умеренную извест-  
ность. Его избрали в члены-корреспонденты Парижской  
академии наук (она называлась тогда Институтом), он  
получил ряд лестных приглашений в столицу. Однако  
ученый до конца жизни продолжал работать в Нанси

и завещал родному городу все свое состояние. Умер он в 1855 году.

В общем, следует признать, что открытие ксилоидина прошло почти незамеченным, а имя его автора теперь мало кому известно. Между тем эта разновидность нитроцеллючатки сыграла большую роль в истории науки и техники.

В 1848 году американский медик Мэйнард обнаружил, что ксилоидин хорошо растворяется в некоторых органических жидкостях, например в смеси спирта с эфиром. При этом получались густые студнеобразные клейкие массы. Поэтому ксилоидин вскоре перекрестили в «коллоксиллин» (от греческих корней «клей» и «дерево»), а раствор коллоксилина стали называть «коллодий». Высохшая пленка коллодия сохраняет большую гибкость и хорошо противостоит воде и мылу, и Мейнард предложил использовать коллодий как удобное средство для заклейки мелких порезов и ран. Скоро новое лекарство стало продаваться во всех аптеках. Любопытно, что то же открытие и в то же время сделал французский поэт и химик-любитель с близкой по написанию фамилией — Мэйнар. Однако он не обнародовал свое изобретение, считая его, очевидно, недостойным своей поэтической славы.

В 1850 году английский химик Фредерик Скотт-Арчер покрыл стеклянные пластинки смесью коллодия со светочувствительным составом. Так появились фотографические пластинки, почти не отличающиеся от современных.

В 1863 году американский наборщик Хятт, пытаясь получить искусственную слоновую кость для бильярдных шаров (за это была обещана премия в десять тысяч долларов), изобрел целлулоид — обработанную особым образом смесь нитроцеллючатки и камфары. Эта первая в мире пластмасса быстро завоевала все страны и континенты.

Наконец, в 1889 году Илэр де Шардонне, граф по рождению и химик по призванию, после пяти лет упорнейшей работы нашел способ получать из коллодия искусственное нитроцеллюлозное волокно — первое в мире волокно, созданное не природой, а человеком. Его способ, широко применяемый и теперь, заключался в том, что вязкий раствор нитроцеллюлозы продавлялся сквозь тончайшие отверстия — фильеры, в резуль-

тате чего получались нити любой заданной толщины. Так было положено начало современной промышленности синтетических волокон. Первая продукция машины Шардонне использовалась для получения нитей в электрических лампочках накаливания.

История коллодия — поучительный пример тесной химической и технологической близости взрывчатых веществ к другим продуктам. Скажем, бездымный порох — это разновидность пластмассы, своего рода целлулоид в погонах. Недаром химические заводы, производящие во время войны порох, в мирное время часто переключаются на получение пластмасс. Такие всем известные полимеры, как целлофан и нейлон, были разработаны на пороховых заводах Дюпона. Примеров взаимного влияния технологии взрывчатых и невзрывчатых веществ друг на друга можно найти довольно много. Проследить эту связь более подробно мы не имеем сейчас возможности. Важно подчеркнуть, что история взрывчатых веществ — это часть единой истории химии и химической промышленности.

Если открытие коллоксилина прошло относительно незаметно, то получение другой разновидности нитроцеллючатки — пироксилина — имело шумный резонанс в научных и политических кругах. При получении пироксилина в реакцию вступает чуть большее количество азотной кислоты, следовательно, это вещество содержит больше азота и, главное, кислорода, чем коллоксиллин. Когда же содержание кислорода в нитроцеллючатке превышает определенный предел, она приобретает мощные взрывчатые свойства. Именно поэтому появление пироксилина так взбудоражило общественность — ведь чуть ли не впервые за тысячу лет со времени изобретения пороха открыто вещество, способное взрываться, да еще с какой силой!

Изобретатель пироксилина Христиан Фридрих Шенбейн родился в 1799 году в местечке Метцинген, относившемся тогда к Вюртембергскому королевству. Родители его были люди бедные, и, подучившись грамоте в церковной школе, четырнадцатилетний Христиан, как в сказках братьев Grimm, отправился по белу свету сам зарабатывать себе на жизнь. Сначала семь лет он был подмастерьем на химической фабрике. Эти годы юноша упорно учился, что позволило ему получить место управляющего на другом химическом заводе

недалеко от университетского города Эрлангена (близ Нюрнберга). Магнетическая близость университета подействовала притягательным образом, и молодой Христиан скоро променял респектабельный цилиндр преподавателя на студенческую фуражку. В университете он тесно сблизился с известным немецким философом Шеллингом. Знаменитого идеалиста, кумира молодых умов Германии, привлекла почтительность и набожность юноши, с восторгом слушавшего его лекции. Христиан скоро был принят семьей Шеллинга как родной сын.

После двух лет учебы в Эрлангене Шенбейн прослужил несколько месяцев учителем в гимназии, но затем отправился за границу работать и продолжать образование. Два года он провел в лабораториях Англии, затем год в Париже, где слушал лекции Ампера и Гей-Люссака. В 1829 году Шенбейн защитил в Базельском университете докторскую диссертацию и навсегда после этого остался в Швейцарии. В 1835 году Шенбейн получил в том же университете кафедру физики и химии, которую занимал до самой смерти.

Из воспоминаний современников, превозносящих «истинно немецкие» добродетели Шенбейна, вырисовывается, однако, облик не слишком для нас привлекательный. Благочестивый бюргер, член всяких местных «ратов», упрямый консерватор, убежденный идеалист — вот каков этот базельский профессор. До конца дней своих он яростно противился атомно-молекулярному учению — и не по научным соображениям, а чисто из принципа: атомная теория означала для Шенбейна материализм, а материализма поклонник Шеллинга не признавал. Да и в чисто химической сфере Шенбейн предпочитал работать по старинке. В те времена, когда после Лавуазье точное взвешивание давно уже стало законом для каждого химика, в лаборатории Шенбейна нельзя было найти ни чувствительных весов, ни хорошо калиброванных сосудов, ни точных термометров. В отличие от Лавуазье, работавшего в буквальном смысле слова скрупулезно (скрупулами тогда называли мелкие единицы веса), Шенбейн вел расчеты на глазок, обходясь целыми числами и не утруждая себя всякими там десятками и сотыми долями.

Университет в Эрлангене одновременно с Шенбейном посещал и другой прославившийся впоследствии химик Юстус Либих, с которым нам еще не раз придется

встречаться на страницах этой книги. Либих поддался было красноречию Шеллинга, но после нескольких месяцев занятий туманной философией вернулся к прерванной работе над диссертацией о гремучей ртути, принесшей двадцатилетнему юноше мировую известность. Поэтому современники и историки любили сопоставлять судьбу двух ставших знаменитыми однокашников. Но если Юстус Либих действительно стал гордостью немецкой нации, одним из величайших химиков XIX века, то Шенбейн не поднялся выше уровня рядового ученого. Он не издавал журналов, которые читал бы весь научный мир; он не создал новых отраслей науки и не произвел переворота в старых; в его лаборатории не толпились европейские знаменитости; среди его учеников не было таких звезд, как Вюрц, Зинин, Гофман, Собrero, Кекуле, Воскресенский, Шишков, Эрленмейер; одним словом, Шенбейн не был Либихом. Но этот человек вовсе не был бездарен, и мелким он выглядит только рядом с такими великанами, как Либих или Лавуазье. Шенбейн обладал незаурядным трудолюбием, живой наблюдательностью и здравым смыслом крестьянина. Эти качества позволили ему провести немало интересных исследований. По крайней мере два из них — открытие озона и получение пироксилина — настолько значительны, что имя Шенбейна останется в истории химии.

В марте 1846 года на заседании Базельского общества естествоиспытателей Шенбейн сделал доклад о получении пироксилина. Легенда повествует, что Шенбейн, работая в домашней лаборатории, разбил бутылку с азотной кислотой. Вытерев лужу оказавшимся под рукой хлопчатобумажным передником жены, он повесил его сушить у печки. Через некоторое время передник с шумом взорвался. Заинтересовавшийся профессор обработал азотной кислотой хлопок и получил вещество, похожее на вату, но превосходящее по силе взрыва порох. Оно было названо «пироксилин», что можно перевести как «взрывчатое (или огненное) дерево» (целлюлозу — сырье для пироксилина — можно получить не только из хлопка, но и из древесины). Сам Шенбейн назвал его Schießbaumwolle — «стрелятельный хлопок», и это название так и осталось за пироксилином в немецком языке. В России пироксилин называли вначале «порохо-стрельной бумагой» или «бумажным порохом».

Любопытная сага об открытии пироксилина не совсем верна. Факты говорят о том, что Шенбейн занимался нитрованием органических веществ вполне целеустремленно. Он был прекрасно осведомлен о работах Браконно и Пелуза и успешно повторял их. Годом раньше пироксилина он получил «взрывчатый сахар» — продукт взаимодействия обыкновенного сахара с азотной кислотой. Так что к открытию своего взрывчатого хлопка Шенбейн пришел вполне закономерно. Важнейшей заслугой немецкого ученого явилось не столько получение нового вещества, сколько обнаружение его взрывчатых свойств, которые он отразил даже в названии. Когда Шенбейн докладывал о своем открытии, с помощью изготовленного им пироксилина уже были сделаны первые выстрелы, показавшие дальноточность и бездымность удивительного пороха.

Сообщение Шенбейна вызвало огромный интерес, и его работы были повторены во многих лабораториях Европы. Несколько немецких профессоров попытались даже присвоить честь этого открытия себе, объявив, что они получили пироксилин раньше Шенбейна и независимо от него. Удовлетворительных объяснений, почему их исследования не были своевременно опубликованы, они, однако, дать не могли. Раздосадованный Пелуз в Париже заявил, что он получил пироксилин еще в 1838 году, когда повторял опыты Браконно. Возможно, так оно и было, потому что, нитруя клетчатку, можно получить и коллоксилин и пироксилин.

Тем более обидно было Пелузу сознавать, что он когда-то получил новый порох, держал его в руках, но не понял того, что он сам сделал. К чести Пелуза, у него хватило мужества сделать такое признание публично. Заявляя о своем приоритете на пироксилин, он сделал такую оговорку: «Я должен тут же прибавить, что я ни одной минуты не помышлял о применении его в военном деле вместо пороха; эта заслуга целиком принадлежит г-ну Шенбейну».

Получение пироксилина принесло Шенбейну широкую известность. Несколько академий выбрали его в свои члены, влиятельнейший европейский химик Берцелиус исключил для него у шведского правительства орден Полярной звезды, а общество естествоиспытателей одного из городов присвоило ему почетное прозвище «Бертольд Шварц».

Однако вскоре восторги вокруг нового пороха поутихли. Пироксилин оказался чрезвычайно опасен. Шенбейн предложил свое изобретение за сто тысяч гульденов правительствам разных стран, но ни Пруссия, ни Англия, ни Бавария не торопились с покупкой. Немедленно возникшие пироксилиновые предприятия взрывались одно за другим. К тому же выяснилось, что рыхлость и, как следствие, быстрота и неравномерность сгорания взрывчатой ваты не позволяют использовать ее в военном деле. Ведь требования к пороху в этом отношении чрезвычайно жестки: зерна его должны быть совершенно однородны и иметь строго заданные форму и размеры. Из мягкой ваты, несмотря на все ухищрения, не удавалось получить хороший зерненный порох.

Долгие годы напряженных исследований во многих странах, разрушенные здания и склады, разорванные орудия, десятки трупов — вот цена за пироксилиновый порох, который и после трех десятилетий упорного труда продолжал оставаться несбыточной мечтой.

Сейчас мы рассказываем историю только самого пироксилина — пироксилиновому пороху черед придет еще не скоро, и в нужный момент мы вернемся к нему. К 1868 году, когда близилась кончина Шенбейна, взрывчатый хлопок уже основательно забыли, и ученый с горечью сознавал, что звание «Бертольда Шварца» он носит незаслуженно. Пироксилин оставался не более чем опасной хлопущкой, лишенной всякого практического значения. Шенбейн умер, не зная, что за несколько месяцев до его смерти Фридрих Абель в Англии нашел метод превращения пироксилина в безопасное взрывчатое вещество, пригодное для применения в промышленных взрывах, и еще менее подозревая, что через полтора десятка лет пироксилиновый порох одержит триумфальную победу над смесью угля, серы и селитры.

В 1846 году — в тот самый год, когда был открыт пироксилит, — произошло и еще одно знаменательное событие в истории взрывчатых веществ: Асканио Соберо получил в Турине нитроглицерин. Так уж получилось, что две важнейшие взрывчатки нашего времени были открыты почти одновременно.

Соберо учился в Турине, как и некогда Бертолле, и тоже, как его великий предшественник, получил здесь диплом доктора медицины. Закончив образование, любознательный итальянец отправился на выучку в чужие

страны к виднейшим ученым своего времени. Его учителями стали вожди европейской химии — Берцелиус, Либих и Пелуз. В лаборатории Пелуза Собrero научился методам исследования глицерина, обработке органических соединений азотной кислотой, изучению взрывчатых веществ. Собrero вернулся на родину, привезя с собой лучший багаж, который он мог приобрести в далеких столицах, — обширные знания и опыт. Получив преподавательскую должность (а впоследствии и профессорскую кафедру) в Туринской высшей технической школе, тридцатичетырехлетний химик погрузился в научные исследования. Особенно его заинтересовало действие азотной кислоты на глицерин. После нитрования глицерин как будто не слишком меняет свои свойства: образуется похожая на него маслянистая прозрачная жидкость и такая же сладковатая на вкус. Впрочем, пробовать ее надо с осторожностью: уже от нескольких капель начинает сильно стучать сердце и болеть голова (спустя сорок лет, в 1885 году, Британская фармакопея признает нитроглицерин лекарственным препаратом). С любопытством изучает Собrero свойства новой жидкости. Он не знает еще, что перед ним сильнейшее и опаснейшее взрывчатое вещество. Пройдут многие десятилетия, сотни новых взрывчатых веществ получают химики, но почти ни одно из них не сможет сравниться своей мощью с нитроглицерином. К сожалению, и по чувствительности к взрыву он уступает разве лишь гремучей ртути. Собrero скоро и неоднократно имел случай в этом убедиться. Взрывы в его лаборатории следуют один за другим. С удивлением наблюдает химик, какие сильные разрушения способны произвести несколько кубических сантиметров этой безобидной на первый взгляд жидкости. Подобно сказочному джинну в бутылке, нитроглицерин ждет своего часа, чтобы «разрушить город или построить дворец». Его нельзя нагревать, его опасно встряхивать, он может взорваться даже в момент получения.

Склонность нитроглицерина к взрыву воистину удивительна. Как-то в Англии один крестьянин выпил зимой бутылочку нитроглицерина в надежде согреться. Естественно, он был найден на дороге мертвым. Когда замерзшее тело положили оттаивать около печки, оно взорвалось, разрушив здание.

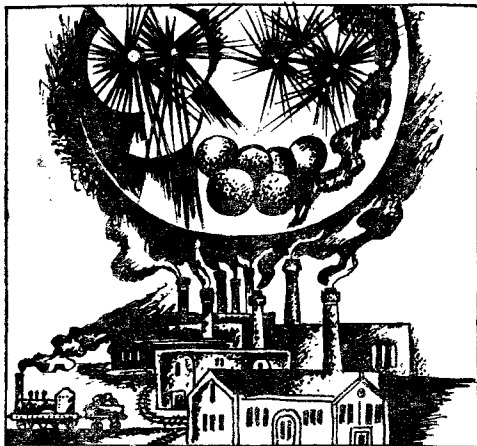
После нескольких особо опасных опытов Собrero решил больше не рисковать и прекратил эксперименты.

Он понимал, каким страшным оружием может оказаться нитроглицерин, и свыше года не решался сообщить результаты своих исследований. В 1847 году он опубликовал все-таки статью о «пироглицерине», благодаря которой его имя вошло во все учебники химии.

За свою долгую жизнь Собrero успел сделать многое. Он напечатал основательный «Курс технической химии» в трех томах, но он же в решительный для родины час променял спокойный профессорский пост на чин артиллерийского капитана в войсках Гарибальди. С чисто итальянским темпераментом он сражался за свободу, применяя на практике свои теоретические познания в области взрывчатых веществ.

В лаборатории динамитной фабрики в Авильяно, близ Турина, в особой склянке под водой вот уже сто тридцать лет хранится триста граммов нитроглицерина, изготовленного руками Собrero. Это не только музейная реликвия — это и научный эксперимент, проверка опаснейшей взрывчатки на устойчивость.

Судьба распорядилась так, что оба ученых, получивших самые удивительные взрывчатые соединения века, — Христиан Шенбейн и Асканио Собrero — не сумели вывести их за стены лаборатории и вдохнуть в них жизнь. Покорителем джинна, не побоявшимся выпустить его из бутылки и заставившим служить людям, стал Альфред Нобель. И спустя много лет Нобель предоставил Собrero пост научного консультанта в одной из своих компаний, который итальянский химик занимал до самой смерти в 1888 году. В 1879 году на фабрике Нобеля в Авильяно, родном городе Собrero, был установлен его бюст.



**ЖИЗНЬ СРЕДИ  
ВЗРЫВЧАТЫХ  
ВЕЩЕСТВ**

Немного можно назвать людей, чье имя так широко известно во всем мире, как имя Альфреда Нобеля, учредителя знаменитых премий. Но что мы знаем о нем, кроме имени? Был ли Нобель яркой звездой или одним из метеоритов, о жизни которых мир узнает лишь благодаря их смерти? Кто он — богач, купивший себе за деньги уголок в храме человеческой памяти, или замечательная личность, занявшая по праву свое место в Пантеоне славы?

Было бы заблуждением считать, что биография Нобеля начинается и кончается завещанием. Его изобретательный ум дал миру множество идей: триста пятьдесят пять патентов послужат вехами тому, кто захочет проследить творческий путь этого неутомимого искателя. Открытия и находки Нобеля не остались пылиться на полках архивов. С невероятным упорством и быстротой он сам воплотил их в жизнь.

Именем Нобеля названы города и улицы (ранее Нобелевская улица была и в Петербурге), о нем пишутся книги и воспоминания, сочиняются романы, пьесы и киносценарии. Но большинство этих произведений скорее искажают, чем раскрывают его подлинный облик. Недостаток документальных сведений о Нобеле восполняется избытком воображения, а его бедная яркими события-

ми жизнь насыщается романтикой и приключениями. В какой-то мере виной тому сам Нобель. Он не любил говорить и писать о себе. Когда его брат Людвиг, собиравший материалы к истории их семьи, обратился к нему с просьбой написать очерк своей жизни, Нобель ответил ему следующим письмом:

«Из-за чрезвычайной занятости я вынужден сейчас откладывать самые срочные дела на недели, иногда даже на месяцы. В этих обстоятельствах мне совершенно невозможно писать биографии, разве только если они не будут представлять собой простое перечисление фактов, которые, на мой взгляд, вполне красноречивы, например: «Альфред Нобель: его жалкое существование следовало бы пресечь при рождении милосердным доктором. Основные добродетели: держит ногти в чистоте и никому не бывает в тягость. Основные недостатки: не имеет семьи, наделен дурным характером и плохим пищеварением. Величайший грех: не поклоняется Маммоне. Важнейшие события в его жизни: никаких».

Лишь однажды Нобелю пришлось нарушить свои принципы. Получив от университета в Упсале — одного из старейших в мире — степень доктора, он, уступая традиции, вынужден был написать автобиографию, впрочем, несколько своеобразную:

«Подписавшийся родился 21 октября 1833 года. Свои знания он приобрел, занимаясь дома и не посещая школы. Он посвятил себя главным образом прикладной химии и открыл взрывчатые вещества динамит, гремучий студень и бездымный порох, известный под названием баллистит. Является членом Королевской Шведской академии наук, Лондонского Королевского общества и Общества гражданских инженеров в Париже. С 1880 года — кавалер ордена Полярной звезды. Он является офицером Почетного легиона. Единственная публикация — статья на английском языке, за которую присуждена серебряная медаль».

Эта «биография» более чем коротка, и каждый пишущий о Нобеле считает возможным дополнить ее по своему вкусу. И не только зыбкость биографических сведений возбуждает фантазию авторов. Облик Нобеля действительно сплетен из противоречий. Швед, почти никогда не живший в Швеции; инженер, не учившийся в школе; академик, не публиковавший научных работ; мечтатель с проникательностью и расчетливостью при-



рожденного дельца; глава мирового концерна, отдавший свое состояние человечеству; владелец пороховых заводов, завещавший средства на премии мира... Все это не так легко примирить, не так легко объяснить. Нам особенно интересно познакомиться с его жизнью еще и потому, что история всей его семьи и самого Нобеля тесно связана с Россией. Здесь десятки лет прожил его отец. Второй родиной стала Россия и для его братьев, с именем которых связано развитие многих отраслей русской промышленности. В Петербурге прошли детство и молодость Альфреда. Здесь он вырос, здесь получил образование, здесь зародились в нем научные интересы, приведшие затем к крупным изобретениям.

Отец Альфреда, Эмануил Нобель, человек, без сомнения, незаурядный, энергичный, получивший по тем временам неплохое техническое образование, испытал в жизни немало успехов и неудач. Эмануил успел уж поездить по свету, побывав даже в Египте, владел одно время резиновой фабрикой (первой в Швеции), преподавал в Стокгольме начертательную геометрию. Голова его полна самых разных проектов. Он изобретает — правда, без особого успеха — хитроумные механизмы, плавающие мосты, надувные матрасы и всякую всячину, но с особым интересом занимается взрывчатыми веществами и конструированием различных мин. Дела его идут не блестяще. В довершение всех бед пожар уничтожает дом Нобелей, и Эмануил разоряется окончательно.

В это несчастливое время в семье Эмануила появляется четвертый ребенок — Альфред. Слабый, болезненный мальчик страдает удушьем, и родители серьезно опасаются за его судьбу: ведь из восьмерых детей Эмануила только трое достигли зрелого возраста. В 1837 году Эмануил, спасаясь от преследований кредиторов, решает покинуть Стокгольм и направляется в Петербург. Оттуда домой идут радужные письма, но родные тем временем бедствуют. Альфред постоянно болеет и почти не встает с постели, а его старшие братья Роберт и Людвиг — будущие нефтяные магнаты и грозные конкуренты Рокфеллера — зарабатывают себе на жизнь тем, что продают на улице спички.

В конце концов Эмануил сумел заинтересовать царское правительство своим новым изобретением — подводной миной. Получив за него крупное вознаграждение, он

поправляет свои дела и выписывает из Швеции семью. В 1842 году он основывает на Петербургской стороне механические мастерские, быстро превратившиеся в большой завод с литейными цехами, кузницами, прессами, паровыми молотами и прокатным станом. Главным источником процветания стали военные заказы. За изготовление морских мин для защиты Кронштадта во время Крымской войны русское правительство наградило Эмануила Золотой медалью. Но на его заводе производились и станки, паровые машины, различное оборудование, в том числе первые в России трубы центрального отопления. Здесь же, между прочим, были отлиты декоративные пушки, которые и сейчас еще стоят близ Литейного моста в Ленинграде.

Альфред Нобель, из-за болезни лишенный возможности ходить в школу и играть со своими сверстниками, привыкает к одиночеству, которое станет его пожизненным уделом. В нем развивается сдержанность, переходящая в замкнутость — черты характера, которые он сохранил во все годы. Слабое здоровье не мешает ему, однако, с невероятным упорством учиться.

С особым увлечением Альфред занимается химией — может быть, потому, что берет уроки у самого Зинина, прославленного ученого, ставшего впоследствии членом Петербургской и многих иностранных академий.

В шестнадцать лет Альфред — уже вполне сложившийся исследователь. Он сведущий инженер, прекрасный химик, знаток литературы и искусства, одаренный полиглот. Кроме родных для него русского и шведского, он великолепно владеет английским, французским, немецким и итальянским языками. Кажется, он стал крепче физически — настолько, что отец решается отправить его в кругосветное путешествие. Приехав в Париж, Нобель занимается химией в лаборатории Пелуза. Там он знакомится с нитроглицерином и его замечательными свойствами. Это событие в значительной мере определило его жизненный путь: почти все крупнейшие открытия и изобретения Нобеля связаны с нитроглицерином. Несмотря на свой возраст, Нобель не был новичком во взрывном деле. Он уже нюхал порох в буквальном смысле слова, помогая отцу конструировать морские мины. Трудно сказать, почему именно взрывчатые вещества вызвали особенный интерес юноши. Может быть, здесь сказалось влияние отца, или советы Пелуза, или беседы

с Зининым. Может быть, он смутно чувствовал дух времени, убыстряющийся ритм которого требовал новых открытий в области взрывчатых веществ. А может быть, именно слабое здоровье особенно остро пробуждало в нем желание испытать счастье борьбы и удовлетворение победой, именно потому его влекло постоянное боре с опасностью, поединок со смертью, требующий мужества, внимательности и хладнокровия.

Во всяком случае, в опытах со взрывчатыми веществами Нобелем движет не только стремление к мирским благам. Талант инженера открывал ему для этого менее опасные пути. До конца своих дней, уже будучи богатым предпринимателем, способным нанять перво-классных химиков, Нобель всегда продолжал вести свои опыты сам — или в одиночку, или с помощью одного единственного ассистента.

Вернувшись из-за границы, Альфред вновь устанавливает контакт со своим учителем Николаем Николаевичем Зининым. «Отцу русской химии» не было тогда еще и сорока лет, но его имя получило уже широкую известность. Зинин особо интересуется проблемами «животной химии» и, в частности, нитросоединениями. Открытое им восстановление нитробензола в анилин — знаменитая «реакция Зинина» — принесло ему мировую славу. Нитроглицерин также хорошо известен русскому химику. С началом Крымской войны он проводит серию опытов в надежде использовать его взрывчатые свойства в военном деле. Нобели и Зинин — соседи по дачам. Летними вечерами профессор проводит в старой кухне эксперименты с удивительной жидкостью. Однако попытки использовать нитроглицерин в снарядах оказались безуспешными, и в 1854 году опыты были приостановлены. Значение этих исследований Зинина было очень велико. «Пироглицерин» Собrero оставался лишь опасным лабораторным препаратом, его практическое применение казалось невозможным, исследования его не проводились. Зинин первым в мире показал, что взрывчатый джинн в бутылке не так страшен, как его малюют, что это вещество можно получать, хранить и использовать в больших количествах. Русский ученый установил температуру, при которой воспламеняется эта коварная жидкость, и разработал основные правила безопасного обращения с ней. Очень важно также, что он обратил на нитроглицерин внимание других иссле-

дователей и оказывал им в дальнейшем помощь и поддержку.

Первые неудачи не могли погасить интереса к разрывному маслу. Дальнейшие работы по получению и использованию нитроглицерина в России связаны с именем Василия Фомича Петрушевского — прекрасно образованного военного инженера и химика, проводившего опытные взрывы вместе с Зининым. Артиллерийский поручик, помогавший знаменитому академику, несмотря на свою молодость (ему не было тогда еще и двадцати пяти лет), проявил себя вдумчивым и бесстрашным исследователем. Он был горячим сторонником и пропагандистом нового взрывчатого вещества, и к тому были все основания: ведь именно Петрушевский установил, что «огненный глицерин» в некоторых случаях в двадцать четыре раза сильнее дымного пороха. В августе 1863 года под руководством полковника Петрушевского в течение пяти недель было изготовлено около трех тонн нитроглицерина «способом, приближающимся к фабричному». Этот нитроглицерин предназначался «для взрыва земляных мин на практическом ученье», но большие количества взрывчатого вещества позволили провести и другие опыты, которые осуществлялись в Кронштадте в течение нескольких лет. В этих экспериментах принимали участие известный взрывник М. М. Боресков и академик Б. С. Якоби, разрабатывавший методы электрического взрывания. Эти опыты сыграли большую роль в истории взрывного дела. Нет никаких сомнений в том, что Зинину, Петрушевскому, Якоби, Борескову и их сотрудникам принадлежит пальма первенства в практическом использовании нитроглицерина как взрывчатого вещества.

После тяжелого несчастного случая в Петергофе 17 июля 1866 года, когда взорвалось двадцать пудов непокорной жидкости, дальнейшие работы с разрывным маслом было приказано прекратить. Петрушевский установил, что одной из причин взрывов нитроглицерина является его разложение с образованием кислых неустойчивых соединений, и предположил, что смешение нитроглицерина с веществом, нейтрализующим кислоты, делает эту страшную взрывчатку менее опасной. Так в 1868 году появилось новое взрывчатое вещество — смесь нитроглицерина с магнезией, ставшая известной как «русский динамит». В 1867 году сотрудник

Петрушевского капитан Николай Петрович Черниловский-Сокол провел опыты по использованию нитроглицерина вместо пороха при разработке золотых приисков в Забайкалье. Везти взрывчатку в такую даль из столицы было, разумеется, невозможно, и военный инженер получил нитроглицерин на самом прииске.

Заслуги В. Ф. Петрушевского были высоко оценены правительством и научной общественностью. За практическое применение нитроглицерина он был награжден пожизненной пенсией в размере тысячи рублей в год. Автор ряда работ по взрывчатым веществам и артиллерийской технике, профессор химии, генерал, начальник Петербургского патронного завода, член Артиллерийского комитета, Петрушевский до конца жизни пользовался большим авторитетом. Умер он в 1891 году. Выдающую роль Петрушевского в исследовании и практическом применении нитроглицерина подчеркивали Д. И. Менделеев и М. М. Боресков.

Широкие опыты с нитроглицерином проводил в России и другой ученик Зинина — Альфред Нобель. К тому времени в жизни его семьи и в его собственной судьбе происходят серьезные перемены. Крымская война заканчивается тяжелым поражением, и огромное предприятие Эмануила, жившее военными заказами, терпит полное банкротство. Эмануил Нобель снова разорен. В 1859 году, после двадцати двух лет, проведенных в России, он возвратился в Швецию. Альфред остался в Петербурге. Ведь это уже потом, годы спустя, он стал называться «шведским инженером», а тогда Альфред был русским исследователем и не знал другой родины, кроме России. Теперь в исследованиях нитроглицерина им руководил уже не только научный интерес, но и желание обеспечить себя и своих близких. Кронштадтские взрывы в 1862—1867 годах проводились в обстановке строгой военной тайны и были рассекречены только в 1881 году. Нобель, разумеется, знал, что ведутся опыты с «жидким порохом», но подробности ему не могли быть известны. К тому же многие важные задачи еще не были решены. Промышленного производства нитроглицерина еще не существовало, опыта его применения в горном деле не было, многие его свойства оставались неизвестными. Неожиданные взрывы уносили множество жизней, и вместе с тем — сколь ни странно это звучит — далеко не всегда удавалось надежно и своевременно взорвать эту

капризную жидкость. При поджигании нитроглицерин горел, да и то не очень охотно, но не взрывался. В кронштадтских опытах успешная детонация нитроглицерина вызывалась только в том случае, если он был помещен в герметичные металлические гильзы или если для возбуждения взрыва использовалось большое количество пороха (иногда трехкратное по отношению к нитроглицерину). Сначала Нобель вообще не верил, что управляемый взрыв нитроглицерина возможен, и проводил исследования, не зная, что Боресков уже успешно взрывал крупные заряды «жидкого пороха». В своих поисках Альфред встретил поддержку петербургских научных и военных кругов. Для проведения опытов он получил от Инженерного ведомства почти две тысячи рублей и сверх того бесплатно три пуда пушечного пороха. В 1863 году он делает первое свое крупное изобретение, сконструировав детонатор с гремучей ртутью, применяемый и в настоящее время. Маленькая капсула позволила уверенно взрывать нитроглицериновые заряды любой мощности, причем не в герметичных трубках, а «на свободном воздухе». Современники считали это изобретение «крупнейшим успехом в науке о взрывчатых веществах со времен открытия пороха». Один из биографов Нобеля писал впоследствии, что «изобретение детонаторов как с научной точки зрения, так и с точки зрения технической важности следует считать более значительным, чем изобретение динамита».

Реализовать свои изобретения в промышленно отсталой России того времени с ее полуфеодальным укладом Альфреду было трудно. За первые семьдесят лет со времени введения в России патентного права (в 1814 году) в области взрывчатых веществ было выдано только семь «привилегий», что свидетельствует о невозможности для изобретателей развивать эту отрасль промышленности в России и, следовательно, об их незаинтересованности в патентах и охране своих авторских прав. Кроме того, производство взрывчатых веществ частным лицам в те годы было в России запрещено. Естественно, что при этих обстоятельствах предпринимательская деятельность Нобеля должна была развернуться за пределами его второй родины. К тому же его усиленно звал в Швецию отец, построивший еще в 1862 году в пригороде Стокгольма Геленборге небольшое предприятие по получению нитроглицерина и нуждавшийся в помощи сына.

В 1863 году Альфред отправился в Стокгольм. То, что он увидел в Геленборге, мало походило на настоящую фабрику и напоминало скорее скромную кондитерскую, где варили сладкий нитроглицериновый сироп. В этой мастерской было занято всего семь человек, считая Эмануила и двух его сыновей.

Альфред немедленно принялся за разработку способов промышленного производства разрывного масла. Нужно сказать, что само по себе получение нитроглицерина — операция очень несложная. Виднейший русский специалист прошлого века в области взрывчатых веществ И. М. Чельцов писал по этому поводу: «Вообще же фабрикации нитроглицерина совершается так просто, что его легко можно готовить на месте потребления. Например, Петрушевский в 1863 году при помощи саперных офицеров и нижних чинов приготовил 100 пудов нитроглицерина под простым навесом на открытом воздухе; необходимая посуда состояла из деревянных чанов, стеклянных банок, ведер и т. п.»

Однако то, что является простым в принципе, совсем нелегко воплотить в промышленном масштабе. Прежде всего нужно было решить серьезные технические проблемы по обеспечению безопасности крупного заводского производства. После долгих исследований Нобель изобрел инжектор для безопасного непрерывного смешения глицерина с кислотой. Этот принцип использовался в промышленности десятки лет. Нужно было также организовать рекламу непривычной жидкой взрывчатке, обучить приемам обращения с ней, привлечь квалифицированных инженеров для проектирования и строительства заводов, найти необходимый капитал. Забегая вперед, сразу скажем, что Нобель в конце концов добился успеха, но заплатил за него, как мы скоро увидим, дорогой ценой.

Так усилиями русской химической школы во главе с Зининым на мировой сцене впервые за восемьсот лет господства дымного пороха появилось новое взрывчатое вещество.

В 1863 году Нобель взял в Швеции патент на применение нитроглицерина в технике. Не отрицая важной роли Нобеля в организации промышленного производства новой взрывчатки, следует, однако, ясно указать, что предоставление ему патента на разрывное масло было совершенно неправомерным. Не он первым полу-

чил нитроглицерин, не он обнаружил его взрывчатые свойства, не он один искал способы его применения.

Мастерская Нобелей в Геленборге работала около двух лет, но 3 сентября 1864 года она взлетела в воздух. Это был не первый и не последний взрыв в жизни Нобеля, но ни один из них не принес ему столько горя. Среди погибших был брат Альфреда, двадцатилетний юноша блестящих способностей. Существует легенда, согласно которой Нобель, потрясенный смертью брата, дал клятву завещать все деньги, которые даст ему производство динамита, на международные премии. Эта версия не подтверждается ни одним документом. Да и сомнительно, чтобы доглат разоренный Альфред, сам чудом оставшийся в живых, мог думать о том, как использовать прибыль от продажи динамита, который еще не был изобретен.

Эмануил не выдержал обрушившихся на семью несчастий. Его поразил удар, до конца жизни приковавший его к постели. Альфред, потерявший брата, лишившийся поддержки отца, остался в полном одиночестве. Доверие к нитроглицерину было подорвано. В этих драматических обстоятельствах Нобель не стал искать более безопасной профессии и не сложил оружия. Уже два месяца спустя он организовал «Нитроглицериновую компанию». На первых порах персонал фирмы состоял из одного человека, который был одновременно управляющим, главным инженером, казначеем, делопроизводителем и коммивояжером. Нетрудно догадаться, что этим человеком был сам Нобель. Компания просуществовала пятьдесят лет, став впоследствии одним из крупнейших концернов Европы. В начале 1865 года в Швеции строится новый нитроглицериновый завод в Винтервекене. Это уже первое настоящее крупное промышленное предприятие. Альфред учел печальный опыт прошлого и внес в технологию производства грозного разрывного масла значительные изменения. В июне 1865 года изобретатель переезжает в Гамбург, рядом с которым, в Крюммеле, строится еще один крупный завод. В сентябре Нобель устраивает для специалистов рекламный показ разрывного масла, делая особый упор на его безопасность при правильном с ним обращении. Нобель хладнокровно держит бутылки с нитроглицерином в кипящей воде, разбивает их о каменный помост, поджигает лучиной — взрывчатка ведет себя спокойно. Репутация ее восстанов-

лена, но ненадолго. Уже через два месяца, в ноябре 1865 года, происходят взрывы на двух рудниках в Швеции, затем взлетает в воздух завод самого Нобеля в Крюммеле, через несколько дней взрыв нитроглицеринового завода потряс США, а вскоре начали гибнуть и корабли, перевозившие нитроглицерин. Все эти несчастные случаи обросли лавиной самых невероятных слухов. Началась паника. Многие страны приняли законы, запрещающие производство и перевозку нитроглицерина и содержащих его веществ на своих территориях. Поистине, Вениамину Франклину легче было покорить молнию, чем Альфреду Нобелю — нитроглицерин!

Уединившись в лаборатории, изобретатель искал выход из тупика. Прежде всего он еще раз шаг за шагом тщательно проследил все стадии производства нитроглицерина и разработал свод правил, гарантирующих безопасность его получения. С тех пор на заводах Нобеля больше не было взрывов. Далее он предложил перевозить не сам нитроглицерин, а раствор его в метиловом спирте. Транспорт, действительно, стал безопасным, но перед использованием взрывчатки спирт приходилось отгонять, что было и опасно и хлопотно.

Нобель видел и другой существенный недостаток нитроглицерина — неудобство и непривычность жидкой взрывчатки. Поэтому он решил применять нитроглицерин в смеси с твердыми — сыпучими или пористыми — веществами. Сама по себе эта идея была не нова. Еще во времена Крымской войны Петрушевский пробовал смешивать нитроглицерин с дымным порохом, но смесь оказалась не слишком удачной. Нобель не ограничился порохом и испытал десятки других веществ. Он пропитывал нитроглицерином бумагу, смешивал его с опилками, ватой, углем, гипсом, кирпичной пылью. К концу 1864 года Нобель нашел, что искал. Идеальным материалом для смешения с нитроглицерином оказался кизельгур — рыхлая светло-коричневая порода, настолько мягкая, что даже пальцами она разминается в порошок. Кизельгур (он имеет и другие названия — диатомит, инфузорная земля, горная мука) образуется при осадении на дно водоемов кремниевых скорлупок — останков крошечных водорослей. Инфузорную землю можно найти почти в каждом озере. Девяносто процентов ее объема приходится на поры, способные жадно впитывать нитроглицерин. Нобель сразу понял выгоды этого материа-

ла — легкого, пористого, инертного, дешевого, доступного. Весь 1865 год изобретатель совершенствовал и испытывал новую взрывчатку, а в следующем году представил ее на суд общественности на рекламных демонстрациях в Гамбурге и других городах Европы. Специалисты не могли поверить своим глазам: нитроглицерин, попадая в поры инфузورной земли, приобретал смирный нрав. Новое вещество было похоже на свежий торф и вело себя так же безобидно. Его можно было безо всякого страха швырять, встряхивать, поджигать, хотя по мощности взрыва оно лишь немногим уступало нитроглицерину и в пять раз превосходило добрый старый порох! Недаром Нобель дал ему название «динамит» — от греческого «сила». 7 мая 1867 года «динамит, или взрывчатый порошок Нобеля» был запатентован в Англии, а затем в Швеции, России, Германии и других странах.

По традиционной легенде, получившей хождение еще при жизни изобретателя, Нобель пришел к мысли о динамите совершенно случайно, заметив, как нитроглицерин, вытекший из разбитой бутылки, пропитал мягкую кизельгуровую упаковку. Сам Нобель, которого всегда возмущали подобные домыслы, высказался по этому поводу вполне определенно:

«Я безусловно никогда не замечал ни одной случайной утечки нитроглицерина в кизельгуровую упаковку в таком количестве, чтобы образовать пластичный или хотя бы влажный материал, и идея такой случайности изобретена, должно быть, теми, кто принимает предположения за действительность. Что в самом деле привлекло мое внимание к использованию инфузорной земли для динамита, так это ее чрезмерная легкость в сухом виде, что свидетельствует, разумеется, о ее большой пористости. Следовательно, динамит появился не в результате случайности, а потому, что я с самого начала видел недостатки жидкой взрывчатки и искал способы им противодействовать».

Так Альфред сделал самое известное свое изобретение. Весть о нем, как эхо от взрыва, облетела все континенты. Само сознание, что в новой взрывчатке содержится нитроглицерин, внушало сначала опасения. Но благодаря настойчивости Нобеля лед недоверия был сломлен. Взрывая все преграды на своем пути, динамит начал победное шествие по всему миру. Несмотря на то что в некоторых странах он как «содержащее нитрогли-

церин вещество» подпадал под действие принятых ранее ограничений и перевозка его по железным дорогам и на судах была запрещена, ничто не могло остановить его распространения. Ящики с надписями «Осторожно, стекло!» или «Не бросать, фарфор!» в подозрительно больших количествах отправлялись на рудники и строительные площадки. И каждый, кто хоть однажды пользовался динамитом, посылал новые, еще более крупные заказы. К тридцатичетырехлетнему Нобелю пришла слава, пришло богатство. В 1868 году Шведская академия наук наградила Альфреда и его отца Золотой медалью «За заслуги в использовании нитроглицерина как взрывчатого вещества». Так старый Эмануил все же узнал в последние годы своей жизни достаток и почести. Скончался он 3 сентября 1872 года, ровно через восемь лет после геленборгского взрыва.

Динамит — дробящая, а не метательная взрывчатка и он не мог заменить порох в военном деле. Но там, где надо было созидать, а не убивать, он не знал себе равных. Горное, строительное, дорожное дело смогли наконец принять вызов, брошенный им технической революцией. Железные дороги семимильными шагами побежали по континентам, туннели просверлили непроходимые прежде горные перевалы, реки изменили свои русла, каналы соединили между собой моря. Динамит стал могучим союзником пара в преобразовании планеты. Еще при жизни Нобеля его изобретение позволило предпринять и завершить крупнейшие стройки века. К их числу относится и знаменитый Сен-Готардский перевал: триста двадцать четыре моста и восемьдесят туннелей, одного из которых (в том числе и легендарный пятнадцатикилометровый «Большой туннель», проложенный сквозь сплошной гранитный массив) не могли бы быть сооружены без динамита.

Несмотря на высокую надежность динамита, количество происшедших из-за него несчастных случаев — главным образом, по небрежности — было сначала довольно велико. Так, в испанском порту Сантандере возник однажды пожар на судне, в трюме которого находилось несколько сот ящиков динамита. Взрывчатку начали спешно выгружать на берег. Тем временем пожар разгорался, а на набережной собралась огромная толпа горожан, сбежавшихся поглазеть на редкое зрелище. Портовые власти по ошибке объявили, что опас-

ный груз полностью снят с парохода. Однако через два часа после начала пожара произошел **сильнейший взрыв**. Половина корабля взлетела в воздух, **пятьсот человек** было убито, более тысячи ранено.

В 1867 году, когда Нобель взял патент на свой взрывчатый порошок, его фабрика произвела всего одиннадцать тонн динамита, и в первые годы усилия Альфреда были направлены на рекламу своего изобретения. Однако вскоре основной заботой изобретателя становится не пропаганда нового взрывчатого вещества, а защита его от конкурентов. За семь лет производство динамита на заводах Нобеля выросло в триста раз. Очень быстро Нобель превращается из мелкого коммерсанта в могущественного промышленника. За семь лет в Германии, Швеции, США, Норвегии, Финляндии, Италии, Испании, Португалии и других странах им было построено семнадцать заводов, из них девять выросли только за два года. Скоро на предприятиях Нобеля производилось больше взрывчатых веществ, чем на государственных пороховых заводах всех стран мира, вместе взятых.

Несмотря на очевидные достоинства динамита, организация его производства встречала порой серьезные препятствия. Примером тому служат попытки Нобеля построить динамитные заводы во Франции. Производство взрывчатых веществ во Франции было государственной монополией и находилось в руках Управления порохов и селитр. Поэтому французские власти не торопились с разрешением на строительство динамитных заводов. Однако вскоре они вынуждены были в этом раскатыться. Война с Пруссией привела доводы в пользу динамита более убедительные, чем мог найти Нобель. Немецкие саперы с легкостью взрывали французские крепости и мосты. Суровый урок, преподанный пруссаками, заставил отбросить побочные соображения, и Леон Гамбетта, новый военный министр, распорядился немедленно начать производство взрывчатого порошка. Первые тонны французского динамита были получены весной 1871 года при содействии Марселена Бертло, но уже через несколько месяцев страхи войны были забыты, и на динамит снова был наложен запрет, действовавший до 1875 года.

Не слишком благосклонно было встречено новое взрывчатое вещество и туманным Альбионом. Не без содействия производителей пороха, и в их числе профес-

сора Абея, ставшего постоянным противником и конкурентом Нобеля, английский парламент в 1869 году запретил «производство, импорт, продажу и транспорт нитроглицерина и любого другого вещества, содержащего нитроглицерин, в пределах Великобритании». Этот закон был отменен лишь в 1893 году. Однако Англия, ведущая промышленная держава мира, добывавшая огромное количество угля, нуждалась в динамите больше, чем какая-либо другая страна, и все запреты оказались бессильными перед объективной необходимостью. В законе удалось найти лазейку. Пользуясь тем, что по древним традициям в Шотландии не действует английская юрисдикция, Нобель организовал в 1871 году в Глазго Британскую динамитную компанию, построившую колоссальный завод, удовлетворявший десять процентов мировой потребности во взрывчатых веществах. Большая часть продукции завода потреблялась в самой Англии. Поскольку запреты на перевозку динамита по железной дороге обойти не удалось, его доставляли во все концы этой сравнительно небольшой страны на подводах.

Эти беспокойные годы — как, впрочем, и всю свою жизнь — «самый богатый бродяга Европы» проводит на колесах. У него нет семьи, нет корней, ничто не привязывает его к одному месту. Поэтому не только коммерческие дела толкают Нобеля к странствиям. В конце концов он мог бы поручить свои заграничные операции доверенным лицам. Но какая страна — «заграница» для этого космополита? Швеция — место его рождения; в России живут его братья и многочисленные друзья, в русские предприятия им вложены значительные средства; в Германии — его крупнейшая фирма и технический центр; в Париже — его дом и лаборатория; в Шотландии — его летняя усадьба: в Швейцарии — его вилла и во всех странах мира — его предприятия. Одинаково свободно он говорит на любом языке и, кажется, ни одной стране не отдает предпочтения. «Моя родина там, где я работаю, а работаю я повсюду».

Ко второй половине семидесятых годов сеть нобелевских предприятий разрослась настолько, что они стали конкурировать не только с другими фирмами, но и... между собой. Перед их владельцем стала сложная задача — навести порядок в собственном доме. Динамитный король принялся за объединение своих владений

в единую державу. В 1886 году эти усилия завершились созданием двух гигантских международных трестов — Англо-Германского и Латинского. Первому из них, насчитывавшему 47 предприятий, принадлежали, помимо немецких и британских фирм, фабрики в Мексике, Бразилии и Чили, а впоследствии и в Австралии. Латинский трест объединял 28 заводов во Франции, Италии, Швейцарии, Испании, Алжире, Тунисе и других местах. В год смерти Нобеля в различных странах мира действовало 93 его предприятия, производивших не только динамит, но и сопутствующие материалы: азотную кислоту, глицерин, удобрения, медные сплавы, проволоку, кабель, нитроглицерин, нитроцеллюлозу и все виды взрывчатых веществ и детонаторов. Кроме предприятий Нобеля, десятки заводов получали взрывчатые вещества по его патентам.

Не лишена интереса дальнейшая судьба основанных Нобелем предприятий. В годы первой мировой войны Англо-Германский трест, естественно, распался. По иронии судьбы, а точнее — по законам капиталистического мира, предприятия, принадлежавшие в свое время Нобелю, работали с полным напряжением, чтобы уничтожить нобелевские предприятия по другую сторону фронта.

Конец войны не вернул динамитному колоссу единства. Двуглавая гидра, рассеченная надвое, превратилась в могучих драконов, готовых пожрать друг друга. Между тем закон концентрации капитала продолжал действовать с прежней неумолимостью. В двадцатые годы Английский динамитный трест объединился с двумя другими крупными компаниями, образовав могущественную корпорацию «Империял кемикл индастриз», существующую поныне и являющуюся одной из десяти крупнейших монополий мира. В ее Нобелевском отделении работает десять тысяч человек, в том числе восемьсот научных сотрудников.

Германский Нобелевский трест стал составной частью всемирно известного «ИГ-Фарбениндустри». Большинство предприятий бывшего Латинского треста составили фирму «Сосьете Нобель — Бозель», взявшую под контроль восемнадцать предприятий во Франции, Алжире и Тунисе.

В 1865—1873 годах главный штаб Нобеля находился в Гамбурге, но после того как деятельность Альфреда

приобрела международный размах, он перенес свою ставку в Париж.

Даже в зените славы ничто в облике и поведении Нобеля не выделяло его среди прочих смертных. К своим многочисленным орденам, почетным титулам и отличиям он относился с юмором:

«Мои награды мне дали не за взрывчатые вещества. Шведский орден Полярной звезды я заслужил благодаря своему повару, чье искусство угодило одной высокопоставленной особе. Французский орден я получил благодаря близкому знакомству с министром, бразильский орден Розы — потому что меня случайно представили бразильскому императору. Что же касается знаменитого ордена Боливара, то я удостоился его потому, что мой друг хотел показать, как добываются там ордена».

Лишь оспаривание его изобретательских прав всегда задевало самолюбие Нобеля, и он не упускал случая поиздеваться над тугодумами из патентных бюро, отказывавшихся иногда признать справедливость его требований:

«Если бы они существовали во времена Уатта, он бы никогда не получил патента на свое изобретение. Они бы сказали ему, что вода известна, пар известен, его конденсация известна, и, следовательно, было бы абсурдно называть паровую машину изобретением».

Нобель был блестящий и остроумный собеседник, но всю жизнь предпочитал уединение. Он не имел даже личного секретаря и писал, копировал и регистрировал все письма собственноручно — немалая работа, если учесть его занятость. Он применял своеобразную классификацию личных писем: «От мужчин», «От женщин» и «Письма с просьбами». Последняя связка была значительно толще других.

При жизни Нобеля не было сделано ни одного его портрета. Каждый раз, когда он бывал в Петербурге, Людвиг просил брата позировать их общему другу, знаменитому художнику Владимиру Егоровичу Маковскому, но Альфред неизменно отказывался. Зато во всей полноте предстает перед нами его многогранный внутренний облик. Оставшиеся после него тысячи писем, всегда с безупречным литературным изяществом написанные на языке адресата, создают яркий образ неутомимого труженика, разностороннего ученого, образован-

ного мыслителя, энергичного организатора, пронзительного ироничного человека, понимающего людские недостатки и умеющего относиться к ним снисходительно. Многие их строчки пронизаны пессимизмом, вызванным постоянным одиночеством:

«Последние десять дней я болел и должен был оставаться дома в обществе только лакея. Никто даже не справлялся обо мне. Кажется, мне теперь гораздо хуже, чем полагает врач, так как постоянная боль упорно не оставляет меня. К тому же мое сердце тяжело, как свинец. Когда в возрасте пятидесяти четырех лет тебя оставляют таким одиноким на свете и только наемный слуга добр к тебе, тогда приходят тяжелые мысли — тяжелее, чем большинство людей могут себе представить...»

Лишь книги всегда оставались любимыми друзьями Нобеля. Очень часто цитирует он в письмах Шелли, Байрона, Ибсена, Гюго (с которым он был хорошо знаком лично). Из русских писателей он больше всего любил Тургенева.

Гостям парижского особняка Нобеля бросались в глаза только парадные апартаменты, оранжереи для орхидей и конюшни для породистых лошадей. Но, подобно замку Синей Бороды, этот дом имел заветные покои, о существовании которых посторонние даже не имели представления. Лишь посвященные знали, что здесь, в маленькой, но хорошо оборудованной домашней лаборатории неутомимо работают два химика — сам Нобель и его ассистент Ференбах, опытный и добросовестный исследователь, сотрудничавший со своим патроном восемнадцать лет.

В первые годы работы в Париже изобретатель пытается найти замену динамиту. Сколь это ни кажется странным, динамит удовлетворяет всех, кроме его творца. Нобелю не нравится, что динамит хоть и много мощнее пороха, все же несколько слабее нитроглицерина. Кизельгур, впитывая в себя жидкую взрывчатку, отнимает у нее часть ее богатырской силы. Динамит неудобен в применении под водой, портится при долгом хранении, теряя нитроглицерин, особенно при сжатии. Недостатки разрывного масла — жидкого текучего продукта — и тут давали себя знать. Ученый хорошо понимал, каким шагом вперед было бы получение вместо жидкой взрывчатки хотя бы студнеобразной.



В поисках нового взрывчатого вещества Нобель обращается к почти забытому пироксилину. За четверть века, прошедших со времени получения его Шенбейном, ничего не изменилось. Взрывчатая вата по-прежнему остается непригодным для пороходелия веществом. Когда-то, создавая динамит, Нобель попытался пропитать ее нитроглицерином и даже взял на это патент. Но брак нитроклетчатки с нитроглицерином оказался непрочным, их союз — недолговечным: вата плохо удерживала масло, и взрывоопасность их еще больше увеличивалась.

В Париже экспериментатор вернулся к своей заманчивой идее объединить самые мощные взрывчатки. На этот раз он добавляет не масло к пироксилину, а пироксиллин к маслу в тщетной надежде получить густой коллоидный раствор. Однажды во время очередного неудачного опыта Нобель порезал палец и заклеил его коллодием. Ночью боль не давала ему спать, и он снова — уже в который раз — принялся обдумывать причины своих неудач. И тут ему пришла мысль использовать вместо пироксилина коллодий — тот самый, которым он заклеил рану.

Коллодий в химическом отношении очень близок к пироксилину. Однако в отличие от взрывчатой ваты коллоксиллин легко растворяется во многих органических растворителях, образуя густые клейкие массы. Нобель предположил, что коллодий должен хорошо совместиться и с нитроглицерином. Как только ему пришла в голову эта идея, он сразу же бросился в лабораторию. К утру уже все было готово. Когда Ференбах пришел на работу, он увидел своего шефа, склонившегося над стеклянной пластиной, на которой лежал комоч студнеобразного прозрачного желтоватого вещества, похожего на плотное персиковое желе. Ференбах отрезал ножом кусочек студня и сделал первый пробный взрыв. Так была создана новая удивительная взрывчатка — гремучий студень. Это произошло в 1875 году.

Гремучий студень сразу получил широкое распространение. Благодаря ему строительство Большого Сен-Готардского туннеля было закончено на три года раньше срока. Гремучий студень не боится воды и оказался незаменимым при взрывах под водой и в обводненных скважинах и пластах. Динамиты тоже стали готовиться на основе желатинированного, загущенного нитроглицерина и благодаря этому приобрели большую

устойчивость и безопасность. Такие динамиты, так же как и гремучий студень, применяются и в наши дни.

В 1887 году Нобель наносит последний удар дымному пороху: после длительных исследований в его лаборатории рождается новое метательное взрывчатое вещество — долгожданный бездымный порох, мощный, надежный, безопасный. Однако единственное крупное изобретение военного характера не принесло его творцу удачи. В Париже по причинам, о которых будет сказано дальше, не захотели признать баллистит (так был назван новый порох) и обвинили Нобеля во враждебной деятельности против Франции, а в Англии началось долгое и неприятное разбирательство о патентных правах и приоритете. Эта тяжба больно ранила самолюбие Нобеля. Между тем изобретателя ждали новые удары. В 1888 году в Канне умер его брат Людвиг. Мировая печать часто путала двух могущественных магнатов, и многие газеты поспешили посвятить Альфреду прочувствованные некрологи, которые он прочел со смешанным чувством горечи и любопытства. В следующем году Нобель потерял последнего близкого человека — свою мать, к которой он был горячо привязан. В полном одиночестве он встретил новую грозу, которая обрушилась на него через несколько месяцев: директора его французской компании, увлекшись незаконными биржевыми операциями, привели ее к финансовому краху.

Весть об этом застала Нобеля в Гамбурге. Сначала он считал себя полностью разоренным и собирался даже просить место химика на одном из своих немецких заводов. Но убытки оказались не столь значительными. Нобель распутал дело со свойственной ему энергией и решительностью. Потери были восполнены займами. Все члены правления компании были смещены. Алчные директора, которым Нобель ранее безусловно доверял и чья продажность огорчила его больше, чем потеря нескольких миллионов, были заменены.

Тем временем во Франции не прекращалась травля Нобеля, которому не могли простить баллистит. Его домашняя лаборатория и частные полигоны для испытания оружия были закрыты, а их имущество конфисковано под предлогом, что проводившиеся там работы «угрожали безопасности Франции». В борьбу против Нобеля включились и смещенные им директора, среди которых были влиятельные сенаторы. В этих условиях Но-

бель не мог больше оставаться в Париже. Уже немолодой, тяжело больной, одинокий, обманутый теми, кому он доверял, измученный тяжбами, досаждаемый клеветниками, он решил оставить дела и покинуть город, бывший ему родным домом восемнадцать лет.

В 1891 году он переселился в Италию. Здесь, в курортном городке Сан-Ремо на берегу Средиземного моря, он купил красивое имение, окруженное большим парком. Оно называлось первоначально «Мое гнездо», но когда один из знакомых Нобеля шутливо заметил, что в гнезде должны жить две птицы, а не одна, хозяин изменил название на «Вилла Нобель».

Покидая Париж, Нобель принял еще одно важное для себя решение:

«Я сыт по горло торговлей взрывчаткой, где вечно приходится иметь дело с несчастными случаями, ограничениями, канцелярской волокитой, педантами, бравированием и подобной чепухой. Я мечтаю о покое и хочу посвятить себя научным исследованиям, что невозможно, когда каждый день приносит новые тревоги... Я хочу абсолютно удалиться от дел. Для меня пытка выступать примирителем в гнезде стервятников. Нет никакой причины для того, чтобы я, никогда не учившийся коммерции и ненавидящий ее всем сердцем, занимался этими делами, в которых я разбираюсь немного больше, чем человек с луны».

Перед переездом в Сан-Ремо Нобель вышел из правлений всех компаний, в которых он состоял. Из Парижа уехал промышленный магнат, в Сан-Ремо прибыл любознательный ученый. В тени апельсиновой рощи, среди цветов, которые Нобель так любил и которыми окружал себя всю жизнь, он снова строит себе лабораторию — уже третью по счету. В ней разворачиваются широкие исследования. Интересы его не ограничиваются взрывчатыми веществами. Он разрабатывает новые виды артиллерийского оружия; ищет и находит новые растворители для нитроклетчатки; по примеру знаменитого французского химика Анри Муассана (впоследствии нобелевского лауреата) пытается получить искусственные драгоценные камни; работает над улучшением телефона, фонографа, ламп накаливания; изыскивает новые виды легких сплавов; изобретает и конструирует летательные аппараты, в том числе крупную ракету («воздушную торпеду»), пролетевшую четыре километра; пробует

и не без успеха — получить искусственное волокно; предлагает идею аэрофотосъемки; исследует электрохимические методы производства соды и поташа; разрабатывает теорию горения пороха.

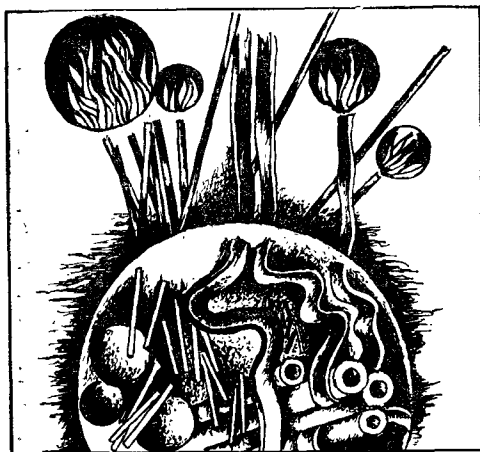
Последнее важное изобретение Нобеля датировано годом его смерти. Это так называемый «прогрессивно горящий порох», чрезвычайно нужный в артиллерийском деле. Производство его немедленно начали многие заводы еще при жизни изобретателя.

Бури, бушевавшие над его головой в последние годы, утихли. Страсти, кипевшие вокруг биржевого скандала, улеглись; дело о бездымном порохе было забыто; тяжба в Англии закончена; заводы Нобеля процветали и приносили ему все большие доходы; тяготы администрирования больше не беспокоили его. Казалось, ничто теперь не может ему помешать посвятить свои дни плодотворным научным изысканиям, счастливому безмятежному отдыху. Но этих дней у Нобеля оставалось очень немного. Здоровье его резко ухудшалось. Когда больному становилось особенно плохо, врачи предписывали ему внутрь... нитроглицерин. Однако старый знакомый Нобеля, с которым он работал сорок лет и который принес ему известность и богатство, не мог вернуть ему здоровья. Для облегчения сердечного приступа нужна всего одна капля этого лекарства, но все фабрики Нобеля были уже не в силах отдалить неотвратимый конец.

Изобретатель работал до последнего часа. 7 декабря 1896 года он выразил в письме к другу сожаление, что не может продолжать работу над новой взрывчаткой: «К несчастью, мое здоровье опять плохо, но как только смогу, я снова вернусь к интересующему нас предмету».

Письмо осталось неотправленным. Через несколько минут он был поражен кровоизлиянием в мозг, и 10 декабря скончался. Его останки были перевезены в Швецию и после кремации с почестями помещены 29 декабря в семейную могилу на стокегальмском Северном кладбище, где были похоронены его родители и младший брат Эмиль-Оскар.

Нобель встретил свой смертный час, как и жил, — в полном одиночестве. Как он и предвидел, рядом с ним не было «близкого друга или родственника, чья добрая рука закроет в назначенный день глаза и прошепчет мягкие и сердечные слова утешения».



ОГОНЬ БЕЗ ДЫМА

С середины XIX века в исследовательских лабораториях крупнейших стран мира шли лихорадочные поиски бездымного пороха, и велись они уже достаточно осознанно. Химия и баллистика достигли высокого уровня; недостатки дымного пороха были известны; основные принципы получения бездымных взрывчатых веществ также были понятны; необходимое сырье — нитроклетчатка и нитроглицерин — было открыто. Тем не менее получение бездымного пороха оказалось труднейшей научно-технической задачей, для решения которой были привлечены лучшие химики того времени.

Чтобы победить, нужно стрелять дальше и точнее противника. А дымный порох со времен Бертольда Шварца не изменился и не мог измениться. Он достиг своего потолка уже много столетий назад и на фоне технических достижений XIX века начинал превращаться в анахронизм. К чему скорострельные винтовки, мощные орудия, точные калибры — ведь выше потолка не прыгнешь, дальше, чем позволяет порох, не выстрелишь. Беда пороха была не только в том, что он давал густой белый дым и черный нагар. Ведь при сгорании пороха только сорок процентов его превращается в газы; остальное переходит в твердые вещества, не имеющие метательной силы. Об этой стороне изысканий новых видов пороха хорошо сказал Менделеев:

«Черный дымный порох нашли китайцы и монахи — чуть ли не случайно, ощупью, механическим смешением, 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 метров в секунду».

История создания бездымного пороха начинается, пожалуй, с опытов Гийома Леблона в середине XVIII века. Леблон родился в 1704 году в Париже и умер в 1781 году в Версале. Значительную часть своей долгой жизни он посвятил теории военного дела. Книги его давно канули в Лету, но одна небольшая, даже не подписанная им статья в «Энциклопедии» сохранила его имя для потомков. В ней Леблон сообщает об испытании порохов различного состава. Ему удалось получить метательную взрывчатку, дающую мало дыма, не содержащую серы и немного превосходящую по мощности обычный порох. Открытие Леблона, сделанное в 1756 году, на целый век опередило потребности эпохи: бездымными порохами заинтересовались только столетие спустя.

Следующими важными вехами в истории бездымного пороха являются открытия коллоксилина, нитроглицерина и пироксилина. Но открыть вещество, способное взрываться, — еще не значит создать взрывчатое вещество. Нужно еще преодолеть труднейшие, а иногда и совсем неразрешимые проблемы. Мы убедились в этом на примере нитроглицерина. От пироксилина Шенбейна до пироксилинового пороха Вьеля нужно было пройти еще долгий нелегкий путь, путь проб и — увы — ошибок.

Когда Шенбейн предложил ряду стран купить у него секрет производства пироксилина, Пруссия, Бавария и Австрия образовали объединенную комиссию для рассмотрения этого вопроса. Наиболее влиятельным членом комиссии был уже известный нам Юстус Либих, президент Баварской академии наук. Он относился к новому взрывчатому веществу (и, кстати, к его творцу) весьма прохладно. То ли взрывы, дискредитировавшие пироксиллин, то ли авторитет знаменитого Либиха побуждали комиссию отклонить предложение Шенбейна.

Но мнение комиссии не было единогласным. Один

из ее членов, барон фон Ленк, представлявший интересы Австрии, оказался горячим приверженцем пироксилина и продолжил переговоры с Шенбейном уже только от имени своей страны. Эти переговоры завершились покупкой патента на взрывчатый хлопок за тридцать тысяч гульденов. Ленк чрезвычайно много сделал для того, чтобы вдохнуть жизнь в казавшийся обреченным пироксилин. Образованный артиллерист, неплохой химик, неутомимый организатор, занимавший к тому же видное положение в армии и при австрийском дворе, он развернул широкие исследования в попытках получить порох из пироксилина.

«Приняв дела» от Шенбейна, Ленк обнаружил, что с пироксилином предстоит еще непочатый край работы. Прежде всего — и в этом его основная заслуга — Ленк разработал безопасный промышленный метод производства пироксилина: допускать, чтобы пироксилиновые заводы взрывались и далее, было нельзя. Затем Ленк сконструировал артиллерийские орудия, специально предназначенные для новой взрывчатки и не разрывавшиеся при выстреле. Однако пороха Ленк все же не выдумал. Пироксилин по-прежнему оставался неоднородным рыхлым продуктом, не слишком пригодным для стрельбы. После катастрофического взрыва пироксилинового склада близ Вены в 1862 году бесплодность дальнейших попыток получения бездымного пороха стала очевидной. Распоряжением австрийского правительства всякие опыты в этом направлении были прекращены сначала в военных целях, а после нового большого взрыва в 1865 году — «окончательно». Вслед за благочестивым Шенбейном Ленк мог бы произнести слова из священного писания: «Нам дано трудиться, но не дано видеть плодов трудов наших».

Тем не менее Ленк не отступил. Он сумел заинтересовать своими проектами Наполеона III, получил от него поддержку и продолжал исследования во Франции. Из несчастных случаев и взрывов были извлечены уроки. Оказалось, что при хранении разлагается и взрывается лишь плохо промытый пироксилин. Поэтому в дальнейшем длительная (иногда многонедельная) промывка стала обязательной стадией производства пироксилина.

Повторяем, Ленк не выдумал пороха. Но его роль как одного из создателей новых метательных взрывча-

ток является общепризнанной. Вера австрийского артиллериста в успех пироксилинового пороха, его неутомимые исследования, разработка им промышленного способа производства пироксилина имели большое реальное значение и были высоко оценены другими учеными, в том числе и создателями русского пороха Менделеевым и Чельцовым.

Широкое практическое применение пироксилину удалось найти не Ленку и не в Австрии. Сделано это было в Англии Фридрихом Абелем. Свои опыты над пироксилином он начал в 1862 году — в тот год, когда Австрия их прекратила. Имя Абеля в ту пору еще не гремело на всю Европу, но уже тогда он был прекрасным химиком и знатоком своего дела. Биография Абеля до невероятности бедна внешними событиями. Он родился и всю свою жизнь проработал в Вульвиче — небольшом городке близ Лондона, слившемся теперь с английской столицей Вульвич невелик, но он известен всей Англии своими вековыми традициями. Своего рода британская Тула. Еще в 1683 году здесь появился первый в Англии завод по изготовлению пушечных лафетов, а затем и самих пушек. Естественно поэтому, что именно в Вульвиче расположился впоследствии Главный штаб британской артиллерии, а в 1805 году обосновался Королевский арсенал. Еще раньше там была организована Военная академия. В ней-то и стал с 1852 года преподавать молодой Абель химию, после того как закончил Политехнический институт и Химический колледж. В Военной академии двадцатипятилетний химик «по долгу службы» заинтересовался взрывчатыми веществами (впрочем, чем еще мог интересоваться коренной житель Вульвича?) и с тех пор посвятил их изучению всю свою жизнь. Скоро он стал наиболее влиятельным и компетентным специалистом Англии по пороховому делу, консультантом правительства, председателем Комитета по взрывчатым веществам, состоявшего из четырех членов и руководившего всеми британскими исследованиями в этой области. За полвека непрерывного труда (Абель умер в 1902 году) он успел сделать очень многое. Его работы по теории горения пороха и детонации взрывчатых веществ были известны каждому артиллеристу. Он предложил остроумный метод определения устойчивости взрывчатых веществ («проба Абеля»). До сих пор во всех странах мира применяется метод Абеля для определения темпера-

туры вспышки жидких горючих. Заслуги английского ученого были признаны широко и немедленно, и ему не пришлось жаловаться на невнимание современников и утешать себя надеждами на посмертную славу. В 1860 году — в возрасте всего тридцати трех лет — он был избран в Королевское общество. Вскоре Абель стал также президентом английского Химического общества, президентом Общества химиков-технологов, президентом Института железа и стали, почетным доктором Оксфордского и Кембриджского университетов. Своим «собратом по науке» его назвал сам Менделеев. За выдающиеся заслуги Абель в 1893 году был удостоен звания баронета и стал именоваться «сэр Фридрих». Друзья, однако, считали, что Фридрих избрал для себя ложный путь и что его истинное призвание — музыка. Действительно, в исполнительском мастерстве Абель превосходил любого профессионала, но, видимо, горящий фитиль у пороховой бочки дарит более сильные ощущения, чем напряженное внимание зрительного зала, а гул мощного взрыва иногда впечатляет больше, чем грозный аккорд Бетховена. Во всяком случае, этот Паганини пороха виртуозно сыграл свою партию в ансамбле выдающихся творцов взрывчатых веществ. Несмотря на отдельные заблуждения, связанные со своекорыстными мотивами и личными антипатиями (как это мы уже видели и еще увидим на примере его отношений с Нобелем), Абель оставил заметный след в истории техники.

В 1868 году, когда больной Шенбейн, простудившись при возвращении с курорта, умирал в чужом городе, Абелю уже удалось разработать метод получения прессованного пироксилина, который, в отличие от взрывчатой ваты Шенбейна, стал пригоден для промышленного применения. Остроумный способ Абеля был несложен и безопасен. Он напоминал производство бумаги. Пироксилин размельчался в воде (во влажном виде он совершенно безобиден) до его превращения в однородную кашу, после чего из него формовались листы, бруски и пашки — совсем как при изготовлении картона или папье-маше. Такой пироксилин сохранял еще волокнистое строение и сгорал недостаточно равномерно, что не позволяло использовать его в качестве пороха. Однако для промышленных целей — в качестве дробящего вещества в горном деле — его можно было применять успешно и совершенно безопасно. Достаточно было приобрести

голландер (машину, применяемую в бумажном производстве), внести в него кое-какие изменения, и можно было начинать дело.

Прессованный пироксилин нашел довольно широкое применение, однако решающий коммерческий успех новой взрывчатки был подорван (подорван в буквальном смысле слова) конкуренцией со стороны только что появившегося динамита. Вот почему с тех пор Абель видел в Нобеле и научного, и промышленного соперника.

Несмотря на очевидные достижения в освоении пироксилина, все-таки и не Абелю выпала честь создания первого бездымного пороха. Решающий успех пришел к французам, и добились они его не случайно. Исследования пироксилина, перенесенные Ленком во Францию, были продолжены Управлением порохов и селитр с должной основательностью и размахом. Во главе работ по взрывчатым веществам во Франции стоял Марселен Бертло — один из самых могучих умов прошлого века, вооруживший исследователей первой научной теорией взрыва и экспериментальными методами его изучения. Благодаря Бертло Управление порохов обладало лучшими в мире лабораториями и приборами. В испытании взрывчатых веществ с Бертло сотрудничал крупнейший специалист по баллистике и теории взрыва академик Жан-Роз Сарро, возглавлявший Институт порохов и селитр.

Задачу непосредственного получения бездымного пороха Бертло и Сарро возложили на молодого, но подающего большие надежды воспитанника Политехнической школы Вьеля. Поль-Мари-Эжен Вьель родился в 1854 году. По окончании Политехнической школы он сразу же выдвинулся в первые ряды исследователей взрывчатых веществ. Двадцати пяти лет он стал заместителем директора Центральной лаборатории порохов и селитр. В течение долгих лет тесного сотрудничества с Бертло он провел множество важнейших исследований в области детонации взрывчатых веществ, методики их исследования и испытания, теории горения порохов. Он установил так называемый «закон Вьеля», связывающий скорость горения твердых взрывчатых веществ с давлением. Но главной его заслугой, несомненно, является изобретение бездымного пороха.

Для решения кардинальной задачи создания пороха — образования совершенно однородной пироксилино-

вой массы — Вьель вознамерился применить чрезвычайный простой прием. Он хотел растворить пироксилин в подходящем растворителе, затем, отогнав растворитель, получить уже не волокнистую вату, а однородный плотный материал. План был хорош, но неясно было, как его осуществить. Упрямый «стрелятельный хлопок» упорно не хотел ни в чем растворяться. Лишь после долгих поисков Вьель нашел, что пироксилин не то чтобы растворяется, но по крайней мере набухает (да и то плохо) в смеси спирта и эфира. Еще одна продолжительная вереница бессонных ночей помогла Вьелю установить, что растворять нужно не чистый пироксилин, а смесь его с коллоксилином. Такая смесь, составленная в нужной пропорции, разбухает в спирто-эфирном растворителе, как желатин в воде, с образованием густой студнеобразной полупрозрачной однородной массы.

Желатинирование — главное условие получения хорошего плотного однородного пороха. В желатинировании, в подборе растворителей и условий растворения как раз и состоит сущность изобретения Вьеля. Студнеобразную массу можно формировать — продавливать через отверстия разных форм и размеров, подобно тому, как это делают с тестом при изготовлении макарон. Возможность формирования крупных зерен — важное достоинство бездымных порохов. Чтобы вытолкнуть тяжелый снаряд из длинного ствола дальнобойного орудия, нужно, чтобы порох горел в стволе достаточно долго. Поэтому зерна артиллерийского пороха делают довольно крупными — до двух сантиметров толщиной. Дымный порох не очень подходит для этой цели. Какие бы большие зерна из него ни делать, они в первый же момент взрыва сминаются в порошок, сгорающий быстрее, чем требуется.

Бездымный порох прочен, и из него легко формировать зерна любой толщины и конфигурации. Современный порох уже давно не «порох» — не порошок, а «зерна» — уже давно не зерна, хотя и по-прежнему так называются. Порох формуется в виде чешуек, струн, пластин, лент, макарон, многоканальных трубок, шашек, вес которых составляет иногда десятки килограммов, но по традиции все эти формы называют зернами.

После того как формирование закончено, необходимо отогнать из пироксилиновых зерен спирт и эфир. Но удалить растворитель из толстостенных зерен пороха не так-то просто, и Вьель не один год ломал голову над

решением этой проблемы. Сушка должна идти медленно, чтобы зерна не потеряли форму. Порох провяливают иногда много дней, затем вымачивают в воде, чтобы удалить остатки растворителя, потом снова сушат. Толстые шашки для реактивных снарядов таким способом получить вообще невозможно.

В окончательном виде пироксилиновый порох представляет собой упругие буроватые пластинки из рогообразного вещества, очень похожего на целлулоид, от которого он мало отличается и в прочих отношениях.

Вьель пришел к своему открытию в 1884 году. понадобилось сорок лет упорного труда исследователей многих стран, поиски, находки, потери, успехи и разочарования, а главное — жертвы, жертвы и снова жертвы, чтобы взрывчатая вата стала наконец метательным веществом. Пироксилиновый порох давал при горении не триста, а восемьсот литров газа на килограмм и позволял при том же давлении в стволе и при меньшем заряде вдвое увеличить начальную скорость снаряда. Не удивительно, что бездымный порох принес Вьелю известность, обеспеченность, орден Почетного легиона, высокие административные посты и кресло в академии. Однако новое изобретение еще много лет не было принято на вооружение. Основным недостатком пороха Вьеля было присутствие следов растворителя, который никак не удавалось отогнать полностью. Целых шесть лет спустя Менделеев сообщал русскому правительству, что успешные результаты Вьель получил, собственно, только при выделке ружейного пороха — тонких чешуек, из которых легко удалять растворитель. С более же крупнозернистым артиллерийским порохом долго еще продолжались неприятности. Не сразу удалось достичь и стабильности новой метательной взрывчатки. Например, в 1907 году из-за неустойчивости пороха взорвался зарядный погреб на французском броненосце «Иена», а в 1911 году по той же причине погиб броненосец «Либерте». Во время взрыва было убито более двухсот человек.

Французский инженер недолго наслаждался лаврами первооткрывателя. Его строго засекреченный порох проходил еще лабораторные испытания, когда он услышал неприятную весть: всего в нескольких кварталах от Арсенала, в доме на той же Малахов-авеню, где находилась и резиденция Управления порохов, создано новое метательное взрывчатое вещество. У Вьеля тем более

были основания для беспокойства, что он прекрасно знал научную и техническую квалификацию своего неожиданного соперника — ведь им был сам Альфред Нобель! Еще не зная ни свойств, ни состава нового пороха, Вьель начал и тайно и явно ему противодействовать.

Нобель пришел к своему очередному выдающемуся изобретению вполне закономерно. Еще при создании гремучего студня он понял, какие выгоды дает объединение нитроглицерина и нитроклетчатки. Однако трудности, возникавшие при сочетании этих самых мощных взрывчаток, казались непреодолимыми. Во-первых, пироксилин плохо растворим в нитроглицерине и с трудом образует студни; во-вторых, получающаяся взрывчатка обладает дробящим, а не метательным действием; в-третьих, промышленное производство такой смеси чрезвычайно опасно. После десятилетних поисков Нобель сумел найти ключ к решению всех этих проблем. К смеси коллоксилина и нитроглицерина он добавил небольшое количество камфары. Оказалось, что это вещество флегматизирует бурный взрывчатый темперамент мощной дробящей смеси и превращает ее в спокойно горящий порох, не боящийся к тому же никакой обработки. Тем не менее для вящей безопасности смешение составных частей пороха ведут под водой. Образовавшуюся смесь вальцуют на горячих вальцах, получая однородное коричневое полотно, которое сворачивают в рулоны. Продавливая готовую пороховую массу через отверстия, получают пороховые зерна нужной формы — ленты, трубки, стержни.

Из пороха Нобеля не нужно было удалять растворитель — нитроглицерин, потому что он сам является прекрасным взрывчатым веществом и только усиливает метательное действие пороха. Поэтому, в отличие от пороха Вьеля, его не нужно было неделями вялить, из него можно было получать зерна любых размеров и форм. Короче говоря, это был идеальный артиллерийский порох — мощный, бездымный, безопасный. Чтобы подчеркнуть метательное действие нового взрывчатого вещества, Нобель дал ему название «баллистит» (баллистами древние греки называли свои метательные машины).

Создание баллистита явилось причиной и началом серьезных неприятностей для Нобеля. Сначала Нобель предложил баллистит французскому Управлению порохов и селитр. Однако усилия этой организации были

направлены на доработку пироксилинового пороха Вьеля. Соображения национального престижа, сопротивление финансовых и военных кругов, личное влияние Вьеля, занимавшего значительное положение в Управлении порохов, привели к тому, что баллистит был встречен в штыки. Это дало Нобелю повод заметить, что «для всех правительств плохой порох с хорошими знакомствами лучше, чем хороший порох без этого существенного дополнения».

Получив отказ, изобретатель предложил свой патент итальянскому правительству, которое без проволочек начало производство баллистита. В Париже это событие было воспринято крайне болезненно. Италия считалась потенциальным противником Франции, и передача ей столь мощного оружия была признана враждебным актом по отношению к Французской республике. Пресса подняла против Нобеля бешеную травлю, поддержанную его конкурентами и соперниками. Изобретателя обвиняли в военном и промышленном шпионаже, воровстве патентов, оскорблении французских властей.

Не больше радости принес баллистит своему создателю и в Англии. Получив предложение Нобеля, правительство ее величества назначило для проверки нового пороха специальную комиссию во главе с Абелем — извечным антагонистом Нобеля. Никогда еще ни одна комиссия не знала столь усердного председателя. Абель проявил завидное рвение, дав себе труд не только убедиться в достоинствах баллистита (что, собственно, только от него и требовалось), но и тщательно изучить технологию его изготовления. Выяснив все подробности у Нобеля и проведя некоторые дополнительные исследования, Абель предложил свою разновидность нитроглицеринового пороха — кордит, лишь немного отличающийся от баллистита составом и способом получения. Кордит взял свое название от слова «струна», но не потому, что музыкальному Абелю его новое достижение чем-то напоминало скрипичные аккорды, а потому, что новый порох формовался в виде тонких длинных нитей — струн.

Под густым покровом военной тайны начались лихорадочные испытания кордита и его патентование в различных странах. Тем временем комиссия делала Нобелю все новые и новые запросы. Когда наконец все дело раскрылось, Английская динамитная компания

справедливо усмотрела в действиях Абея нарушение патентного права и подала на него в суд.

Громкое дело продолжалось три года. Стенографические отчеты процесса занимают несколько метров на полках британского суда. Широкие общественные и научные круги поддерживали Нобеля, но влиятельные политики, фабриканты и генералы стояли за «свой» порох. В конце концов, рассматривая дело с чисто формальной точки зрения, суд решил его не в пользу Нобеля. Тем не менее в ходе процесса была засвидетельствована решающая роль нобелевского открытия. Один из судей, лорд Кэй, в своей заключительной речи сказал, имея в виду Абея: «Совершенно ясно, что карлик, которому удастся забраться на плечи гиганта, может видеть дальше, чем сам гигант». Когда одна из английских фирм начала производить кордит, она по своей инициативе уплатила Нобелю крупную сумму, как бы признавая в нем истинного изобретателя этого вида пороха. В наши дни решающая роль Нобеля как творца нитроглицериновых порохов признана безоговорочно.

В дальнейшем баллистит производился в Италии, Германии, Австро-Венгрии, Швеции и Норвегии, кордит — в Англии, Японии и некоторых странах Латинской Америки. Франция и США (сказались давние связи порохового дела этих стран, установленные еще Лавуазье) остановились на пироксилиновом порохе Вьеля.

России производство бездымного пороха пришлось организовывать почти самостоятельно, и эта задача была выполнена быстро и своевременно. Кто не знает знаменитую русскую винтовку «образца тысяча восемьсот девяносто первого года дробь тридцатого» — легендарную трехлинейку, воспетую в стольких солдатских песнях, честно и беспорочно несшую службу в нашей армии в течение шестидесяти лет? Дата ее рождения — 1891 год — не случайна. Новые пороха требовали нового оружия, и переоснащение русской армии началось, разумеется, с винтовок. Трехлинейка была первым огнестрельным оружием, предназначенным специально для бездымного пороха. Ее разработка началась сразу, как только стало известно о появлении во Франции новых порохов. Летом 1888 года Охтенскому пороховому заводу был дан приказ изготовить для испытаний новой винтовки опытную партию бездымного пороха. Уже в конце этого же года первый русский бездымный порох

(типа пироксилинового) был получен. Руководил этими работами капитан З. В. Калачев.

З. В. Калачев родился в 1853 году. Блестяще закончив сначала военную гимназию, затем артиллерийское училище и, наконец, Артиллерийскую академию, он был направлен на Охтенский завод, где скоро стал начальником «мастерских всех испытаний пороха». Некоторое время получением бездымного пороха на заводе руководили приглашенные из Франции специалисты. Они не проявляли особого рвения, и контракт с ними не был возобновлен. После того как в 1891 году во главе пироксилинового отдела завода стал Калачев, выработка бездымного пороха была быстро освоена.

Хуже обстояло дело с артиллерийским порохом, особенно для морских орудий крупных калибров. Пироксилиновый порох, как мы теперь знаем, в те годы не удавалось еще получить в виде достаточно крупных зерен. В 1890 году морской министр Чихачев обратился с просьбой о помощи к Дмитрию Ивановичу Менделееву.

Создание бездымного пороха было лишь одним из этапов многогранной деятельности Менделеева. Всемирную известность ему принесли разработка теории водных растворов, установление существования абсолютной температуры кипения, вывод общего уравнения состояния газов. Его учебник «Основы химии» («любимое дитя мое, мой образ, мой опыт педагога, мои задушевные научные мысли») воспитал целые поколения химиков, физиков, биологов. Но главным его творением был, разумеется, Периодический закон.

История жизни Д. И. Менделеева достаточно хорошо известна, и мы напомним ее лишь в самых общих чертах. Он был последним, четырнадцатым ребенком в семье тобольского учителя гимназии — «последышем», как он часто себя называл.

Вскоре после рождения Мити его отец ослеп, и заботы о пропитании многочисленной семьи взяла на себя мать. Управляя крошечным стекольным заводиком, принадлежавшим ее брату, она кое-как сводила концы с концами и даже сумела дать своим детям хорошее образование. В 1850 году она поехала с шестнадцатилетним Дмитрием в Петербург и устроила сына в Педагогический институт. Осенью того же года она умерла. Много лет спустя Менделеев написал такое посвящение к одной из самых главных своих работ:



«Это исследование посвящается памяти матери ее последышем. Она могла взрастить его только своим трудом, ведя заводское дело; воспитывала примером, исправляла любовью и, чтобы отдать науке, вывезла из Сибири, тратя последние средства и силы.

Умирая, завещала: ...настаивать в труде, а не в словах, и терпеливо искать научную правду... Заветы матери считает священными Д. Менделеев».

В Педагогическом институте Менделеев занимался на физико-математическом факультете. Среди его учителей был выдающийся исследователь, лучший ученик самого Либиха, «дедушка русской химии» Александр Абрамович Воскресенский. Именно благодаря Воскресенскому Менделеев увлекся химией.

В 1855 году Менделеев окончил институт и получил назначение в Симферополь, на должность преподавателя гимназии. Его не случайно направили на юг: считалось, что он неизлечимо болен туберкулезом. В Симферополе приготовившемуся к смерти Менделееву удалось встретиться со знаменитым хирургом Николаем Ивановичем Пироговым, возвращавшимся с Крымской войны. Легендарный врач нашел у молодого учителя неопасный порок сердца и пообещал ему долгую жизнь, дав несколько неоценимых советов. Благодарность к Пирогову Менделеев сохранил на всю жизнь.

Звезда Менделеева начала восходить очень быстро. В 1856 году он защитил магистерскую диссертацию и переехал в Петербург. Затем последовал Гейдельберг, работа в лаборатории Бунзена, знакомство и дружба на всю жизнь с Бородинным и Сеченовым, участие в международном съезде химиков в Карлсруэ, начало преподавания в Петербургском университете. Начинаяший профессор жил в нищете, скромное жалованье уходило на реактивы и приборы, часто ему не на что было даже поест, и он обедал по очереди у знакомых. Великий ученый до конца жизни отличался бескорыстием. Своими консультациями он обогащал промышленников, приносил немалые доходы и государственной казне. Некоторые его советы стоили десятки тысяч рублей, приносили солидные состояния. Сам же Менделеев лично для себя не извлек из своей научной деятельности ни рубля прибыли, хотя имел для этого все возможности.

Дмитрий Иванович не был кабинетным ученым и прекрасно знал родную страну и ее нужды. По заданию

правительства или по просьбе крупных заводчиков он совершал деловые поездки в различные области России (Баку, Ярославль, Урал) и за границу — во Францию, Англию, Америку. Он поднимался на воздушном шаре, проводил социологические исследования, составлял новые торговые тарифы, консультировал налоговую политику правительства. Велик его вклад в развитие нефтяной, содовой и многих других отраслей русской промышленности. Он был одним из организаторов Русского физико-химического общества (ныне Всесоюзное химическое общество имени Д. И. Менделеева). В 1869 году оно насчитывало всего тридцать пять членов, теперь в его рядах сотни тысяч инженеров и ученых.

Деятельность Менделеева — выдающегося гражданина, страстного публициста, горячего поборника прогресса отечественной промышленности — не могла не вызывать противодействия консервативных политических и академических кругов. Когда в 1880 году Бутлеров в очередной раз предложил Академии наук кандидатуру Менделеева, творец Периодического закона был «признан неизбранным». Это позорящее академию решение, вынесенное реакционными иноземцами, вызвало бурю негодования всей России. Все русские университеты избрали Менделеева своим почетным профессором. Он стал также членом Лондонского Королевского общества, Парижской, Римской, Копенгагенской, Берлинской и других академий Европы и Америки, почетным доктором Геттингенского и других университетов. В 1890 году в знак протеста против действий министра просвещения Делянова Менделеев ушел из Петербургского университета, которому он отдал почти тридцать лет своей жизни. В это трудное для него время военный и морской министры и обратились к нему за помощью в создании пороха. Менделеев понимал важность предложенного ему дела для обороны страны и, несмотря на нанесенные ему обиды, в докладной записке на имя военного министра написал: «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».

Прежде всего Менделеев отправился в Париж и Лондон для ознакомления с пороховым делом Европы. Ши-

роко распространена легенда, что он остроумно разгадал рецепт пороха Вьеля, изучив статистику французских железных дорог и подсчитав все грузы, поступавшие по ветке, ведущей к пороховому заводу. Этот красивый домысел не имеет под собой никакого основания, да Менделееву и не нужно было заниматься подобными расчетами. Член Парижской академии наук и Лондонского Королевского общества, личный друг Марселена Бертло, он мог рассчитывать на самый теплый прием и во Франции, и в Англии. В Лондоне Фридрих Абель оказал ему полное содействие, а в Париже Менделееву не только показали все, что он хотел, но и подарили немного ружейного пороха — «как научный образчик для личного употребления». Вскоре Менделеев мог уже сообщить, что «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, руководствуясь полученным образцом, я думаю, что возможно не только достичь результата, равного французскому, но и пойти дальше».

Вернувшись на родину, Менделеев развил активную деятельность сразу в нескольких направлениях. Прежде всего он организует при морском министерстве образцовую научно-техническую лабораторию по исследованию взрывчатых веществ. Одновременно он пишет капитальный труд «Об экономических условиях приготовления принятого для перевооружения русской армии бездымного пороха». В этой объемистой работе, которую он сам скромно назвал «Запиской», Менделеев изложил широкий, детально обоснованный план организации массового производства русского пороха, независимого от иностранных держав.

Будучи за границей, Менделеев обратил внимание на чрезвычайно опасную операцию — сушку пироксилинового пороха, вызывающую частые пожары с большим числом жертв. Ученый предложил заменить сушку пироксилина обезвоживанием его спиртом, что является совершенно безопасным. С тех пор во всем мире эта стадия производства пироксилина проводится только по способу Менделеева.

Но главное, над чем работает в эти месяцы Менделеев, — получение нового вида пороха. Именно это он

имел в виду, когда собирался «пойти дальше» французов. Логический ход его мысли был примерно таков. Пироксилин — нитроклетчатка, содержащая тринадцать с половиной процента азота, — хорошо взрывается, но плохо растворяется, и потому из него очень трудно делать порох. Коллоксилин с его одиннадцатью-двенадцатью процентами азота прекрасно растворим, но является не слишком сильной взрывчаткой. Для этого ему не хватает кислорода, вводимого вместе с азотом. Вот если бы можно было получить продукт, еще растворимый как коллодий, но уже взрывчатый, как пироксилин...

И Менделеев создал такой продукт, назвав его пирокolloдием, потому что он объединял свойства и пироксилина и коллодия. В создании пирокolloдия Менделееву активно помогал профессор Иван Михайлович Чельцов, крупный химик и взрывник, автор капитального двухтомного курса по взрывчатым веществам.

Пирокolloдий содержал двенадцать с половиной процентов азота, обладал мощной взрывчатой силой и растворялся в спирто-эфирной смеси, «как сахар». Он оказался прекрасным исходным материалом при изготовлении пороха для оружия любых калибров.

Вплоть до 1893 года шли интенсивные работы по испытанию и проверке нового пороха. Комиссия морской артиллерии во время опытной стрельбы установила, что канал двенадцатидюймового орудия «был так чист, что не пачкал носового платка» и что порох обнаружил «бесплодные баллистические свойства». Руководитель опытов адмирал С. О. Макаров телеграммой поздравил Менделеева с выдающимися результатами.

В дальнейшем, однако, дело застопорилось. Между военным и морским министерствами возникли разногласия. Охтенский пороховой завод не проявил заинтересованности в новом порохе и заявил, что «пироксилиновый порох вполне тождествен с пирокolloдием» и что в последнем нет «никакой новизны». Волокита продолжалась еще много лет. Готовились все новые партии пирокolloдия, проводились все новые испытания, заседали различные комиссии и комитеты. В 1894 году, чувствуя враждебное отношение руководителей артиллерии, Менделеев был вынужден уйти из созданной им лаборатории. Консерватизм высшего офицерства, интриги иностранных фирм, добивавшихся в России выгодных пороховых заказов, влияние царского двора, в котором были

и прогерманская и профранцузская партии, но не было партии русской, предательство части генералитета, приведшее потом Россию к тяжелым поражениям в войне с Японией и Германией,— все это послужило причиной того, что порох Менделеева на его родине не нашел признания. Воистину нет пророка в своем отечестве... В 1907 году Морской пироксилиновый завод, производивший пирокolloдиевый порох, был закрыт. Заказы на крупные партии артиллерийского пороха были переданы в Германию.

За эту недальновидную политику царскому правительству скоро довелось жестоко расплатиться. Во время войны с Германией пирокolloдиевый порох пришлось заказывать в... Америке, потому что уже в 1895 году предприимчивые американские офицеры Бернаду и Конверс взяли на пирокolloдиевый порох патент. Они не скрывали, что основой их изобретения были работы русского ученого. Слова Менделеева, сказанные им еще в 1893 году, оказались пророческими: «Мне кажется особо печальною та возможность, что пирокolloдийный порох будет держаться у нас в большом секрете, но не будет... 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...»

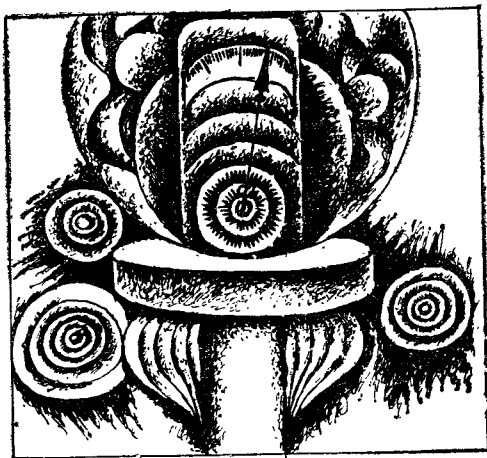
Разработка пирокolloдиевого пороха была одним из последних свершений великого ученого. В ноябре 1892 года он возглавил Палату мер и весов, сыгравшую благодаря его деятельности выдающуюся роль в организации точных измерений, приборостроения, стандартизации и введении метрической системы мер. В январе 1907 года Менделеев простудился и тяжело заболел, но даже в последний свой день он сидел еще в кабинете с пером в руке. Пока он был жив, он не мог не трудиться. 20 января глава русских химиков скончался от паралича сердца.

Менделеев разрабатывал пирокolloдий, «убежденный, вместе со многими другими учеными Западной Европы, занимающимися бездымным порохом, что этот вид взрывчатого вещества должен положить конец войнам...» Мы знаем теперь, что совершенствование оружия не приносит мира и что появление мощных взрывчаток не только не предотвратило мировой войны, но и сде-

лало ее вдвойне разрушительной. Тем не менее разработка бездымных порохов, вызвавших решительный переворот в военной технике, стала одним из крупнейших научных достижений прошлого века.

Со времен Менделеева, Нобеля и Вьеля создано множество рецептов бездымного пороха, но все они являются вариантами тех же двух основных типов — нитроглицеринового и пироксилинового. Нитроглицериновые пороха устойчивее, проще в изготовлении, дешевле, совершеннее по форме, разнообразнее по свойствам и, самое главное, мощнее пироксилинового.

Преимущества новых метательных веществ перед дымным порохом были настолько неоспоримы, что ветеран, честно прослуживший столько веков, без боя покинул поле сражений. Однако старый боец еще не ушел в отставку. Дымный порох и теперь применяется в военном деле для изготовления огнепроводного («бикфордова») шнура и некоторых детонаторов. Им широко пользуются охотники, потому что скорость его горения равномерна и почти не повышается с возрастанием давления и температуры. Это свойство пороха исключает возможность разрыва ружейных стволов. Кроме того, он почти не изменяется при хранении и в сухих помещениях может сохранять свои качества долгие годы. Черный порох незаменим в пиротехнических составах и фейерверках. Нередко он идет в ход и в горном деле. В таком случае он по традиции называется не дымным, а минным (минами всегда называли всякого рода подкопы и подземные галереи, в том числе и шахтные). Минный порох очень удобен на карьерах при добыче дорогого декоративного камня. Ведь мрамор, облицовочный гранит, порфир надо не дробить, как руду — лишь бы побольше, а откалывать крупными глыбами, чтобы их можно было затем распилить на плиты. Именно так, например, добывается лучший в мире украинский лабрадорит, использованный для облицовки ленинского Мавзолея. Тут «маломощность» пороха оборачивается его достоинством, а не недостатком. Так что дымный порох еще рано сдавать в музей, где его заждались копья и алебарды. Он еще долго будет метать, дробить и светить, уступая, быть может, во многом всем другим взрывчатым веществам, но показывая им пример в универсальности и долголетию.



### ПОЗНАНИЕ ТАИН ВЗРЫВА

Что такое взрыв? Почему он происходит? Что такое мощность взрывчатого вещества? Как ее измерить?

Такие вопросы задали себе исследователи около ста лет назад и не нашли на них ответа. Это было в ту пору, когда на смену доброму старому пороху стали во множестве приходить все новые и новые взрывчатые вещества. Наступило время, когда уже недостаточно было только наудачу изобретать, делать случайные открытия и наткаться на счастливые находки. Поиски вслепую становились невозможны, тем более, что игра в жмурки со взрывчатыми веществами никогда не приводила к добру. Нужна была строгая теория взрыва, точные методы измерения его параметров, простые способы оценки мощи взрывчатых веществ. К счастью, нашелся человек, которому его ясный ум, универсальная образованность и ни с чем не сравнимое трудолюбие позволили ответить на загадки сфинкса. Этим человеком оказался один из величайших ученых XIX века Марселен Бертло.

Научные заслуги Бертло столь велики, что еще при жизни он заслужил всеобщее поклонение и необычайную славу. Разве много есть ученых, в чью честь создавались поэмы, чеканились медали, чьим именем назывались улицы и площади? Академии наук почти всех стран мира избрали Бертло в свои члены, а торжества

в честь его юбилея превратились в национальный праздник Франции. В 1876 году Бертло был избран и в состав Петербургской академии наук. Это избрание не было формальным актом признания заслуг французского химика. Бертло поддерживал тесные связи со многими русскими учеными. С ним неоднократно встречались Менделеев, Бутлеров, Марковников, Коновалов, Тимирязев, Каблуков, Мечников, Бейльштейн, Софья Ковалевская.

Роль Бертло в истории взрывчатых веществ своеобразна. Он не изобрел пороха, не создал ни одной взрывчатки, не сконструировал детонатора. И тем не менее никто, быть может, не сделал для развития этой отрасли науки так много, как Бертло. Недаром о нем с таким большим уважением отзывался Менделеев:

«Все современное пороховое дело определяется участием таких ученых сил, каковы мои собратья по науке: сэр Фридрих Абель и Бертло...»

Марселен Бертло родился 27 октября 1827 года в семье парижского врача. Уже с детства он обнаружил исключительные способности. Экзамены по всем предметам и в коллеже, и в университете он сдавал лучше всех, на учебных конкурсах он всегда оказывался победителем. Философия и медицина, история и математика, физика и лингвистика — все одинаково легко давалось одаренному студенту. Уже в юности он в совершенстве овладел многими языками, в том числе английским, немецким, латынью, греческим, санскритом, древнееврейским. Разносторонность интересов долго не давала Марселену найти свое подлинное призвание. Лишь в двадцать лет он начал заниматься химией в лаборатории уже знакомого нам Пелуза. Это было время, когда только что были открыты нитроглицерин и пироксилин, когда у того же Пелуза начал свои исследования Альфред Нобель. Однако Марселен не заинтересовался взрывчатыми веществами и увлекся «чистой» химией. В 1850 году появилась его первая научная статья. С тех пор и до самого конца жизнь Бертло — это сплошной подвижнический труд. Ю. С. Мусабеков, известный историк химии и исследователь творчества Бертло, установил, что при жизни французского ученого из-под его пера вышло 2872 печатных труда — шестьдесят увесистых томов! Тут и монументальные монографии, и учебники, по которым учились целые поколения хими-

ков во многих странах, и статьи по всем разделам химии. В некоторые годы он публиковал новую научную работу каждые три-четыре дня — невероятный факт; если учесть, что за каждой статьей лежит тяжелый изнурительный труд в лаборатории и за письменным столом. Поразительная работоспособность Берто, которую он сохранил до глубокой старости, вызывала и продолжает вызывать всеобщее удивление.

Он впервые, всего двадцати шести лет, получил искусственным путем жиры, синтезировал винный спирт, установил существование многоатомных спиртов, изучил углеводы, нашел способы получения метана, этилена, пропилена, нафталина, ацетилен (получившего свое название именно от Берто). Из ацетилена он получил, в свою очередь, сотни других веществ. Он изучил процессы брожения сахаров, исследовал химические реакции, протекающие в живых организмах, установил существование фиксации почвой атмосферного азота — явление, имеющее огромное значение для современной агрономии.

У нас нет возможности рассказать о всем том, что сделал «Лавуазье девятнадцатого века», как назвал его Тимирязев, в области органического синтеза, общей и аналитической химии, агрохимии, истории химии, физики, биологии, агрономии. Это труд такой же невозможный и напрасный, как попытка кратко пересказать химическую энциклопедию. Кем бы ни был Берто: начинающим лаборантом или влиятельным министром, безвестным учителем или прославленным академиком — он всегда вел один и тот же образ жизни скромного труженика. В течение многих десятилетий можно было видеть сутуловатую фигуру ученого, в одни и те же часы не спеша идущего из дому в свою лабораторию в Сорбонне. Не удивительно, что и будущее мира этот вечный работник представлял себе как царство науки и труда. Эти мечты он выразил в своей знаменитой речи 5 апреля 1894 года, опубликованной под названием «В 2000 году»:

«...Наука создаст благословенные времена равенства и братства всех перед святым законом труда... Мы тогда уже будем готовы осуществить мечты социализма... Не будет больше ни таможенных пошлин, ни войн, ни границ, орошаемых человеческой кровью.

Воздушная навигация со своими моторами, работающими на химической энергии, предаст забвению устаревшие машины. К тому времени не будет ни земледелия, ни пастухов, ни землепашцев; проблема существования посредством обработки земли будет вытеснена и разрешена химией. Не будет больше ни угольных шахт, ни подземных работ, ни, разумеется, тяжелого труда шахтеров. Проблема горючего будет разрешена с помощью физики и химии... Земля превратится в огромный сад, орошаемый подземными водами, где каждый человек будет жить в изобилии и счастливо. Труд будет составлять основную часть жизни... Таков мой и всех нас идеал. Я пью за труд, за правду и счастье человечества».

В 1861 году Берто женился на Софи Ниодэ, которая была десятью годами моложе его. Родители Софи, богатые парижские буржуа, не были расположены отдавать дочь за бедного преподавателя химии, но брак все же состоялся. Красивая, умная, образованная и чуткая женщина, Софи оказалась прекрасной женой. Трудно сказать, смог ли Берто работать так много и плодотворно, если бы Софи до конца жизни не окружила его нежным вниманием и заботой.

Братья Гонкур, посещавшие дом ученого, записали в своем дневнике: «Мадам Берто — женщина исключительной, незабываемой красоты, красоты интеллигентной, глубокой, магнетической, красоты духа и мысли, напоминающей нездешние создания Эдгара По...»

Сорок шесть лет длился их счастливый брак. 18 марта 1907 года больная Софи скончалась на руках своего мужа. Пораженный горем великий ученый пережил свою жену всего на три часа. Супруги были вместе погребены в Пантеоне — усыпальнице великих людей Франции. В день их похорон был объявлен национальный траур.

К исследованию взрывчатых веществ Берто привела не любознательность ученого, а обязанность гражданина. До франко-прусской войны он занимался лишь «чистой наукой». Однако в сентябре 1870 года, когда возникла угроза захвата немцами Парижа, Берто отвез детей в провинцию, вернулся с женой в город и посвятил себя обороне осажденной столицы.

Снова парижане с энтузиазмом добывали селитру и делали порох, видя во взрывчатых веществах един-

ственный путь к спасению своей жизни и свободы. Под руководством Берто всего за двадцать пять дней в черте города был построен пороховой завод, на котором работало триста человек и производилось семь тысяч килограммов пороха в сутки. Одновременно было налажено производство динамита, дотоле почти неизвестного во Франции.

После заключения мира Берто не потерял интереса к взрывчатым веществам. Напротив, до конца жизни он со все возрастающим вниманием занимается их изучением. Для этого были серьезные причины: «Изучение взрывчатых веществ прельщает воображение с двух точек зрения: благодаря могуществу, которое оно дает в руки человека, и благодаря более глубоким знаниям, которые оно позволяет получить относительно действия сил природы, доведенных до своего высшего напряжения».

В 1876 году Берто входит в состав консультативного комитета по порохам и селитрам, а двумя годами позднее становится во главе комиссии по взрывчатым веществам. Под его руководством разрабатываются широкие исследования фундаментального и прикладного характера, разрабатывается бездымный порох Вьеля, организуются прекрасные лаборатории, вызвавшие особое восхищение Менделеева.

По образцу лабораторий Берто русский ученый организовал в Петербурге морскую научно-техническую лабораторию, в которой был разработан пироколлодиевый порох. В ее рабочем журнале имеется такая запись, сделанная рукой Менделеева:

«8 августа 1891 г. Открытие и освящение лаборатории... Пили здоровье... начинателей дела бездымного пороха: Фридриха Абея, Берто и Сарро».

Справедливости ради нужно сказать, что Берто был не первым и не последним ученым, изучавшим сущность взрыва. Первую попытку научного объяснения взрыва сделал еще Ломоносов в своем «Рассуждении о селитре». Механизм горения пороха изучал русский ученый Шишков вместе с Бунзеном. Они изложили результаты своих исследований в монографии «Химическая теория горения пороха», появившейся в 1859 году. Сам Берто высоко отозвался об этой работе, отметив, что «Бунзен и Шишков в своем замечательном труде поставили проблему изучения черного пороха на

рациональную почву». Немало полезных сведений о механизме взрыва получили Абель и Чельцов. Однако все эти работы были лишь отдельными кирпичиками большого здания, в котором Берто заложил краеугольные камни и возвел целые стены. Наиболее важными достижениями французского ученого в области взрывчатых веществ были термохимическое исследование реакций взрыва, определение силы взрывчатых веществ, учение о детонации и взрывной волне.

Термохимия — это наука о теплотах химических реакций. С помощью термохимии можно не только определить тепловые эффекты химических превращений, но и установить механизм протекающих при этом реакций. Эту отрасль науки основал Берто, разработавший для определения теплот химических превращений специальный прибор — калориметрическую бомбу. Бомба представляет собой герметичный сосуд, в котором при определенных условиях сжигается исследуемое вещество. Нет в мире такой химической лаборатории, даже школьной, где бы не применяли калориметр Берто. Для исследования же взрывчатых веществ он совершенно необходим.

В качестве курьеза заметим, что работа с такими приборами в России не всегда была безопасна. Примером тому служат злоключения известного термохимика Лугинина. Лугинин, лично знакомый с Берто, много сделал для усовершенствования калориметрии и повышения ее точности. Однако его исследованиям сильно мешала политическая обстановка в России. Чины царской охраны, которым было известно, что ученый имеет дело с какой-то таинственной «бомбой», не раз устраивали в его доме обыски и допросы.

Калориметр Берто позволяет определить энергию горения и взрыва, что имеет прежде всего теоретический интерес, позволяя установить предположительный механизм разложения взрывчатого вещества. Но и практическое значение этого определения достаточно велико, поскольку энергия взрыва в значительной мере определяет мощь взрывчатки. Например, энергия взрыва одного килограмма нитроглицерина составляет 1560 килокалорий, а аммиачной селитры — всего 340 килокалорий. Отсюда и разница в разрушающей силе этих веществ. Энергия взрыва одного килограмма тротила составляет примерно 1000 килокалорий или 440 тысяч

килограммометров. Другими словами, энергии, выделяющейся при взрыве одного килограмма тротила, теоретически хватит, чтобы подбросить груз весом почти в полтонны на высоту в целый километр! Однако не следует думать, что взрывчатые вещества обладают каким-то сверхъестественным запасом энергии. Кусок дерева дает при сгорании больше тепла, чем равная ему по весу шашка тротила. Поэтому выгоднее топить печь обыкновенными березовыми поленьями, чем первосортными взрывчатыми веществами. И все же самое большое полено сгорит в топке без лишнего шума, а тротиловый заряд способен разрушить и печь и дом вместе с ней. Отсюда следует, что секрет силы взрывчатых веществ заключается не в огромной энергии взрыва, а в том, что они позволяют сконцентрировать эту энергию во времени и пространстве. Взрыв отличается от горения прежде всего скоростью. Кусок дерева омывается воздухом только с поверхности, и реакция горения — окисления горючего кислородом — идет относительно медленно. Срединная зона полена долго еще должна ждать своей очереди, чтобы вдохнуть кислород. Чем тоньше измельчено топливо, тем быстрее идет горение, а угольная пыль способна даже взрываться.

Во взрывчатом веществе окислитель входит в его состав, и контакт с кислородом воздуха не обязателен. Реакция происходит сразу во всем объеме, многотонный заряд может взорваться в один миг. В результате быстрых химических превращений при взрыве развиваются высокая температура и огромное давление, которые и сокрушают окружающую среду. Правда, наличие окислителя в составе взрывчатки — еще не достаточное условие для мгновенного взрыва. Тротил и большинство других взрывчатых веществ при поджигании не взрываются, а медленно и спокойно горят. Причина возникновения взрыва много веков оставалась загадкой.

Бертло понимал, что энергия превращения далеко еще не определяет силы взрывчатых веществ и что вообще понятие «сила» применительно к взрывчатому веществу далеко не однозначно. Очевидно, разрушительное действие взрывчатки определяется не каким-то одним, а несколькими факторами. После долгих исследований он установил, что таких факторов три: величина давления, развиваемого при взрыве (оно зависит от количества выделившихся газов и их температуры),

энергия взрыва и скорость химических превращений при взрыве. Давление, энергия, скорость — вот три кита, на которых зиждется мощь взрывчатых веществ.

Объем газов, выделяющихся при взрыве, в семьсот — девятьсот раз превышает объем самой взрывчатки. К тому же эти газы нагреты до температуры две — четыре тысячи градусов, что еще больше повышает их давление. Стремящийся расшириться во все стороны газ и является основной ударной силой взрыва.

Серьезное внимание Бертло обратил на химический состав взрывчатых веществ и, особенно, на содержание в них кислорода. Как правило, взрыв — это окисление. Желательно, чтобы это окисление было полным, потому что в таком случае выделяется наибольшее количество газов. А чтобы окисление при взрыве было полным, нужно, чтобы взрывчатка содержала достаточное количество кислорода. Например, нитроглицерин или аммиачная селитра содержат даже больше кислорода, чем требует теория для их взрывчатого разложения. Специалисты называют их веществами с положительным кислородным балансом. Тротилу же кислорода не хватает, и он намного бы увеличил свою силу, если бы нашел себе партнера, который мог бы с ним поделиться этим элементом. Поэтому смеси взрывчатых веществ с избытком и недостатком кислорода (с положительным и отрицательным кислородным балансом) полезны обоим участникам союза: первые отдают свой балласт — избыточный кислород, а вторые получают возможность до конца отдать таящуюся в них энергию. Обычно стремятся составлять смеси с нулевым кислородным балансом. Они содержат кислорода ровно столько, сколько нужно для их окисления.

Исследования Бертло открыли возможность научного определения, предсказания и расчета силы любого, даже еще не созданного вещества и осветили путь к их дальнейшему улучшению. Недаром именно в эти годы десятками стали появляться новые, все более совершенные и мощные взрывчатки. Трудность, однако, состояла в том, что давления, развиваемые при взрыве, столь чудовищны, что их очень сложно, почти невозможно измерить. Например, давление, возникающее при взрыве тротила, составляет 190—240 тысяч атмосфер. Поэтому часто приходится рассчитывать давление теоретическим путем — по количеству образовавшихся газов и темпе-

ратуре. Но и тут все обстоит не так просто, как бы хотелось. Дело в том, что ход химических реакций при взрыве одного и того же вещества неузнаваемо изменяется в зависимости от условий взрыва — температуры, скорости и в особенности давления. Простейшая аммиачная селитра разлагается при взрыве семью способами. Что же говорить о сложных смесях, какими являются современные взрывчатые вещества?

Но даже точное знание температуры, давления и других параметров взрыва не позволяет еще дать непосредственный ответ практикам на интересующие их вопросы — какой, например, глубины будет воронка в грунте или какой величины нужен заряд для дробления гранита в каменоломне. Одним словом, для практических нужд требовались пусть менее строгие, менее обоснованные, но зато более простые, быстрые и наглядные методы оценки силы взрывчатых веществ. Поэтому исследователи продолжали ломать голову (к сожалению, не только в переносном смысле) в поисках несложных и доступных каждой лаборатории способов определения мощности взрывчаток. В конце концов было принято характеризовать действие взрыва двумя главными показателями — бризантностью и работоспособностью.

Бризантностью (от французского *briser* — дробить) называют способность взрывчатого вещества дробить прилегающую среду. Бризантность в значительной мере зависит от скорости, резкости взрыва. Чем выше скорость детонации, тем сильнее дробящее действие взрывчатого вещества. Современный способ определения бризантности предложил австрийский инженер Гесс. По его методу дробящее действие определяется подрывом взрывчатки на свинцовом столбике. Метод очень несложен. На столбик (диаметром 40 и высотой 60 миллиметров), покрытый сверху стальным кружком, помещают небольшой (50 граммов) цилиндрический заряд взрывчатого вещества. При взрыве столбик сплющивается и принимает форму гриба. По уменьшению высоты столбика и судят о величине бризантности, которую выражают в миллиметрах. Бризантность современных взрывчатых материалов составляет 14—17 миллиметров.

Но разрушающее действие взрыва заключается не только в дроблении прилегающего материала. И за много метров от места взрыва мощного заряда рушатся стены, падают деревья, вылетают стекла из окон,

опрокидываются машины. Это действие взрыва обусловлено взрывной ударной волной и называется фугасным (от французского «летучий»). Фугасность (теперь принято называть ее работоспособностью) зависит главным образом от энергии взрыва, а не от скорости детонации. Величина воронки при взрыве заряда, количество выбрасываемого грунта при горных работах или возведении плотин зависит именно от фугасности.

Для определения работоспособности немецкий исследователь Трауцль изобрел простой способ. Он взял цилиндрическую свинцовую чушку (высотой и диаметром двадцать сантиметров) и высверлил в ней углубление, в которое поместил десять граммов взрывчатки. Плотнo забив заряд песком, он произвел взрыв. Внутри свинцовой чушки образовалась довольно большая полость. Налив туда из мензурки воды, Трауцль определил ее объем. Чем мощнее вещество, тем больше, естественно, получался объем полости, который Трауцль и предложил считать мерой работоспособности взрывчатого вещества. Этот нехитрый метод был рекомендован в качестве стандартного на Пятом международном съезде по прикладной химии в Берлине в 1903 году и с успехом применяется и в наше время. Работоспособность современных взрывчатых веществ составляет 240—260 кубических сантиметров.

Определение бризантности и работоспособности, ничего не говоря о сущности взрыва и его параметрах, позволяет быстро и удобно сравнивать разрушающее действие разных взрывчатых соединений и любых смесей на их основе. Например, работоспособность тротила составляет 290 кубических сантиметров, а нитроглицерина — 540 (именно такой объем создает при взрыве шесть кубических сантиметров — десять граммов — разрывного масла, заключенного в свинцовый массив!). Сопоставив цифры 290 и 540, специалист быстро делает для себя соответствующие выводы. Поэтому в сочетании с энергией взрыва, его температурой, количеством образовавшихся газов бризантность и работоспособность дают возможность уверенно характеризовать современные взрывчатые вещества.

Бертло не только установил важность высокой скорости химических превращений для мощности взрыва, но и первым дал научное объяснение тому, почему взрыв происходит так быстро. Это обстоятельство чре-



звычайно важно. Ведь главное, что отличает взрыв от горения, главное, что придает ему «подражающее молнии» действие,— это высокая скорость. Понять, почему она возникает,— значит, понять, как происходит взрыв. Бергто разработал план остроумных опытов, проведенным им, главным образом, совместно с Вьелем, а впоследствии — с Ле-Шателье. В результате этих опытов и родилось знаменитое учение Бергто о взрывной волне. Сущность его можно объяснить следующим простым примером.

Если поднести к тротиловой шашке огонь, она вовсе не взорвется, а будет гореть медленно и спокойно со скоростью примерно один сантиметр в минуту. Выделяющееся при этом тепло рассеивается в атмосферу, и основная часть горящей взрывчатки остается холодной. Точно так же мы можем, не обжигаясь, держать в руках горящую лучину. Чтобы тротил взорвался, другими словами, мгновенно разложился во всем объеме, нужны какие-то дополнительные условия.

Допустим теперь, что рядом с нашей тротиловой шашкой взорвали какой-то другой заряд или просто нанесли по тротилу сильный удар (только очень резкий). Тогда от удара взрыва или нашего воображаемого или реального молота верхний слой взрывчатого вещества быстро сожмется и разогреется. Высокая температура и давление вызывают мгновенное разложение тротила, но разложение только в этом тоненьком слое. При разложении образуются в большом количестве газы, имеющие очень высокую температуру и создающие высокое давление — десятки тысяч атмосфер. Под этим огромным давлением немедленно сжимается соседний слой взрывчатки, которая, в свою очередь, быстро разогревается с разложением и выделением нагретых газов. Бег взрывной волны продолжается до тех пор, пока не разложится все взрывчатое вещество. «Взрывная волна,— пишет Бергто,— раз образовавшись, распространяется без ослабления, потому что химическая реакция, вызывающая ее, восстанавливает ее живую силу на всем ее пути, между тем как механическая волна теряет постепенно свою интенсивность по мере того, как ее живая сила, определенная одним только начальным импульсом, распределяется на все более и более значительную массу вещества».

Процесс передачи энергии сжатием называется детонацией, и протекает он значительно быстрее, чем мы его описываем. Человеческому глазу кажется, что любой заряд взрывается мгновенно во всем объеме — каким бы большим он ни был. Но теперь мы знаем, что на самом деле это не так. Пусть это время мало, но оно все же существует. Для специалистов скорость детонации имеет огромное значение и является одной из важнейших характеристик взрывчатого вещества. Например, для тротила она равна 5800, для нитроглицерина — 7650, для аммиачной селитры «всего» 1800 метров в секунду. Чем выше скорость детонации, тем ярче проявляется дробящая способность взрывчатого вещества.

Интересно задуматься над тем, как измеряют такие космические скорости. Казалось бы, для этого должны применяться чрезвычайно сложные приборы, до самого верха начиненные электроникой и прочими сверхчувствительными устройствами. Но скорость детонации понадобилось определять много раньше, чем наступил наш электронный век, и потому прибор, изобретенный для этой цели, оказался очень простым и остроумным (его описание дает ГОСТ 3250—58). Вообще же измерять параметры взрыва очень нелегко. Даже если и удастся сконструировать приспособления, способные определить температуру в несколько тысяч градусов и давление в несколько сот тысяч атмосфер, то как сделать, чтобы при измерении такие приборы не разбились всмятку или вообще не испарились? Другая трудность состоит в том, что все это совершается слишком уж быстро. «В мгновение ока», — нет, даже в десятки раз быстрее — происходят такие резкие скачки температур и давлений в разных точках среды, что записать картину взрыва с помощью приборов — задача фантастической трудности. Вот почему ученые, которые «всего-навсего» разрабатывают методы изучения показателей взрыва, заслуживают уважения не меньше, чем изобретатели пороха.

Механизм взрыва бризантных (дробящих) и метательных веществ (порохов) неодинаков. Мы и про порох, и про тротил говорим, что они «взрываются». Специалист же скажет, что порох «горит», а тротил «детонирует». Поэтому и действие этих видов взрывчатых веществ различно. В отличие от бризантных веществ порох не детонирует, не взрывается почти мгновенно во всем объеме, а горит только на поверхности, парал-

лельными слоями. Постепенно образующиеся дымовые газы выталкивают мину или пулю из ствола оружия, не дробя его на куски. Правда, «постепенность» эта относительна — время горения порохов измеряется сотыми долями секунды, но все же его нельзя сравнить с продолжительностью взрыва дробящих веществ, составляющей миллионные доли секунды.

Таков, в общих чертах, вклад, который внес Берто в учение о взрыве и взрывчатых веществах. Разумеется, французский исследователь смог только наметить основы теории взрыва, но не разработать ее во всех деталях. Дальнейшее развитие наука о взрыве получила главным образом в трудах русских и советских ученых. Теория детонации была рассмотрена еще в 1891 году В. А. Михельсоном и развита в дальнейшем Л. Д. Ландау, Я. Б. Зельдовичем, К. И. Станюковичем. Значительных успехов в изучении физики взрыва достигли М. А. Лаврентьев и его школа. Совершенно новое понимание сущности взрыва возникло после основополагающих работ выдающегося советского ученого Н. Н. Семенова.

Николай Николаевич Семенов получил образование на физико-математическом факультете Новороссийского университета в Одессе (ныне Одесский государственный университет им. И. И. Мечникова). В двадцатые годы он вместе с академиком А. Ф. Иоффе был одним из основателей и руководителей знаменитого Физико-технического института, от которого ведут свое начало многочисленные научные школы и направления, прославившиеся во всем мире. В 1931 году он возглавил вновь созданный Институт химической физики АН СССР, бессменным руководителем которого является до сих пор. В 1932 году он был избран в Академию наук СССР.

Наибольшей известностью пользуются работы Н. Н. Семенова в области химической кинетики — науки о скоростях и механизмах химических реакций. Из скромных внешне опытов по окислению серы и фосфора выросла его замечательная теория цепных реакций, позволившая объяснить многие особенности и химических превращений, и горения, и взрыва, и ядерных реакций, и биологических процессов. В 1928 году появилась классическая статья Семенова «К теории процессов горения», в которой впервые было дано стройное изложение основ новой теории. Эти воззрения получили обобщение

в книге «Цепные реакции», появившейся в 1934 году и немедленно переведенной на английский язык. В 1956 году за выдающиеся успехи в области химической кинетики, в особенности за разработку теории цепных реакций, Н. Н. Семенов вместе с английским ученым Сирилом Хиншельвудом был удостоен Нобелевской премии.

Теория горения и взрыва — самостоятельная отрасль химической кинетики, имеющая лишь косвенное отношение к теории цепных реакций.

Казалось бы, за десятки тысяч лет, прошедших со времени приручения огня и его широчайшего применения в технике и повседневной жизни, человек должен был изучить сущность горения до мельчайших подробностей. Но обстоятельства сложились так, что о самом древнем союзнике человека мы знаем меньше, чем, например, об электричестве или радиоволнах. На этот парадокс обратил внимание и Семенов:

«В науке об огне мы нередко становимся в тупик перед самыми простыми явлениями. Рациональная конструкция двигателя внутреннего сгорания и даже топки котла встречает больше затруднений, чем конструкция самой сложной динамо-машины или радиоприемника. И по сей день в вопросах, связанных с огнем, мы очень часто должны, уподобившись нашим первобытным предкам, использовать в большей степени примитивный опыт и чутье, нежели рациональное научное знание предмета».

Столетиями пылал огонь на алтаре науки, много жертв было принесено ему учеными разных веков и народов, и все же до самого последнего времени не было ясного понимания этого «простого» явления — горения. И только «всестороннее рассмотрение химических, физических и механических сторон явления в их взаимосвязи с учетом обратных связей позволило сравнительно небольшому коллективу сотрудников Института химической физики... заложить основы современной теории горения и взрывов газов и взрывчатых веществ».

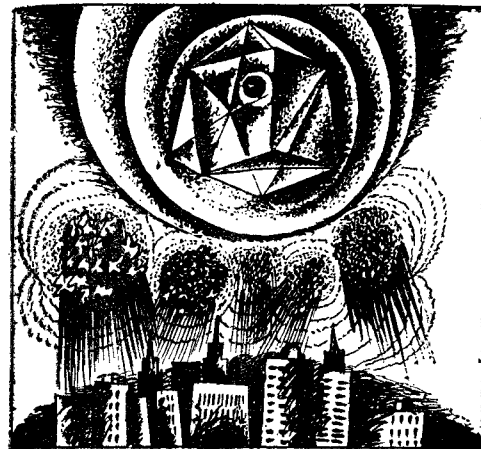
В разработке новой теории Семенов исходил из того, что «всякое горение или взрыв есть прежде всего химическая реакция... Поэтому все явления горения тесно связаны с представлениями и законами химической кинетики, и прежде всего — со скоростью химической реакции, протекающей в неизотермических условиях (т. е. при неодинаковой температуре)». Количественная

теория теплового взрыва была разработана Семеновым еще в 1928 году в упоминавшейся уже статье «К теории процессов горения». В последующее десятилетие он дал математическую формулировку самовоспламенения — возникновения тепловой самоускоряющейся лавины. Тогда же были установлены закономерности распространения пламени и взрывной волны.

Классическая теория детонации Бертло не учитывала кинетику взрывных реакций и не могла поэтому объяснить некоторых важных свойств взрывчатых веществ. Вот один простейший пример. По теории детонации другие волны сжатия должны лучше всего распространяться в плотных сплошных телах. Между тем известно, что порошкообразные взрывчатки значительно чувствительнее к взрыву, чем литые или прессованные. Даже одно из самых легко взрывающихся веществ — гремучая ртуть, если ее сильно спрессовать, при поджигании не детонирует, а спокойно сгорает. Исследованиями советского нобелевского лауреата и его школы было установлено, что «во многих случаях детонация взрывчатых веществ происходит не из-за детонационной волны, а в результате поджигания впереди лежащих крупинок вещества раскаленными газами, появляющимися от сжигания предыдущих».

Сотрудники Института химической физики Ю. Б. Харитон и А. Ф. Беляев поместили в глубоком вакууме на расстоянии сорока сантиметров друг от друга две крошечные крупинки азида свинца и взорвали одну из них. Из-за отсутствия воздуха и всякой другой материальной среды передача энергии взрыва детонацией не могла иметь места. Тем не менее второе зернышко азид свинца взорвалось практически одновременно с первым. Выяснилось, что взрыв второй крупинки произошел от удара мельчайших осколков первой крупинки, весивших всего около одной стомиллионной миллиграмма.

Работами Н. Н. Семенова, Ю. Б. Харитона, А. Ф. Беляева теория и практика возбуждения взрыва продвинута далеко вперед. И все же взрыв — настолько сложное явление, что даже сегодня он далеко еще не изучен до конца.



**МИРНЫЙ АРСЕНАЛ**

Какими же свойствами должна обладать «самая лучшая», идеальная взрывчатка? Ответить на этот вопрос как будто бы нетрудно: прежде всего она должна быть как можно более мощной. Однако опыт убедительно доказывает, что одного этого качества явно недостаточно. Взрывчатое вещество не может иметь права на жизнь, если оно несет смерть всем, кто с ним соприкасается. Оно должно быть совершенно безопасно всегда и везде — и при его производстве, и при хранении, и при перевозке, и при использовании. Многие современные взрывчатки можно поджигать, бросать их с любой высоты, хоть с самолета, бить по ним кувалдой, стрелять в них — они перенесут любые пытки, но ничем не выдадут своей способности к взрыву.

Однако во всем нужна мера — даже в нечувствительности. Если эта мера будет перейдена, то нам не удастся взорвать заряд. Чрезмерная «бесчувственность» взрывчатых веществ обращается в их немалую опасность. Если заряд не взорвался от детонатора (взрывники говорят в таких случаях, что произошел отказ), то это не только нарушает рассчитанную заранее строительную картину взрыва, но и вызывает тягостную необходимость ликвидации отказа — повторного взрыва заряда, что связано с большим риском. Невзорвавшийся заряд часто завален углем или гранитом, доступ к нему

затруднен или невозможен, но оставлять его невзорванным тоже недопустимо: кто знает, что произойдет, если его зацепит отбойный молоток, угольный комбайн или экскаватор...

Итак, мощность, безопасность и безотказность. Но и этого еще мало. Допустим, у нас есть вещество, которое вчера еще было мощным и безопасным. Кто поручится, что оно осталось таким и сегодня? Солнечные лучи, кислород воздуха, тепло, холод, влага и просто безжалостное время непрестанно атакуют взрывчатое вещество и изменяют его свойства. Желатинообразные вещества стареют, динамоны расслаиваются, динамиты выпотевают — теряют нитроглицерин, аммиачная селитра и дымный порох отсыревают. Присутствие лишь одного процента влаги в порохе снижает дальность полета снарядов на шесть процентов! При такой меткости стрельбы можно попасть в свои окопы. Но еще опаснее хранить бездымный порох, который способен самопроизвольно разлагаться, особенно при повышенных температурах. Из-за этого не раз происходили взрывы на пороховых заводах, кораблях и складах. Некоторые вещества, например окисилквиты, теряют свои взрывчатые свойства уже через несколько минут после их изготовления. Довольно безобидная пикриновая кислота при хранении в металлических оболочках (скажем, в снарядах) образует коварнейшие соли, способные взрываться от легкого прикосновения.

Приходится добавит к свойствам взрывчатого вещества устойчивость, устойчивость и еще раз устойчивость. Но и это еще далеко не все. Взрывчатое вещество может быть само по себе устойчивым и совершенно безопасным, но при использовании его, допустим, в угольной шахте повлечь за собой сильнейший непредвиденный взрыв с сотнями человеческих жертв. Дело в том, что в угольных шахтах в заметных количествах присутствует иногда рудничный газ (метан). С воздухом он образует чрезвычайно опасные смеси, способные дать страшный взрыв от вспышки небольшого заряда. Взрывоопасна и угольная пыль. Можно ли применять взрывы там, где опасно зажечь даже спичку? Оказывается, можно. Но вещества, применяемые в этих условиях, должны иметь особые свойства. О них мы еще поговорим.

Однако если даже возможность самопроизвольного взрыва в любой форме начисто исключена, взрывчатые

вещества все равно могут таить в себе смертельную опасность, угрожающую совершенно с неожиданной стороны. Ведь при взрыве выделяются ядовитые газы, а некоторые участки шахт и рудников (и как раз особенно забои, которые часто представляют собой тупики) вентилируются не всегда хорошо. При одном только взрыве в Медео образовалось сто тонн синильной кислоты, а для того, чтобы убить человека, достаточно пятидесяти миллиграммов этого яда! Густой черный дым, эффектно взметающийся к небу на фотографиях, совершенно не нужен ни при каком взрыве, а под землей он просто опасен. Обидно остаться при взрыве целым и невредимым только для того, чтобы отравиться. Забои, правда, проветриваются после каждого взрыва, но тратить на это многие часы нельзя. По правилам безопасности для подземных работ допускаются вещества, при взрыве которых образуется не более сорока литров ядовитых газов на килограмм. Яды — преимущественно окись азота и окись углерода («угарный газ») — образуются чаще всего при взрыве веществ, в составе которых недостаточно кислорода. Чтобы снизить ядовитость продуктов взрыва, желательно применять вещества с положительным кислородным балансом, имеющие в своем составе больше кислорода, чем это нужно теоретически для их взрывчатого разложения. Но избыток кислорода, снижая количество ядов, увеличивает опасность взрыва рудничного газа и пыли. Поэтому при подборе состава взрывчатых веществ приходится лавировать между Сциллой отравления и Харибдой рудничного взрыва.

Хотя хорошие взрывчатые вещества не взрываются в пламени, они должны, если нужно, взрываться в воде. В шахтах и карьерах часто встречаются обводненные пласты. К тому же взрывчатые вещества часто надевают не шахтерскую каску, а водолазный шлем. Подводные взрывы широко применяются при расчистке фарватеров, прокладке каналов, строительстве и сносе речных и морских сооружений. Взрывчатые вещества, применяемые для этой цели, не должны бояться воды.

Итак, хорошие взрывчатые вещества мощны, безотказны, безотказны, устойчивы, не вызывают взрывов рудничного газа и пыли, не выделяют ядовитых газов, не боятся воды... Казалось бы, чего еще пожелать? Но требования к взрывчатым веществам на этом не кон-

чаются. Если они, к примеру, порошкообразны, то они должны свободно сыпаться, не в пример аммиачной селитре, которая склонна слеживаться в монолитные глыбы. Но в то же время они не должны и пылить. Они не должны быть сами по себе ядовиты (как, например, нитроглицерин или гексоген). Таких «должны» и «не должны» может быть еще очень много, но одно из них надо назвать обязательно: взрывчатые вещества должны быть как можно более дешевы. Это требование очень существенно. Тонна промышленных взрывчатых веществ стоит 300—500 рублей, а тонна лучшего угля — от 5 до 15 рублей. Между тем в угле, как мы теперь знаем, энергии заключено больше, чем во взрывчатке. К тому же лишь ничтожная часть энергии взрыва — не более пяти процентов — расходуется на совершение полезной работы, например на дробление руды или перемещение грунта, остальное же, к сожалению, растрачивается совершенно впустую. Поэтому на шахтах и стройках взрывчатку жалеют, ее тщательно берегут, считая каждый патрон и каждый заряд. Энергия, заключенная во взрывчатом веществе, обходится — за редким исключением — дороже, чем любой другой вид энергии, применяемой человеком, и ее надо расходовать разумно и экономно.

Нетрудно догадаться, что взрывчатого вещества удовлетворяющего всем многочисленным и противоречивым требованиям, не существует. Идеала нет, есть лишь стремление к нему. Жертвуя каким-нибудь одним свойством, чаще всего мощностью, добиваются других достоинств — безопасности, стабильности, надежности, дешевизны. Благородное чувство компромисса помогает находить приемлемые решения, но эти решения всякий раз надо искать заново. Ведь взрывчатые вещества работают в разных ипостасях, они кулют и дробят, создают и разрушают, они трудятся под землей и в воздухе, в космосе и под водой, они рвут мягкие глины и грызут прочный гранит, ломают стальные балки и сваривают металл. Должны ли все эти вещества обладать одинаковыми свойствами? Разумеется нет. То, что хорошо на мраморном карьере, может совершенно не годиться на морском дне. Вот почему взрывчатые вещества, как и всякие хорошие мастера, давно специализировались. Сколько профессий, столько взрывчаток. Часто они не похожи друг на друга, они могут быть жидкими и

твердыми, мягкими и сыпучими, слабыми и сильными, устойчивыми и недолговечными, но каждая из них подходит для той цели и тех условий, для которых она предназначена.

Сколько же всего существует взрывчатых веществ? В официальном Перечне рекомендуемых промышленных взрывчатых веществ, изданном в нашей стране, значится сорок шесть наименований. В этот перечень не входят боевые взрывчатые вещества (а их предостаточно), пиротехнические составы, средства взрывания и многое другое. Десятки взрывчатых материалов применяются и за рубежом. Например, Горное бюро США рекомендует для промышленности семьдесят одну взрывчатку.

Несмотря на разнообразие и многочисленность взрывчатых веществ, все они выполняют два основных вида работы. Одни служат человеку гигантским молотом, другие — пращей. Одни дробят камень, сталь, бетон, другие посылают вперед пули, снаряды, ракеты. Метательные взрывчатые вещества (пороха) носят обычно военную форму, и потому слово «работа» здесь как будто бы мало подходит. Конечно, это так, если исходить из того значения слова, которое отражает нашу повседневную трудовую деятельность. Но у этого слова есть еще другой — физический — смысл. К тому же некоторые взрывчатые вещества, например бризантные (дробящие), хоть и составляют начинку мин и снарядов, более склонны к мирным профессиям. И метательные, и дробящие вещества должны обладать спокойным характером и не взрываться по любому поводу. Но в нужное время самый безопасный заряд должен сработать безотказно. Если к большому пакету того же тротила привязать крошечный — с детский мизинец — капсюль-детонатор с гремучей ртутью, то вместе с ней взорвется и весь пакет. А гремучая ртуть взрывается от малейшей искры, от легкого нагревания, от неосторожного удара. Такие взрывчатые вещества называют иницирующими. Они нужны только в качестве запала, только для того, чтобы взорвать основную массу заряда.

Таким образом, все взрывчатые вещества можно разбить на три группы — иницирующие, метательные и бризантные. В этом порядке мы и познакоимся сейчас с ними более подробно, пропустив только пороха: о них и так уже рассказано достаточно много. Поэтому, отдав кесарю кесарево, оставим в стороне метательные

и прочие боевые взрывчатые вещества и займемся только теми взрывчатками, которые служат миру.

«Иницио» по-латыни означает «начинаю». И действительно, иницирующие вещества начинают взрыв. Это их единственная роль. Они не дробят (хотя обладают страшной дробящей силой), не перемещают грунт и вообще не совершают никакой работы. Их дело — только проявить инициативу. Работать будут другие. Их нет даже в перечне промышленных взрывчатых веществ, потому что в виде «веществ» их не видит ни один взрывник. Сразу по изготовлении их помещают маленькими порциями — от нескольких миллиграммов до нескольких граммов — в маленькие алюминиевые, медные или картонные трубочки — капсулы-детонаторы, которые фигурируют уже не как «вещества», а как «средства взрывания». В оружии схемы взрывания чаще всего основаны на ударном действии: боек ударяет по капсулю, иницирующее вещество взрывается и воспламеняет порох в патроне или снаряде. В промышленных целях используют огневое и электрическое взрывание.

Раз уж зашла речь о средствах взрывания, то следует упомянуть, что к ним, помимо детонаторов, относятся еще огнепроводный и детонирующий шнуры. Огнепроводный (бикфордов) шнур описан в стольких книгах, за его горением зрители, затаив дыхание, столько раз следили в бесчисленных фильмах, что нет нужды о нем подробно рассказывать. Он состоит из пороховой сердцевины и водоизолирующей оплетки. Один конец его вставляют в капсулю-детонатор, другой поджигают. Шнуровой порох горит с сильным искрением. Когда пламя добирается до капсуля-детонатора, одна из искр обязательно вызывает взрыв иницирующего вещества.

Огнепроводный шнур не надо путать с детонирующим (и чтобы их в самом деле не путали, в оплетку детонирующего шнура всегда вставляют красную нить). Сердцевина детонирующего шнура состоит из тэна (мы еще познакомимся с этим взрывчатым веществом). Детонирующий шнур взрывается от детонатора мгновенно по всей длине. Поэтому им удобно взрывать сразу много зарядов. Еще сподручнее для этой цели электрическое взрывание. В электродетонаторах взрыв происходит от накаливания впаиванной в них тонкой проволоки, концы которой соединены с электрической сетью. Достаточно нажать кнопку включателя или покрутить

ручку электрической взрывной машинки, чтобы привести в действие взрыв любой мощности. Впервые в мире электрическое взрывание применил наш соотечественник, изобретатель телеграфа, член-корреспондент Петербургской академии наук, участник Отечественной войны Павел Львович Шиллинг в 1812 году. Один из его современников, отмечая многочисленные заслуги Шиллинга, записал: «...Кроме того, он выдумал способ в удобном расстоянии посредством электричества произвести искру для зажигания мин...»

Детонаторы и их устройство, системы огневого и электрического взрывания, как и все взрывное дело, — это отдельная сложная и обширная отрасль науки (даже скорее — технологии), которая имеет лишь косвенное отношение к нашему предмету. Поэтому, оставив в стороне эту увлекательную тему, вернемся к взрывчатым веществам.

Как и полагается элите, иницирующие вещества требуют в обращении большой деликатности и на любую невнимательность отвечают взрывом. Некоторые из них достаточно пощекотать птичьим пером или даже просто обдать яркой вспышкой света, чтобы они тут же взорвались. Столь нервные вещества, боящиеся даже щекотки, нельзя, конечно, допускать к практическому применению. Нашлись и другие соединения, которые сочетают высокую чувствительность с относительной безопасностью. Самым известным из них, без всякого сомнения, является гремучая ртуть.

Гремучие соединения золота, серебра и ртути известны очень давно. Например, гремучая ртуть изучалась Я. Левенштерном еще в XVII веке, но потом она была забыта. Заново и окончательно ее открыл Эдуард Говард в 1799 году и несколько месяцев спустя представил о ней подробный доклад Лондонскому Королевскому обществу. Обнаружив у нового соединения взрывчатые свойства, Говард, разумеется, вознамерился применить его вместо пороха и решил испытать его силу. Он выбрал прочное ружье из лучшей стали и зарядил его вместо пороха гремучей ртутью. Ружье было нацелено в толстый деревянный брус. Глубина, на которую заходит в него пуля при стрельбе обыкновенным порохом, была известна. Оставалось только сравнить... Раздался выстрел. Вернее, не выстрел, а взрыв, потому что ствол ружья разорвался. К счастью, никто не пострадал, но

с тех пор стало ясно, что рекомендовать гремучую ртуть для стрельбы взамен пороха можно разве только самоубийцам. Поэтому интерес к ней надолго снизился. Много позже все же нашелся способ сравнения этих взрывчаток, и оказалось, что гремучая ртуть по своему дробящему действию превосходит порох примерно в пять раз. Однако это исследование имело чисто академический интерес: ведь гремучая ртуть не используется для дробления. Зато ей нашлась другая работа.

Пока монопольное положение занимал дымный порох, без инициирующих веществ можно было кое-как обходиться: порох довольно хорошо взрывался от искры или пламени сам, без помощников. В те времена пушки или ружья засыпались с дула порохом (вспомним у Лермонтова «Забил заряд я в пушку туго»), и заряд поджигался — в пушках фитилем, а в ружьях искрой от кремня. Это было неудобно, но терпимо. Однако с появлением новых взрывчатых веществ сразу возникли трудности. Даже «самовзрывающийся» нитроглицерин не хотел детонировать от воспламенения. Вот почему изобретение Нобелем гремучертутного капсюля-детонатора в 1863 году имело такое огромное значение. Без детонаторов динамит, пироксилин и все остальные взрывчатые вещества были бы ненужным балластом, не находящим применения в промышленности.

В военном же деле взрыватели с гремучей ртутью появились еще в 1815 году (несколько раньше их изобрел американец Шоу). В двадцатые годы прошлого столетия капсюльные ружья производились уже во многих странах. В России гремучую ртуть впервые начали получать на Охтенском пороховом заводе. Первые русские капсюльные ружья появились только в 1840 году, но даже во время Крымской войны на вооружении русской армии все еще стояли по большей части кремневые ружья. Капсюль — это маленькая лепешечка на дне патронной гильзы. Лепешечка наполнена «ударным порошком» — смесью гремучей ртути, пороховой мякоти и бертоллетовой соли (или селитры). При ударе о нее бойка происходит взрыв пороха в патроне и выстрел.

Гремучая ртуть довольно ядовита. Однако главная опасность гремучей ртути заключается, конечно, не в ядовитости, и долго еще после открытия Говарда не находилось смельчаков, которые бы взялись определить

ее химический состав. Впервые это осуществил только Юстус Либих.

Имя Либиха, одного из корифеев мировой химии прошлого века, уже не раз встречалось по разным поводам на этих страницах. Гремучие соединения были его первой любовью. Сын аптекаря увлекся взрывчатыми веществами еще задолго до того, как стал всемирно известным ученым. Легенда о том, как его школьный ранец взорвался на уроке во время чтения Гомера, вошла во все хрестоматии. Поэтому смело можно сказать, что исследования гремучей ртути и гремучего серебра он начал еще мальчишкой. Завершил их Либих тоже далеко не в старческом возрасте, всего двадцати лет, в Париже, под руководством Гей-Люссака, около 1824 года, и это исследование сразу взбудоражило весь ученый мир и навсегда вошло в историю химии. Сенсация заключалась не в самом установлении состава взрывчатых веществ — это было бы важно и интересно, но не больше. Дело в том, что, изучая гремучие соединения ртути и серебра, Либих открыл явление изомерии: два совершенно разных вещества — гремучее и циановокислородное серебро — имели совершенно одинаковый состав! Изомерия (разное строение соединений одного состава) тогда не была еще известна, и ее существование казалось совершенно невероятным. Явление это не нашло достаточного объяснения, и исследования гремучих соединений продолжались. Тридцатью годами позднее ученик Либиха Леон Николаевич Шишков, работая независимо от своего учителя, установил не только состав, но и структурную формулу гремучей ртути. Эта работа была представлена Французской академии наук. Известнейший химик того времени Жан Дюма, однофамилец знаменитого романиста, выступая на заседании академии 12 января 1857 года, сказал:

— Исследования господина Шишкова доказали положительно, что формула гремучей ртути, предложенная Гей-Люссаком и Либихом и принимаемая ныне всеми химиками, ошибочна. Формула, предложенная господином Шишковым, объясняет все известные свойства гремучекислой ртути несравненно естественнее и проще. Добавим еще, что эти классические исследования выполнены Шишковым, когда ему было 25—26 лет. Умер он полвека спустя, в 1908 году. Академик В. Н. Ипатьев в некрологе на смерть Шишкова писал: «Принимая во

внимание тогдашнее состояние органической химии и методы, которые служили для исследования строения органических соединений, надо, конечно, удивляться той талантливости, с которой было произведено это исследование. Эта работа его сразу обратила внимание всего химического мира. Она была первой русской химической работой, которая была доложена в Парижской академии наук.

Строение гремучих солей окончательно было расшифровано только в 1890 году. Более строгое научное название гремучих соединений — фульминаты, что означает «молниевые». Многие десятилетия молниеподобные вспышки гремучей ртути воспламеняли заряды динамита и пороха, тротила и селитры, но в последние годы у нее появились конкуренты — азид свинца и тенерес. Пожалуй, азид свинца теперь основное иницирующее вещество. Во многих отношениях это соединение весьма примечательно. Начать хотя бы с того, что оно — чуть ли не единственное из применяемых на практике взрывчатых веществ — не содержит кислорода. Это не мешает ему взрываться, да еще так, что даже сам нитроглицерин может позавидовать. Если белый кристаллик азид свинца положить на стеклянную пластинку и попытаться поджечь, то, прежде чем мы успеваем что-либо сообщить, раздастся легкий хлопок, и в стекле внезапно появится маленькое отверстие. Все происходит настолько быстро, что вокруг отверстия не образуется даже трещин.

В отличие от гремучей ртути азид свинца не боится влаги, в чем, несомненно, его большое достоинство. Давая мощный взрыв, он заставляет детонировать основную взрывчатку, отказов никогда не бывает. Гремучая же ртуть во всегда способна увлечь за собой вторичное взрывчатое вещество, например тротил, и требует промежуточного детонатора.

Применение азид свинца в нашей стране стало возможным после того, как советский ученый Солонина в 1926 году детально изучил его свойства. Азид свинца не столь чувствителен к внешним воздействиям, как гремучая ртуть, поэтому ему всегда придается помощник — тринитрорезорцинат свинца. Это сложное название нетрудно выговорить только химику, поэтому обычно его обозначают только «инициалами» — ТНРС, или тенерес. У тенереса есть и другое, более короткое, но не

более понятное название — стифнат свинца. Однако не будем вдаваться в химическую природу этого соединения, а лучше скажем два слова о том, зачем оно нужно азиду свинца. Сам по себе тенерес тоже иницирующая взрывчатка, однако его детонирующая способность слишком мала, чтобы вызвать взрыв основного заряда. Поэтому отдельно от других инициаторов этот темно-желтый порошок редко употребляется. Зато у тенереса есть важное достоинство — он очень чувствителен к пламени. Вот почему в капсули-детонаторы поверх азид свинца запрессовывается крупинка тенереса. Это обеспечивает безотказность воспламенения детонатора. Тенерес впервые был получен в 1914 году.

Помимо гремучей ртути, азид свинца и тенереса, существуют и другие иницирующие вещества, но применяются они довольно редко. Поэтому не стоит засорять память экзотическими названиями и лучше перейти в другое отделение нашего арсенала и познакомиться с бризантными веществами — теми самыми, которые делают львиную долю работы.

Первым дробящим веществом, широко вошедшим в промышленную практику, был уже хорошо знакомый нам динамит. Авторитет его долго был абсолютно непререкаем, и мало кто из современников подозревал, что 1867 год — дата изобретения не только динамита, но и взрывчатых составов на основе аммиачной селитры.

Аммиачная селитра известна человеку довольно давно. Одним из первых о ней упоминает Иоганн Глаубер в своей «Фармакопее» (XVII век), благодаря чему она в течение долгого времени называлась «таинственная аммиачная Глауберова соль» (не надо путать ее с обыкновенной глауберовой солью — сернокислым натрием). Глаубер отметил, что в отличие от обычной селитры его «таинственная соль» при нагреве в тигле улетучивается без остатка. Поэтому на многие годы «саль секретум» получила название «нитрум фламманс» — «горящая селитра». В течение последующих веков аммиачная селитра была изучена весьма обстоятельно, и в наше время она производится в огромных масштабах.

Собственно говоря, называть аммиачную селитру взрывчатым веществом даже как-то неудобно. Начнем с того, что она во всем мире известна как первосортное азотное удобрение, для чего и получается на сотнях заводов миллионами тонн. Этот белоснежный порошок



хорошо растворим в воде, прекрасно усваивается растениями и дает внушительный прирост урожая. Каждая тонна аммиачной селитры — это семь тонн пшеницы, тридцать пять тонн свеклы, сорок тонн картофеля. При чем же тут взрывчатые вещества?

Удобрения получали и на крупнейшем химическом заводе в Оппау, в Германии. По условиям производства селитра содержала там некоторое количество сульфата аммония — тоже давно известного и широко применяемого удобрения. У аммиачной селитры есть одно неприятное свойство — она склонна впитывать влагу из воздуха, отсыревать и слеживаться в сплошную камнеобразную массу. Удобрения на поля вносятся обычно только осенью, и весь год завод работал впрок, наполняя склады целыми горами селитры. Дробить такие слежавшиеся горы кувалдами и отбойными молотками было слишком хлопотно, поэтому решили использовать для этой цели взрывы мелких зарядов. Пробные взрывы оказались настолько удачны, что новый способ быстро вытеснил кирку и лом. Двадцать тысяч взрывов прошли благополучно, но однажды, в роковой день 21 сентября 1921 года, при очередном дроблении селитры произошла одна из крупнейших катастроф в истории взрывчатых веществ: взорвался огромный склад, а вместе с ним и весь завод. Серьезно пострадал и город. Число убитых превысило пятьсот человек. На месте склада образовалось озеро глубиной двадцать и площадью сто шестьдесят пять на сто метров.

Этот печальный эксперимент доказал, что селитра сама по себе все-таки может взрываться (правда, в присутствии примесей). Но прямая связь между аммиачной селитрой и взрывчатыми веществами уже и тогда далеко не была новостью: ведь первая попытка использовать ее для получения пороха (вместо обычной селитры) была сделана еще во время Великой французской революции. Эти попытки оказались безуспешными. Порох с аммиачной селитрой не хотел взрываться и лишь медленно горел, выделяя большое количество дыма.

Энергия взрыва селитры, ее бризантность, работоспособность и прочие показатели, характеризующие взрыв, очень низки. Кислородный баланс аммиачной селитры явно положительный — она содержит кислорода много больше, чем ей это нужно для собственного окисления. Поэтому добавление к ней горючих материалов

(например, сухого торфа или древесной муки) заметно усиливает ее взрывчатую мощь. К этому выводу пришли в 1867 году шведские химики Ульсон и Норрбин, взявшие на такие смеси патент. Патент купил Альфред Нобель в надежде организовать промышленное производство новых взрывчаток. Однако более пристальное изучение смесей на основе аммиачной селитры вызвало разочарование. Дело не только в том, что они были маломощны и далеко уступали динамиту. Аммиачная селитра очень инертна и не всегда взрывалась даже от хороших детонаторов. К тому же эта соль легко отсыревала, да и стоила она в те времена очень недешево. Поэтому Нобель потерял интерес к аммиачной селитре и продолжал расширять производство своего динамита. Аммиачная селитра оставалась на положении бедного родственника довольно долго, используясь от случая к случаю то тут, то там на разных шахтах. И постепенно горняки заметили одну странность: применение селитряных взрывчаток никогда не влекло за собой взрывов рудничного газа и угольной пыли.

С тех пор как шахтеры начали добывать уголь, рудничный газ и угольная пыль стали их самым страшным бичом. Метан присутствует почти в каждой шахте, и горняки ждали взрыва каждую минуту. Мрачная темень угольных копей была страшнее преисподней, каждый спуск в которую мог оказаться последним. После того как английский химик Хэмфри Дэви изобрел свою знаменитую безопасную лампу, количество взрывов уменьшилось, но когда уголь стали дробить не только кайлом, но и взрывчаткой, вездесущий «гризу», как называют французские горняки рудничный газ, снова стал требовать жертв. За шестьдесят лет прошлого века на одних лишь шахтах Франции и Бельгии произошло 1200 взрывов рудничного газа!

«Гризу» стал настоящей грозой для многих сотен тысяч рабочих, занятых и без того нелегким подземным трудом. Один только взрыв 1866 года на английской шахте в Йоркшире унес 360 жизней. В 1906 году вспышка нескольких динамитных патронов привела к взрыву угольной пыли на французском руднике «Курьер». Это была самая крупная катастрофа за всю историю горного дела. Взрыв охватил почти все выработки, имевшие общую протяженность свыше ста километров. Погибло 1099 человек, многие были тяжело ранены.

В следующем году рекордным стал взрыв пыли в американской шахте «Мононга» в Виргинии. Из 370 шахтеров только 8 осталось в живых. Еще через год взорвался рудничный газ на одной из лучших шахт Германии — «Радбод». Жертвой взрыва стали 348 человек. Еще раз 1908 год: шахта номер четыре-бис, Юзовка — 270 убитых. 1913 год: шахта «Юниверсэл», Кардифф, Англия, — 439 погибших. 1925 год: шахта «Министр Штейн», Германия, — 136 убитых, 9 оставшихся в живых...

Вот что такое рудничные взрывы. Поэтому когда от горняков стали поступать сведения о сравнительной безопасности аммиачной селитры, французская Комиссия по взрывчатым веществам под руководством неугомимого Марселена Бергло внимательно исследовала эти сообщения. Бергло не только подтвердил справедливость наблюдений шахтеров, но и смог объяснить причину безопасности смесей с аммиачной селитрой. Все дело оказалось в низкой температуре взрыва этой соли — всего 1600 градусов (а у динамита она превышает 4000 градусов). Между тем давно было известно, что метан способен взрываться лишь при высоких температурах.

Недостатки аммиачной селитры сразу были забыты. Трудно взрывается? Неважно, можно применять более мощные детонаторы. Легко размокает? Пустяки, можно упаковывать ее в патроны из восковой водонепроницаемой бумаги. Недостаточная мощность? Нестрашно, уголь — порода мягкая. На основе селитры стали выпускаться так называемые «антигризутные» вещества, специально предназначенные для подземных взрывов в шахтах, опасных по газу и пыли. Теперь такие взрывчатки в нашей стране называют предохранительными. Предохранительные вещества не столь мощны, как обычные, но разве это имеет значение, если речь идет о жизни или смерти? Применение их означало настоящий переворот в горном деле. На современных шахтах почти не бывает рудничных взрывов по вине взрывчатых веществ.

В 1885 году французский ученый П. А. Фавье получил на основе аммиачной селитры мощные взрывчатые составы. В те времена на коммерческий успех могла рассчитывать лишь взрывчатка с громким названием, созвучным, по возможности, слову «динамит». Поэтому Фавье окрестил свою смесь аммонитом. Смесей селитры

с простыми горючими стали известны как динаммоны. Истоки этих названий кроются в том, что когда-то еще египтянами газу аммиаку было дано имя в честь бога Аммона. Поэтому соли аммиака (на других языках — аммония) именуются солями аммония (скажем, аммиачная селитра — это нитрат аммония). А отсюда уже понятны названия аммониты и динаммоны, применяемые и в наши дни.

Аммониты Фавье быстро приобрели широкую популярность. Со временем они стали видоизменяться, совершенствоваться, выпускаться в разных вариантах. Это важное свойство аммиачной селитры — способность образовывать разнообразные смеси с универсальным набором свойств — обеспечивает ей преобладающее место среди современных взрывчатых соединений мирного назначения. Нелишне заметить также, что она значительно дешевле любого другого взрывчатого вещества.

Аммиачная селитра проявляет свои дробящие свойства только в смесях, и мы еще вернемся к свойствам таких смесей позднее. Первым же индивидуальным соединением, проявившим мощные бризантные свойства и нашедшим широкое практическое применение, была пикриновая кислота.

Трудно сказать, кто и когда впервые получил пикриновую кислоту. Уже много веков назад было замечено, что при действии «духа селитры» (азотной кислоты) на многие органические соединения образуется желтая краска. Обычно честь получения пикриновой кислоты приписывается англичанину Вульффу, который в журнале Лондонского Королевского общества в 1771 году сообщил, что с помощью индиго, обработанного азотной кислотой, можно красить ткани в желтый цвет. Однако соли пикриновой кислоты еще столетием раньше были известны Иоганну Глауберу. Иногда утверждают, что пикриновая кислота в течение долгого времени будто бы считалась безобидным красителем, и только много лет спустя случайно обнаружили ее взрывчатые свойства. Это совсем не так. Уже первым исследователям были известны опасные черты характера этой золотистой красавицы, а в 1799 году французский ученый Вельтер указал на способность пикриновой кислоты к взрыву совершенно недвусмысленно. Вельтер, детально описавший свойства пикриновой кислоты, которая тогда без лишних премудростей называлась просто «желтым

веществом», предположил, что именно она придает желтизну не только желтый цвет, но и горький вкус. Хотя скоро выяснилось, что это предположение ошибочно, желтое вещество стало называться «горьким». «Организатор химии» Берцелиус, создавший единую химическую терминологию, перевел слово «горький» на греческий и получил название «пикриная кислота» (предполагалось, что желтое вещество как-то связано с азотной кислотой). И наконец, известный французский химик Дюма (мы уже упоминали о нем) установил, что желтое вещество не содержит ни капли азотной кислоты и само по себе является кислотой. С тех пор она и получила современное техническое название. Впрочем, химики предпочитают именовать пикриновую кислоту более точно — тринитрофенол. Из этого названия следует, что она получается действием азотной кислоты на фенол.

Сначала пикриновую кислоту применяли исключительно в красильном деле: ведь даже сотая доля процента растворенного тринитрофенола придает воде заметный золотисто-желтый оттенок. Однако после изобретения Зининым метода синтеза более совершенных анилиновых красителей пикриновая кислота с конца пятидесятых годов прошлого века постепенно перестала использоваться для крашения, и в ее производстве наступил некоторый застой, оказавшийся, впрочем, непродолжительным. В 1873 году немецкий изобретатель Шпренгель нашел способ взрывать пикриновую кислоту с помощью детонатора, но это изобретение не вызвало широкого интереса (любопытно, что «шпренген» по-немецки означает «взрываться», но в данном случае это чисто случайное совпадение). Пикриновая кислота не была безопасной и отличалась капризным нравом: то ее нельзя было взорвать никакими силами, то она сама взрывалась без малейших видимых оснований. На мирном фронте она не могла конкурировать с динамитом, а для военных целей явно не годилась. Снаряды с такой начинкой часто взрывались от толчка выстрела еще в стволе орудия. Поэтому боеприпасы по-прежнему продолжали снаряжать маломощным дымным порохом.

Пикриновая кислота предстала перед французской Комиссией по взрывчатым веществам. От всевидящего ока Марселена Бертло, взявшегося за ее изучение, ускользнуло ничего. Было установлено, что пикриновая

кислота — это мощнейшее бризантное вещество, уступающее разве только нитроглицерину; что кислорода в ее составе недостаточно и что желательно добавлять к ней какой-нибудь окислитель (только не селитру); что пикриновая кислота сама по себе относительно безопасна, но что она при хранении в неподходящих условиях легко образует очень чувствительные соли (пикраты), которые способны взрываться от трения и легких толчков; что чувствительность пикриновой кислоты можно понизить сплавлением ее с динитронафталином. Эти исследования положили начало полному перевороту во взглядах на пикриновую кислоту. Окончательно недоверие к новому взрывчатому веществу было рассеяно работами парижского химика Тюрпена, который показал, что литая пикриновая кислота неизменно меняет свои свойства по сравнению с прессованным порошком и совершенно теряет свою опасную чувствительность (позднее оказалось, что в равной степени это относится и к другим веществам, например к тротилу). Если пикриновую кислоту расплавить и охладить, то полученные слитки без всяких страхов можно применять для начинки снарядов. Расплавленная кислота своим янтарным цветом очень напоминает мед (по-гречески «мели»). Само собой разумеется, работы Тюрпена были строго засекречены. И когда в восьмидесятые годы французы стали выпускать новое взрывчатое вещество под таинственным названием «мелинит», оно вызвало колоссальный интерес во всех странах. Ведь ударное действие боеприпасов, снаряженных мелинитом, внушает должное уважение даже в наше время. Несмотря на все предосторожности, тайна мелинита вскоре стала, однако, секретом полишинеля. Уже в 1890 году Менделеев сообщал русскому морскому министру Чихачеву: «Что же касается до мелинита, разрушительное действие которого 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».

В 1894 году пикриновая кислота стала производиться в России. Вскоре под самыми различными названиями — «лиддит», «пертит», «пикрит» и так далее — она была взята на вооружение всеми армиями мира. Расцвет ее производства пришелся на годы первой мировой войны. Но к тому времени у пикриновой кислоты по-

явился уже грозный соперник, быстро потеснивший ее и в тылу, и на фронте. Этим соперником оказался тринитротолуол.

Тринитротолуол впервые был получен немецким химиком Вильбрандом еще в 1863 году, но лишь в начале нашего века он нашел применение в качестве взрывчатого вещества. Работы по его освоению связаны с именем немецкого инженера Г. Каста. Каст был одним из крупнейших специалистов своего времени по взрывчатым веществам, опубликовавших немало работ по теории и практике их применения. Разработанный им метод определения дробящей способности («бризантность по Касту») до сих пор широко применяется при исследовании особо мощных веществ. Под его руководством в 1905 году Германия получила первые сто тонн новой взрывчатки. Как водится, она была засекречена и выпускалась под ничего не значащим названием «тротил». Но уже в следующем году тайна тротила была расшифрована русским офицером В. И. Рдултовским, благодаря энергии которого новое взрывчатое вещество стали получать в России. Очень скоро производство тротила развернулось и в других странах. Ради удобства тринитротолуол редко называют его полным именем. Чаще всего используют либо сокращения (ТНТ, тол), либо его неправильное, но всем понятное исторически сложившееся название «тротил».

Едва появившись на мировой арене, тротил недолго оставался в аутсайдерах. Его выдающиеся достоинства позволили ему быстро обогнать, а затем и совершенно подавить своих конкурентов. Во время первой мировой войны пикриновая кислота еще могла соперничать с ним, но уже через двадцать лет, во время великой битвы народов с фашистским блоком, ТНТ стал почти монопольным боевым дробящим веществом и производился в фантастических количествах. Одни только Соединенные Штаты вырабатывали в 1945 году свыше миллиона тонн тротила! Широчайшее применение он нашел и во всех видах промышленных взрывов мирного назначения. Недаром тротил стал своего рода эталоном, стандартом, опорным веществом для сравнения с ним других взрывчаток, а тротиловый эквивалент принят мерилom мощности ядерных зарядов.

Чем же так хорош тротил? Ведь он уступает по мощности и пикриновой кислоте, и гексогену, и тетрилу, не

говоря уж о нитроглицерине, он не выделяет при взрыве больше всех газов, у него не самая высокая температура взрыва и не самая высокая скорость детонации. Главное достоинство ТНТ — безопасность. Его желтоватые шашки не более опасны, чем головки сыра. Литой тротил обладает настолько малой чувствительностью, что не взрывается даже от детонаторов. ТНТ не образует никаких опасных солей и не поддается натиску времени. Если выкопать из-под земли ржавый снаряд времен еще «первой германской», его тротиловая начинка будет такой же безобидной и такой же грозной, как многие десятилетия назад. Опасность таких снарядов заключена не в тротиле, а в детонирующих устройствах — они-то и могут в любую секунду спровоцировать взрыв. Тротил дешев. Он плавится всего при восьмидесяти градусах, что очень облегчает его заливку в снаряды и в любые другие формы. Тротил легко сплавляется с другими веществами, и эти смеси проявляют еще лучшие взрывчатые свойства, чем сам ТНТ. Вот почему тротил и по сей день занимает незыблемое положение, которое не может пошатнуть появления новых и новейших мощных и сверхмощных взрывчатых веществ. Только гексоген пытается оспорить его главенствующую роль, но несмотря на свою небывалую мощь и другие уникальные свойства, вынужден довольствоваться пока второстепенным положением.

Гексоген получил свое название по внешнему виду его структурной химической формулы, полное же его название — циклотриметилентринитрамин. Впервые синтезировал его немецкий химик и инженер, сотрудник прусского военного ведомства Ленце. Гексоген в химическом отношении сродни известному лекарству уротропину, и вначале им заинтересовались преимущественно фармацевты. В 1899 году Геннинг взял патент на один из способов его производства, надеясь, что гексоген окажется еще лучшим лекарством, чем уротропин. Однако, к счастью, в аптеки гексоген не попал — вовремя выяснилось, что он — сильнейший яд. И только в 1920 году Герц показал, что гексоген представляет собой сильнейшее взрывчатое вещество, далеко превосходящее тротил, да и все другие бризантные вещества. По скорости детонации он опережал все остальные взрывчатки, а определение его бризантной способности обычным ме-

тодом было невозможно, потому что гексоген всмятку разбивал стандартный свинцовый столбик.

Герц взял на свой относительно простой способ получения гексогена английский патент, и немедленно в Англии, а затем и в других странах начались усиленные исследования нового вещества и развернулось строительство заводов. В годы второй мировой войны гексоген уступал по масштабам производства только тротилу, а в наше время входит в состав многих боевых и промышленных взрывчатых веществ. Например, аммонит скальный № 1, предназначенный для дробления особо крепких пород, содержит 24 процента гексогена.

Чистый гексоген — белое как мел вещество. Он плавится при температуре, значительно более высокой, чем тротил (202 градуса), что и неудобно и опасно. Самое же главное, гексоген значительно чувствительнее тротила к удару и дорожке его. Вот почему он пока держится на вторых ролях. Но время идет вперед и делает свое дело. Тротил давно уже достиг своего потолка, а производство гексогена продолжает совершенствоваться. Быть может, в будущем тротил и уступит ему свое место лидера, как когда-то пикриновая кислота уступила его тротилу.

Выпишем теперь химические названия взрывчатых соединений, которые мы уже знаем. Все они начинаются с приставки «три-»: тринитроглицерин, тринитрорезорцинат свинца, тринитрофенол, тринитротолуол... В подавляющем большинстве взрывчатых веществ молекулы содержат в лучшем случае три нитрогруппы. А между тем с точки зрения теории взрывчатого разложения было бы лучше, чтобы этих групп было не три, а больше. Ведь каждая из них несет кислород, а кислорода большинству взрывчатых соединений не хватает. Например, каждым ста граммам тротила для полного окисления нужно добавочных семьдесят четыре грамма кислорода. Кислородное голодание приводит к потере мощности и бесполезной трате взрывчатки. Поэтому химики давно делали попытку ввести в молекулу взрывчатого вещества четвертую нитрогруппу. Однако хотя в молекуле того же толуола для нитрогруппы есть не четыре, а целых пять свободных мест, четвертая группа вводится с большим трудом, а когда ее все-таки удается присоединить, она очень легко отщепляется.

В конце концов четвертую нитрогруппу удалось присоединить к молекуле толуола остроумным способом — через промежуточный атом азота. Сделал это К. Х. Мертенс в 1877 году. На радостях новое вещество назвали тетрил — ведь слово «тетра» означает «четыре». Приводить здесь его научное химическое название нет никакого смысла — оно совершенно непронизимо. Ленце — тот самый, который получил впоследствии гексоген, — изучил в 1885—1886 годах взрывчатые свойства тетрила и убедился, что он действительно мощнее многих других веществ, но, к сожалению, и опаснее. Тетрил применяется иногда в детонаторах, где он помогает инициирующим веществам взрывать заряд. К мирным делам его допускают очень редко.

Четыре нитрогруппы содержит и другое популярное взрывчатое вещество — пентаэритриттетранитрат. Мы позволим себе некоторую фамильярность и вместе со всеми будем называть его просто тэн. Этот белый порошок был получен в 1894 году, а его взрывчатые свойства первым исследовал профессор С. П. Вуколов. В химическом отношении тэн — ближайший родственник нитроглицерина, и у братьев оказался сходный нрав. Тэн тоже мощнейшее взрывчатое вещество, но и чувствительность его слишком высока. Обычно чрезмерную чувствительность тэна умеряют добавкой воска или парафина и используют для заправки небольших, но мощных снарядов. Производство его во всех стадиях опасно. Нельзя сказать, чтобы он был и слишком стоек. К тому же тэн стоит немалые деньги. По всем этим причинам он не может конкурировать с тротилом.

Однако у тэна есть важное достоинство — он обладает хорошей инициирующей способностью, энергично заставляя детонировать другие взрывчатые вещества. Поэтому в мирных целях его используют в капсулах-детонаторах и, главным образом, для изготовления детонирующего шнура.

Взрывчатых соединений еще очень много, но нам пора остановиться, чтобы не запутаться во второстепенных сведениях. Можно было бы еще долго приводить все новые названия и перечислять все новые свойства, но, по выражению одного древнего писателя, это скорее удовлетворит любопытство, чем принесет пользу.

Теперь, когда мы знакомы почти со всеми основными взрывчатыми соединениями, знаем их историю и свой-

ства, достоинства и недостатки, будет большим разочарованием узнать, что эти вещества... сами по себе почти не применяются в промышленности. Напрасно мы будем искать в справочниках промышленных взрывчатых веществ нитроглицерин, гексоген, аммиачную селитру... Мы не найдем там этих названий, зато увидим другие, нам совершенно неизвестные — «акваниты», «игданиты», «аммоналы» и так далее. Разгадка заключается в том, что в подавляющем большинстве взрывчатые вещества — это смеси. Иногда смеси состоят только из взрывчатых соединений, но чаще в них входят еще и вещества, на первый взгляд к взрыву никакого отношения не имеющие. Чтобы далеко не ходить за примером, вспомним обыкновенный дымный порох, ни одна составная часть которого не взрывается. Мы знакомы уже со сладкими взрывчатками, содержащими сахар, и теперь не удивимся, узнав, что есть взрывчатки соленые — они иногда на две трети состоят из поваренной соли! Есть взрывчатые смеси, которые, как сдобное тесто, содержат соду и муку (правда, древесную, но пшеничная была бы ничуть не хуже), а есть взрывчатые «пohлебки» и «каши», содержащие много воды. Такие «водонаполненные вещества» считаются теперь самыми перспективными, они безопасны, просты в обращении, эффективны.

Само собой разумеется, что взрывчатые смеси строятся не наугад, а по строгим рецептам, предписанным теорией. Например, как только появилось понятие о кислородном балансе взрывчатых соединений, сразу стал ясен путь совершенствования их свойств. Некоторые вещества (например, аммиачная селитра) содержат, как мы уже знаем, больше кислорода, чем требуется для их взрывчатого разложения. Рассеивать без пользы избыточный кислород не только неразумно, но и опасно — в угольных шахтах разложение с выделением кислорода может повлечь за собой взрыв рудничного газа и пыли. Поэтому к взрывчаткам с положительным кислородным балансом добавляют сгорающие вещества. При этом сразу убивается много зайцев: взрывчатые материалы становятся более мощными, более безопасными и, что очень важно, более дешевыми. Сгорающими компонентами могут быть практически любые топлива, условие здесь только одно — они должны

быть хорошо измельчены. Смеси таких веществ с аммиачной селитрой имеют, как мы помним, общее название «динаммоны». Однако многие промышленные разновидности динаммонов имеют и собственные имена. Например, Институтом горного дела (ИГД) имени А. А. Скопинского по инициативе академика Н. В. Мельникова разработаны игданиты — чрезвычайно эффективные смеси аммиачной селитры с небольшим количеством (около шести процентов) солярового масла. Жидкое горючее тонкой пленкой покрывает гранулы селитры, повышая ее чувствительность и мощь. Игданиты просты и дешевы, их можно изготовлять прямо на шахте или в карьере непосредственно во время зарядания. Они находят все большее и большее применение.

Превосходным топливом в составе взрывчатых смесей является алюминиевый порошок. Алюминий трудно поджечь (для этого нужна высокая температура), но если уж он вспыхивает, то горит жарким ослепительным пламенем и выделяет огромное количество тепла. Противостоять такому огню могут лишь немногие материалы. Недаром алюминий входит в состав боевых зажигательных веществ, например термита.

Если в составе исходной взрывчатки, напротив, недостает кислорода, то, очевидно, к ней нужно добавить не топливо, а окислитель — селитру, бертоллетову соль или что-нибудь еще. Чрезвычайно полезным оказывается союз двух взрывчаток, если одна из них имеет избыток, а другая — недостаток кислорода. Типичный пример такого взаимовыгодного альянса — смеси аммиачной селитры с различными взрывчатыми веществами: с толом (аммотолы), гексогеном (гексониты), динитро-нафталином (динафталиты, предложенные еще Фавье) и так далее. Общее название этих смесей — аммониты. Если аммониты содержат к тому же еще и алюминий, они называются «аммоналы». Аммониты и аммоналы, а также динаммоны (особенно игданиты) — самые распространенные виды промышленных взрывчатых веществ. Для повышения мощи аммоналов к ним добавляют иногда нитроглицерин (и его труднозамерзающий аналог — нитроглицоль). Такие взрывчатки в нашей стране называют детонитами. Чтобы взрывчатые вещества не пылили и не слеживались, их стараются выпускать не в виде порошков, а в виде гранул — шариков величиной с маковое зерно или мелкую горошину. Гра-

нулированные смеси тротила с аммиачной селитрой называются у нас зерногранулитами.

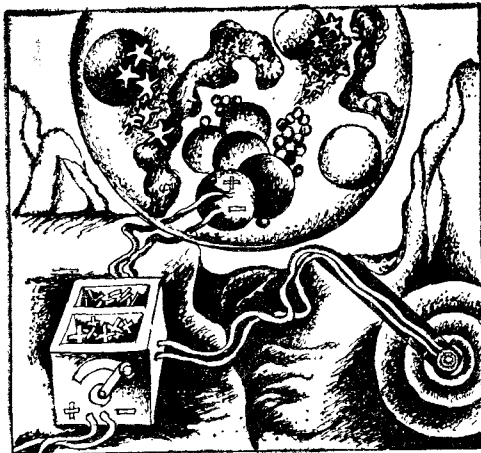
Очень часто разумно составленная смесь взрывчаток, топлив и окислителей все равно еще не годится для применения, и чтобы сделать ее хорошим взрывчатым веществом, нужно добавить к ней некоторые другие компоненты. Например, взрывчатые соединения или смеси могут быть настолько чувствительны к внешним воздействиям и опасны, что приходится умерять их чрезмерную возбудимость специальными добавками. Такие успокоительные средства называют флегматизаторами. «Сонным порошком» для нитроглицерина в динамитах служит инфузорная земля, камфара флегматизирует баллистит, а вазелин успокаивающе действует на другой бездымный порох — кордит. Для большинства взрывчатых веществ прекрасным флегматизатором служит вода. Приходится мириться с тем, что флегматизаторы снижают силу взрыва — ведь они инертны, не взрываются, не окисляют и обычно даже не горят. Но лучше, если мы будем взрывать менее мощные вещества, чем если более мощные вещества будут взрывать нас.

Нередки и противоположные случаи — смесь, составленная, как говорится, *lege artis*, по всем правилам искусства, не проявляет ни малейшей готовности взрываться даже от самых лучших детонаторов. Чтобы повысить чувствительность таких взрывчаток, в них вводят специальные добавки — сенсibilизаторы. Не следует полагать, что сенсibilизаторы — это какие-то необыкновенные вещества со сверхъестественной чувствительностью и мощностью. Чувствительность на удар определяется обычно очень просто: с определенной высоты на взрывчатку падает стандартный груз. В этих условиях вероятность взрыва, например чистого тротила, составляет четыре процента — из ста ударов только четыре приводят к взрыву. Но добавим к тротилу немножко обыкновенного речного песка, и наша смесь будет взрываться в ста случаях из ста! Пять процентов песка превратили надежный тротил в совершенно новое опаснейшее взрывчатое вещество. Парадокс? Безусловно. Но вот факты еще более странные. Добавим к тому же тротилу шестьдесят процентов талька — инертнейшего и безобиднейшего вещества, основу детской присыпки. Теперь мы уже не удивимся тому, что вероятность взрыва такой

смеси тротила с пудрой повысится с четырех до семидесяти пяти процентов. Сделаем вывод, что тальк — превосходный сенсibilизатор, и снова начнем экспериментировать. Подмешаем то же количество талька к гексогену — веществу, куда более страшному, чем тротил. И что же? Вероятность взрыва понизится с семидесяти восьми до шести процентов! Тальк, служащий тонизирующим средством для тротила, почему-то успокаивает гексоген. Объяснить все это очень непросто.

Во взрывчатые смеси могут входить и другие составные части. Чтобы порошкообразные смеси не расслаивались и чтобы их легче было зернить, к ним добавляют склеивающие вещества — цементаторы. Роль цементатора в дымном порохе берет на себя сера. Если взрывчатое вещество неустойчиво при хранении, в него вводят стабилизаторы. Если с течением времени оно разлагается с выделением кислоты (обычно азотной), лучше включить в его состав нейтрализаторы (мел, соду) — те же лекарства, что врачи назначают при повышенной кислотности. Чрезвычайно важно физическое состояние взрывчатого вещества. Например, порошкообразный, прессованный и литой тротил ведет себя, как три совершенно разные взрывчатки. Иногда нужно, чтобы взрывчатое вещество было мягким, как целлулоид (вспомним бездымный порох), или пластичным, как сливочное масло. В такие взрывчатые смеси надо вводить мягчители (пластификаторы). Если работы проводятся в шахтах, где есть опасность взрыва газа и пыли, то к взрывчатым веществам добавляют пламегасители. Они снижают температуру взрыва и препятствуют окислению и взрыву метана. Самым распространенным пламегасителем является поваренная соль. Ее добавляют обычно около двадцати процентов, но есть особо опасные взрывчатые смеси, содержащие нитроглицерин, которые приходится «охладждать» шестидесятью процентами соли! Тут уж лучше пересолить, чем недосолить! Такие предохранительные взрывчатые вещества под названием «углениты» широко применяются при подземных работах.

Благодаря разнообразию состава смесей взрывчатые вещества универсальны и многолики. Они готовы выполнять любую задачу, работать в любой среде, безотказно повинаясь желаниям человека. Наш мирный арсенал обширен и разнообразен. Надо только умело его использовать.



**ВЗРЫВЧАТЫЕ  
ВЕЩЕСТВА  
ЗА РАБОТОЙ**

С первых лет Советской власти взрывчатые вещества были привлечены к мирной работе. Еще не утихла гражданская война, еще свирепствовали белогвардейские банды, а в Москве уже был организован подрывной батальон специального назначения, целью которого были расчистка лесных площадей под пашни, валка деревьев, корчевка пней и заготовка дров для столицы. «Пневое» топливо в те трудные годы зачастую служило единственным источником энергии для заводов и фабрик. Подрывной батальон использовал в основном взрывчатые вещества, оставшиеся от военного времени — ведь взрывчаток мирного назначения тогда еще практически не было. Промышленность царской России в свои лучшие годы потребляла всего пять тысяч тонн взрывчатых материалов, большинство которых ввозилось из-за границы. Чего же можно было ожидать в дни разрухи? Чтобы лучше оценить путь, пройденный нами за эти десятилетия, забежим вперед и назовем только одну цифру: в наши дни рудный карьер средних размеров (правда, эти размеры огромны) потребляет в год десять тысяч тонн взрывчатых веществ — вдвое больше, чем когда-то вся Россия!

В начале двадцатых годов был организован трест «Союзвзрывпром», ставший в наше время ведущей организацией по производству взрывных работ на всей

территории страны. Один из лозунгов тех лет — «Динамит — победитель голода» лучше всего характеризует важную роль, которая отводилась взрывчатым веществам в восстановлении народного хозяйства.

Особенно большое значение имели взрывные работы при сооружении Волховской, Земо-Авчальской, Ереванской ГЭС — первенцев ленинского плана электрификации. В годы первых пятилеток, когда вся страна превратилась в гигантскую строительную площадку, взрывчатые вещества неутомимо трудились на самых важных, самых ответственных, самых срочных объектах. При строительстве Днепрогэса с их помощью был разработан массив, состоящий из полутора миллионов тонн крепкого гранита. Взрывчатые вещества убрали скалы, стоящие на пути Турксиба, заготовили сотни тысяч тонн известняка в Жигулях, ускорили прокладку канала Москва — Волга, помогли осушить Колхидскую низменность. Промышленное потребление взрывчатых веществ возросло за годы довоенных пятилеток в двадцать восемь раз! Нашей стране тогда еще не хватало экскаваторов, бульдозеров и других механизмов, и взрывчатые вещества успешно взяли на себя их роль, перемещая огромные массы горной породы.

В 1933 году взрыв заряда весом всего три тонны казался еще чудом. Но уже в 1934 году при строительстве железной дороги к Сучанскому угольному месторождению прозвучал первый советский сверхвзрыв. Дороге мешал хребет у Бархатного перевала, обойти который было невозможно и который нужно было снести. Для этой цели было использовано 257 тонн взрывчатого вещества. В скалах образовался проход в четверть километра. Таких мощных взрывов еще не знала тогда мировая практика.

Использование взрывчатых веществ в мирных целях не прекращалось даже в годы Великой Отечественной войны. В 1943 году с помощью взрывов началось сооружение Фархадской ГЭС на Сырдарье и позднее — Базуйской ГЭС. На эти цели было затрачено 2500 тонн трофейных немецких мин. В те же годы взрывчатые вещества в большом количестве использовались на строительстве Талынского канала в Армении.

Но в это суровое время у взрывчатых веществ находились и другие занятия. Сотни заводов и фабрик были взорваны советскими людьми, чтобы они не до-



стались врагу. Взрывчатые вещества, которые помогали когда-то строить Днепрогэс — гордость советского народа, символ пятилеток, — теперь вынуждены были его разрушить. Понадобилось двадцать восемь тонн аммонита, чтобы остановить сердце электрического гиганта. Но уже в 1944 году началось восстановление великой электростанции, и снова у берегов Днепра радостно загревели взрывы, перекликаясь с победными залпами салютов.

С помощью взрывчатых веществ за несколько дней был сооружен противотанковый ров длиной 83 километра для защиты Москвы.

В первые же послевоенные годы все ресурсы взрывчатых веществ были направлены на созидание и восстановление. Один из примеров крупнейших взрывов того времени — реконструкция Кассанайской плотины, давшая возможность увеличить объем водохранилища с 18 до 50 миллионов кубических метров.

За прошедшие годы советские ученые — Н. Н. Семёнов, М. А. Садовский, Н. В. Мельников, М. А. Лаврентьев, А. Ф. Беляев, В. А. Асонов, Г. И. Покровский, О. Е. Власов, Ю. Б. Харитон, Я. Б. Зельдович и многие другие внесли выдающийся вклад в теорию и практику взрыва. Благодаря их исследованиям мы располагаем теперь совершенными и безопасными взрывчатыми веществами, высоким уровнем взрывного дела. Самые мощные, самые крупные, самые эффективные взрывы в мире произведены в нашей стране. В 1960 году при Академии наук СССР создан Ученый совет по народно-хозяйственному использованию взрыва — единственное в мире научное учреждение такого рода. Возглавляет его сейчас академик М. А. Садовский.

Роль взрыва в техническом прогрессе современного мира выражается следующей формулой: взрыв ищет, взрыв добывает, взрыв созидает и взрыв разрушает. В этом порядке мы и попытаемся рассказать о мирных профессиях, которыми владеет сегодня взрыв.

Взрыв ищет... Разве можно что-нибудь искать с помощью взрывчатых веществ? Оказывается, можно, и притом очень эффективно. Важнейшая отрасль геофизики — сейсмическая разведка полезных ископаемых — целиком основана на изучении колебаний, возникающих в горных породах при ударе взрыва. «Сейсмос» означает по-гречески «землетрясение», и сейсмология возникла

сначала как наука о причинах и следствиях разгула этих стихийных сил. Одним из основателей сейсмологии был выдающийся русский ученый Борис Борисович Голицын, директор Главной физической обсерватории, академик, член Лондонского Королевского общества. Его выдающиеся работы по теории и практике сейсмографии заслуженно принесли ему мировую известность. Он был избран президентом Международной сейсмической ассоциации. Безвременная смерть (Борис Борисович скончался в 1916 году в возрасте пятидесяти четырех лет) не позволила ученому до конца реализовать свои обширные замыслы.

От подземных толчков по земле распространяются упругие (сейсмические) волны, которые могут быть записаны чуткими сейсмографами на расстоянии сотен и даже тысяч километров от очага землетрясения. Голицын одним из первых обратил внимание на то обстоятельство, что скорость и характер распространения сейсмических волн зависят от свойств горных пород. Поэтому сейсмографы записывают информацию не только о силе и месте землетрясения, но и об окружающих сейсмическую станцию горных породах. К несчастью для геологов (и к счастью для простых смертных), землетрясения случаются редко, и потому уже в 1913 году было предложено использовать для геологической разведки искусственное возбуждение упругих волн в земной коре. С двадцатых годов сейсмическая разведка стала уже применяться для поисков полезных ископаемых.

Сейсмическая разведка основана главным образом на различиях в упругих свойствах горных пород. Чем выше упругость, тем выше скорость распространения сейсмических волн. Например, скорость движения волн в граните составляет почти шесть километров в секунду, в каменной соли — около четырех, а в песке — всего полкилометра в секунду. При переходе из одной среды в другую упругая волна, точно так же, как световая, частично отражается и частично преломляется. Изучая характер распространения отраженных и преломленных волн, можно получить довольно четкую картину расположения пластов, их мощности, наклона, глубины залегания. Записи сейсмографов — это своего рода рентгеновский снимок земной коры, дающий нам бесценную информацию.

Сейсмическая разведка помогает искать уголь, изредка — металлические руды, решает инженерные задачи, с ее помощью изучают крупные геологические массивы и определяют наиболее благоприятные точки для бурения. Но по-настоящему незаменимы сейсмические методы при поисках нефти и газа. Трудно сказать, какова бы была судьба нефтяного дела, если бы не сейсморазведка. Ведь при современных темпах потребления нефти нужно каждые десять — пятнадцать лет находить столько этого драгоценного топлива, сколько его было добыто за всю историю человечества! Вот почему можно смело сказать, что сейсмические методы, а следовательно, взрывчатые вещества помогают человечеству избежать нефтяного голода. Поисковое бурение не справилось бы и с десятой долей тех задач, которые берет на себя сейсморазведка: ведь каждая глубокая скважина — это многие месяцы, а то и годы труда, это сотни тонн металла, это многие миллионы рублей. Вот почему львиная доля геофизических методов разведки направлена на поиски нефти и газа, и в этих методах главенствует сейсмическая разведка. Известное месторождение советской нефти — Тюмень, «Второе Баку», Самотлор — найдены с ее помощью.

Техника сейсмической разведки внешне очень проста. В неглубокую скважину закладывают заряд взрывчатого вещества весом около одного килограмма и взрывают. После того как приборы регистрируют упругие волны, распространившиеся в горных породах, операцию повторяют в нескольких километрах или сотнях метров от места первого взрыва. Небольшой поисковый отряд на двух автомашинах, из которых одна принадлежит взрывнику, а другая сейсморазведчику, успевает совершить в день двадцать-тридцать взрывов и «прощупать» очень большой участок. Очень эффективны сейсмические взрывы в воде — в реках, озерах (а есть даже и морская разведка), но тут возникает неожиданная проблема: жертвой любознательности геологов становится ни в чем не повинная рыба. Поэтому при взрывах в водоемах все чаще начинают применять взрывчатые газовые смеси. Они и дешевле, и удобнее, и почти не глушат рыбу.

Сейсмические методы позволили определить размеры айсбергов, толщину ледяного покрова в Антарктиде, мощность пластов вечной мерзлоты в северных районах

нашей страны. Сейсмический взрыв был использован космонавтами и для исследования лунных недр.

Б. Б. Голицын сравнил землетрясения со вспышками фонарей, на мгновения освещающими недра нашей планеты. Сейсмическая разведка — это фонарь, который с помощью взрыва мы можем зажигать в любое время и в любом месте, где нам это угодно. Значение, которое имеет для народного благосостояния этот волшебный фонарь, позволяющий видеть сквозь подземные толщи, невозможно переоценить.

В последние годы нередко можно прочесть о новых удивительных и уникальных специальностях, которыми овладел взрыв, о применении его в самых невероятных областях. Все это верно. Взрыв — это, действительно, строитель, ирригатор, кузнец и даже ювелир. Но прежде всего он горняк, и об этом никогда не надо забывать. Несмотря на сотни разнообразных применений взрыва в народном хозяйстве, девяносто процентов (а может быть, и больше) всех взрывчатых веществ расходуется на добычу полезных ископаемых. При строительстве плотин могут использоваться тысячетонные заряды, но гигантские плотины строятся не каждый день. Любая же рядовая шахта — это поле боя, поле битвы за богатства Земли, и эту битву сопровождает канонада неумолчных взрывов.

Горное дело — это основа экономической мощи страны. Ведь ни промышленность, ни транспорт, ни сельское хозяйство не могут существовать без топлива, без металлов, без строительных материалов и удобрений. Недаром еще Петр Первый основал Берг-коллегию, которая руководила не только горным делом, но и всей промышленностью России. Недаром старейшим техническим высшим учебным заведением нашей страны является Горный институт. Недаром темпы роста народного хозяйства определяются количеством добытой нефти, угля, железной руды, апатитов.

Взрывчатые вещества стали применяться в горных работах еще в XVII веке. Впервые это важнейшее событие в истории горного и взрывного дела произошло в России. По свидетельству президента Берг-коллегии И. Шлаттера, современника М. В. Ломоносова, взрывчатые вещества для добывания руд впервые были применены в России в 1617 году, в Силезии — в 1627, в Англии — в 1670 и во Франции — только в 1679 году.

Первым взрывникам в шахтах приходилось нелегко. У них не было опыта, не было детонаторов, хороших зажигательных шнуров и других средств взрывания, они не знали, как правильно рассчитать взрыв, им мешали подземные воды и взрывы рудничных газов. Сильно тормозило дело и отсутствие бурильных инструментов. К тому же владельцы шахт вначале сдержанно относились к новому методу добычи. Рабочая сила была дешева, а порох дорог. Тем не менее очень скоро горняки поняли преимущества взрывного метода добычи, и к концу XVII века порох применялся почти на всех крупных шахтах Европы. Однако широкое использование взрывчатых веществ для добычи полезных ископаемых практически началось только с появлением динамита — около ста лет назад. В наше время горные разработки без взрывчатых веществ совершенно немыслимы. Если бы шахты, карьеры и рудники вдруг лишились возможности применять взрыв, они были бы вынуждены полностью прекратить свою работу, а вслед за ними оказалось бы парализованным все народное хозяйство. Ведь три четверти всего угля добывается с помощью взрыва. Взрывным способом проводится около восьми-десяти процентов всех подземных выработок, а в некоторых случаях и все сто процентов. Не менее широко используется взрывное дело и на открытых разработках. Ежегодно на карьерах нашей страны взрывным способом отделяется от массива и дробится примерно два миллиарда кубометров горных пород. Два миллиарда! Читатель, вернее всего, равнодушно скользнет взглядом по этой цифре и будет продолжать перелистывать книгу дальше в поисках более интересных фактов. Современный человек призыв ничему не удивляться. Кто-то справедливо заметил, что удивление может появиться лишь при некотором знании. Двум миллиардам должны быть противопоставлены какие-то другие цифры или сведения, и только тогда, быть может, эта величина произведет на нас какое-то впечатление.

Труд в каменоломнях, этих «мрачных пропастях земли», всегда был чудовищно тяжел. В недавнем прошлом, чтобы выдолбить из гранитного массива кубический метр камня, одному человеку приходилось иногда трудиться почти целый год. Представим теперь, что техника и способы добычи полезных ископаемых сохранились бы в наши дни на уровне прошлого века. Тогда

бы мы не смогли и в малой степени удовлетворить потребности промышленности в топливе, металлах и стройматериалах, даже если бы все население нашей страны до последнего человека спустилось в рудники и карьеры и работало бы там круглые сутки без отдыха и перерыва. А взрывчатые вещества справляются с этой воистину каторжной работой без всякого напряжения. При современных способах взрывания затраты труда на один кубометр породы составляют иногда всего одну сотую человеко-дня. В десять тысяч раз могут ускорить взрывчатые вещества добычу! В 1966 году на Норильском карьере «Медвежий ручей» одним только взрывом было сразу отбито семь миллионов тонн руды. Для этого понадобились заряды общим весом полторы тысячи тонн!

Разумеется, такие взрывы уникальны. Чаще всего полезные ископаемые добываются с помощью более скромных приемов. В угле или руде пробуриваются шпуры — узкие горизонтальные, наклонные или вертикальные скважины длиной до пяти метров. Шпуры заряжают взрывчатыми веществами, забивают их глиняными пробками и взрывают заряды. После очистки забоя от раздробленной массы операции повторяются. Все это вместе называется проходкой. Шпуров много, их сотни, тысячи, заряжать их вручную было бы слишком хлопотно. Вот почему взрывчатые вещества, позволяющие осуществить механизированное зарядание шпуров, приобретают теперь такое большое значение. Часто взрывчатки для горных работ выпускаются в бумажных цилиндрических патронах — ими удобнее и быстрее заряжать шпуры.

То, что выглядит в принципе очень простым, на деле оказывается достаточно сложным. В зависимости от крепости угля, мощности и наклона его пластов, способа выемки угля и многих других обстоятельств длина, диаметр и характер взаимного расположения шпуров должны изменяться. Пласты могут быть к тому же насыщены водой, а шахта — быть опасной по газу и пыли. Это отразится на характере применяемых взрывчатых веществ, что, в свою очередь, опять-таки повлияет на расположение и размеры шпуров. Иногда выгоднее вообще отказаться от шпуров и взрывать горную массу более крупными котловыми и камерными зарядами. В каждую камеру помещается и взрывается заряд весом до не-

скольких тонн. Цель во всех случаях остается одна — добывать как можно больше угля или руды, затрачивая на это как можно меньше средств, времени и взрывчатых веществ. Однако средства для достижения этой цели не просты и далеко не всегда ясны. Кроме того, очень важно не просто отбить горную массу, а получить разрыхленный материал с нужной крупностью кусков. Нельзя допустить, чтобы энергия взрыва бесполезно тратилась на излишнее перемалывание угля или руды. Но еще хуже, если будут отколоты огромные глыбы, не влезающие на транспортер или в ковш экскаватора. Управление действием взрыва в горном деле — совершенно самостоятельная и очень увлекательная отрасль науки, достижения которой дают народному хозяйству огромный эффект.

Еще недавно взрыв в горном деле и строительстве применялся только для дробления. После того как советские ученые первыми в мире освоили искусство направленного взрыва, стало ясно, что взрывчатые вещества — не только всепоглощающий молот, но и гигантский экскаватор, способный перемещать огромные массы грунтов любой прочности. С тех пор взрыв стал широко применяться в строительстве при сооружении каналов, возведении насыпей и плотин, устройстве гидротехнических и ирригационных сооружений. Преимущества взрыва особенно ярко проявляются при осуществлении грандиозных строительных задач — как раз таких, которые характерны для нашей великой страны. Поэтому не удивительно, что именно Советский Союз стал пионером в применении мощных направленных взрывов.

Взрывы в грунтах — старинная отрасль саперного дела. Возведение окопов и траншей, создание и разрушение всякого рода перемычек, сооружение котлованов под фундаменты давно практиковалось военными и гражданскими взрывниками. Уже больше ста лет назад выдающиеся теоретики взрывного дела, участники Севастопольской обороны генералы М. М. Фролов и М. М. Боресков заложили основы расчета взрывов в грунтах. Формула Борескова и поныне используется для определения размера заряда, необходимого для получения в грунте воронки нужных размеров.

Осуществление направленных взрывов ознаменовало принципиально новый этап в истории взрывного дела. Ведь при строительстве многих сооружений важно не

столько раздробить, уничтожить, разрушить объект, сколько направить взрыв в нужном направлении, чтобы выброшенный грунт мог образовать, например, плотину или дамбу.

Обычно грунт выбрасывается с наибольшей силой в направлении, перпендикулярном поверхности земли. При горизонтальной поверхности наибольший выброс идет вверх, что не приносит особой пользы, если строится, к примеру, канал. Котлован, образованный взрывом, будет тут же в значительной мере вновь засыпан этим же грунтом. Если придать поверхности нужный наклон и правильно рассчитать заряд, то грунт можно отбросить в сторону на заданное расстояние и в необходимом направлении. Для этого можно использовать естественные откосы — склоны гор, холмов — или создавать такие наклонные поверхности искусственно, путем предварительных взрывов. Очень часто такой искусственный откос может существовать всего несколько секунд или даже долей секунды — потом он разрушится, обвалится или засыплется грунтом. В таких случаях после вспомогательных взрывов надо немедленно взрывать основной заряд. Поэтому направленный взрыв — это, как правило, серия взрывов точно рассчитанных и точно расположенных зарядов через точно рассчитанные промежутки времени. Ошибка в расчетах может не только снизить эффективность взрыва, но и привести к катастрофическим последствиям. Ведь чем меньше взрыв совершает полезной работы, тем больше энергии расходуется на сотрясение воздуха — в буквальном смысле этого слова. Следовательно, если энергия не будет затрачена на перемещение материалов, она обратится на разрушение объектов, расположенных далеко от места взрыва.

Поэтому о грандиозности взрыва надо судить не по числу жертв и огромному радиусу бесполезных разрушений, а по величине полезной работы. Неконтролируемые случайные взрывы на заводах и складах приводят к сильным разрушениям именно потому, что они не совершают никакой другой работы. К сожалению, и при хорошо рассчитанном взрыве на перемещение грунта затрачивается не более пяти процентов энергии.

Первым советским направленным взрывом крупного масштаба был исторический взрыв в Коркине, на Урале, 16 июля 1936 года. Непосредственно им руководили инженеры Папоротский и Селевцев, но в его подготовке

участвовали крупнейшие ученые нашей страны; в том числе А. М. Терпигорев, Г. И. Покровский и молодой тогда сейсмолог, будущий академик и директор Института физики Земли М. А. Садовский. В Коркине на глубине двадцати метров залегал бурый уголь. Когда угли расположены так близко к поверхности, их выгоднее добывать не шахтным, а открытым способом. Однако для этого необходимо предварительно вскрыть месторождение — убрать породу, которая покрывает уголь. Но чтобы вынуть и переместить 800 тысяч кубометров прочного грунта, при уровне техники того времени потребовались бы годы труда. Взрыв сделал это за несколько секунд. Тридцать шесть зарядов аммонита общей мощностью 1808 тонн образовали котлован шириной 85, глубиной 20 и длиной 900 метров. Грунт был подброшен на высоту более полукилометра. Колебания почвы от взрыва были зарегистрированы сейсмическими станциями Москвы и Пулкова. Это был один из крупнейших взрывов в мире.

Зарядами сходной мощности было вскрыто Алтын-Топканское месторождение в 1952 году. Общий расход взрывчатых веществ составил при этом 1814 тонн, из них 1640 тонн пришлось на основной заряд.

Взрывы небывалой мощности были проведены советскими специалистами при вскрытии медно-серебряного месторождения в Китае в 1956 году. Последний день этого года был ознаменован взрывом группы зарядов общим весом 9200 тонн! Трудно себе представить количество полезной работы, которую совершил такой взрыв.

Очень часто направленный взрыв используется для сооружения плотин, особенно на горных реках, где этот способ чаще всего оказывается единственно возможным решением проблемы. Так были перегорожены десятки рек в горных районах нашей страны — на Кавказе, Памире, Тянь-Шане. Образовавшиеся водохранилища позволили создать сотни новых садов и виноградников.

Интересный пример направленного выброса грунта — перекрытие Терека вблизи Моздока в начале 1959 года. Древняя река должна была свернуть со своего привычного русла, чтобы дать воду Ногайским степям. Для этого требовалось создать плотину, входящую в состав гидротехнического узла, питающего водой Терско-Кумский оросительный канал. Путем серии точно рассчитанных взрывов менее чем за одну минуту удалось

воздвигнуть плотину, не требующую никаких доделок. «Изюминка» этого взрыва заключалась не в рекордной мощности зарядов (их общий вес составлял всего 160 тонн), а в ювелирности исполнения. По проекту тело будущей плотины надо было положить не в стремительный поток, а на сухое основание. Так и было сделано. На несколько мгновений один из предварительных взрывов оголил речное дно, и в этот самый момент оно было засыпано грунтом. Перекрытие Терека вызвало восхищение специалистов всего мира.

Самым известным примером использования направленного взрыва является сооружение знаменитой плотины для защиты Алма-Аты от грязевых потоков — селей. Столица Казахстана не раз подвергалась жестоким атакам грязевых лавин. Последнее катастрофическое затопление города, случившееся в 1921 году, по своим тяжелым последствиям могло сравниться лишь с извержением вулкана. И чтобы раз навсегда защитить Алма-Ату от опасности, было решено поставить перед селом неодолимую преграду — высокую массивную плотину, способную удержать сель любых масштабов — даже такой, который случается раз в десять тысяч лет. Плотину решили построить в Медео — рядом с известным высокогорным катком, в одиннадцати километрах от столицы республики. Однако проектировщиков смущали размеры будущего сооружения — в долину реки Алма-атинки предстояло уложить целую гору. Дорогостоящие работы могли затянуться на многие годы, а терпение селей могло истощиться в любой момент. И тогда решено было призвать на помощь взрывчатые вещества.

Взрыв в Медео был подготовлен и проведен с величайшей тщательностью. Ведь в непосредственной близости от крупнейшего промышленного и административного центра должно было произойти ни много ни мало как искусственное землетрясение, и нужно было не только точно рассчитать сам взрыв, но и тщательно взвесить и предусмотреть все возможные последствия. В подготовке взрыва и контроле над ним участвовали крупнейшие специалисты страны. Основными авторами проекта были организации, выдвинувшие идею создания плотины взрывным способом, — «Гидропроект» и «Союзвзрывпром». После детального обсуждения президиум Академии наук СССР принял решение о целесообразности взрыва. Для его проведения правительство Ка-

захстана организовало специальную комиссию. Непосредственное руководство этой грандиозной операцией принял на себя главный инженер «Союзвзрывпрома» доктор технических наук М. М. Докучаев.

Проектом предусматривалось, что плотина должна быть сооружена с помощью взрыва правого гранитного склона долины. Для этого в скальном массиве были прорублены штольни. В одной из них, расположенной на глубине 88 метров и имеющей длину 90 метров, поместили основной заряд. Для его укладки грузовые автомобили двигались непрерывным потоком в течение трех недель. Из девятикилометровой зоны вокруг центра взрыва было эвакуировано население, вывезено имущество и выведены домашние животные. В горах расположили густую сеть сейсмографов, высокоскоростных киноаппаратов и других точных приборов. Альпинисты поднялись к вершинам, чтобы сфотографировать прорыв облаков горячими газами. Сейсмические станции всей страны приготовились слушать и регистрировать взрыв. И наконец 21 октября 1966 года в 11 часов была нажата кнопка.

Сначала взорвался «малый», вспомогательный, заряд весом 1690 тонн. Он не только сбросил в долину сотни тысяч кубометров гранита, но и образовал крутой откос. И тогда настало время действовать основному заряду. Вес его составлял около 3600 тонн, и он был взорван через 3,56 секунды после вспомогательного. Огромная гора поползла в сторону и вниз. 5268 тонн взрывчатки (таков был точный вес обоих зарядов) опрокинули в ущелье полтора миллиона кубометров скальных пород, образовавших непроходимую плотину. За несколько секунд было воздвигнуто сооружение, равное по объему пирамиде Хеопса, которую десятки тысяч человек строили двадцать лет!

Несмотря на ошеломляющие масштабы взрыва, город совершенно не пострадал. Интенсивность колебаний почвы в центре Алма-Аты не превысила четырех баллов, что по всесоюзному стандарту для определения силы землетрясений означает «умеренное». Но зато вблизи места взрыва и на расстоянии до двух километров от него наблюдалось настоящее землетрясение силой 7—8 баллов («разрушительное»). Гостиница, расположенная в пятистах метрах от центра взрыва, сгорела. Через

короткое время, однако, все сооружения катка были восстановлены.

Значение уникального взрыва в Медео, навеки вошедшего в историю взрывного дела, трудно переоценить. Он отличается не только своим беспрецедентным практическим и экономическим эффектом, но и полученной при его осуществлении богатейшей научной информацией о поведении горных пород при взрыве, условиях возникновения и распространения сейсмических волн, границах защитных зон, направлении движения взрывных газов и силе ударной волны. Возведение этой высокогорной плотины является также примером блестящей организации подготовки и проведения грандиозного взрыва — в том числе и проведения крупномасштабных операций по защите населения и имущества от возможных последствий взрыва.

Впоследствии с помощью заряда весом 3940 тонн в Медео был проведен и левобережный взрыв, закончивший сооружение плотины — гигантского завала высотой в тридцатипятиэтажное здание (93 метра) и объемом два с половиной миллиона кубометров. Он уже спас столицу Казахстана от грозного селя 15 июля 1973 года.

Взрыв в Медео помог рассчитать и осуществить другие супервзрывы. Среди них ярко выделяется возведение взрывным способом плотины в Байпазе. Эта плотина имеет для Таджикистана кровное значение, и ее сооружения долго ожидало население республики. Одна из плодороднейших областей края — Яванская долина — страдала от недостатка воды, и было решено напоить ее водами Вахша. С этой целью на Вахше, вблизи кишлака Байпазы, был сооружен мощный гидроузел, а саму бурную реку понадобилось перегородить плотиной. Строительство ее обычными методами потребовало бы бесчисленной техники и десяти лет работы. Поэтому естественно, что плотина была воздвигнута при помощи взрыва — причем такого взрыва, который сделал затерянный в горах кишлак известным на весь мир.

Байпазинский взрыв, проведенный 29 марта 1968 года, уступает по масштабам взрывам в Медео. Суммарный вес зарядов составил здесь «всего» 2000 тонн — в два с половиной раза меньше, чем при правобережном взрыве близ Алма-Аты. Однако во многих отношениях взрыв в Байпазе интереснее и проведен с большим искусством, чем в Медео. Ведь масштабы взрыва надо

оценивать не размерами заряда, а величиной полезной работы. А в Байпазе, несмотря на меньшее количество взрывчатых веществ, объем плотины — полтора миллиона кубических метров — получился таким же, как при правобережном взрыве в Казахстане. Кроме того, нельзя забывать, что в Медео взрыв накрыл плотиной сухую долину, а здесь предстояло укротить одну из самых стремительных рек в мире: ведь по мощности водного стока Вахш в три раза превосходит Енисей! Такому мощному потоку ничего не стоит размыть и опрокинуть любую преграду.

Есть у Байпазинского взрыва и другая особенность. Он проводился в непосредственной близости от крупных и дорогостоящих гидротехнических сооружений, и в отличие от Медео неконтролируемое разбрасывание породы было здесь совершенно недопустимо. На всякий случай, правда, для защиты сооружений от камней был насыпан высокий земляной вал, а здания были покрыты песчаным экраном и деревянным накатом. Однако советские ученые настолько виртуозно владеют теперь искусством направленного взрыва, что все эти меры предосторожности оказались излишними. Взрыв был проведен с филигранной точностью. Целая гора взлетела в воздух, но на гидроузел, расположенный в двух шагах, не упал ни один камень. Сейсмические колебания и ударная волна также не были практически заметны.

Направленный взрыв не только преграждает плотинами путь водным потокам, но еще чаще делает противоположную работу, хотя не менее нужную — прокладывает новые русла для рек и каналов. Недаром самый мощный в мире взрыв прозвучал не в Медео и не в Байпазе, не при сооружении плотин, а при строительстве канала. Этот взрыв также был проведен в нашей стране. При прокладке Аму-Бухарского канала встретился чрезвычайно трудный скальный участок длиной тридцать четыре километра. Землеройные машины были бессильны перед огромным гранитным массивом. И тогда решено было разбить скалы ударами сверхмощных взрывов. Чтобы пройти весь участок, понадобилось всего четыре взрыва. Масштабы каждого из них потрясали воображение. 28 июля 1964 года наступил памятный день в истории взрывчатых веществ: скалы были раздроблены взрывом заряда весом 9320 тонн. Никогда еще в мире ни до, ни после этого дня не взрывалось одно-

временно такое количество взрывчатых веществ. Но этот взрыв делался не ради рекорда: ведь в одно мгновение он образовал канал глубиной 12 метров и длиной 14 километров. Трудно вообразить, сколько рук, лет и механизмов понадобилось бы, чтобы совершить эту работу без взрывчатых веществ.

Скорость — одно из главных достоинств взрывных работ. Иногда она решает все. Примером тому служат аварийные работы по предотвращению наводнения при обвале на реке Зеравшан. Это случилось 25 апреля 1966 года. Как говорили еще древние римляне, капля не силою камень долбит, но частотою падения. Десятки веков долбила вода Зеравшана гору Дориварз, пока наконец подточенная гора — двадцать пять миллионов кубометров грунта — не свалилась в реку. Мгновенно у запруды образовалось озеро, которое начало расти с угрожающей быстротой. Специалисты быстро определили, что уже через неделю может произойти катастрофа: скопившиеся воды, не найдя себе выхода, должны были неминуемо прорвать завал и затопить предприятия, поселки, плодородные поля. Нужно было действовать, и действовать быстро. Непрерывно заседали три правительственные комиссии. Уже первого мая прозвучал первый салют — взрывчатые вещества начали сооружать Зеравшану новое русло. Работы шли днем и ночью. Через пять суток все было кончено. Шестого мая в тринадцать часов заключительный взрыв разрушил перемычку, и воды реки устремились в обводный канал. Опасность, нависшая над целым краем, была устранена. Сходным путем при помощи взрывов было предотвращено наводнение в районе среднеазиатской реки Ангрен в 1948 году.

Взрывы, о которых мы рассказали или которые по недостатку места оставили без внимания, неповторимы по масштабам потребленных взрывчатых веществ и количеству произведенной работы, по размаху поставленных и решенных ими экономических и общественных проблем. Но было бы ошибкой считать, что взрывчатые вещества привлекаются для решения только уникальных грандиозных задач сенсационного характера, что взрывы совершаются лишь при ярком свете юпитеров, а их гулкое эхо услужливо записывается для благодарных потомков на магнитофонную пленку. Вовсе нет. Основная работа взрыва повседневна и буднична, он всегда

в рабочей блузе и лишь очень редко — в парадной одежде. Мелкие и средние взрывы раздаются в нашей стране ежедневно и ежечасно. Прокладываются дороги, воздвигаются насыпи, делаются уступы на горных склонах, пробиваются туннели, предотвращаются обвалы, роются ямы, канавы, котлованы, и во всем этом участвует взрыв. Взрывы проводятся и на выброс, и на сброс, и на рыхление, и на уплотнение. Взрывают и целые трассы, подрывают и, выражаясь жаргоном взрывников, «отдельности» — пни, валуны, одиночные препятствия. Сколько таких работ проводится у нас? Тысячи? Десятки тысяч? И можно ли считать эти работы мелкими?

Вот пример. Крошечные заряды дробят каменистый грунт в горах, чтобы сделать лунки для деревьев. Взрывчатые вещества не только рыхлят скалу, но и удобряют ее продуктами взрыва. Через несколько лет на каменистом пустыре расцветет фруктовый сад, который даст радость многим поколениям. Мелочь?

В тридцатые годы с помощью взрывов из Вахшской долины изгнали... малярию. Двухсоткилометровая сеть осушительных каналов позволила не только очистить край от комаров и мошки, но и превратить болотистые удушливые низины в сады и хлопчатники.

В районах освоения целинных земель взрывным способом создано около четырехсот искусственных озер. Создать водоем может один взрывник с небольшой группой помощников. Акт творения занимает всего три дня. Сначала небольшими зарядами образуют ямы — камеры. В них закладывают большие заряды — всего около двух вагонов взрывчатки. Завершающие взрывы образуют озеро объемом 50—70 тысяч кубических метров.

Две трети площади Советского Союза занимают районы вечной мерзлоты. Чтобы строить в таких грунтах, приходится дробить их взрывом даже летом. Но очень часто перед строителями возникает обратная задача: нужно уплотнить рыхлый или болотистый грунт, чтобы не осело и не разрушилось будущее тяжелое сооружение. И опять на помощь приходят взрывчатые вещества: удар хорошо рассчитанного взрыва уплотняет землю лучше любого трамбовочного устройства.

Грунты и горные породы — самая распространенная, но далеко не единственная среда, в которой совершаются взрывы. У взрывчатых веществ есть множество других областей мирного применения. Например, взрыв

тушит пожары (недаром говорят — «клин клином вышибают»). В нашей стране взрывчатые вещества впервые были применены для тушения огня в 1931 году, когда взрыв пятидесяти килограммов динамита погасил пожар на нефтяной скважине в Майкопе, бушевавший девять месяцев. С тех пор взрыв неоднократно успешно спасал промыслы от уничтожения огнем.

Незаменимы взрывчатые вещества и при тушении лесных пожаров. Пламя в лесу распространяется иногда с быстротой курьерского поезда, и остановить его можно лишь одним способом — быстро отсечь горящий участок от основного массива широкими просеками и защитными канавами. Рубить лес обычно нет времени, и топор заменяют тротилом. Маленькие шашки привязывают шпагатом к мощным стволам, и взрывник одним ударом валит десятки деревьев. Взрывы же помогают мгновенно проложить защитные рвы. Таким путем было спасено от гибели множество лесов и лесных деревьев.

В последние годы взрыв нашел себе новые неожиданные профессии: он пришел теперь на машиностроительные заводы и занялся обработкой металлов. Взрывчатые вещества и металл не раз встречались между собой и раньше, и каждый раз неравный бой кончался нок-аутом. Перебитые надвое стальные ноги мостов, пробитые черепа танков, раздробленные ребра балок и арматуры — вот обычный итог этих встреч.

Но времена изменились, и взрывчатые вещества стали терпимее относиться к своему старому противнику и даже протягивать ему руку помощи. В последние годы все больше появляется сверхпрочных тугоплавких сплавов, которые трудно обрабатывать традиционными методами. Уже нержавеющей сталь достаточно трудно гнуть и сваривать, а новейшие материалы часто вообще не поддаются обычной обработке. Другая черта современного машиностроения — возрастание числа больших уникальных деталей, на изготовление которых уходит много сил и средств, потому что для их обработки нет смысла специально строить огромные станки и прессы. Да и не всегда такие станки способны справиться с большей деталью сложной формы...

Но взрыв может все. Он без труда штампует и режет любой металл, упрочняет и сваривает изделия любой формы и из любого материала, вальцует, пробивает отверстия, ставит заклепки. Штамповка взрывом была



предложена еще в сороковые годы в Харьковском авиационном институте и десятилетие спустя стала успешно применяться при изготовлении разнообразных деталей, особенно крупных частей самолетов и ракет. Достоинства взрывной штамповки трудно перечислить. Этот метод прост, точен, скор, дешев, позволяет обрабатывать любые материалы, даже закаленные стали и титановые сплавы. Он не требует мощных дорогих прессов — нужны только матрицы (формы для будущих изделий). Матрицы изготовляют из бетона, пластмасс и даже из льда. Ледяные матрицы легки, дешевы и позволяют получить изделия с очень точным соблюдением размеров. Так при штамповке взрывом сошлись «лед и пламень», и оказалось, что они «не столь различны меж собой».

Сущность взрывной штамповки очень проста. Заготовку (например, стальной лист) помещают на матрицу, закрепляют ее, располагают над ней заряд, опускают все это в воду и взрывают. От удара взрыва лист принимает форму матрицы. Таким образом из нержавеющей сталей и сплавов изготовляют днища аппаратов сложной конфигурации, оболочки из сотовых панелей и многое другое. Цена взрывной штамповочной установки в пятьдесят раз ниже, чем стоимость пресса.

Изучение свойств изделий, полученных взрывной штамповкой, обнаружило, что они обладают повышенной прочностью. Это натолкнуло на мысль использовать взрыв для другой цели — упрочнения металлов. Оказалось, что хорошо рассчитанный взрыв не только не разрушает металл, но даже повышает его прочность, твердость, выносливость и износостойкость. Поскольку изделие может иметь очень сложную форму, лучше всего применять для упрочнения мягкие листовые взрывчатые вещества, напоминающие линолеум. Они режутся ножом и при укладке на деталь хорошо повторяют ее очертания. После взрыва поверхностная прочность металлов возрастает иногда более чем вдвое. В нашей стране этот метод успешно используется для упрочнения деталей камнедробилок, зубьев экскаваторных ковшей, крестовин, различного инструмента. Благодаря взрывному упрочнению срок их службы возрастает.

Слабое место многих изделий — сварные швы. Их можно упрочнить взрывом обыкновенного детонирующего шнура. Однако взрывы позволяют не только усили-

вать сварные швы, они и сами могут сваривать металлы. При этом открываются широчайшие технические и экономические возможности. Впервые эффект взрывной сварки металлов наблюдал еще в 1946—1947 годах академик М. А. Лаврентьев в Киеве. В 1960—1961 годах ученики Лаврентьева, работая в Институте гидродинамики Сибирского отделения АН СССР, определили принципиальные условия, при которых возможна сварка взрывом. С тех пор эта отрасль техники сделала гигантский скачок. За разработку теоретических и практических основ нового метода сварки доктор технических наук А. А. Дерибас удостоен Ленинской премии.

Сварку проводят обычно в так называемых взрывных камерах. Допустим, необходимо приварить друг к другу два листа. На поверхность одного из них помещают взрывчатое вещество. Свариваемые листы располагают под некоторым углом друг к другу и взрывают заряд. Взрыв не разрушает деталь, а с силой бросает ее на другой лист. Она летит со скоростью пули, ударяется о лист и накрепко приваривается к нему. Весь рабочий процесс, включая подготовку, длится 25—30 секунд.

У взрывной сварки много преимуществ, и молниеносная скорость — не главное из них. Основное достоинство взрыва заключается в том, что он позволяет соединять металлы, которые не удастся сваривать иным образом, например сталь и свинец, алюминий и нержавеющую сталь, сталь и медь, медь и медь и так далее. Взрыв дает возможность соединять очень большие поверхности. Так, с его помощью можно покрыть большой лист из обычной стали тонким слоем нержавейки и использовать этот двухслойный (а если надо, то и многослойный) лист в любых конструкциях, где требуется нержавеющая сталь. Преимущества применения таких биметаллических изделий очевидны. Они позволяют не растрачивать напрасно тысячи тонн дорогих легированных сплавов. Обычная сталь, покрытая тонким слоем титана, становится вечным металлом. И наконец, у взрывной сварки есть еще одно достоинство — высокая прочность швов. Сварка металлов взрывом получила широкое развитие и за рубежом, особенно в США. Обработка металлов — профессия для взрыва сравнительно новая. Тут предстоит решить еще немало проблем, но и перспективы открываются самые заманчивые.

Мы отчасти знаем теперь, как взрыв нищет, добывает и строит. Остается выполнить свое последнее обещание и рассказать о том, как и зачем взрыв разрушает. Эта сторона взрывного дела наиболее известна. Однако мы будем говорить не о смертоносных разрушениях военных лет, а о тех случаях — к счастью, весьма нередких, — когда разрушение находится в диалектическом единстве со своей противоположностью — созиданием.

В 1548—1572 годах пороховые взрывы, проведенные под руководством Николая Тарле, разрушили пороги на Немане и расчистили для судоходства. Это были первые в мире взрывы, имевшие исключительно мирный характер. С тех пор расчистка и углубление каменных фарватеров стало почетной привилегией взрывчатых веществ. С их участием были снесены пороги на Ангаре, убран со дна Оби гранитный хребет, мешавший судоходству, построена гавань на Байкале. В 1959 году канадские взрывники с помощью тысячи двухсот тонн динамита разрушили «Несчастье капитанов» — грозную подводную скалу Рипл-Рок, погубившую не один корабль.

Взрывы на реках и морях часто используются и для дробления льда. Как известно, в нашей стране насчитывается около ста тысяч рек с общей длиной два с половиной миллиона километров. Ледоходы причиняют большой вред речным сооружениям и наносят немалые убытки. Особенно неистовы ледяные заторы. Раньше в часы опасности приходилось пилить лед пилами, но теперь взрывы и тут стоят на страже, вовремя спасая мосты, речные суда и пристани. В северных морях взрывчатые вещества дробят льды, с которыми не в силах справиться даже самые мощные ледоколы. В 1966 году только взрывы смогли разрушить ледовый плен, в котором оказался ледокол «Москва» у берегов Сахалина. С помощью взрывов снимают иногда с мелей корабли.

Еще одна область применения «речных» взрывов — борьба с заторами при лесосплаве. На одной из рек Урала застряли однажды десятки тысяч бревен. Сто восемьдесят человек с баграми в руках несколько суток пытались развести затор по бревнышку, но так и не смогли с ним справиться. Взрывами шести зарядов аммонита это удалось сделать за десять минут.

Разрушительное действие взрыва очень часто исполь-

зуется при реконструкции городов и предприятий для сноса старых зданий, фундаментов, труб и других сооружений. Главная трудность при проведении этих работ состоит в том, что объекты, подлежащие сносу, находятся обычно в опасном соседстве с жилыми зданиями или действующими цехами фабрик и заводов. Поэтому такие взрывы должны проводиться весьма элегантно, без всякой лихости. Блестящий пример мастерства взрывников был продемонстрирован при сносе большого ветхого собора в Ленинграде. Церковь мешала строительству метро, и ее пришлось убрать. Эту работу сделали 930 небольших зарядов. Они прозвучали ночью, тихо, «вполголоса». Ни один кирпич, ни один осколок не вылетел наружу — все обрушилось внутрь здания. Жители квартир, расположенных всего в нескольких метрах от места взрыва, даже не проснулись.

При взрывах на разрушение, а также при обработке металлов часто используются так называемыекумулятивные заряды, предложенные капитаном Д. И. Андриевским в 1865 году. Слово «кумулятивный» означает «собирающий, накапливающий». И действительно,кумулятивный заряд как бы концентрирует энергию взрыва и направляет ее узким лучом. Эффекткумуляции основан на соударении взрывных волн. При этом достигаются иногда совершенно фантастические давления и скорости — 600 миллионов атмосфер и 90 километров в секунду! Эти космические величины не могут быть получены никакими другими средствами. Кумулятивные заряды являются не только превосходным бронейным тараном, но и широко применимы в мирных целях. Ими можно пробивать отверстия в стальных плитах, стенах и перекрытиях, перерезать металлические балки, стержни, листы.

У взрыва около ста мирных специальностей, и рассказать о них обо всех совершенно невозможно. Днем и ночью трудятся взрывчатые вещества, преобразая лик нашей планеты и отвоеывая у нее ее богатства. За то время, пока вы прочитали последнюю страницу этой главы, на земном шаре прозвучало несколько тысяч взрывов. И каждый из них — это тонны полезных ископаемых, десятки метров каналов и дорог, это новая плотина или котлован. Взрывчатые вещества всегда за работой.



**ТЫСЯЧА СОЛНЦ  
ПОД ЗЕМЛЕЙ**

Очевидно, что обычные — химические — взрывчатые вещества имеют предел своих технических и экономических возможностей. Это стало ясно уже много лет назад. Но человеку всегда присуще стремление к невозможному, и чаще всего в этом стремлении он добивается своего. Так случилось и в истории взрыва. В результате полувековых усилий гениальнейших умов нашего времени невозможное создано: разве мог кто-нибудь представить себе, что мы в силах получить температуру десять миллионов градусов и давление миллиард атмосфер?

Наша книга посвящена химическим взрывчатым веществам, а не ядерным. Атомный взрыв имеет свои особенности, свои проблемы, свое прошлое и свое будущее. Рассказывать обо всем этом нужно в другом месте. Но при всем различии между обычными и ядерными взрывами между ними есть определенная связь, общность целей, сходство во многих внешних проявлениях (ударная волна, сейсмические эффекты и так далее). Использование видов взрыва для созидательных целей — это выражение одной и той же идеи, воплощаемой разными средствами.

Первые атомные бомбы взорвались в августе 1945 года над Хиросимой и Нагасаки, погубив десятки тысяч

мирных жителей. С тех пор ядерный взрыв стал символом преступного массового уничтожения людей. Летчик, сбросивший бомбу на японский город, сошел с ума, замученный укорами совести. К сожалению, не у всех совесть оказалась столь же чувствительной, и атомный шантаж на много лет стал одним из рычагов международной дипломатии американского империализма. Новым притязателям на мировое господство казалось, что, имея атомную бомбу и мощную бомбардировочную авиацию, они могут диктовать свою волю всем, и в первую очередь, конечно, Советскому Союзу.

Наша страна в ту тяжкую послевоенную пору была занята восстановлением народного хозяйства. Однако положение в мире вынуждало значительные силы и средства направить на то, чтобы развеять всеческие иллюзии о возможности разговаривать с нами языком атомных угроз. В короткий срок была ликвидирована монополия США на обладание атомной бомбой, созданы эффективные средства доставки ядерного оружия к цели.

Но еще в разгар «холодной войны», развязанной поборниками «войны горячей», Советское правительство первым торжественно заявило, что ядерные взрывы должны служить не войне, а миру. Предложение о мирном использовании атомного взрыва было сделано в выступлении главы советской делегации в ООН в ноябре 1949 года. Впоследствии в нашей стране была разработана «Программа промышленного применения подземных ядерных взрывов в народном хозяйстве»; в соответствии с которой ныне ведутся теоретические и экспериментальные исследования, давшие уже многие плодотворные результаты.

Проложенная нашей страной дорога мирному атому привела к договору о подземных ядерных взрывах в мирных целях. Договор, открывший новую страницу в биографии мирного атома, был одновременно подписан в Москве и в Вашингтоне 28 мая 1976 года.

Неоценимая польза, которую могут принести ядерные заряды, обусловлена их исключительными достоинствами. По сравнению с обычными взрывчатыми веществами здесь все возведено в квадрат, в куб, в десятую степень. Энергию ядерного взрыва принято оценивать тротиловым эквивалентом — количеством тротила в тысячах или миллионах тонн (в килотоннах и мегатоннах),

взрыв которого равноценен взрыву ядерного устройства. Для зарядов обычных взрывчатых веществ вес порядка тысячи тонн является предельным, уникальным, редким, а атомные бомбы мощностью в одну килотонну считаются самыми мелкими. Ядерные заряды средней силы имеют тротиловый эквивалент до тысячи килотонн, а предельная мощность испытанных ядерных устройств составляет сто мегатонн. При взрыве одного из «рядовых» ядерных зарядов (100 килотонн) выброс грунта составил более пяти миллионов кубометров — втрое больше, чем при уникальном взрыве в Медео!

Огромная энергия единичного заряда — не единственное преимущество ядерных веществ над химическими. Аппетиты промышленности и транспорта растут. Для осуществления некоторых крупных проектов планируются серии взрывов с суммарной мощностью во много десятков мегатонн. Могут ли обычные взрывчатые вещества ответить на этот вызов, если их мировое производство составляет всего одну-две мегатонны в год? Ведь это количество равноценно одному-единственному ядерному заряду средней мощности. Вот почему расщепление атомного ядра дает человеку куда более обширные ресурсы энергии, чем химические взрывчатки, а следовательно, предоставляет и безгранично более широкие возможности.

Но разве нельзя производить взрывчатые вещества не миллионами, а сотнями миллионов тонн? В принципе можно, но этому мешают прозаические финансовые соображения: мы уже говорили, что стоимость энергии в химических взрывчатых веществах очень высока, в ядерном заряде она ниже. Даже самые небольшие ядерные заряды экономичнее, чем тысячетонные громады тротила. Если же речь идет о крупных зарядах, то обычные взрывчатые вещества не выдерживают с ними никакой конкуренции: стоимость ядерного устройства мощностью 5 килотонн в десять раз, а мощностью 10 мегатонн — в десять тысяч раз ниже, чем стоимость соответствующего количества тротила. Считается, что в среднем современные ядерные заряды сокращают затраты на энергию взрыва по сравнению с тротилом в 3300 раз.

У ядерных взрывчатых устройств есть еще одно важнейшее достоинство — компактность. Мощный ядерный заряд можно без труда заложить в узкую скважи-

ну, а для размещения гигантских зарядов аммонита или тротила нужно долбить просторные штольни. На эту работу уходит немало времени и средств, а иногда заполнить ее совсем невозможно — если, например, взрыв хотят провести на многокилометровой глубине. Не дешево обходится и перевозка массивных зарядов, особенно в тех труднодоступных районах, где нет удобных путей сообщения (а как раз в таких районах чаще всего и проводят крупные взрывы).

Для созидательных целей могут использоваться только подземные ядерные взрывы — взрыв в воздухе не несет ничего, кроме тотального уничтожения. У подземного взрыва есть две разновидности, принципиально отличающиеся друг от друга. Если заряд заложен неглубоко (на несколько десятков метров), то при его детонации грунт выбрасывается на поверхность и образуется внушительная воронка. Такие подземные взрывы наружного действия называют взрывами на выброс.

Но подземный взрыв можно провести и по-другому. Если заряд заглубить не на десятки, а на сотни метров, и даже на километры, то его мощи не хватит, чтобы пробить перекрывающую толщу горных пород. После взрыва на поверхности не будет заметно никаких существенных изменений — разве что кое-где немножко вспучится и вздыбится земля. Такие взрывы со скрытым, «замаскированным» действием называют камуфлетными (от французского камуфляж — маскировка). Вся сила камуфлетных взрывов уходит на дробление под землей горных пород и образование колоссальных пустот, которые можно использовать различным образом. Камуфлетные взрывы применяются иногда и в обычном взрывном деле.

Из двух разновидностей подземного ядерного взрыва самые заманчивые перспективы, разумеется, открывают взрывы на выброс. Они позволили бы решить самые разнообразные задачи в области горного и строительного дела — вскрытие месторождений, сооружение гаваней, возведение плотин, дамб, насыпей, прокладку каналов. Но взрывы наружного действия влекут за собой радиоактивное заражение атмосферы, и их применение пока невозможно хотя бы с юридической точки зрения, потому что они подпадают под действие известного Московского договора о запрещении ядерных взрывов в атмосфере, космическом пространстве и под

водой. Пока не будут созданы специальные ядерные устройства и методы их взрыва, обеспечивающие полную безопасность населения, животного и растительного мира, промышленных и природных объектов от всех поражающих факторов ядерного взрыва, не приходится надеяться на промышленное использование взрывов наружного действия. Поэтому исследования в этой области ограничиваются пока изучением принципиальных возможностей.

А возможности колоссальны. Уже разработаны детальные проекты сооружения с помощью ядерных взрывов морских гаваней на Аляске и в Австралии, строительства каналов в Северной Америке, устройства проходов в горах для автомобильных и железных дорог в США. Одним из наиболее впечатляющих проектов применения ядерных взрывов на выброс является план строительства второго Панамского канала. По проекту для сооружения новой трассы длиной 73,5 километра потребуется 294 заряда мощностью от 100 килотонн до 10 мегатонн. По существу, это будет не канал, а пролив: он не будет иметь шлюзов, а ширина его — 300 метров — втрое превысит ширину существующего канала. Трасса находится на безопасном расстоянии от населенных пунктов.

Стоимость строительства этого грандиозного сооружения составила бы всего 620 миллионов долларов — почти в четыре раза меньше, чем реконструкция существующего канала обычными методами.

При самом экономичном варианте второго Панамского канала потребуются заряды общей мощностью 166,4 мегатонны. Если бы взрывы проводились обычными методами, то всей промышленности западного мира потребовалось бы 160 лет, чтобы произвести равноценное количество взрывчатых веществ. Чтобы разместить их под землей, понадобилось бы выработать штольни объемом 250 миллионов кубометров, на что ушли бы многие десятки лет интенсивной работы.

В 1963 году в США разработан проект «Кэрриол», предусматривающий прокладку автомобильной и железнодорожной дороги через гору Бристоль в штате Калифорния. Для осуществления проекта в скалах нужно прорубить траншею длиной более трех километров, глубиной до 110 и шириной до 400 метров. С этой работой справились бы 22 ядерных устройства общей мощностью

1730 килотонн. В подобных проектах и планах за рубежом нет недостатка.

Ряд промышленных проектов использования ядерных взрывов на выброс разработан в нашей стране. Из них самым значительным является намечаемая переброска вод северных рек в Волгу.

Чтобы восполнить растущую потребность Волги в воде и спасти Каспийское море от высыхания, планируется переброска на юг избыточных вод другой могучей реки — Печоры. Для этого через высокий Печоро-Колвинский водораздел нужно проложить канал длиной 112 километров. По расчетам, этот труд могли бы взять на себя 250 ядерных зарядов.

С помощью ядерных взрывов можно было бы создать искусственные озера в пустынных районах Советского Союза. Например, двум зарядам мощностью по 150 килотонн по силам создание водохранилища емкостью 30 миллионов кубических метров. Благотворная роль, которую сможет сыграть такое пресное море в преобращении пустыни, не нуждается в пояснении.

Повторяем еще раз — подземные взрывы наружного действия смогут найти практическое применение только тогда, когда будет исключена возможность радиоактивного заражения атмосферы. В этом направлении ученые и ведут сейчас свои исследования. Одним из самых простых путей снижения радиоактивности является такое заглубление зарядов, при котором совершается меньше полезной работы, но зато сводится к минимуму прорыв радиоактивных газов. Экспериментальные взрывы показали, что выброс в атмосферу составляет всего 4—10 процентов от выделившейся радиоактивности. Остальные радиоактивные продукты взрыва остаются захороненными под землей. Уже через несколько суток после детонации ядерного заряда можно начинать земляные работы на месте взрыва, не опасаясь радиоактивного поражения.

Действенный прием борьбы с радиоактивным облаком — выбор благоприятных погодных условий. При отсутствии ветра 90 процентов радиоактивных примесей, выброшенных в атмосферу, в течение нескольких часов оседает в районе взрыва, что исключает распространение радиоактивных осадков. Однако самым решительным средством борьбы с лучевой опасностью является разработка «чистых» зарядов, взрыв которых не дает

радиоактивных продуктов. Принципиальная возможность создания таких зарядов существует. Появление их ожидается в ближайшем будущем. До тех же пор, пока это не произошло, в промышленности будут применять только камуфлетные ядерные взрывы.

Поскольку камуфлетные взрывы не проявляют никакого видимого эффекта и не перемещают грунтов, о применении их для строительства каналов, плотин, гаваней и других наземных сооружений не может быть и речи. Поэтому и области их использования не столь широки, как у взрывов на выброс. Камуфлетные взрывы проводятся в полностью зажатой среде, оказывающей мощное сопротивление ударной волне. Поэтому их дробящее действие в пять-шесть раз меньше, чем у взрывов наружного действия: ведь горной породе некуда податься, отступить. Но у глубоко заложенных зарядов есть решающее преимущество — радиоактивные продукты взрыва не выходят на поверхность.

При подземном ядерном взрыве протекают довольно своеобразные явления. Выделение энергии происходит за непостижимо малый промежуток времени — менее чем за одну миллионную долю секунды. И в этот краткий миг температура успевает подняться до многих миллионов градусов, а давление — до сотен миллионов атмосфер. «Ярче тысячи солнц» вспыхивает под землей ядерный взрыв, и горные породы, не выдержав его натиска, испаряются, плавятся, сжимаются, дробятся. Ядерный взрыв раздвигает гранитный массив с такой же легкостью, как мальчик надувает мыльный пузырь. В земной глубине образуется гигантская шарообразная пустота диаметром несколько десятков метров. Через несколько секунд (а иногда и часов) кровля искусственной пещеры обваливается, и образуется «труба обрушения» — огромный вертикальный цилиндрический канал, заполненный дробленой породой.

Возможность дробления с помощью ядерного взрыва фантастических количеств руды и горючих ископаемых привлекла прежде всего горняков. В США двадцать фирм объединили свои усилия, чтобы разработать метод подготовки горючих сланцев к переработке с помощью ядерных взрывов. Как известно, запасы органического вещества, накопленного в горючих сланцах, в десятки раз превышают ресурсы нефти. Переработка сланцев раньше была менее выгодна, чем добыча нефти, но

в последнее время в условиях энергетического кризиса, потрясшего капиталистический мир, и непрерывного роста цен на нефть интерес к этому виду топлива оживился. Ведь только одно сланцевое месторождение Грин Ривер, расположенное на стыке штатов Колорадо, Юта и Вайоминг, содержит в три раза больше потенциального жидкого топлива, чем все разведанные месторождения нефти в мире, и в 39 раз больше, чем нефтяные запасы США. При потреблении нефти на уровне 1980 года месторождение Грин Ривер обеспечит топливом Соединенные Штаты в течение 368 лет. Если сланцы перерабатывать в газ, а не в смолу, то потенциальные запасы газа в этом месторождении составят 170 триллионов кубометров, что в 8 раз больше мировых запасов газа и в 21 раз — запасов США.

Одним из самых перспективных путей переработки сланца является его подземная перегонка — нагрев горючими газами до температуры разложения, при которой выделяется похожая на нефть смола. Сплошной сланцевый пласт непроницаем для газов, поэтому для успешного проведения подземной перегонки сланцев нужно предварительно раздробить. Идеальным средством для этой цели служит ядерный взрыв. При детонации одного заряда мощностью 250 килотонн высота трубы обрушения составит 300 метров, а диаметр — 120 метров. Количество раздробленного подготовленного для переработки сланца в такой подземной реторте составит 9—11 миллионов тонн! При промышленной разработке предполагается провести несколько серий по 20 взрывов в каждой, чтобы обеспечить новую отрасль промышленности сырьем на многие годы. Месторождение Грин Ривер особенно благоприятно для применения на нем ядерных взрывов, потому что оно расположено в пустынной местности, имеет значительную мощность пластов и не содержит водоносных горизонтов. Радиоактивность жидких продуктов будет, по мнению специалистов, ничтожна, твердые радиоактивные частицы останутся в подземной реторте, а радиоактивные газы (криптон-85 и тритий) можно будет удалить продувкой реторты воздухом. Безопасное расстояние завода от эпицентра взрыва при мощности заряда 250 килотонн составит не более десяти километров.

Подземная переработка перспективна не только для горючих сланцев, но и для угля и других полезных

ископаемых. Человек давно уже снял сливки с поверхности и в поисках нужных материалов закапывается все дальше в глубь земли. А ведь чем глубже расположены земные богатства, тем труднее и дороже их добывать. Принято считать, что стоимость добычи пропорциональна четвертой степени глубины залегания. Другими словами, если одно месторождение расположено глубже другого в десять раз, то стоимость его разработки повышается в десять тысяч раз! Поэтому технология будущего — это не извлечение полезного ископаемого на поверхность, а подземная переработка. Химический реактор для переработки сырья не обязательно строить наверху, его можно сооружать и под землей, создавая ядерным взрывом зоны раздробленной массы. В такой подземный аппарат можно подавать через скважины нужные реагенты — воду, воздух, растворы кислот и щелочей — и отводить из него солевые растворы, горючие газы и так далее. Особенно привлекательной выглядит такая возможность для добычи цветных металлов.

В США подготовлен проект разработки бедных руд Саффордского медного месторождения в штате Аризона. Как известно, залежи богатых медных руд встречаются не столь уж часто, а без этого красного металла не может развиваться современная промышленность. Если железные руды считаются приемлемыми для переработки при содержании в них железа не менее нескольких десятков процентов, то добычей медной руды не гнушаются, даже если она содержит всего 0,5—0,8 процента меди. Один из методов извлечения металла из столь бедных руд — гидрометаллургический. Он заключается в том, что руда выщелачивается — обрабатывается химическим реагентом, который переводит соединения меди в раствор. На Саффордском месторождении предполагается раздробить руду ядерным взрывом и проводить выщелачивание серной кислотой под землей. Подобные проекты разработаны и в Советском Союзе. Массовое принудительное обрушение руды можно применять и для подготовки разработки месторождений обычными методами.

Подземные ядерные взрывы могут найти широкое применение в нефтяном и газовом деле. Очень часто месторождения нефти расположены в плотных слабопроницаемых породах. Нефть и газ с трудом фильтруются

через герметичные пласты, а большая часть топлива вообще не попадает на поверхность при добыче и навсегда остается в земных недрах. На некоторых месторождениях нефтяные вышки стоят друг от друга буквально в десятке метров, и все равно из пластов удастся извлечь менее половины нефти. Количество нефти или газа, которое ежедневно дает скважина (или, как говорят, дебит скважины), также сильно зависит от проницаемости пород. В некоторых случаях из-за малой проницаемости горных пород добывать газ вообще невозможно. Запасы топлива в таких «запертых» кладовых составляют сотни миллиардов кубометров.

Для увеличения дебита скважин и отдачи нефти советские ученые раздробили нефтеносные массивы с помощью экспериментальных ядерных взрывов. Эти взрывы особенно интересны в том отношении, что они проводились не где-нибудь на пустынном полигоне, а на реальном нефтепромысле, в густонаселенном промышленном районе. Было взорвано два заряда мощностью по 8 килотонн. Остальные скважины (а ближайшая из них находилась от центра взрыва на расстоянии всего 100 метров), оборудование, нефтепроводы, линии электропередач остались целы и невредимы. В городах и поселках жизнь продолжала течь своим руслом. В атмосферу не было выброшено ни единого кубического сантиметра радиоактивных загрязнений. А поток нефти из скважин возрос в полтора — два раза! «Встряхивание» залежи с той же целью успешно проведено и на газовом месторождении.

Проведенные экспериментальные взрывы, хоть и дали ощутимый промышленный эффект, являются только прелюдией к более мощным дробящим ударам. Уже намечена серия из трех взрывов по 40 килотонн, которые увеличат производительность одного из газовых месторождений с 0,25 до 3 миллионов в сутки. Выгоды такого десятикратного ускорения добычи газа неисчислимы.

При разведочном бурении иногда возникают аварийные неуправляемые нефтяные и газовые фонтаны, давление которых составляет сотни атмосфер и остановить которые очень трудно. Такой случай произошел недавно на одном из советских газовых месторождений. При бурении был неожиданно вскрыт газовый пласт, и газ, содержащий много сероводорода, под огромным

давлением, превышающим 300 атмосфер, стал вырваться из скважины. Возник пожар. Пламя и окислы серы быстро разрушили оборудование. Ежесуточный выброс газа составлял фантастическую величину — 12 миллионов кубометров. Этого количества вполне достаточно, чтобы обеспечить топливом крупный столичный город.

Были применены все известные способы перекрытия фонтана, и все они оказались безуспешными. После многих месяцев бесплодных попыток было решено прибегнуть к помощи ядерного взрыва. Рядом с фонтаном была пробурена полутоннаметровая скважина, и на расстоянии около 80 метров от аварийной газовой артерии был заложен ядерный заряд, равный по мощности тридцати тысячам тонн тротила. Уступив столь могучему натиску, горные породы переместились и намертво пережали фонтанирующую скважину.

Еще одна возможная область применения ядерных взрывов в газовой промышленности — создание крупных подземных газохранилищ. Большие современные города потребляют ежесуточно несколько миллионов (а то и несколько десятков миллионов) кубометров газа, и создание резервуаров даже для суточных запасов (не говоря уже о сезонных) топлива для столь крупных потребителей вырастает в сложнейшую техническую проблему, которую совершенно невозможно решить с помощью обычных металлических емкостей. Потребность мощной промышленной державы в газовых резервуарах составляет сотни миллиардов кубометров.

Выход может быть найден только в сооружении подземных хранилищ. Обычно для этой цели используют естественные подземные пустоты или истощенные газовые и нефтяные пласты. Однако природные хранилища имеют несчастливое обыкновение находиться как раз там, где не нужно, — вдали от крупных городов. Поэтому подземные хранилища приходится сооружать искусственно, располагая их в тех местах, где это диктуется экономической и технической целесообразностью. Неоценимую помощь тут могут оказать ядерные взрывы. Зарубежные фирмы ведут интенсивные исследования в этом направлении.

Ученые Института физики Земли Академии наук СССР решили создать с помощью ядерного взрыва подземные хранилища для газа и нефти в соляных

куполах — пластах соли, имеющих толщину несколько сот метров. Соль — прекрасный материал для подземных емкостей. Она прочна, герметична, упруга. При взрыве в соляных пластах трубы обрушения не образуются, и пустоты сохраняют свою сферическую форму.

Сначала был проведен «маленький» пробный взрыв зарядом, равным по мощности 1100 тоннам тротила. Образовавшаяся полость имела рабочую емкость около 8 тысяч кубометров. Большие металлические резервуары такой вместимости — не редкость на современных заводах. Но после «пробы пера» на глубине 600 метров был взорван еще один заряд мощностью уже в 25 килотонн. При этом в соли образовалась пустая сфера диаметром 70 метров и объемом около 160 тысяч кубометров. Такие емкости уже вполне можно использовать для создания долговременных резервов нефти и газа. Расчеты показывают, что подземные хранилища, полученные с помощью ядерного взрыва, будут в шесть раз дешевле наземных резервуаров для сжиженного газа. Разработан проект трех взрывов мощностью по 40 килотонн. Они создадут объем подземных пустот около одного миллиона кубометров, что позволит хранить 70 миллионов кубометров сжатого газа.

Известно, что на больших глубинах горные породы имеют высокую температуру. Поэтому с помощью ядерных взрывов можно сооружать своеобразные «котельные». Для этого достаточно раздробить большое количество горячих пород и пробурить к такой естественной печи две скважины — одну для подачи, а другую для откачки воды. Вода, попадая, как в парной бане, на горячие камни, нагреется до высокой температуры, и ее можно будет использовать для отопления городов, расположенных в удаленных северных районах нашей страны.

Предложена и еще одна любопытная область применения подземных ядерных взрывов — устройство «могил» для захоронения радиоактивных отходов. В связи с возрастающим размахом строительства атомных электростанций эта проблема приобретает все большее значение.

Подведем итоги. Ядерные взрывы могут принести большую пользу, но, как легко было заметить, они не заменяют взрывов обычных. Ядерные заряды будут делать свою работу, взрывчатые вещества — свою. Дав-



но уже изобретены могучие паровые молоты, но миллионы молотков по-прежнему стучат в руках у слесарей и плотников. Точно так же двухсоттонный самосвал не может и не призван вытеснить с улиц и дорог обыкновенные грузовики. И даже у мелкокалиберки есть свои преимущества перед тяжелой гаубицей, потому что из пушки, как известно, по воробьям не стреляют. Чрезмерная мощь ядерных зарядов — это не только их достоинство, но и недостаток. Каждый атомный взрыв представляет сейсмическую угрозу и требует тщательной дорогостоящей подготовки, иногда даже эвакуации близлежащих городов. На действующих шахтах применять ядерный взрыв невозможно, потому что он неизбежно разрушит рудник. Из-за невероятной силы зарядов трудно соблюсти точные контуры горных разработок: взрыв отбивает не только руду, но и лишнюю породу. Кроме того, при таком взрыве смешиваются разные сорта полезных ископаемых (например, горючие сланцы с разным содержанием органического вещества или руды с разным содержанием железа). При обычных же методах руду разного качества можно добывать и перерабатывать отдельно. Поэтому применение ядерного взрыва благоприятно не на всех месторождениях, а только на очень крупных, отличающихся большой мощностью и однородностью пласта и сочетанием других подходящих геологических условий. В небольших массивах ядерному взрыву тесно, как слону в посудной лавке. Ему сподручнее взламывать целые горы, чем ковыряться в мелких, хотя и богатых жилах.

Ядерный взрыв не позволяет пока регулировать степень дробления. Мы можем отбить одним ударом миллионы тонн руды, но не будем уверены, что получим массу с нужной крупностью кусков. Не исключено образование больших глыб, которые придется снова дробить дорогими и хлопотными вторичными взрывами.

Нельзя забывать и о радиоактивности. Даже если проводится камуфлетный взрыв, спрятанный под землей, все равно вполне вероятен прорыв радиоактивных продуктов через трещины. А если прорывы удастся полностью исключить, заражению могут подвергнуться пластовые воды или добываемые продукты. Из-за сейсмической и радиоактивной опасности применение ядерных взрывов предпочтительно в малонаселенных местностях — горах, пустынях, арктических районах. Таких

мест на Земле еще очень много — пожалуй, они занимают большую часть ее площади, — но все же это обстоятельство накладывает на применение ядерных взрывов в мирных целях ощутимые ограничения.

\* \*  
\*

Взрыв уже немало поработал на своему веку, но все сделанное им до сих пор — только начало. Человечеству предстоит осуществить грандиозные проекты по преобразению природы — проложить новые каналы, перекрыть проливы, добыть миллиарды тонн полезных ископаемых, повернуть вспять реки, изменить направление океанских течений, проложить дороги через горные цепи, пробить туннели под морским дном, открыть доступ к земным глубинам. Решающую роль в этих работах будут играть взрывы. Мощности их будут непрерывно возрастать, для их расчета и управления ими будут привлекаться электронные вычислительные машины. Уже сейчас для вскрытия одного из угольных месторождений Якутии проектируется взрыв с небывалой мощностью заряда — 55 600 тонн!

Однако будущее взрывных работ определится не гигантскими супервзрывами, сколь много их ни произойдет, а широчайшим проникновением взрывной технологии во все сферы человеческой деятельности. Техника будущего все чаще будет нуждаться в экстремальных, предельных значениях физических параметров. А что может дать более высокие значения температуры, давления, светового потока, магнитного поля, чем взрыв, при котором «действия сил природы доводятся до своего высшего напряжения?» Поэтому будущие области применения взрыва неисчислимы. Тут и получение искусственных алмазов, и синтез новых видов полимеров, и выращивание кристаллов, и гравирование рисунков по металлу, и новый способ превращения каучука в резину, и даже... стряхивание апельсинов и яблок при уборке урожая с фруктовых деревьев. Одним словом, взрывчатым веществам не угрожает безработица. Их перспективы в мирном будущем — а мы представляем себе будущее только таким — просто захватывают.

Кажется, совсем недавно мы начали рассказ о тысячелетней истории взрывчатых веществ, и вот он уже

подходит к концу. Осталась последняя страница. Все ли удалось рассказать?

В индийской притче говорится, как муравей нашел однажды громадную сахарную гору. После долгих усилий он отколупнул от нее крошечный кусочек, с трудом взвалил его себе на спину и сказал: «Ладно, остальное заберу в следующий раз».

Не будем уподобляться самоуверенному муравью и не станем обольщаться. Из горы знаний о взрывчатых веществах мы смогли извлечь лишь крупинку, и ни в этот, ни в следующий раз не удастся рассказать и узнать о них все. Взрывчатые вещества дают нам нефть, металлы, уголь, удобрения, строительные материалы, без них не было бы тепла и света, силы и скорости. Они строят дороги, сооружают плотины, поят водой сады и поля, устремляют ввысь космические ракеты. Они делают свою работу «с огоньком», неумоимо и вдохновенно, они «идут в жизнь, чтобы ярче сгореть». Объем и разнообразие их свершений не поддаются учету, их удивительные свойства восхищают, их мощь поражает воображение.

Но взрывчатые вещества созданы людьми, они покорно повинуются им, и взрыв есть не что иное, как концентрированный сгусток человеческой воли. Поэтому, закрывая эту книгу, отдадим еще раз дань уважения тысячам великих и безвестных людей, чьи мужество, труд и талант подарили нам столь могущественное оружие в борьбе за лучшую жизнь.

## СОДЕРЖАНИЕ

Вещества, которые умеют многое . . . . .	5
Легенды, тайны, манускрипты . . . . .	8
Праща и меч . . . . .	26
Пять веков зеленого дела . . . . .	34
Порох и революция . . . . .	47
Взрывчатая вата и джинн в бутылке . . . . .	62
Жизнь среди взрывчатых веществ . . . . .	74
Огонь без дыма . . . . .	96
Познание тайн взрыва . . . . .	114
Мирный арсенал . . . . .	129
Взрывчатые вещества за работой . . . . .	154
Тысяча солнц под землей . . . . .	176