

# ВЗРЫВЫ ИЗ ПРОШЛОГО

## ОСНОВНЫЕ ВЕХИ В ИСТОРИИ ВЗРЫВЧАТКИ

Что такое взрыв, сегодня хорошо представляет каждый из нас — если не с точки зрения физики, то хотя бы визуально. Однако человек далеко не сразу понял природу взрыва и научился направлять разрушительную силу в созидательное русло. История взрывчатки поистине феерична, особенно если изучать ее не в теории, а на практике, — считают авторы программы «Теория большого взрыва» (5 апреля 2008 г., 18:00, Discovery Channel) и делятся своими открытиями с читателями «Науки и техники».

### Порох

История взрывчатки начинается, конечно, с пороха. Когда и где именно впервые он был получен, точно не установлено. Вполне вероятно, что он появился одновременно в нескольких местах, подобно колесу, рычагу и другим великим открытиям человечества, к числу которых относится и он сам. И те, кто думает, что порох впервые изготовил знаменитый францисканец Бертольд Шварц во время своих алхимических опытов, просчитался на несколько веков. Впрочем, Шварца тоже не стоит сбрасывать со счетов, но об этом позднее. А пока попробуем хотя бы примерно обозначить место и время появления невзрачного черного порошка, изменившего ход человеческой истории. Он оставался основным взрывчатым веществом более тысячи лет.

Гипотетических мест происхождения пороха два: Ин-



дия и Китай. Относительно времени разброс куда больше — самые «ранние» версии ссылаются на 1500 год до н.э., самые поздние — на XIII век н.э., когда появились первые письменные свидетельства. И тем не менее, хоть это никак и не подтверждено документально, считается, что по крайней мере в III веке нашей эры порох уже существовал, и скорее всего придуман он был именно в Китае. Дело в том, что в распоряжении индийских военачальников имелись боевые слоны — «танки древности», наводившие ужас на вражескую армию. В Китае же столь мощных боевых единиц не существовало, так что стимул к поиску

нового оружия был куда выше. Так или иначе, сами китайцы считают порох одним из четырех великих изобретений, дарованных Древним Китаем человечеству — наряду с бумагой, компасом и книгопечатанием.

Первое документальное описание состава и рецепта приготовления пороха принадлежит даосскому алхимику и врачу династии Тан-Сунь Сы-Мяо (601-682 г.н.э.). В своем трактате «Цянь цзинь яофан» («Бесценные рецепты») он описывает вспышку пороховой смеси как слияние двух начал: селитры как женского «инь» и серы как мужского «ян». По его рецепту, в состав такой смеси входит 8 частей селитры, 4 части серы и 1 часть угля (стоит отметить, что рецепт этот несколько нетрадиционен). Однако вряд ли Сунь Сы-Мяо был





первооткрывателем: фейерверки на основе пороха уже активно использовались в Китае как минимум веком раньше, а «огненные стрелы» как средство обороны упоминаются в китайских летописях II-III веков. Так, в дошедшем до нас послании тех времен неизвестный китайский алхимик пишет: *«Сегодня в своей комнате для составления смесей погиб Шин Ру, один из умнейших людей нашего времени. Ужасная смесь, вызвавшая пожар, состояла из серы, селитры и древесного угля. Я был потрясен этим случаем. Это был не обычный пожар, раздуваемый ветром, а внезапный взрыв, уничтоживший все. Вскоре после этого события ко мне прибыл посыльный, сообщивший, что такой же взрыв убил группу ученых в близлежащей деревне и уничтожил дом, в котором они находились. Какое зло мы выпустили в этот мир».*

Первоначально пороховая смесь применялась для изгнания злых духов, отпугивания хищников и змей от деревень. Крестьяне вкапывали в землю бамбуковые трубки, насыпали в них порох и поджигали, получая «огненные фонтаны». Затем фейерверки стали устраивать для увеселения, и к IV веку нашей эры они уже весьма широко использовались в Китае во время многочисленных празднеств. Согласно неподтвержденной легенде, именно благодаря дефектному фейерверку люди открыли, что газы, образующиеся при горении пороха, могут стать движущей силой.

О том, как порох попал в Европу, точных сведений также нет. Современные историки предполагают, что сначала секрет попал в Среднюю Азию, а оттуда по Великому Шелковому пути — уже в европейскую часть материка. С другой стороны, мы уже говорили о том, что, скорее всего, порох был изобретен сразу в нескольких местах, так что, возможно, в некоторых европейских странах его изобрели «повторно». Видимо, одним из таких изобретателей и был знаменитый монах Бертольд Шварц. Долгое время само существование человека с таким именем подвергалось сомнению — точных сведений о нем крайне мало. Считается, что его настоящим именем было Константин Анклитц, Бертольдом он стал после пострижения в монахи, а прозвище Шварц, «черный», было получено за увлечение алхимией, которую многие приравнивали к черной магии. Во время своих алхимических опытов он и сделал случайное открытие — камень, которым Шварц растирал в ступе селитру, серу и уголь, вдруг вылетел сам собой под ужасный грохот, а из ступы повалил дым. По крайней мере, именно так гласит легенда. По одной из версий, Шварц был убит этим самым камнем, однако его труд «О пользе пороха» доказывает обратное. В этом труде он описал свойства найденной им смеси и возможности ее применения. Заслуга Шварца заключалась не столько в изобретении пороха, который, бесспорно, был известен задолго до него, сколько в том, что он объяснил людям практическую пользу черного порошка.

Однако точный состав пороха был описан ранее, в XIII веке. Знаменитый Роджер Бэкон пишет о порохе



в своем трактате «Epistolae de Secretis Operibus» и указывает, что для его изготовления нужно взять 7 частей селитры, 5 частей угля и 5 частей серы. Византиец Марк Грек в своей «Книге огней» приводит следующий рецепт: «Селитры шесть частей, серы две части и угля две части». Селитра играет роль окислителя, уголь нужен в качестве основного горючего, а сера является цементирующим веществом: она уменьшает гигроскопичность пороха и облегчает его воспламенение. При нагревании селитры из нее выделяется кислород, в котором уголь сгорает крайне быстро. Если горение происходит в более или менее герметичном сосуде, скорость его очень высока — такое горение напоминает взрыв. С таким эффектом порох сгорает, например, в стволе пушки. Если же в сосуде, где находится порох, имеется достаточно большое отверстие, то он горит относительно медленно, а пороховые газы выходят из отверстия в виде мощной струи — именно так выглядит простейший реактивный двигатель.

Весьма трудоемкая технология изготовления пороха оставалась неизменной в течение долгих веков. Сначала тщательно измельчали селитру, уголь и серу на специальных жерновах, которые приводились в движение лошадьми или водой — не случайно пороховые заводы называли мельницами. После этого измельченные ингредиенты смешивали и снова перетирали на тех же жерновах. Этот процесс был чрезвычайно опасен, и немало людей погибло от взрывов, пока не догадались перетирать смесь во влажном состоянии. Мокрая перетертая смесь образовывала твердую «лепешку», которую затем разбивали на куски. Далее следовал процесс зернения: дело в том, что пороховая пыль сгорала слишком быстро, а кроме того, легко отсыревала. Первоначально порох изготавливался именно в виде пыли, отсюда и название: словом «порох», или «прах» в старину называлась пыль. С развитием огнестрельного оружия порох стали «зернить», то есть, выражаясь современным



языком, гранулировать: слишком быстрое сгорание пыли приводило к разрыву орудийного ствола. Делали это с помощью особых горизонтальных решет из свиной кожи, в которые помещали куски пороховой «лепешки», а также свинцовые шары. Решета трясли, шары разбивали «лепешку», а измельченный порох просыпался вниз. Затем его вновь просеивали, пороховую пыль снова отправляли на жернова, а зерна сушили, полировали (трясли, чтобы зерна терлись друг о друга, приобретая гладкость), а затем укупоривали в дубовые бочки.

Отдельной проблемой было сырье, и в первую очередь селитра. Дело в том, что на Земле она в природной форме встречается очень редко, поэтому приходилось добывать ее довольно своеобразным методом. Дело в том, что помет животных при долгом лежании слегка белеет — этот налет и есть не что иное, как селитра. По-видимому, это открыли еще китайцы — не случайно название «китайский снег». Сначала его добывали на свалках и скотных дворах. Затем стали устраивать специальные селитряные кучи, куда свозили навоз, ботву, солому, пищевые отходы. Все это обильно поливалось мочой и помоями, обносилось высокими заборами для защиты от солнца, покрывалось соломой и оставлялось для созревания. Спустя определенное время «селитряную землю» промывали теплой водой для растворения селитры. Далее раствор выпаривали и охлаждали — при этом на дне вырастали крупные шестигранные кристаллы селитры. Процедура эта была поистине адской, а изготовители селитры работали в ужасном зловонии — ведущий передачи «Теория большого взрыва» попытался повторить процесс получения селитры, и убедился в этом на собственном опыте.

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.

Попытки улучшить качества пороха проводились постоянно: как за счет лучших ингредиентов, так и путем поиска оптимальных пропорций. В конце XVIII века в результате теоретических и экспериментальных исследований дымного пороха и его составных компонентов, проведенных в 1748 г. М. В. Ломоносовым и независимо от него Лавуазье и Бертоло, был найден наиболее опти-



мальный его состав, который практически не претерпел изменений до настоящего времени: 75% калиевой селитры, 10% серы и 15% угля.

### Нитроглицерин и динамит

Более тысячи лет дымный «черный» порох оставался единственным взрывчатым веществом разрывного действия. Но в XIX веке были найдены новые соединения колоссальной разрушительной силы. В 1838 году французский химик Пелуз провел первые опыты по нитрации органических веществ. Суть этой реакции заключается в том, что многие углеродистые вещества при обработке их смесью концентрированных азотной и серной кислот отдадут своей водород, принимают взамен нитрогруппу NO<sub>2</sub> и превращаются в мощную взрывчатку. Немецкий химик Шейнбен применил нитрацию к хлопковой вате, получив в итоге пироксилин — вещество, применяемое

для производства бездымного пороха.

Позднее, в 1846 году, итальянский химик Асканио Соберо воздействовал таким же образом на глицерин — результатом опыта стало изобретение нитроглицерина. Это вещество, прозванное «жидким порохом», взрывалось при малейшем сотрясении или нагреве. При взрыве нитроглицерина происходит его разложение: в результате сначала образуются газы CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>, NO, а затем они взаимодействуют между собой, выделяя огромное количество теплоты. Разогретые до очень высокой температуры, эти газы стремительно расширяются, оказывая мощнейшее давление на окружающую среду — именно этим и объясняется колоссальная взрывная сила нитроглицерина. Казалось бы, замена пороху найдена — если бы не одно «но»: хранение и транспортировка этого соединения были сопряжены с чрезвычайной опасностью. Даже при незначительном ударе мог произойти взрыв, а иногда вещество само по себе начинало разлагаться на органические кислоты, при этом для взрыва становилось достаточно даже малейшего сотрясения.

Эта повышенная опасность и делала практическое применение нитроглицерина крайне затруднительным. Он лишь незначительно использовался в горном деле: его вливали в скважину, затыкали ее глиной и взрывали — сначала с помощью погруженного в нитроглицерин патрона, затем — посредством капсулы с гремучей ртутью. Однако частые несчастные случаи привели к тому, что нитроглицерин был запрещен почти повсеместно. Было ясно, что для успешного использования нитроглицерина необходимо снизить его чувствительность к детонации.



Имя Нобеля в первую очередь ассоциируется у нас со знаменитой премией. Между тем этот человек был не только успешным промышленником, владевшим почти сотней заводов. Он был еще и талантливым изобретателем — Нобель получил более 350 патентов на свои разработки. Главным изобретением Нобеля стал динамит, открывший новую страницу в истории взрывов.

Страсть к исследованию взрывчатых веществ Альфред унаследовал от отца, а любовь к химии ему привил знаменитый ученый Николай Зинин, у которого юный Нобель учился в Санкт-Петербурге. Именно Зинин познакомил его с процессом получения нитроглицерина, а позднее Нобель познакомился и с изобретателем этого вещества, Асканио Собrero.



личества гремучей ртути в металлическом капсуле происходил взрыв той же силы, какую давал в том же объеме чистый нитроглицерин. Для детонации динамита, который был запатентован в 1867 году, Нобель в том же году изобрел гремучертутный капсульный детонатор. Динамит сразу нашел широчайшее применение при строительстве шоссе, туннелей, каналов, железных дорог, принеся Нобелю не только славу, но и миллионные прибыли.

Во время Первой мировой войны динамит применялся в подрывном деле и для производства снарядов, в некоторых странах его использовали и во время Второй мировой, а вплоть до 60-х годов XX века его использовали в народном хозяйстве в шахтах и карьерах. Тем не менее его использование, несмотря на все усилия Нобеля, было сопряжено с опасностью. При низких температурах его чувствительность к детонации резко возрастала.

Это иногда приводило к разрывам снарядов в стволе, а при высоких температурах при недостаточной герметичности корпусов снарядов нитроглицерин начинал отделяться от кизельгура и вытекать наружу, что приводило к взрывам снарядов в местах хранения. Впрочем, такое нередко происходило из-за нарушения технологии производства. В шестидесятые-семидесятые годы выпуск динамита был окончательно прекращен, и сегодня он — всего лишь веха в истории взрывчатых веществ — хотя, надо признать, веха очень важная.



Через несколько лет, уехав из Петербурга в Стокгольм, Нобель в своей лаборатории начинает изучать свойства нитроглицерина с целью повысить его устойчивость к детонации. Все заканчивается взрывом, в результате которого погибло восемь человек — в том числе брат Альфреда, Эмиль, и химик Хетцман, близкий друг Нобеля. Трагедия заставила исследователя с головой уйти в работу, и в итоге он установил, что если растворить нитроглицерин в спирте, то устойчивость к детонации повышается. Однако требуемая безопасность при этом не достигалась, и задача была решена лишь тогда, когда Нобель догадался пропитать нитроглицерином пористый природный абсорбирующий материал — кизельгур, или диатомит. Это особая пористая горная порода, которую иногда называют «инфузорной землей» - она состоит из кремниевых оболочек водорослей. В кизельгур при перевозке помещали бутылки с нитроглицерином, чтобы уменьшить тряску. По легенде, открытие произошло случайно: одна из бутылей во время перевозки разбилась, и кизельгур пропитался нитроглицерином. Нобель решил исследовать пропитанную землю, и выяснил, что она не детонирует от удара. Впрочем, эта легенда ничем не подтверждена, но случайно или намеренно — этот опыт стал рождением динамита, который представляет собой не что иное, как кизельгур, пропитанный нитроглицерином.

При этом взрывные свойства нитроглицерина сохранялись — в таком состоянии он не взрывался ни от слабого удара, ни от горения, но при воспламенении небольшого ко-

### Тротил

Веществом, пришедшим на смену динамиту и вытеснившим его, стал тротил (тринитротолуол, тол). Конечно, «современным» его можно назвать с натяжкой — он был снят с массового производства в 90-е годы XX века. Однако вплоть до этого времени тротил был самой популярной взрывчаткой в большинстве стран мира. До сих пор единицей





измерения взрывных событий (разрушительной силы взрывчатых веществ) стала тонна тринитротолуола. Неслучайно четвертая, заключительная серия программы Discovery Channel «Теория большого взрыва» посвящена именно тротилу.

Столь широкое распространение тротил получил благодаря химической стойкости, нечувствительности едва ли не ко всем внешним воздействиям, надежности срабатывания, а также безопасности в производстве и применении. Тротил загорается лишь при температуре +290°C, поэтому его можно расплавить и придать ему любую форму либо заполнить любые емкости, в частности — полости боеприпасов. Прессованный тротил легко поддается механической обработке — его можно резать, строгать, сверлить. Тротил химически очень инертен, не вступает в реакции с металлами и никак не реагирует на воду. Даже при поджигании тротил не взрывается, а горит желтым коптящим пламенем. Длительное (до 60-70 лет) пребывание в воде, земле, корпусах боеприпасов не изменяет взрывчатых свойств тротила.

Тринитротолуол получают путем нитрования толуола — углеводорода, имеющего формулу  $C_6H_5CH_3$ . Это бесцветная летучая жидкость с резким запахом — продукт обработки нефти, а также толуол является отходом при получении кокса. Для изготовления тротила толуол нитруют смесью азотной и серной кислот по особой технологии. По завершении процесса нитрования и очистки тротил имеет вид желтого кристаллического вещества. Впервые он был получен немецким химиком Вильбрандом еще в 1863 году, но тогда дальше лабораторных опытов дело не пошло. Лишь в начале XX века соотечественник Вильбрандта Генрих Каст заинтересовался свойствами тринитротолуола, заметив, что, в отличие от других веществ, его производство не сопряжено с опасностью. Благодаря его разработкам уже в 1905 году на вооружении германской армии было сто тонн новой взрывчатки. Через год секрет производства был раскрыт, и тротил начал производиться сначала в России, потом в США, Франции, Италии, Испании, Великобритании.

Уже в то время существовали вещества и с большей взрывной силой, чем у тротила, однако при этом они обладали теми или иными недостатками. Гексоген, к примеру, был гораздо более чувствителен к детонации, мелинит оказался крайне ядовитым, а также вступал в реакцию с металлами, недостатком пироксилина и аммиачно-селитренных взрывчаток была гигроскопичность.

Чтобы совместить достоинства различных взрывчатых веществ и нивелировать их недостатки, стали изготавливать их механические смеси на основе тротила. В смеси с



гексогеном тротил понижает чувствительность последних, а в смеси с аммиачно-селитренными взрывчатыми веществами тротил повышает их взрывчатые свойства, повышает химическую стойкость и снижает гигроскопичность. Вследствие того, что механические смеси тротила с другими веществами стали приобретать все большую популярность, чистый тротил практически перестал применяться. Сначала ему на смену пришла взрывчатка, названная аббревиатурой ТГА — смесь тротила, гексогена и алюминия. Затем был разработан октоген, одна из самых мощных взрывчаток, который обычно используется в сочетании с тротилом — самый распространенный сплав, октол, содержит 77% оксогена и 23% тротила.

В чистом виде тротил сегодня используется достаточно узко, в основном в саперном деле, а из-за вредности продуктов взрыва в Европе он запрещен. Однако со счетов тротил списывать рано, поскольку даже новейшие взрывчатые составы по ряду свойств порой уступают тротилу, так что поиск идеальной взрывчатки продолжается.

Порох, динамит и тротил — лишь основные этапы в истории взрывчатых веществ. Именно они стали «главными героями» программы Discovery Channel «Теория большого взрыва». Однако в этой программе есть и немало «действующих лиц второго плана», которые когда-то взрывались с не меньшим грохотом, чем «звезды». А уж по сравнению с современной взрывчаткой порох, динамит и тротил выглядят бедными родственниками. Но это уже совсем другая история.

*Статья подготовлена по материалам программы «Теория большого взрыва», которая выйдет 5 апреля 2008 г., 18:00, Discovery Channel*

