

**МЕТАТЕЛЬНЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА**

*Д.т.н., проф. С.А. Калякин, студ. Н.М. Вербицкая, студ. Д.С. Кабунов, студ. А.С. Шилин, ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк*

В России первые пушечные выстрелы прозвучали при Дмитрии Донском. При обороне Москвы в 1382 г, от войск татарского хана Тохтамыша. Серьезное усовершенствование черного пороха сделано в 1525 г. (Франция) — вместо тонкого порошка (мякоти) начали использовать гранулированный (зерненный) порох. Тем не менее за твердыми черными зёрнами, кубиками и призмами размером от 1 мм до нескольких сантиметров в поперечнике сохранилось название «порошок, пудра, порох». До XV века в России огненный порошок называли «зелье», как и всякие другие смеси с удивительными свойствами. В Петербурге сохранилась улица Большая Зеленая, которая была названа при Петре I «Большая Зелёная», поскольку на ней находился пороховой завод. Современные бездымные метательные взрывчатые вещества, выпускаемые в виде зёрен, пластинок, палочек и трубок различной формы и цвета, по традиции тоже называются порохами. Наряду с использованием пороха для стрельбы, боевое применение нашли и пороховые ракеты. Если в древнейшие времена они оказывали на противника скорее психологическое воздействие (есть данные об использовании индусами ракет против войск Александра Македонского в IV в. до н.э.!), то затем появились штатные сигнальные и фугасные ракеты. Созданная в 1680 г. в Москве Петром I специальная мастерская «Ракетное заведение» разработала однофунтовую сигнальную ракету с высотой подъёма до 1 км, использовавшуюся до конца XIX века. Боевые фугасные ракеты с дальностью полёта 2,5— 2,7 км разработали в начале XIX века полковник Конгрев (Англия) и генерал А.Д. Засядко. Древняя пиротехническая смесь сохраняет значение и в наше время. Последний патент получен в 1988 г. (№ 4681643, США) — разработано дешёвое ракетное топливо на основе черного пороха и нитроцеллюлозы в качестве связующего.

Открытие метательной силы дымного пороха и использование его для стрельбы из орудий послужило могучим толчком к развитию военного дела. Оно вызвало необходимость разработки технологии изготовления порохов, строительства пороховых заводов и изыскания сырьевых источников для получения селитры, серы и угля.

Небольшие пороховые заводы существовали в ряде европейских стран, в том числе и в России в XIV веке.

Сначала дымный порох применялся для стрельбы в виде порошка — пороховой мякоти (прах, пыль) и в России назывался зельем. Название «зелье» происходит от медицинского термина «лекарство». Он имел разнообразный состав и низкую плотность. Заряжание орудий и особенно ружей пороховой мякотью было крайне неудобным и затруднительным. Необходимость увеличения скорострельности оружия привела к замене пороховой мякоти пороховыми зёрнами. Введение на пороховых заводах операции зёрнения относится к концу XV века. По литературным данным, в России зерненный порох применялся для стрельбы из орудий в 1482 г

Составы дымного пороха этого времени, применявшиеся в России, были: для ручного оружия — 60 % селитры, 20 % серы и 20 % угля; для малокалиберных орудий — 56 % селитры, 22 % серы и 22 % угля; для крупнокалиберных орудий — 57 % селитры, 14 % серы и 29 % угля

Пороховое дело в России получило заметное развитие уже в XVI в., когда были построены новые пороховые заводы, улучшены состав пороха и технология его получения. Порох в этот период широко используется для подрывных целей, особенно при осаде крепостей. Количество произведенного пороха при Иване Грозном только для потребностей армии составляло около 300 т в год. Дальнейший и наиболее существенный шаг в развитии порохового производства в России сделан в начале XVIII века при Петре I.

В 1710—1723 гг. были построены крупные государственные пороховые заводы — Петербургский, Сестрорецкий и Охтинский. Последний просуществовал свыше двухсот лет и сыграл в истории отечественного пороходелия исключительную роль как центр научно-технических исследований в области взрывчатых веществ и порохов.

Под руководством выдающихся мастеров порохового дела Егора Маркова и Ивана Леонтьева была усовершенствована технология производства дымного пороха — введена обработка тройной смеси под бегунами, что повысило плотность порохов и их стабильность при горении.

Сила пороха определялась стрельбой из вертикальной мортирки. На дно мортирки насыпался заряд пороха массой 12 г, а на него ставили конус твердого дерева со свинцовым сердечником. При сгорании пороха образующиеся газы подбрасывали конус на определенную высоту, которая и являлась характеристикой силы пороха. Требовалось, например, чтобы для пороха к ручному оружию высота подброса конуса была не менее 30 м.

В конце XVIII века в результате теоретических и экспериментальных исследований дымного пороха и его составных компонентов, проведенных в 1748 г. М. В. Ломоносовым (рис. 3.1) в России, а позднее Лавуазье и Бертло во Франции, был найден наиболее оптимальный его состав: 75 % калиевой селитры, 10 % серы и 15 % угля. Этот состав стал применяться в России с 1772 г. и практически не претерпел никаких изменений до настоящего времени.

О качестве русского пороха капитан одного военного французского корабля в 1810 г. писал: «Лучший порох на свете — это русский — мы имели случай убедиться в превосходстве этого пороха над всеми известными сортами во время осады Корфу, когда русские бросали на значительное расстояние бомбы весом в 25 кг».

Большое научное и техническое значение имели экспериментальные исследования состава продуктов горения дымного пороха, проведенные профессором Артиллерийской академии Л.Н. Шишковым в 1857 г. Им было установлено, что при горении 1 г дымного пороха образуется 0,68 г твердых веществ ( $K_2SO_4$ ,  $K_2CO_3$ ,  $K_2S$  и ряд других) и 0,32 г газообразных продуктов ( $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $CO$  и др.). Эти данные разъяснили причину образования дыма при выстреле и загрязнения канала ствола.

После изобретения в 1831 г. Бикфордом в Англии огнепроводного шнура дымный порох стал применяться для его изготовления.

Наиболее интенсивные работы по изменению состава, разработке новых форм пороховых элементов, усовершенствованию методов производства и испытаний дымных порохов были проведены в период принятия на вооружение армий нарезного оружия.

В конце XIX века техника производства дымного пороха достигла такого уровня, на котором за некоторым исключением она находится и в настоящее время. Технологический процесс его производства состоял из следующих операций:

- 1) измельчения селитры, серы и угля в виде двойных смесей в железных бочках с бронзовыми шарами;
- 2) приготовления тройной смеси путем смешения компонентов в деревянных, обшитых кожей, бочках с шарами;
- 3) уплотнения тройной смеси под бегунами и прессования в гидравлических прессах;
- 4) зёрнения пороховой лепешки на бронзовых вальцах с зубьями;
- 5) отпыловки, полировки и сортировки пороха;
- 6) укупорки пороха в мешки и ящики.

До конца XIX века на протяжении более пяти столетий дымный порох был по существу единственным взрывчатым веществом, которое применялось для метательных целей, для снаряжения снарядов и для проведения всевозможных подрывных работ в военном деле и в различных отраслях хозяйства.

## ОТКРЫТИЕ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ДЫМНОГО ПОРОХА

Первым взрывчатым веществом, применявшимся в военной технике и в различных отраслях хозяйства, был дымный или черный порох — смесь калиевой селитры, серы и угля

в различных соотношениях. Появление дымного пороха относится к глубокой древности. Полагают, что взрывчатые смеси, подобные дымному пороху, были известны за много лет до нашей эры народам Китая и Индии, где селитра самопроизвольно выделяется из почвы. Вполне естественно, что население этих стран случайно могло обнаружить взрывчатые свойства селитры в смеси ее с углем, а затем воспроизвести и применить эту смесь для различных целей.

Наиболее вероятно, что из Китая и Индии сведения о дымном порохе распространились сначала к арабам и грекам, а затем и к народам Европы.

Фридрих Энгельс в статье «Артиллерия», опубликованной в американской энциклопедии в 1858 г. (Ф. Энгельс. Избранные военные произведения. — Т. I. — Воениздат, 1940. — С. 206—207), писал: «В настоящее время почти общепризнано, что изобретение пороха и применение его для бросания тяжелых тел в определенном направлении — восточного происхождения».

Первый достоверный случай широкого применения пушек относится лишь к 1232 году нашей эры, когда китайцы, осажденные монголами в Кайфыне, защищались посредством пушек, стрелявших каменными ядрами, и употребляли разрывные бомбы, петарды и другие огнестрельные припасы, имевшие в своем составе порох.

В древних индусских сочинениях мы читаем об огневых приборах на повозках, принадлежащих властителю Дели. Спустя сто лет артиллерия вошла в Индии во всеобщее употребление.

Арабы получили селитру и огнестрельные припасы от ки-тайцев и индусов, византийские греки впервые познакомились с огнестрельными припасами у своих врагов, арабов.

От арабов, живших в Испании, знакомство с выработкой и употреблением пороха распространилось на Францию и на Вос-точную Европу. Документами, показывающими, что Китай является первой страной, где изобретен дымный порох, свидетельствуют исследования ученых Китайской Народной Республики. Профессор Центрального института национальных меньшинств КНР Фэн Цзя-шен указывает (журнал «Народный Китай», № 14, июль 1956 г., с. 37—40), что на рубеже V и VI столетий китайский медик Тао Хун-цзин изучал горение селитры. Однако изготовлять порох из смеси серы, селитры и древесного угля научились в Китае лишь через три — четыре столетия после Тао Хун-цзина.

В начале IX века алхимик Нин Сюй-цзы занимался накаливанием смеси из серы, селитры и растения — кокорника. Эта смесь по своим свойствам была похожа на порох и в дальнейшем развивалась специалистами военного дела.

В 970 г. во время Сунской династии Фэн И-шэн и Юэ И-фон стали применять зажигательные стрелы, в наконечниках которых закладывался медленно горящий порох. В китайском трактате «Основы военного дела», написанном в 1040 г., содержалось три рецепта изготовления дымного пороха, причем скорость горения его регулировалась добавкой различных веществ (например, смолы), и он применялся как воспламенительное и взрывчатое вещество.

В 1132 г. Чень Гуй изобрел огнестрельное оружие — пищаль, бамбуковый ствол которого набивался дымным порохом. При зажжении пороха фитилем из ствола вылетало пламя, поражавшее противника.

В XIII — XIV вв. стволы огнестрельного оружия изготовлялись из меди и железа, а поражающими элементами являлись камни, железные ядра, галька и обрезки железа.

В начале XIII века рецепты пороха, способ его изготовления и огнестрельное оружие в результате развития торговых отношений и культурного обмена проникли из Китая в Аравию. Мнения многих историков сходятся на том, что изобретение дымного пороха нельзя приписать одному лицу, что в этом принимали участие, независимо один от другого, много лиц, постепенно совершенствовавших взрывчатую смесь, впервые открытую в Китае.

В этом направлении работали известные алхимики-монахи Марк Грек, Альберт Магнус, Роджер Бекон, Бертольд Шварц и др.

В рукописи греческого монаха Марка Грека «Книга огней», написанной в конце IX века, мы уже находим описание рецепта дымного пороха, состоящего из 60 % селитры, 20 % серы и 20 % угля.

Английский монах Роджер Бекон в 1242 г. в книге «Liber de Nullitate Magiae» приводит рецепт дымного пороха для ракет и фейерверков. В нем даются следующие соотношения между компонентами: 40 % селитры, 30 % угля и 30 % серы.

Сначала дымный порох применялся как взрывчатая смесь для приготовления фейерверков, создававших дымовые и огненные эффекты. Затем его стали применять в военном деле для снаряжения различных снарядов и позднее в качестве метательного вещества.

Начало применения дымного пороха для стрельбы из орудий точно не установлено.

Более или менее достоверными сведениями по этому вопросу являются следующие.

В 1132 г. в Китае изобретена пищаль с бамбуковым стволом для стрельбы дымным порохом.

В китайской исторической литературе приведено много фактов использования черного пороха в мирных и военных целях. Однако эти сведения часто повторяются, а потому мы ограничимся приведенными выше.

В 1331 г. немцы при защите города Чевидале против итальянцев применяли огнестрельное оружие, действующее от заряда дымного пороха,

В 1346 г. англичане в битве при Кресси против французов применяли пушки, стрелявшие дымным порохом. Руководил этой стрельбой монах Бертольд Шварц (рис. 3.5), которому приписывается изобретение дымного пороха.

В 1382 г. русские при обороне Москвы от нашествия татарских орд применяли пушки, стрелявшие дымным порохом, и сосуды, снаряженные дымным порохом.

В пятидесятых годах XIX столетия состав военных дымных порохов в различных государствах Европы (России, Германии, Австрии, Франции, Англии, Италии и др.) был почти одинаков. Соотношения между компонентами колебались в следующих пределах: селитра 77,5—74,0%, сера 12,5—8,0%, уголь 16,0—12,5 %.

Для ручного оружия готовился ружейный порох с размерами зерен от 0,55 до 1,00 мм, а для орудий — артиллерийский порох с размерами зерен от 1,25 до 2,0 мм. Для дальнобойных орудий большого калибра был разработан крупнозернистый порох с размером зерен от 6 до 10 мм. Применение крупнозернистых порохов увеличило время горения порохов, но не решило проблемы прогрессивности их горения. Этот вопрос был положительно решен лишь после изобретения А.В. Гадолиным и Н.В. Маиевским в 1868 г. прогрессивно-горящего пороха в виде шестигранных призм с семью каналами. Призмы с плотностью  $I$ , 68—1,78 г/см<sup>3</sup> получались путем прессования ружейного пороха в матрицах на механическом прессе проф. А. Н. Вышне-градского.

В США Родман предложил в 1870 г. прогрессивный порох в виде дисков с отверстиями. Во Франции по предложению Као тана производили пороха параллелепипедной формы. В дальнейшем для снижения скорости горения стали применять бурый призматический порох, при производстве которого использовался слабо обожженный древесный уголь с содержанием углерода 52—55 %.

Бурый порох имел следующее соотношение между компонентами: 76—80 % калиевой селитры, 2—4 % серы и 18—22 % древесного угля. В некоторых образцах бурого пороха сера совершенно отсутствовала.

В конце XIX века техника производства дымного пороха достигла такого уровня, на котором за некоторым исключением она находится и в настоящее время,

В 1874 г. Л. Х. Виннер в России предложил уплотнение тройной смеси производить на обогреваемых прессах при 100—105 °С. Этот метод получил название горячего метода прессования и сейчас почти вытеснил более опасный и энергоемкий метод уплотнения пороховой смеси под бегунами.

## РАЗВИТИЕ ПОРОХОДЕЛИЯ В РОССИИ

Несмотря на ряд мер, принятых для увеличения производства пороха, на Руси ощущался недостаток сырья для его изготовления, и поэтому русские цари охотно обменивали на него отечественные товары. Так, в 1588 г. бояре царя Федора Иоанновича заключили с англичанами договор, одна из статей которого гласила: «Государь наш всякими товарами без вывета гостям английским торговати велел, только одного воску ни на который товар меняти не велел, кроме ямчуги (селитры) или зелья и серы»\*.

В 1608—1618 гг. в Европе шла подготовка к войне, полу-чившей впоследствии наименование Тридцатилетней. В это время Россия, ведя борьбу за свое существование против много-численных врагов, реорганизует свою армию, расширяет производство селитры.

В годы Смоленской войны (1632—1634 гг.) производство пороха увеличивается. Строятся казенные селитряные варницы, поощряются и авансируются частные предприниматели. Так, в конце XVII в. в окрестностях Москвы работали пороховые мельницы Аникеева, Рыца, Избранта, Селиверстова, Ма рыкаева, Вельского, Кондратьева и др.

Судя по грамотам царя путивльскому, белгородскому и курскому воеводам, селитроварение находилось под строгим контролем царя.

На производство селитры и пороха требовалось особое разрешение. Так, Григорий Строганов получил особое разрешение производить селитру в Сольвычегодске.

Первый государственный «казенный» завод в России был построен под Москвой в 1665 г., а в 1697 г. был сооружен Казанский пороховой завод.

Петр I, понимая, что недостаток боеприпасов помешает осуществлению его планов укрепления обороны страны, приложил много трудов для создания крупных пороховых заводов.

Увеличение объема производства пороха в России при Петре I сопровождалось рядом технических усовершенствований.

Самородок-изобретатель Яков Батищев в 1717 г. внедрил на Охтинском пороховом заводе новый способ «кручения» пороха гидравлическим способом.

В 1719 г. был введен новый бегунковый способ обработки компонентов пороха.

В 1724 г. Петр I вводит строгий «Регламент» приемки и испытания порохов, поступающих с «казенных» и частных заводов. В частности, было определено, что навеска кондиционного пушечного пороха в 3 золотника должна при ее воспламенении выбрасывать из ствола «пробной мортирки» «конус» массой в 24 золотника на высоту 71 английского фута (21,64 м), а мушкетный и пистолетный — на 100 футов (30,48 м), и при этом оговаривалось: «что выше, то лучше», но ниже упомянутых футов — «иметь и приготавливать не велено».

В том же «Регламенте» было приказано: после возвращения военных кораблей из плавания высыпать порох из картузов в бочки и при этом сортировать его на годный, подлежащий пересушке и «который надлежит в переделку..., дабы после конфузизм не было...».

В середине XVIII в. генерал-фельдмаршал П. И. Шувалов (1711—1762 гг.), фото которого приведено на рис. 3.6, ввел полировку пороховых зерен, что существенно повысило устойчивость пороха при хранении и перевозке. Он же в 1761 г. (на два года раньше, чем во Франции) ввел на ряде пороховых заводов раздельное измельчение составных частей пороха, что резко повышало безопасность работ в процессе его производства.

Ближайшими сотрудниками П. И. Шувалова были талантливые инженеры, в том числе М. В. Данилов (1732—1790 гг.) — изобретатель и автор трудов по артиллерии и пиротехнике.