

Понятие о взрыве и взрывчатых веществах. Классификация промышленных взрывчатых материалов. Способы и средства взрывания шпуровых зарядов. Конструкции шпуровых зарядов

Взрывное разрушение горных пород является следствием взрыва взрывчатого вещества, помещенного в какой-либо полости породного массива. **Взрыв** — процесс освобождения большого количества энергии в ограниченном объеме за весьма короткий промежуток времени. Характерными признаками взрыва являются высокая объемная концентрация энергии и сверхзвуковая скорость ее выделения, образование большого количества газообразных продуктов и звуковой эффект.

Взрывчатое вещество (ВВ) — вещество (химическое соединение или механическая смесь различных компонентов), способное под действием внешнего импульса (нагрева, удара, трения) к крайне быстрому самораспространяющемуся химическому превращению с выделением большого количества тепла и газообразных продуктов. Взрывчатые вещества могут быть твердыми, жидкими и газообразными. Наиболее широко применяются твердые ВВ.

В зависимости от интенсивности внешнего воздействия процесс химического превращения ВВ может протекать в виде термического разложения, горения или детонации. При взрывных работах используются ВВ, срабатывающие в режиме детонации. **Детонация** — самораспространяющийся процесс перемещения по ВВ ударной волны, сопровождающийся химическим превращением вещества. Ее скорость зависит от состава ВВ и составляет 2—8 км/с. Детонация заряда ВВ возбуждается инициированием с помощью капсюля-детонатора, электродетонатора или детонирующего шнура.

Взрывчатые вещества подразделяются на химические соединения и механические смеси. Однокомпонентные ВВ, содержащие в своем составе все элементы, необходимые для нормального протекания реакции взрыва, называются **индивидуальными ВВ** (тротил, тетрил, гексоген, нитроглицерин, нитроглицоль, тэн, коллодионный хлопок, аммиачная селитра и др.). Они являются основными компонентами промышленных ВВ. В промышленности чаще всего применяют механические смеси. Для придания определенных свойств смесям ВВ в их состав вводят окислители, горючие добавки, сенсibilизаторы, стабилизаторы, флегматизаторы и пламегасители.

Взрывчатые вещества, предназначенные для производства взрывных работ в горной промышленности и других отраслях, называются **промышленными ВВ**. По составу они представляют собой механические смеси. В их состав входят горючие вещества и содержащие кислород в количестве, достаточном для полного окисления горючих веществ.

Промышленные ВВ подразделяются также на непредохранительные и предохранительные. Делятся они на следующие классы:

1) **I класс** — непредохранительные ВВ для взрывания только на земной поверхности (цвет упаковки или оболочки патронов белый): гранулотол, алюмотол, гранитол марок 1 и 7А, гранулит С-6М;

2) **II класс** — непредохранительные ВВ для взрывания на земной поверхности и в забоях подземных выработок, не опасных по скоплениям горючих газов или пыли (отличительный цвет красный): гранулит марок 79/21, АС-4, АС-4В, игданит, аммонит скальный № 3, аммонит 6ЖВ, детонит М;

3) **III класс** — предохранительные ВВ для взрывания только по породе в забое выработок, в которых выделяется метан, но отсутствует взрывчатая пыль (отличительный цвет синий): аммонит АП-5ЖВ;

4) **IV класс** — предохранительные ВВ для взрывания по углю и породе в забое выработок, опасных по взрыву пыли или для сотрясательного взрывания (отличительный цвет желтый): аммонит марок Т-19, ПЖВ-20;

5) **V класс** — предохранительные ВВ повышенной предохранительности для взрывания по углю и породе в особо опасных по метану забоях подземных выработок, но в отсутствии контакта заряда с метановоздушной смесью (отличительный цвет желтый): угленит Э-6;

6) **VI класс** — высокопредохранительные ВВ для взрывания по углю или породе в особо опасных по метану забоях подземных выработок, когда возможен контакт заряда с метановоздушной смесью (отличительный цвет желтый): угленит марок 12ЦБ, П-12ЦБ-2, патроны СП-1;

7) **VII класс** — предохранительные ВВ для ведения специальных взрывных работ в забоях выработок, опасных по метану и угольной пыли (отличительный цвет желтый): ионит, ЗПН-1.

Способы и средства взрывания

Для инициирования взрыва заряда ВВ применяют взрыв небольшого по величине заряда, инициирующего ВВ, получающего внешний тепловой импульс. Инициирующие ВВ обладают большой мощностью, высокочувствительны к нагреву и механическим воздействиям. Совокупность принадлежностей, предназначенных для инициирования зарядов ВВ, называется **средствами инициирования (взрывания)**.

Взрывчатые вещества, используемые для снаряжения средств инициирования, подразделяются на **первичные** (гремучая ртуть, азид свинца и тринитрорезорцинат свинца — тенерес) и **вторичные** (тетрил, тэн и гексоген). Взрыв первичного ВВ происходит при тепловом воздействии на него.

В зависимости от способа возбуждения взрыва средств инициирования различают следующие способы взрывания зарядов:

- огневой, при котором возбуждение взрыва капсюля-детонатора (КД) вызывается от пучка искр огнепроводного шнура (ОШ);

- электрический, при котором тепловой импульс в электродетонатор (ЭД) передается от электровоспламенителя;

- электроогневой, при котором капсюль-детонатор взрывается от пучка искр огнепроводного шнура, поджигаемого электровоспламенителем;

- бескапсюльный, при котором инициирующий импульс зарядам ВВ передается детонирующим шнуром (ДШ), взрыв которого инициируется капсюлем-детонатором или электродетонатором.

К средствам огневого взрывания относятся капсюль-детонатор (КД-85, КД-8С, КД-8А), огнепроводный шнур, зажигательные патроны, зажигательный тлеющий фитиль.

Капсюль-детонатор (рис.1) представляет собой небольшой заряд первичного и вторичного инициирующих ВВ, размещенный в металлической или картонной гильзе. Диаметр гильзы 6—7 мм, длина 47—51 мм. С одного конца гильза имеет открытое дульце, куда вводят огнепроводный шнур, с другого — выемку, формирующую кумулятивную струю, которая усиливает кумулятивное действие. Металлическая чашечка, куда впрессовано первичное инициирующее вещество, имеет центральное отверстие для поджигания ВВ. Промышленностью выпускаются капсюли-детонаторы гремучертутнотетриловые и азидотетриловые.

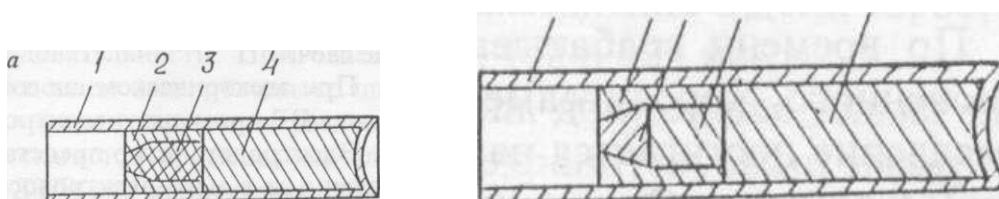


Рис. 1. Гремучертутнотетриловый (а) и азидотетриловый (б) капсюли-детонаторы: 1 — гильза; 2 — металлическая чашечка; 3 — заряд гремучей ртути и тетрила; 4 — высокобризантное ВВ; 5 — тенерес; 6 — азид свинца

Огнепроводный шнур представляет собой шнур с сердцевинкой из пресованного дымного пороха, окруженной наружной и внутренней оплетками, покрытыми влагоизолирующим составом. Диаметр пороховой сердцевинки около 2 мм, наружный диаметр 5—6 мм. В зависимости от материала внешней оболочки выпускаются шнуры марок ОША, ОШП и ОШЭ. Шнуры ОШП и ОШЭ предназначены для обводненных забоев. Скорость горения шнура 1 м/с. Шнуры выпускаются отрезками 10 м. Средства зажигания огнепроводного шнура представляют собой как специальные электрические или термические устройства, так и отрезки самого шнура. При зажигании одиночного шнура разрешается использовать спички.

Зажигательный патрон (рис. 2) представляет собой картонную гильзу с лепестками, на дно которой помещают зажигательный состав.

Зажигательные патроны применяются для одновременного группового зажигания 10—13 отрезков шнура. Зажигательную смесь патрона поджигают с помощью воспламеняющего шнура.

Для электрического зажигания отдельных отрезков ОШ применяют зажигательные трубки, электрозажигатели. Для зажигания ОШ также применяют тлеющие фитили и зажигательные свечи.

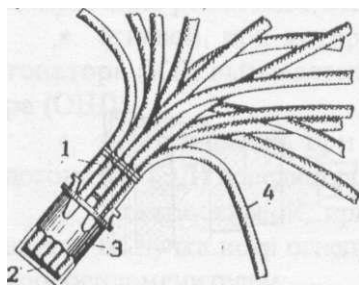


Рис. 2 Зажигательный патрон: 1 — отрезки шнура; 2 — зажигательный состав; 3 — гильза; 4 — воспламеняющий шнур

При электрическом способе взрывания для инициирования взрыва ВВ применяют электродетонаторы (рис.3).

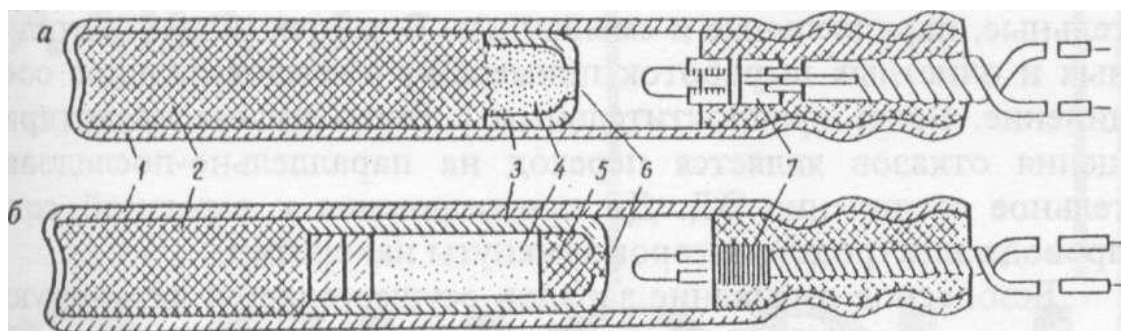


Рис. 3. Электродетонаторы мгновенного (я) и короткозамедленного действия (5): 1 — гильза; 2 — заряд выокобризантиого ВВ; 3 — колпачок-замедлитель; 4 — заряд инициирующего ВВ; 5 — замедляющий состав; 6 — шелковая сеточка; 7 — электровоспламенитель

Электродетонатор представляет собой капсуль-детонатор с введенным в него электровоспламенителем. Электровоспламенитель состоит из проводников, нитей накаливания и головки воспламенительного состава.

По времени срабатывания различают электродетонаторы мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия. Замедление достигается размещением между капсулем-детонатором и электровоспламенителем медленно горящего состава.

Капсюли-детонаторы, непосредственно соединенные с электровоспламенителем, называются **электродетонаторами мгновенного действия** (ЭД-8Ж, ЭД-1-8Т).

Взрывание зарядов при помощи таких ЭД, если они включены в общую сеть, происходит одновременно и мгновенно.

Для повышения эффекта взрывных работ при проведении горных выработок взрывание зарядов в шпурах производят группами в определенной последовательности. При огневом взрывании это достигается применением огнепроводного шнура различной длины. При электрическом взрывании разновременность взрывания зарядов достигается применением электродетонаторов замедленного (ЭДЗД) или короткозамедленного (ЭДКЗ) действия. Интервалы замедления ЭДЗД: 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 4,0; 8,0 и 10,0 с. Интервалы замедления ЭДКЗ: 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 и 120 мс или 25, 50, 75, 100 и 125 мс.

При электрическом взрывании в качестве источников тока применяют конденсаторные взрывные машинки КПВ-1/100М, ПИВ-ЮОМ или электрический ток напряжением 380 В.

При электрическом и электроогневом способах взрывания зарядов монтируют взрывные сети. По способу соединения электродетонаторов взрывные сети подразделяются на последовательные, параллельные и смешанные. В забоях подготовительных и очистных выработок применяют последовательное соединение. Более предпочтительным с точки зрения предотвращения отказов является переход на параллельно-последовательное соединение ЭД. До присоединения к взрывной сети провода электродетонаторов замкнуты накоротко.

Безопасное взрывание зарядов осуществляется детонирующим шнуром (ДШ). Детонирующий шнур (рис. 4) — шнур с сердцевинкой из высокобризантного ВВ. Взрывается ДШ от капсюля-детонатора или электродетонатора. ДШ предназначен для передачи детонации от КД к заряду ВВ или от заряда к заряду. Скорость детонации ДШ 7,0 км/с. Вследствие этого взрывание зарядов происходит одновременно.

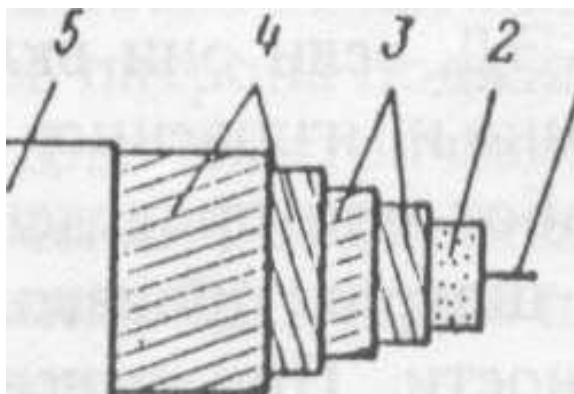


Рис. 4. Детонирующий шнур: 1 — направляющие нити; 2 — сердцевина шнура; 3 — льняные оплетки; 4 — хлопчатобумажные оплетки; 5 — полихлорвиниловое покрытие

Неэлектрическая система инициирования (СИНВ) допущена к применению Госгортехнадзором РФ решением № 04-35/481 от 28.07.98 г. Устройства СИНВ предназначены для инициирования скважинных и

шпуровых зарядов, состоят из ударно-волновой трубки (УВТ) и капсюля-детонатора с замедлением, который не содержит инициирующих взрывчатых веществ (ВВ), что обеспечивает высокую устойчивость устройств к механическим воздействиям, воздействию постоянного и переменного тока, а также статического электричества. Масса ВВ в УВТ в сотни раз меньше, чем у детонирующих шнуров, что позволяет полностью исключить боковое воздействие устройств СИНВ на заряд ВВ при инициировании скважинных и шпуровых зарядов. Незначительная масса ВВ в ударно-волновых трубках, транслирующих взрывной импульс позволяет исключить инициирование ударно-волновой трубкой других УВТ, детонирующих шнуров и т.д.

Устройства СИНВ-Ш состоит из отрезка ударно-волновой трубки и капсюля - детонатора с замедлением. Устройства СИНВ-Ш предназначены для инициирования шпуровых и скважинных зарядов на земной поверхности и в подземных выработках рудников и угольных шахт, где допущено применение непридохранительных ВВ II класса.

Устройства СИНВ-Ш имеют замедления от 0 до 10000 мс. В настоящее время выпускаются устройства СИНВ-Ш трех типов: СИНВ-Ш-К, СИНВ-Ш-С и СИНВ-Ш-Д имеющие разные временные ряды замедлений.

Для инициирования волноводы устройств СИНВ собираются в пучки и инициируются детонирующим шнуром или поштучно соединяются с детонирующим шнуром и инициируются им же.

Применение устройств СИНВ-Ш различных типов позволяет реализовать различные схемы взрывания: короткозамедленную, комбинацию короткозамедленного и замедленного и собственно замедленное взрывание.

Конструкции шпуровых зарядов

При проведении подземных выработок в основном применяют сплошные удлиненные заряды. Конструкции зарядов изображают на схеме. На рис. 9.19, а приведена конструкция сплошного заряда с прямым, а на рис. 9.19, б — с обратным инициированием. При прямом инициировании патрон-боевик вводится в шпур последним, а при обратном — первым.

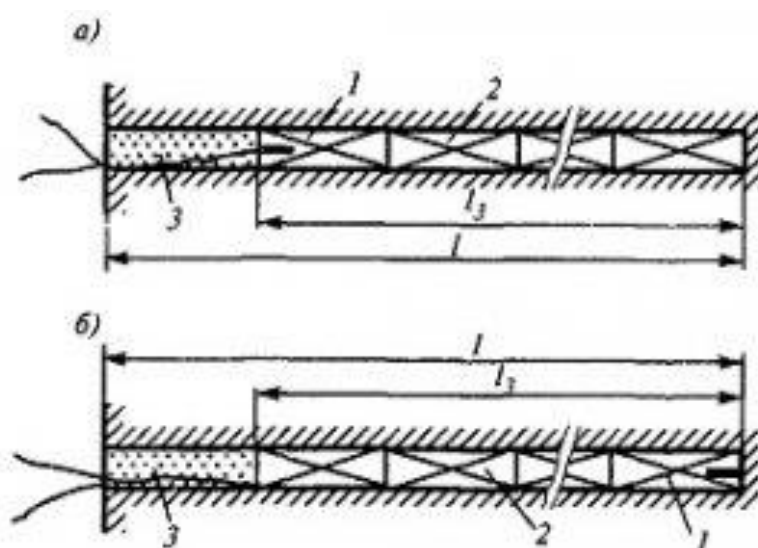


Рис. 9.19. Конструкции сплошных зарядов:
a — с прямым инициированием; *б* — с обратным инициированием; *1* — патрон-боевик;
2 — патрон ВВ, *3* — забойка; *l* — длина шпура; *l_з* — длина заряда