

Глава 5

Способы взрывания и средства инициирования промышленных ВВ

Процесс возбуждения детонации промышленных ВВ от внешнего, преимущественно теплового, воздействия (начального импульса) называется *иницированием*.

Средство с помощью которого передаётся начальный импульс взрывчатому веществу и осуществляется возбуждение его детонации, называются *средством инициирования* (СИ).

Средствами взрывания называют совокупность средств инициирования и принадлежностей для взрывания промышленных ВВ.

Способ взрывания – совокупность приёмов взрывания зарядов ВВ в заданной последовательности и в заданный момент времени с использованием средств, обеспечивающих безопасность взрыва. Различают следующие способы: огневой, электрический, электроогневой, бескапсюльный и система взрывания Нонель..

5.1. Огневое взрывание

Огневое взрывание – это способ взрывания посредством капсюля-детонатора (КД) и огнепроводного шнура (ОШ) с применением средств его поджигания. Начальным импульсом служит внешнее пламя от горения того или иного средства зажигания.

Огневое взрывание отличается простотой, дешевизной и достаточной эффективностью действия зарядов. Недостаток его - повышенная опасность работ, чем при электро-взрывании или при взрывании детонирующим шнуром. Поэтому огневое взрывание разрешается применять только на земной поверхности (на открытых работах).

Взрывник может выходить из укрытия через 5 мин после последнего взрыва. Если взрывник не считал взрывов или сосчитал не все взрывы, то выход из укрытия разрешается не ранее чем через 15 мин после последнего взрыва.

5.1.1. Капсюль-детонатор. Состоит из гильзы с кумулятивным углублением в донной части, чашечки, первичного (инициирующего) ВВ и вторичного (бризантного) ВВ (рис. 5.1). Свободная от ВВ часть гильзы называется *дульцем*. В качестве первичного (инициирующего) применяют гремучую ртуть (0,5 г), вторичного ВВ – гексоген (1 г). Длина

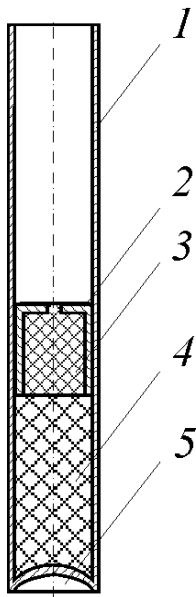


Рис. 5.1. Капсюль-детонатор:

1 – гильза; 2 – чашечка; 3 и 4 – первичное и вторичное ВВ; 5 – кумулятивная выемка

гильзы 50 мм, диаметр 7,2 мм. Применяют капсюли-детонаторы: № 8Б с бумажной, № 8М с медной и № 8С с биметаллической или стальной воронёной гильзами (алюминиевую гильзу применять запрещено, так как образуются взрывчатые соединения – фульминаты).

Первичное ВВ перед снаряжением в КД запрессовывают в металлическую чашечку с отверстием в центре диаметром 2...2,5 мм, закрытым шёлковой сеточкой, которая мгновенно сгорает от луча огня.

Капсюль-детонатор взрывается от удара, искры, пламени, трения. Поэтому при обращении с ними следует соблюдать большую осторожность (нельзя бросать или ударять любыми предметами).

5.1.2. Огнепроводный шнур. Предназначен для надёжной и безопасной передачи пламени (луча огня) на требуемое расстояние (в течение заданного времени) и воспламенения первичного взрывчатого вещества в КД. Имеет сердцевину из мелкозернистого чёрного (дымного) пороха с центральной направляющей нитью и две-три оплётки из льняных или хлопчатобумажных нитей, навитых в противоположных направлениях (рис. 5.2). Нитяные оплётки покрыты (пропитаны) или водо- или влаго- непроницаемой массой.

К применению при взрывных работах допущены следующие виды огнепроводного шнура: асфальтированный (ОША) для работ во влажных и сухих забоях, двойной асфальтированный (ОШДА) – в мокрых, пластиковый (ОШП) – в забоях, покрытых водой.

Наружный диаметр шнура 5...6 мм, скорость горения 1 см/с. Шнуры выпускаются отрезками по 10 м, свёрнутыми в круги диаметром 15...25 см. Круги по 25 шт. собирают в бухты и обёртывают в пергаментную бумагу. Эти бухты по 8 или 4 шт. (только ОШП) упаковывают в деревянные ящики.

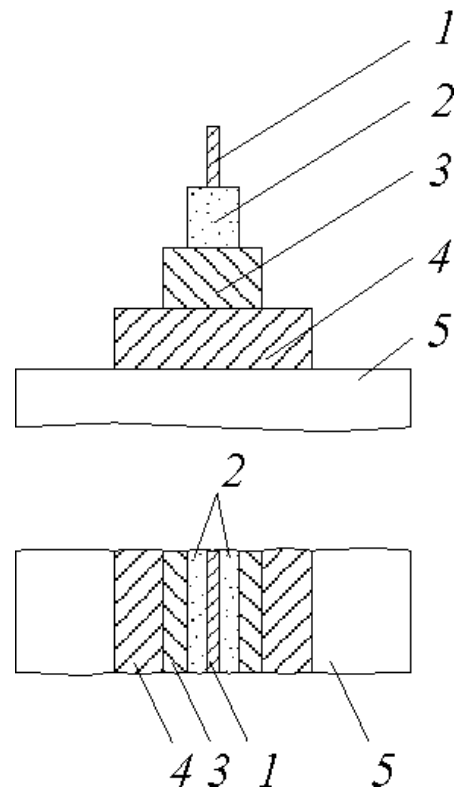


Рис. 5.2. Огнепроводный шнур ОШП:

1 – направляющая нить; 2 – пороховая сердцевина; 3 и 4 – нитяные оплётки; 5 – пластиковая оболочка

В случае нарушения технологического режима при изготовлении шнур будет с дефектами. Переуплотнение пороховой сердцевины вызывает замедление горения, рыхлая сердцевина горит с большей скоростью, при разрывах в ней происходит затухание или значительное замедление горения. Так как подобные дефекты могут вызвать несчастные случаи, то шнур надо испытывать на скорость, полноту и равномерность горения, а также осматривать снаружи.

5.1.3. Зажигательная трубка. Это – капсуль-детонатор с введённым отрезком ог-

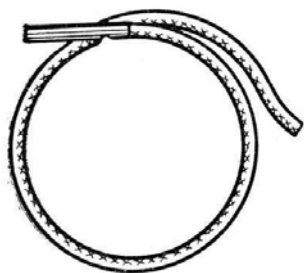


Рис. 5.3. Зажигательная (взрывная) трубка

непроводного шнура (рис. 5.3), длина которого устанавливается исходя из следующего. Шнур должен выходить из шнура не менее чем на 10...15 см, чтобы удобно было поджигать, и такой длины, чтобы длительность его горения обеспечила взрывнику возможность поджечь все шнуры в забое и уйти в место укрытия до взрыва первого заряда. Независимо от расчётов длина отрезка самого короткого шнура должна быть по требованию правил безопасности не менее 1 м.

5.1.4. Контрольная трубка. Она имеет такое же устройство, как и зажигательная.

Предназначена для контроля времени. Длина шнура в ней на 60 см короче самого короткого в забойном комплекте шнура зажигательной трубки, и зажигают её первой; как только она сгорит, взрывник должен удалиться в укрытие. Её роль может выполнять контрольный шнур (без КД).

5.1.5. Средства зажигания ОШ. *Зажигательный фитиль* состоит из хлопчатобумажной или льняной сердцевины, пропитанной раствором калиевой селитры, покрытой сверху оплёткой из крученых хлопчатобумажных нитей. Диаметр фитиля 6...8 мм. Он легко загорается от спички и тлеет со скоростью 10...20 мм/мин.

Фитиль отрезками по 5 м сворачивают в круги. Бухты по пять кругов в каждой, обёрнутые в бумагу, упаковывают в деревянные ящики по 8 шт. Фитиль весьма удобен в работе и хорошо поджигает огнепроводный шнур, особенно если он надрезан у поджигаемого конца.

Зажигательный патрон служит для одновременного поджигания нескольких зажигательных трубок. Он представляет собой открытую с одного конца гильзу длиной 5...10 и диаметром 2...4 см (в зависимости от количества вводимых в патрон шнуров) из плотной парафинированной бумаги. На дне её находится тонкий слой (2...3 мм) воспламенительной

смеси (85% мелкозернистого пороха, 5% канифоли и 10% парафина), горячей ровным пламенем, без вспышек.

Зажигательные патроны применяют при большом количестве шпуров, если они расположены близко один к другому. Концы трубок, выходящие из нескольких соседних шпуров, собирают в пучок и вставляют в зажигательный патрон. Для воспламенения патрона в него вставляют отрезок ОШ длиной 15...25 см. Гильзу патрона закрепляют на пучке шпагатом.

Стичкой разрешается зажигать ОШ только при взрывании одиночных зарядов.

В качестве средства зажигания может использоваться отрезок ОШ. Через каждые 2...3 см в нем сделаны косые надрезы на глубину $\frac{2}{3}$ его диаметра. При горении из надрезанного места выбрасывается сноп искр, легко воспламеняющий шнур зажигательной трубки.

5.1.6. Изготовление патрона-боевика. Зажигательные трубки изготавливают в специальном помещении, расположенном вблизи расходного склада ВМ. Избегая резких перегибов, ОШ разворачивают, а затем разрезают на отрезки необходимой длины, но не менее 1 м. На расстоянии 2 см от поджигаемого конца делают косой надрез на глубину $\frac{2}{3}$ диаметра шнура. Второй конец отрезка ОШ вводят в дульце капсюля-детонатора до соприкосновения с чашечкой. Капсюль-детонатор с металлической гильзой у самого конца дульца обжимают вокруг шнура щипцами-обжимками или специальными приборами. При бумажной гильзе место соединения шнура и капсюля-детонатора обматывают прорезиненной лентой или туго обвязывают шпагатом. Наличие чашечки в КД уменьшает опасность при вводе в гильзу ОШ в процессе изготовления зажигательной трубки.

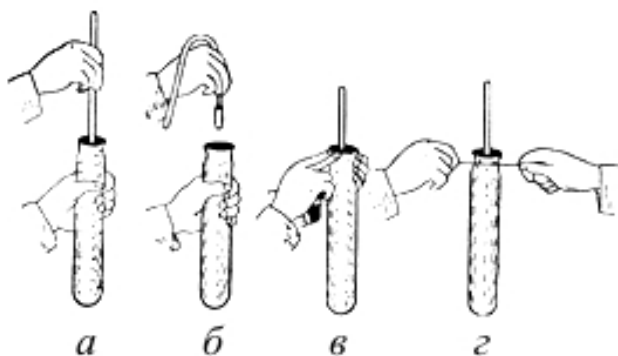


Рис. 5.4. Порядок изготовления боевого патрона (патрона-боевика) при огневом взрывании

Зажигательную трубку вставляют в патрон и закрепляют в нём. Такой патрон называют *боевым* или *патроном-боевиком*. Непосредственно перед заряданием шпуров с одного из торцов патрона разворачивают бумажную оболочку и деревянным стержнем (наколкой) делают углубление (рис. 5.4, *а*), размеры которого должны соответствовать размерам капсюля-детонатора. В это углубление вводят капсюль-детонатор зажигательной трубки (рис. 5.4, *б*). Затем концы бумажной обо-

лочки обёртывают вокруг ОШ (рис. 5.4, в) и обвязывают шпагатом (рис. 5.4, г).

5.2. Электрическое взрывание

В настоящее время – это единственный допущенный в угольных шахтах способ взрывания шпуровых и скважинных зарядов ВВ. Электровзрывание безопаснее огневого, так как позволяет взрывать больше зарядов и может применяться в любых условиях ведения взрывных работ, включая использования в шахтах, опасных по газу и пыли, и труднодоступные объекты. Кроме того, преимущества состоят в отсутствии вредных газов, выделяемых при горении ОШ, в производстве взрыва с любого расстояния, в обеспечении одновременного взрывания зарядов, а также с интервалами по сериям и т.д. Недостатки данного способа взрывания заключаются в сложности подготовки электросетей, сращивания проводов, в опасности при ликвидации отказавших зарядов и взрыва от блуждающих токов, высокой стоимости средств взрывания.

Электрическое взрывание – способ с помощью электродетонаторов, включённых в электровзрывную сеть. Совокупность электродетонаторов с проводами, соединяющими их между собой, и источником тока называется *электровзрывной сетью*. Начальным импульсом служит электрический ток. К принадлежностям электрического взрывания относятся взрывные машинки и приборы, а также контрольно-измерительные приборы. В систему электровзрывания входят также провода или кабели и соединительная арматура.

Рассмотрим конструкции электродетонаторов и остальные вопросы электрического взрывания.

5.2.1. Электродетонаторы. По времени срабатывания после подачи электрического импульса во взрывную выделяют *электродетонаторы* мгновенного, короткозамедленного и замедленного действия.

Электродетонатор мгновенного действия (рис. 5.5, а) представляет собой капсуль-детонатор с закреплённым в нём (в дульце гильзы) электровоспламенителем (ЭВ), имеющем следующее устройство (рис. 5.6). Два изолированных провода (медные, реже железные или биметаллические) длиной 2...4 м и диаметром 0,5...0,6 мм свиты вместе на длину 5...10 см. Кончики их на 5...10 мм очищены от изоляции и разведены в виде вилочки, к концам которой припаян металлический мостик накаливания, длиной 2...4 мм и диаметром 30...35 мк из нихрома (сплава никеля с хромом). Крепление мостика к проводам может быть эластичное (рис. 5.6, а) и жесткое (рис. 5.6, б). Мостик и часть зачищенной вилочки покрыты легковоспламеняющимся твёрдым составом, который охватывает их в виде крупной твёрдой

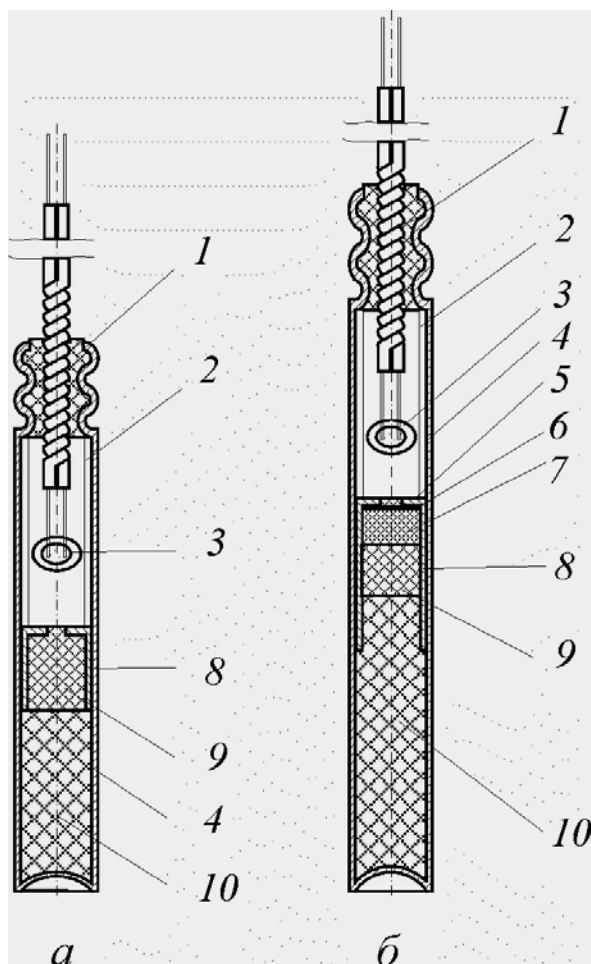


Рис. 5.5. Конструкции электродетонаторов:

а – мгновенного действия; *б* – короткозамедленного и замедленного действия;
 1 – пластиковая пробка; 2 – антистатический экран; 3 – электровоспламенитель; 4 – гильза; 5 – шелковая сетка; 6 и 7 – зажигательный и замедляющий состав; 8 – чашечка; 9 и 10 – первичное и вторичное ВВ

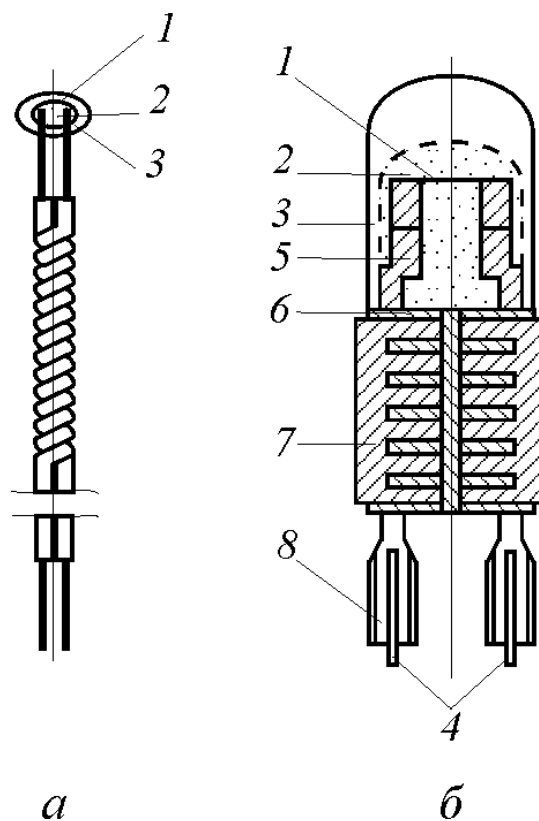


Рис 5.6. Электровоспламенители с креплением мостика к проводам:

а – эластичным; *б* – жестким;

1 – мостик; 2 и 3 – внутренний и наружный слой воспламенительной головки; 4 – провода; 5 – латунные полоски; 6 – изолирующий крепежный картон; 7 – латунная обжимная скоба; 8 – ножки латунных полосок

капли (воспламенительной головки). Характеристика электродетонаторов приведена в табл. 5.1.

Электровоспламенитель закрепляется в дульце капсюля-детонатора пластиковой пробкой и обжатием гильзы. Когда по проводам пропускается ток, мостик накаляется, разогревается и воспламеняет головку. Ее пламя почти мгновенно вызывает взрыв первичного ВВ, которое возбуждает детонацию вторичного ВВ. Воспламенительная головка двухслойная. Первый слой: смесь роданистого свинца (50 массовых частей), бертолетовой соли (50 частей), свинцового сурика (1 часть) и склеивающего вещества – 4%-ного нитролака. Второй слой: смесь бертолетовой соли (78 массовых частей) с древесным углем (22 части) и склеивающего вещества – 26%-ного водного раствора столярного клея. Воспламенительную головку лакируют нитролаком.

Таблица 5.1. Типы электродетонаторов и интервалы замедления

Электродетонаторы	Интервал замедления между сериями, мс	Замедление с максимальными отклонениями (время срабатывания), мс	Цвет окраски придонного участка гильзы
ЭД-8э	-	Мгновенное	Не окрашивается
ЭД-8ж	-	Мгновенное	- // -
ЭДКЗ - ОП	-	4 ± 2	- // -
ЭДКЗ - 1ПМ	15	15 ± 7	Черный
ЭДКЗ - 2ПМ	15	30 ± 7	Красный
ЭДКЗ - 3ПМ	15	45 ± 7	Не окрашивается
ЭДКЗ - 4ПМ	15	60 ± 7	Зеленый
ЭДКЗ - 5ПМ	20	80 ± 10	Желтый
ЭДКЗ - 6ПМ	20	100 ± 10	Белый
ЭДКЗ - 7ПМ	20	120 ± 10	Синий
ЭДКЗ - 1П	25	25 ± 7	Черный
ЭДКЗ - 2П	25	50 ± 7	Красный
ЭДКЗ - 3П	25	75 ± 110	Не окрашивается
ЭДКЗ - 4П	25	100 ± 10	Зеленый
ЭДКЗ - 5П	25	125 ± 10	Желтый
ЭДЗД - 7	500	500 + 50 - 150	Желтый
ЭДЗД - 8	250	750 + 125 - 150	Розовый
ЭДЗД - 9	250	1000 + 300 - 75	Оранжевый
ЭДЗД - 10	500	1500 + 350 - 150	Голубой
ЭДЗД - 11	500	2000 + 600 - 100	Светло-сиреневый
ЭДЗД - 12	2000	4000 ± 500	Белый
ЭДЗД - 13	2000	6000 ± 600	Черный
ЭДЗД - 14	2000	8000 ± 900	Зеленый
ЭДЗД - 15	2000	10000 + 1600 - 800	Фиолетовый

Примечание. Длина окрашенного участка гильзы в ЭДЗД-13,14,15 равна 10...15 мм, а на всех других электродетонаторах – 5...7 мм.

Благодаря надёжной герметизации гильзы в электродетонаторе в качестве первичного ВВ служит более безопасное, но плохо прессуемое инициирующее ВВ – азид свинца (в КД это опасно, поскольку азид свинца будет просыпаться), покрытый (со стороны электровоспламенителя) слоем ТНРС (в отдельных конструкциях ТНРС отсутствует). В качестве вторичного ВВ применяется гексоген.

Электродетонаторы замедленного действия (рис. 5.5, б) отличаются от ЭД мгновенного действия тем, что между электровоспламенителем и первичным инициирующим ВВ находится столбик замедляющего состава (смесь свинцового сурика, хромокислого свинца и ферросилиция). Время замедления зависит от длины столбика замедлителя, его состава и плотности.

При пропускании тока через группу электродетонаторов с различным замедлением, соединённых последовательно, электровоспламенители вспыхнут в них одновременно, а детонаторы будут взрываться с интервалами, зависящими от степени замедления.

Электродетонаторы замедленного действия выпускают с замедлением 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2; 4; 6; 8 и 10 с. К проводам ЭД прикрепляется бирка с цифрой, обозначающей номер замедления. Кроме того, каждая ступень замедления имеет свою окраску придонного участка гильзы. Сущность замедленного взрывания заключается в том, что взрывание отдельных зарядов или отдельных групп зарядов выполняется в заданной последовательности через определённые промежутки времени (от 0,5 до нескольких секунд). Для угольных шахт допущены электродетонаторы с замедлением до 2 с включительно (ЭДЗД-7...ЭДЗД-11).

Электродетонаторы короткозамедленного действия по конструкции почти ничем не отличаются от ЭД замедленного действия. Различие – в несколько ином составе второго слоя воспламенительной головки, замедляющем составе и ступенях замедления, равных тысячным долям секунды. Воспламенительная головка двухслойная. Состав первого слоя такой же, как и в электродетонаторах мгновенного действия, состав второго – свинцовый сурик (90 массовых частей) и силикокальций (10 частей), склеивающее вещество – нитролак. Замедляющий состав изготавливают из смеси свинцового сурика (окислитель), силикокальция и ферросилиция (горючие компоненты). Замедлитель снаряжают так: в удлиненную луженую медную чашечку, отверстие которой закрывается шелковой сеткой, запрессовывают замедляющий состав, а поверх него – декстриновый азид свинца и тэн. В гильзу детонатора запрессовывают 0,5...0,7 г вторичного инициирующего ВВ, затем всыпают навеску этого же ВВ в порошкообразном состоянии и запрессовывают замедлитель. После этого в гильзу помещают электровоспламенитель с пластиковой пробкой.

Электродетонаторы упаковывают в картонные коробки по 40...75 шт., на которые наклеивают этикетки с названием завода, даты изготовления, номера партии, типа ЭД, их количества и значения сопротивления. Картонные коробки по 10 шт. укладывают в цинковую коробку, а последнюю – в деревянный ящик, в котором помещается от 500 до 1500 электродетонаторов.

По инициирующей способности электродетонаторы разделяют на группы. Первая – обычной инициирующей способности (нормальной мощности). По этому признаку они приравниваются к капсулю-детонатору (ЭД-8э, ЭД-8ж, ЭДЗД). Масса вторичного ВВ равна 1 г. Вторая – электродетонаторы повышенной инициирующей способности (мощные – ЭДКЗ-ПМ), масса вторичного ВВ составляет 1,45 г. Мощные ЭД безотказно взрывают (инициируют) уплотнённые до $1,62 \text{ г/см}^3$ промышленные ВВ.

По предохранительности электродетонаторы делят на предохранительные (ЭД-8э, ЭД-8ж, ЭДЗД) – 100%-ная вероятность воспламенения МВС и ПВС, и предохранительные (ЭДКЗ-ОП, ЭДКЗ-ПМ и ЭДКЗ-П) – 4...10%. Предохранительность обеспечена за счёт покрытия наружной поверхности гильзы пламегасительным веществом – сернокислым калием (K_2SO_4). Предохранительные ЭД разрешается применять только для инициирования ВВ I и II классов.

Основные параметры ЭД, кроме времени срабатывания: сопротивление (у ЭД-8э, ЭДКЗ-П и ЭДЗД – 2...4,2 Ом, а у ЭД-8ж, ЭДКЗ-ОП и ЭДКЗ-ПМ – 1,8...3 Ом); гарантийный ток: при взрывании до 100 электродетонаторов (если ЭД с нихромовыми мостиками) постоянный ток должен быть равен 1 А, а если более 100 – 1,3 А; при взрывании переменным током – не менее 2,5 А; безопасный ток (при пропускании тока через ЭД в течение 5 мин они не срабатывают) – 0,18А; импульс воспламенения (импульс тока, при котором происходит взрыв ЭД) – $0,6...2 \text{ A}^2 \cdot \text{мс}$.

Перед выдачей взрывникам ЭД следует проверить на проводимость или на омическое сопротивление, концы выводных проводов должны быть замкнуты накоротко.

5.2.2. Изготовление патрона-боевика. Патроны-боевики (рис. 5.7) делают непосредственно в забое. При проходке стволов их разрешается готовить на поверхности в зарядных будках и спускать в ствол отдельно от ВВ.

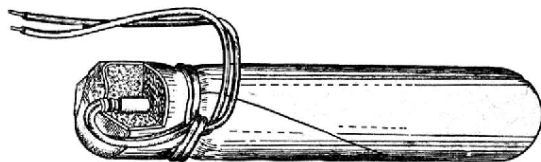


Рис. 5.7. Закрепление ЭД в патроне-боевике

При электрическом взрывании порядок изготовления патронов-боевиков следующий: не разворачивая оболочки на одном из торцов патрона деревянной или из цветного металла наколкой делают углубление, в него вводят электродетонатор, затем на патрон набрасывают петлю из детонаторных проводов и обвязывают его. Прессованные ВВ поставляются с готовыми отверстиями под ЭД.

5.2.3. Электровзрывные сети. После заряжания шпуров монтируют электровзрывную сеть. Соединение электродетонаторов может быть последовательное, параллельное и смешанное.

Последовательное соединение – наиболее распространённый способ взрывания зарядов. Расчёт электровзрывных сетей сводится к определению силы тока, поступающего в каждый электродетонатор, который не должен быть меньше гарантийного.

По назначению в сети провода подразделяются на детонаторные, выводные и магистральные. Детонаторными называют провода, непосредственно соединённые с электроде-

тонаторами. Их сопротивление включают в сопротивление электродетонатора и отдельно не учитывают. Выводные провода применяются для соединения взрывной сети, смонтированной в забое выработки, с магистральными проводами. Длина магистральных проводов определяется расстоянием от забоя до безопасного места, откуда взрываются заряды.

При последовательном соединении электродетонаторов (рис. 5.8) общее сопро-

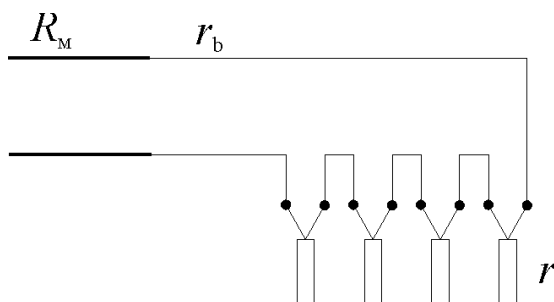


Рис. 5.8. Схема последовательного соединения электродетонаторов

тивление взрывной сети определяют по выражению

$$R_0 = r \cdot n + r_b + R_M, \quad (5.1)$$

где r – сопротивление электродетонатора, колеблется от 1,5 до 4 Ом при медных проводах и от 2,9 до 9,5 Ом – при железных;

n – количество электродетонаторов в сети;

r_b и R_M – сопротивление выводных и магистральных проводов, Ом;

Силу тока вычисляют по выражению

$$I = \frac{U}{R_0} = \frac{U}{r \cdot n + r_b + R_M}, \quad (5.2)$$

где U – напряжение на клеммах источника тока, В.

Достоинства схемы – в простоте монтажа, легкости контроля за исправностью сети и простоте расчета. К недостаткам следует отнести невозможность одновременного взрывания большого количества зарядов, а также массовый отказ при неисправности одного из электродетонаторов.

Параллельное соединение имеет разновидности: параллельно-пучковое и параллельно-ступенчатое.

При параллельно-пучковом соединении (рис. 5.9) силу тока определяют по формуле

$$I = \frac{U}{R_M + r_b + r/n}, \quad (5.3)$$

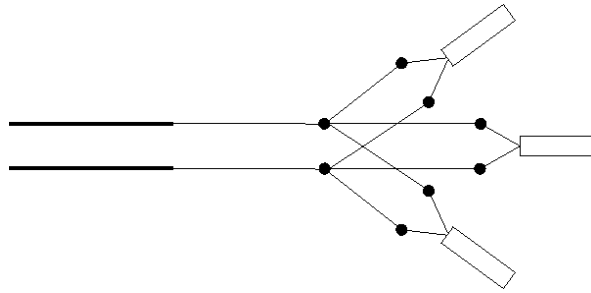


Рис. 5.9. Схема параллельно-пучкового соединения электродетонаторов

а в каждом электродетонаторе

$$i = I / n, \quad (5.4)$$

где n – количество электродетонаторов, соединённых параллельно.

Если электродетонаторов много, а фронт работ растянут, применяют параллельно-пучковое двух- и трехступенчатое соединение.

К преимуществам схемы с параллельным соединением относится то, что неисправность одного ЭД не влечет за собой отказа остальных, а обрыв какого-либо провода приводит к отказу только одного ЭД.

Параллельно-ступенчатое соединение электродетонаторов используется при проходке вертикальных стволов шахт, что обусловлено сложными условиями (постоянный капёж, обводнённость забоя, много шпуров). Расчёт сопротивления сети и силы тока при таком соединении большого числа электродетонаторов сложен, а проверка сопротивления цепи и исправности невозможна.

Смешанное соединение бывает последовательно-параллельное и параллельно-последовательное. При последовательно-параллельной схеме электродетонаторы в группах соединены последовательно (см. рис. 5.8), а группы параллельно присоединены к магистральным проводам (рис. 5.10).

Последовательно-параллельное соединение применяется при большом числе ЭД, когда последовательное соединение не обеспечивает поступление в них тока определенного значения.

Если число электродетонаторов в отдельных группах и их сопротивление одинаковы, то сила тока определяется по формуле

$$I = \frac{U}{R_m + (r_b + r \cdot n) / m}, \quad (5.5)$$

$$i = I / m, \quad (5.6)$$

где n – число последовательно соединённых электродетонаторов в одной группе;

m – число групп, параллельно присоединённых к магистральным проводам.

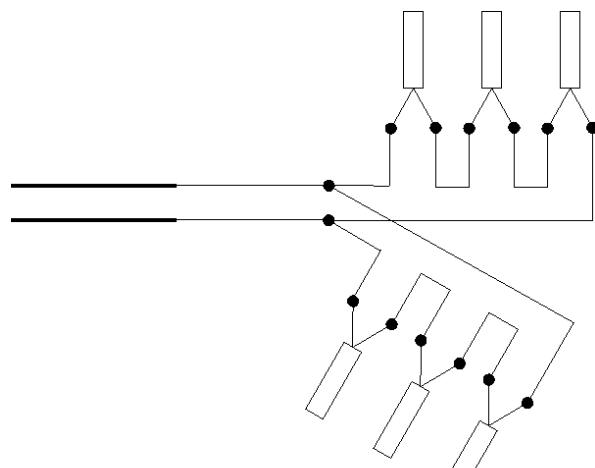


Рис. 5.10. Схема последовательно-параллельного соединения электродетонаторов

При параллельно-последовательной схеме соединения электродетонаторов группах параллельно-пучковое (см. рис. 5.9), а группы соединены между собой последовательно. Эта схема не применяется, поскольку бывает большое количество отказов.

Пример. На строительстве метрополитена в г. Донецке по буровзрывной технологии будут проводиться две выработки. В одной предусмотрено бурение 47 шпуров, в другой – 150. Подобрать взрывные приборы для инициирования зарядов в этих выработках.

Решение. Расчёт для первой выработки. Учитывая малое число ЭД и как следствие простоту монтажа и проверки исправности электровзрывной сети, а также надёжность в работе, принимаем последовательную схему соединения электродетонаторов (см. рис. 5.8) и усреднённое значение величины сопротивления электродетонаторов $r = 4$ Ом, в качестве выводных – одножильные провода марки ВП-1, имеющие одну медную жилу диаметром 0,5 мм и поливинилхлоридную изоляцию. Сопротивление 1 м жилы составляет 0,1 Ом. Эти провода будут прокладываться на расстояние до 20 м от забоя. Сопротивление выводных проводов

$$r_b = 0,1 \cdot 20 \cdot 2 = 4 \text{ Ом.}$$

В качестве магистральных принимаем двухжильные провода марки ВП-2. Они имеют два скрученных одножильных медных провода диаметром 0,7 мм, разного цвета, в поливинилхлоридной изоляции. Сопротивление 1 м жилы 0,04 Ом. Магистральные провода будут прокладываться на расстояние 200 м. Сопротивление магистральных проводов будет

$$R_m = 0,04 \cdot 200 \cdot 2 = 16 \text{ Ом.}$$

Общее сопротивление электропроводной сети определим по формуле (5.1):

$$R_0 = r \cdot n + r_b + R_m = 4 \cdot 47 + 4 + 16 = 208 \text{ Ом.}$$

Для ведения взрывных работ – взрывной прибор ПИВ-100М, который даёт напряжение до 600 В.

Определим силу тока в цепи по формуле (5.2): $I = U / R_0 = 600 / 208 = 2,88$ А.

Через каждый электродетонатор будет проходить ток силой $i = I = 2,88$ А. Эта сила тока значительно больше гарантийной силы $i_r = 1$ А (менее 100 ЭД при постоянном токе). Поэтому взрывание зарядов будет безотказным.

Расчёт для второй выработки. Учитывая большое число ЭД, принимаем сопротивления: отдельных электродетонаторов равным 4 Ом, выводных проводов – 4 Ом, магистральных проводов – 16 Ом.

Выполним проверочный расчёт по формуле (5.1) для случая последовательного соединения электродетонаторов в этой выработке:

$$R_0 = r \cdot n + r_b + R_m = 4 \cdot 150 + 4 + 16 = 620 \text{ Ом.}$$

Как и в предыдущем случае, используем взрывной прибор ПИВ-100М.

Определим силу тока в цепи по формуле (5.2): $I = U / R_0 = 600 / 620 = 0,96 \text{ А}$, что $\ll 1,3 \text{ А}$ (более 100 ЭД при постоянном токе). Из расчёта следует, что последовательное соединение электродетонаторов в этой выработке недопустимо.

Применим последовательно-параллельное соединение электродетонаторов (см. рис. 5.10), разделив их общее количество на две группы по 75 штук в каждой. В каждой группе соединим их последовательно, а группы – параллельно. Общее сопротивление при этом будет

$$R_0 = \frac{r \cdot n + r_b}{m} + R_m = \frac{4 \cdot 75 + 4}{2} + 16 = 168 \text{ Ом.}$$

Сила тока в цепи по формуле (5.3): $I = U / R_0 = 600 / 168 = 3,57 \text{ А}$.

Через каждый электродетонатор проходит ток силой, определяемой по формуле (5.4):

$i = I / m = 3,57 / 2 = 1,78 \text{ А}$, что больше гарантийной силы тока, т.е. 1,3 А. Поэтому взрывание зарядов будет безотказным.

При резких изменениях температуры (на открытых разработках), расчетное сопротивление магистральных проводов корректируется температурным коэффициентом (изменение сопротивления при нагревании проводника на 1°C , деленному на первоначальное сопротивление $\alpha_{m,a} = 0,004$).

5.2.4. Измерительные и контрольные приборы. На расходных складах ВМ электродетонаторы перед выдачей мастеру-взрывнику должны проверяться на целостность мостика накаливания и соответствие сопротивления установленным нормами пределам, указанным на упаковочной таре (на картонных коробках). Кроме того, в условиях эксплуатации устанавливаются целостность и сопротивление взрывной цепи.

Для измерения сопротивления детонаторов и взрывных сетей применяют омметры мостикового типа, большинство из которых работают по принципу *омметра взрывных цепей ОВЦ-2* (диаметр прибора 52 мм, длина 155 мм, масса 0,425 кг). Он снят с производства как морально устаревший, но по-прежнему достаточно широко применяется в угольных шахтах. Общий вид омметра взрывных цепей ОВЦ-2 приведен на рис. 5.11, а. Электрическая схема прибора (рис. 5.11, б) представляет собой простейшую линейную мостиковую схему для измерения сопротивлений, плечи которой образованы измерительным реохордом R_0 (вместе с постоянными сопротивлениями R_1 и R_2), постоянными сопротивлениями $R_3=10 \text{ Ом}$ и $R_4=90 \text{ Ом}$ и измеряемым сопротивлением R_x . Момент равновесия устанавливается по индикатору, включённому в диагональ моста. Подвижной контакт измерительного реохорда

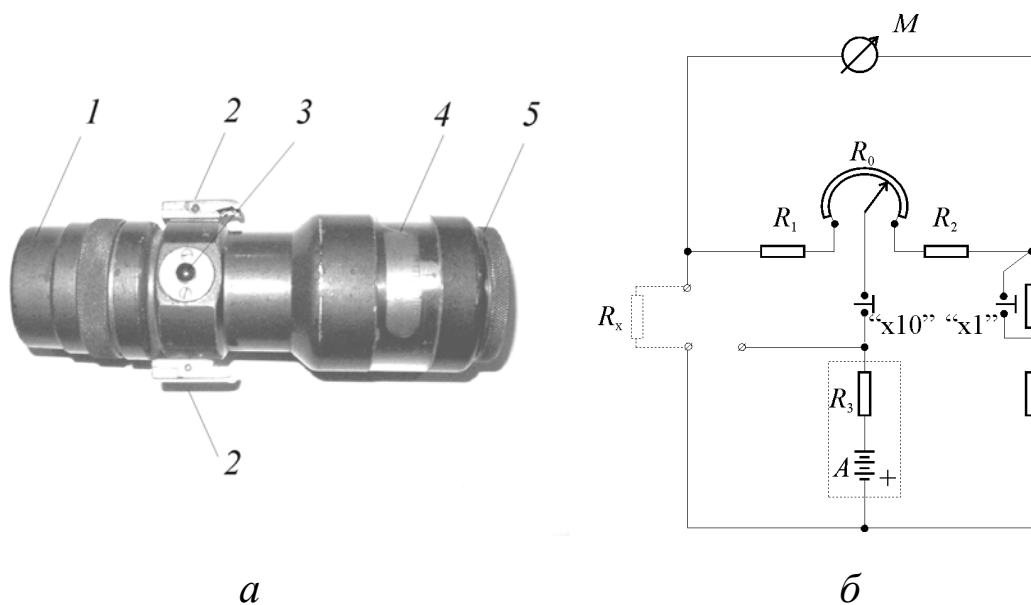


Рис. 5.11. Омметр ОВЦ-2:

a – внешний вид; *б* – электрическая схема;

1 и *5* – кольцо и шкала лимба; *2* – прищепки; *3* – кнопка включения; *4* – индикатор

жестко связан с лимбом, шкала которого градуирована от 1 до 50 Ом. Источник питания – батарея из двух аккумуляторов типа Д-02, напряжением 2,5 В и емкостью 0,2 А·ч. Предел измерений от 1 до 500 Ом: в первом диапазоне от 1 до 50, во втором – от 10 до 500 Ом.

Прибор выпускается в нормальном рудничном исполнении. При измерении сопротивлений от 10 до 500 Ом необходимо подключить к прищепкам концы проводов от электровзрывной сети, после чего нажать кнопку включения, обозначенную на корпусе и электрической схеме “x10” (при этом включается питание), и поворотом кольца лимба совместить стрелку индикатора с нулевым штрихом шкалы, затем отпустить кнопку, прочесть показания на шкале лимба и отсчёт умножить на 10. Это и будет искомое сопротивление. При измерении сопротивлений от 1 до 50 Ом следует нажать обе кнопки включения “x1” и “x10”. Нажатием кнопки “x1” на плече с постоянными сопротивлениями R_3 и R_4 большее, т.е. сопротивление $R_4=90$ Ом будет шунтировано, а в цепи останется меньшее сопротивление $R_3=10$ Ом. Нажатием кнопки “x10” включится питание. Затем поворотом кольца лимба надо совместить стрелку индикатора с нулевым штрихом шкалы, отпустить кнопки включения и прочесть показания на лимбе. Это и будет искомое сопротивление.

Мост переносной Р 3043 (рис. 5.12, *a*) предназначен для измерения сопротивления электродетонаторов на расходном складе ВМ, а также измерения сопротивления взрывных цепей из укрытия в шахтах. В приборе использована схема одинарного моста постоянного тока. На внутренней крышке приведена схема моста и порядок работы по измерению

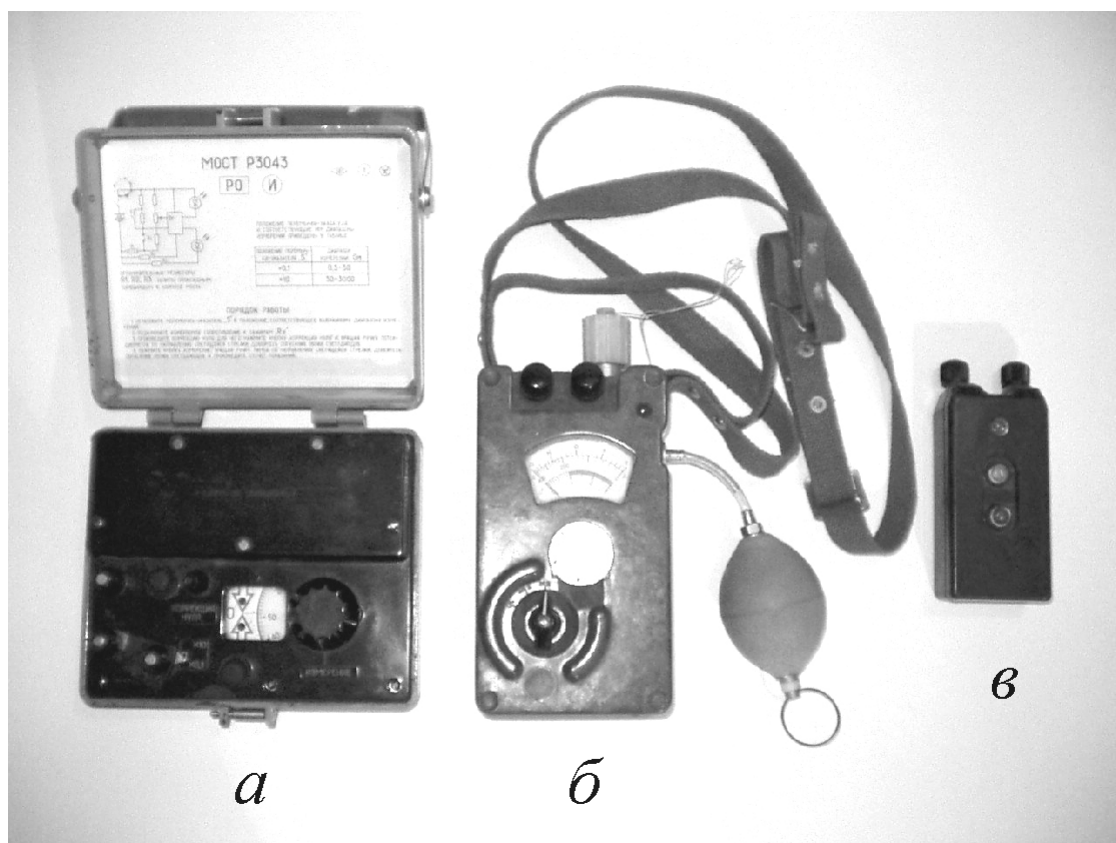


Рис. 5.12. Общий вид серийно выпускаемых приборов:

a – мост переносной постоянного тока Р 3043; *б* – манометр с измерителем взрывной цепи ИМС-1; *в* – испытатель взрывной светодиодный ВИС-1

сопротивления. Мост Р 3043 помещён в прямоугольный металлический корпус, масса его равна 1,6 кг.

Манометр с измерителем взрывной цепи ИМС-1 (рис. 5.12, *б*) предназначен для периодического контроля содержания метана (до 3%) в рудничной атмосфере и измерения сопротивления взрывной цепи (из укрытия) в шахтах, опасных по газу или разрабатывающих пласты, опасные по взрыву пыли. Определение концентрации метана основано на каталитическом его окислении и измерении выделившегося при этом теплоты с использованием точечных чувствительных низкотемпературных элементов и мостикового метода измерения. При измерении сопротивления взрывной цепи (от 0 до 20 Ом) используется принцип неуравновешенного моста, в одно плечо которого включается взрывная сеть. В верхней части прибора расположено заборное устройство с антенной и фильтром. С правой стороны корпуса прикреплен воздухопровод, с помощью которого через датчик прокачивается рудничный воздух. Имеется три последовательно соединённых герметичных никель-кадмиевых аккумулятора Д-0,55. Масса прибора 1,5 кг.

Испытатель взрывной светодиодный ВИС-1 (рис. 5.12, *в*) предназначен для проверки предельного сопротивления взрывной цепи (до 320 Ом) и проводимости её отдельных

элементов при производстве взрывных работ, в том числе в условиях шахт, опасных по газу и разрабатываемых пласты, опасные по взрыву пыли. Масса прибора 0,3 кг, ток короткого замыкания на выходных клеммах не более 5 мА. Это единственный серийный прибор, которым можно пользоваться непосредственно в призабойном пространстве выработки. ВИС-1 состоит из пластмассового корпуса, крышки, электронного блока с индикатором светодиодным, блока питания, выключателя, двух выходных клемм. Исполнение рудничное особо взрывобезопасное.

Для проверки исправности взрывной сети или её элементов к клеммам испытателя подсоединяют зачищенные концы и включают. При целостности сети или её элементов и сопротивления не выше 320 Ом ($\pm 5\%$) загорается световой индикатор. Длительность нажатия кнопки не должна превышать 2...4 с. Погрешность контроля допустимого сопротивления 5%, ток короткого замыкания на выводных клеммах не более 5 А, масса прибора 0,3 кг.

В настоящее время разработаны новые образцы приборов с цифровой индикацией и автоматическим выбором пределов измерения (ХН-2570, ЖЗ-2460, DBR-12, PR-12).

Измеритель сопротивления взрывной цепи ХН-2570 предназначен для контроля взрывных цепей и отдельных детонаторов при ведении взрывных работ, в том числе в шахтах, опасных по газу и пыли. Выполнен в ударопрочном пластмассовом корпусе с антистатическим покрытием, имеет рудничное особовзрывобезопасное исполнение, обеспеченное защитой типа "Искробезопасная электрическая цепь". Диапазон измерений выбирается автоматически.

На отдельных шахтах ещё пользуются омметром Р-353, работающим по тому же принципу, что и ОВЦ-2, которым можно измерять сопротивления, как отдельных электродетонаторов, так и электровзрывных сетей. Пределы показаний, Ом: "Запал" – 0,2...50, "Линия" – 20...5000; рабочая часть шкалы, Ом: "Запал" – 0,3...30, "Линия" – 30...3000.

Для проверки сопротивления электродетонаторов в шахтных расходных складах применяют уже снятые с производства омметры-классификаторы ОКЭД-1 и ОКЭД-2 с пределами измерения сопротивления 0,5...8,5 Ом. Приложив концы проводов детонатора к выводным контактам прибора, получают на его шкале отсчёт сопротивления. Прибор позволяет очень быстро измерить сопротивление большого количества электродетонаторов и классифицировать их по сопротивлениям.

Для проверки исправности взрывных приборов, применяемых в шахтах, опасных по газу или пыли, предназначен *прибор контроля взрывных импульсов ПКВИ-3м*, с помощью которого определяют ток и длительность импульса, посылаемого во взрывную цепь.

5.2.5. Источники тока для взрывания электродетонаторов. В качестве источников тока для взрывания электродетонаторов применяют конденсаторные взрывные приборы.

Конденсаторный взрывной прибор КВП-1/100м (рис. 5.13, а). Предназначен для

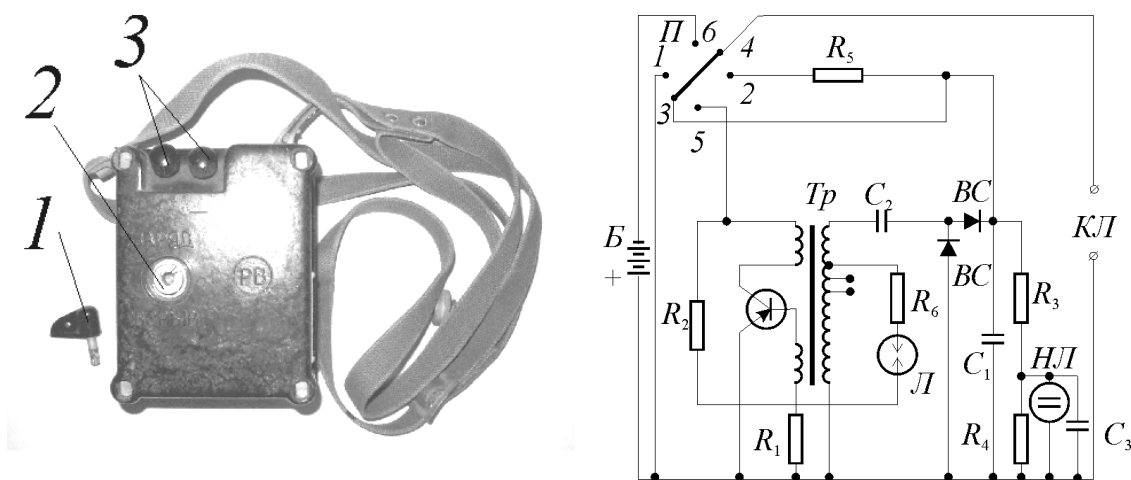


Рис. 5.13. Конденсаторный взрывной прибор КВП-1/100м:

а – внешний вид; б – электрическая схема;

1 – съемный взрывной ключ; 2 – гнездо взрывного ключа; 3 – линейные зажимы

взрывания не более 100 электродетонаторов, соединённых последовательно, при общем сопротивлении взрывной цепи не более 320 Ом. Имеет взрывобезопасное исполнение. Принцип действия прибора (рис. 5.13, б) следующий. При повороте ключа влево в положение “Заряд” переключатель *П* ставится в положение 5-6 и батарея *Б* соединяется с преобразователем *ПП* постоянного тока в переменный. Генерируемый переменный ток через повышающий трансформатор *Тр* и схему удвоения напряжения тока, состоящую из двух селеновых выпрямителей *ВС* и конденсатора удвоения напряжения *С*₂ (ёмкость 0,05 мкФ), идёт на конденсатор-накопитель *С*₂ (ёмкость 10 мкФ). При достижении на последнем напряжения 600 В срабатывает разрядник *Л*, подавая на базу триода положительный импульс (3 А²·мс), срывающий генерацию тока. Благодаря этому напряжение на конденсаторе-накопителе стабилизируется. Одновременно загорается неоновая лампочка *НЛ*, сигнализирующая о готовности прибора к подаче тока во взрывную сеть. При повороте ключа вправо в положение “Взрыв” переключатель *ПП* занимает на 2...4 мс положение 3-4, при котором конденсатор-накопитель включается во взрывную цепь (зажимы *КЛ*), а затем автоматически переходит в положение 1-2, при котором конденсатор-накопитель замыкается на разрядное сопротивление *Р*₅ (1 кОм), снимающее остаточный заряд.

Источник питания прибора – батарея из трёх элементов “Сатурн”. При напряжении питания 4,8 В напряжение, стабилизируемое на конденсаторе-накопителе, не превысит

650 В, при 3,2 В – 600 В. Неоновая лампочка загорается при напряжении на конденсаторе-накопителе 590...620 В. Продолжительность зарядки прибора до 8 с, масса 2 кг.

Конденсаторный взрывной прибор ПИВ-100м (рис. 5.14) отличается от прибора

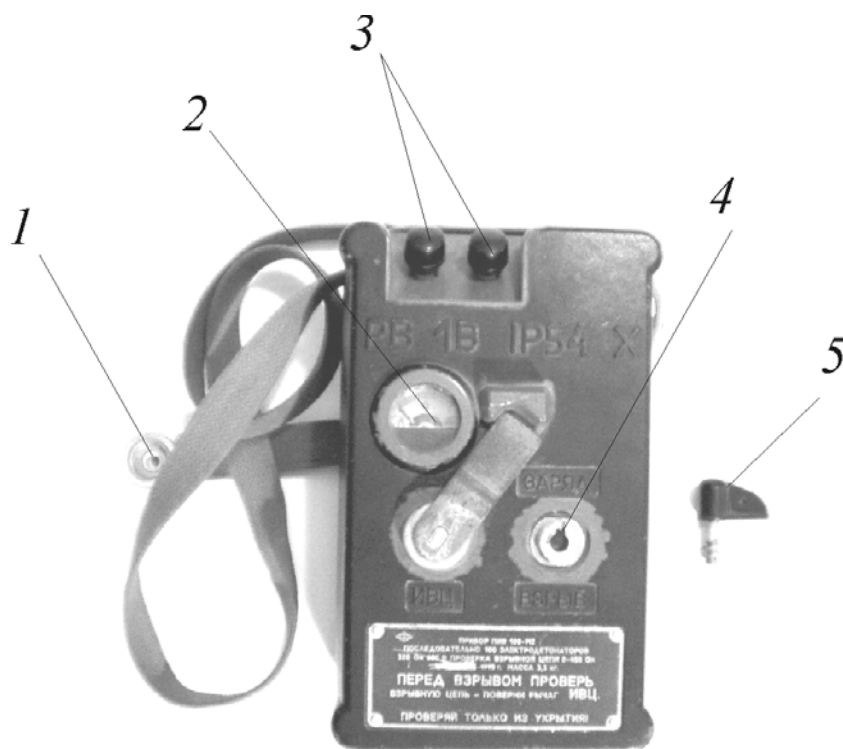


Рис. 5.14. Конденсаторный взрывной прибор ПИВ-100м

1 – заглушка; 2 – шкала омметра; 3 – линейные зажимы; 4 – гнездо взрывного ключа; 5 – съемный взрывной ключ

КВП-1/100м тем, что в его корпусе заключён ещё и омметр мостикового типа для измерения сопротивления взрывной цепи. Омметр питается от элемента РЦ-75 (ОР-3) или РЦ-85 (ОР-4). Пределы шкалы омметра 0...400 Ом, цена деления 20 Ом, точность измерения 75...80%. Для контроля взрывной цепи её подключают к зажимам прибора и поворачивают рычаг по часовой стрелке до упора в положение ИВЦ. Измерение производят с места укрытия. После этого рычаг отводят в исходное положение и вставляют в гнездо “заряд-взрыв” ключ. Ключ поворачивают против часовой стрелки и заряжают конденсатор-накопитель до загорания сигнальной лампочки. Затем резко поворачивают ключ по часовой стрелке и взрывают заряды. После взрыва ключ вынимают и гнездо закрывают пробкой.

Электрическая схема и питание взрывного прибора аналогичны принятым в приборе КВП-1/100м (см. рис. 5.13, б). Прибор взрывает до 100 электродетонаторов, соединённых последовательно, при сопротивлении взрывной цепи не более 320 Ом. Напряжение на конденсаторе-накопителе равно 600В. Сигнальная лампочка устойчиво загорается при на-

пряжении 580 ... 610 В. Импульс тока $3 \text{ A}^2 \cdot \text{мс}$, продолжительность импульса 2...4 мс, масса 2,7 кг.

Устройство взрывное программируемое ЖЗ-2460 предназначено для автоматической выдачи импульса тока постоянной величины для инициирования электродетонаторов нормальной и пониженной чувствительности с предварительным непрерывным контролем сопротивления взрывной цепи в шахтах, опасных по газу и пыли в обводненных забоях.

Конденсаторные взрывные приборы DBR-12 и PR-12 (рис. 5.15 и 5.16) предназна-

Рис 5.15. Конденсаторный взрывной прибор
DBR-12

Рис. 5.16. Конденсаторный взрывной прибор
PR-12

чены для инициирования последовательно включенных электродетонаторов во всех выработках за исключением выработок в шахтах, опасных по выделению метана и пыли. Емкость конденсатора позволяет применять прибор для параллельного включения взрывной сети.

Специфическая особенность при проходке вертикальных шахтных стволов – сильная обводненность забоев и связанные с этим большие утечки тока во взрывной сети. Надежным способом предотвращения отказов в подобных условиях является применение параллельно-ступенчатых схем соединения электродетонаторов. Однако для взрывания ЭД, соединенных по таким схемам, требуются взрывные приборы с большой энергоемкостью источника электрического импульса. *ВПС-1* – прибор, вырабатывающий достаточной силы импульс для ведения взрывных работ в вертикальных стволах шахт, опасных по газу или пыли. Его энергоемкость почти в 170 раз больше, чем энергоемкость взрывного прибора ПИВ-100м.

Ток во взрывную сеть подается автоматически (при достижении в процессе зарядки конденсаторов заданного напряжения). Прибор имеет взрывобезопасное исполнение, снабжен устройством, контролирующим параметры электрического импульса на входе.

На открытых горных работах применяют конденсаторные взрывные машинки КПМ-1А, КПМ-2 и ВМК-500, масса их соответственно 2,3, 7,8 и 6,5 кг. От КПМ-1А можно взрывать до 100 электродетонаторов при сопротивлении сети до 300 Ом, от КПМ-2 – до 300 электродетонаторов при сопротивлении сети до 1000 Ом. Они обеспечивают напряжение тока 1500 В. От ВМК-500 можно взрывать до 800 электродетонаторов при сопротивлении сети до 2000 Ом; напряжение до 3000 В.

5.3. Электроогневое взрывание

При электроогневом взрывании зарядов применяются капсули-детонаторы, огнепроводный шнур, электрозажигательные патроны (табл. 5.2) и принадлежности: взрывные провода или кабели и соединительная арматура. Начальным импульсом служит электрический ток.

Таблица 5.2. Типы патронов для поджигания пучков ОШ при огневом и электроогневом взрывании

№ патрона	Количество отрезков ОШ в пучке	Патроны для взрывания	
		огневого	электроогневого
1	7	ЗП - Б1	ЭЗП - Б1
2	8...12	ЗП - Б2	ЭЗП - Б2
3	13...19	ЗП - Б3	ЭЗП - Б3
4	20...27	ЗП - Б4	ЭЗП - Б4
5	28...37	ЗП - Б5	ЭЗП - Б5

Электрозажигательный патрон представляет собой гильзу из тонкого картона, на дне которой находится слой из смеси пороха, парафина и канифоли. В донную часть вмонтирован электровоспламенитель (рис. 5.17).

При использовании электрозажигательных патронов в гильзу вводят шнуры зажигательных трубок, идущие из расположенных вблизи шнуров. Гильзу с пучком шнуров плотно обвязывают шпагатом. Провода электровоспламенителя подключают к магистральным проводам, из укрытия включают ток. Вспыхивает электровоспламенитель, от его пламени загорается воспламеняющаяся смесь, а последняя зажигает пороховые сердцевинки огневых шнуров зажигательных трубок.

Электроогневое взрывание осуществляется также в случае использования зажигательных патронов, когда воспламеняющаяся смесь загорается с помощью отрезка ОШ, поджигаемого электрозажигательной трубкой.

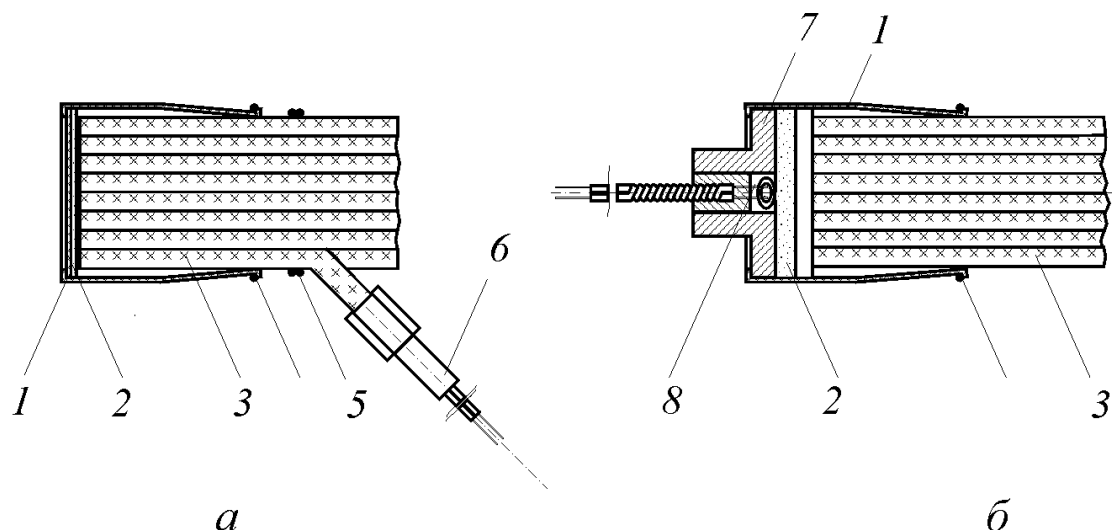


Рис. 5.17. Зажигательный (а) и электрозажигательный (б) патроны для группового взрыва:

1 – гильза; 2 – зажигательная смесь; 3 и 6 – трубки зажигательная и электрозажигательная; 4 – резиновое кольцо; 5 – шпагат; 7 – втулка; 8 – электровоспламенитель

Электроогневое взрывание можно производить в неудобных местах, где затруднителен своевременный отход взрывника в укрытие или при большом количестве шпуров.

5.4. Бескапсюльное взрывание

При бескапсюльном взрывании заряды ВВ инициируют при помощи детонирующего шнура (ДШ), который состоит из сердцевины с инициирующим ВВ (тэн), двух-трех оплётток, покрытых парафином и окрашенных в красный цвет или двумя красными нитями, что отличает его по внешнему виду от огнепроводного шнура. Взрывание от детонирующего шнура безопаснее электровзрывного. Применяется при взрывании скважинных и котловых зарядов; во всех случаях, когда по условиям безопасности (наличие блуждающих токов) нельзя использовать электровзрывание; при взрывании шпуровых зарядов по подошве уступа и негабарита.

Детонирующий шнур взрывают от капсюля-детонатора или электродетонатора. В этих целях его привязывают к шнуру изоляционной лентой или шпагатом. Для передачи взрыва от одного отрезка шнура к другому их связывают морским узлом или внахлестку так, чтобы шнуры соприкасались на расстоянии не менее 10 см (рис. 5.18).

Детонирующий шнур можно резать острым ножом на деревянной подкладке. Работа с ним и монтаж взрывной сети просты и безопасны. Шнур имеет хорошую изоляцию, что обеспечивает его водонепроницаемость при нахождении в воде в течение 12 ч. Он не

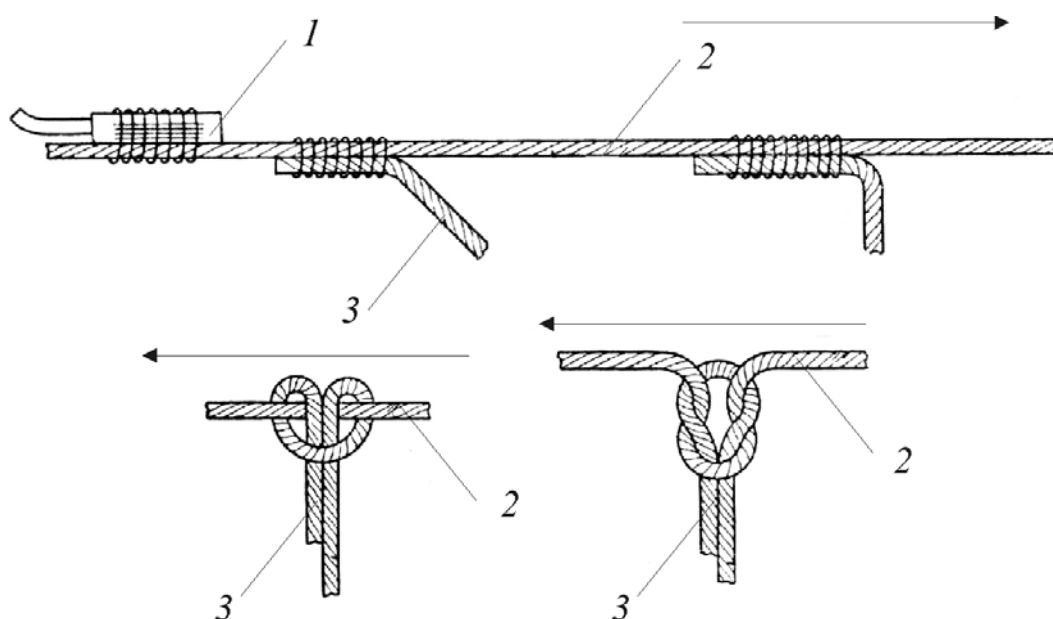


Рис. 5.18. Способы соединения отрезков ДШ:

1 – детонатор взрывной трубки; 2 – магистральная линия ДШ; 3 – ответвления ДШ к зарядам; стрелка показывает ход детонационной волны

выдерживает действия солнечных лучей и хранения в тёплом месте, так как при этом оплавляется изоляция и обнажается ВВ.

Для взрывных работ в шахтах, опасных по газу или пыли, выпускают предохранительные детонирующие шнуры ДШП-1 и ДШП-2. Сердцевина первого состоит из смеси ВВ и пламегасителя (активной соли щелочного металла), наружная оболочка полихлорвиниловая, диаметр шнура 6 мм, сердцевина второго – из чистого ВВ, заключена в предохранительную пламегасительную оболочку, покрытую целлофаном, а затем сверху двумя нитяными оплётками и полихлорвиниловой оболочкой. Наружный диаметр шнура 8,6...9 мм. Шнуры легко детонируют от ЭД и надёжно передают детонацию ВВ со скоростью 6 км/с. Водостойчивость обеспечивается при давлении до 3 МПа.

Для подводных работ применяется водостойчивый шнур ДШВ с пластикатовым покрытием вместо третьей оплётки, снаряжённый тэном (12 г ВВ на 1 м), скорость детонации шнура около 7 км/с. Шнур, диаметром 4,8...5,8 мм выпускается отрезками по 50 м, свёрнутыми в бухты, обёрнутые плотной бумагой. Бухты по десять укладывают в деревянные ящики.

Для взрывных работ в нефтяной промышленности (для взрывания торпед и перфораторных зарядов в глубоких скважинах при температуре до 165°C) изготавливают специальные детонирующие шнуры: термостойкий (ДТШ-165) и усиленный (ДШУ). В них применены термостойкие ВВ и герметизирующая оболочка из полиэтилена, что обеспечивает нормальную работоспособность при высоких давлениях (до 80 МПа) и температурах.

При скважинном методе взрывных работ детонирующий шнур пропускают в скважину (для надёжности взрывную сеть дублируют), потом засыпают порошкообразное ВВ в скважину, а её устье засыпают забойкой. На поверхности вдоль устьев скважин прокладывают магистральную линию ДШ и к ней подсоединяют концы ДШ, идущие из скважин (см. рис. 5.18). Магистральную линию ДШ взрывают электродетонатором или капсулем-детонатором. Детонирующий шнур вызывает взрыв зарядов ВВ в скважинах. При зарядании скважин патронами один из них делают боевым, пропуская детонирующий шнур сквозь патрон или обматывая им патрон. Заряды всех скважин, а также все рассредоточенные части заряда взрываются практически одновременно.

В последнее время широкое применение получило короткозамедленное взрывание зарядов, при котором заряды смежных скважин взрываются с интервалами в 20...60 мс. При взрывании детонирующим шнуром замедление достигается с помощью *пиротехнического реле замедления*. Пиротехническое реле предназначено для создания замедлений на магистральных линиях ДШ между соседними скважинами (или сериями скважин), благодаря чему заряды взрываются в заданной последовательности и через определённые интервалы.

Пиротехнический замедлитель КЗДШ-62-2 (рис. 5.19) состоит из металлической

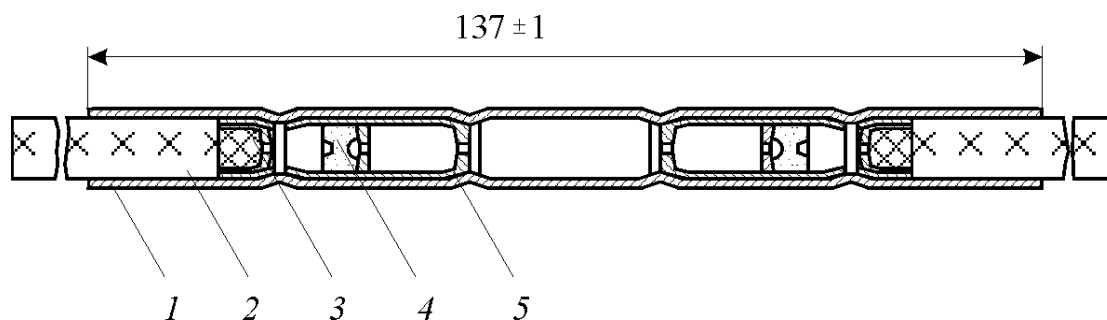


Рис. 5.19. Пиротехнический замедлитель детонирующего шнура КЗДШ-62-2:

1 – металлическая трубка; 2 – отрезок детонирующего шнура; 3 – капсуль-детонатор; 4 – замедлитель; 5 – промежуточный колпачок

трубки, середина которой в двух местах обжата. В трубку до упора с обоих концов досланы диафрагма и замедлитель, состоящий из оксида меди и алюминиевой пудры. Замедлитель обжат по дульцу колпачка в трубке, после чего в неё введены капсули-детонаторы и обжимом закреплены отрезки ДШ длиной 265 мм. КЗДШ-62-2 имеет двухстороннее действие, передаёт детонацию в сеть ДШ независимо от того, каким концом оно включено в сеть, поэтому во взрывную сеть детонирующего шнура их можно монтировать в любом положении. Выпускается трёх ступеней замедления, различающихся цветом средней части трубки:

Замедление, мс	10	20	35
Разброс времени срабатывания, мс..	± 4	± 5	± 7
Цвет средней части трубки	Красный	Черный	Зелёный

Замедлитель КЗДШ-62-2 рассчитан для работы при температуре от +50 до –30°С.

Пиротехнический замедлитель КЗДШ-69 состоит из картонной трубки, обжатой по торцам и в средней части алюминиевыми втулками. В трубку введены капсуль-детонатор и замедляющий состав; закреплены отрезки шнура. Замедлитель может передавать детонацию только в одном направлении, указанном на гильзе стрелкой, что надо учитывать при монтаже взрывной сети. Выпускаются десять серий со следующими замедлениями:

Номера КЗДШ-69.....	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Интервал замедления и разброс времени срабатывания.....	10±4	20±6	35±7	50±7	75	100	125	150	175	200

В 90-х годах XX ст. в Украине начали изготавливаться замедлители ДШ двухстороннего действия РП-92. Они имеют два детонатора с замедлителями, развернутыми на 180° с отрезками ДШ. Интервал замедления между отдельными сериями 50 мс, максимальное замедление 400 мс.

Бескапсюльный способ производства взрывных работ широко применяется на открытых разработках при методе скважин и минных камер, а также на подземных горных работах за исключением шахт, опасных по газу и пыли.

5.5. Неэлектрическая схема инициирования Нонель

Зарубежные фирмы (США, Швеция, Китай) разработали и широко применяют неэлектрические схемы инициирования, основанные на передаче ударной волны по трубчатому пластикатному высокопрочному волноводу со скоростью до 2 км/с. Это достигается за счет покрытия (напыления) внутренней его поверхности тончайшим слоем ВВ (типа тэна или октогена) с добавками тонкодисперсного алюминия. Масса навески ВВ составляет на 1 м волновода около 50 мг. Один конец волновода запаян, а на другом смонтирован герметический детонатор. Иницирование ударной волны в волноводе производится с помощью специальных пистолетов-стартеров, снаряжаемых капсулями типа «Жевело» (Швеция), электрическим импульсом от взрывной машинки (Китай). Перед взрывом запаянный конец волновода обрезается. Иницирование возможно обычным КД и ЭД или петлей ДШ. Обрезка конца волновода не требуется, производится инициирование одновременно 20 и более волноводов, так как инициирование аналогично принципу применяемому для ДШ (рис. 5.20).

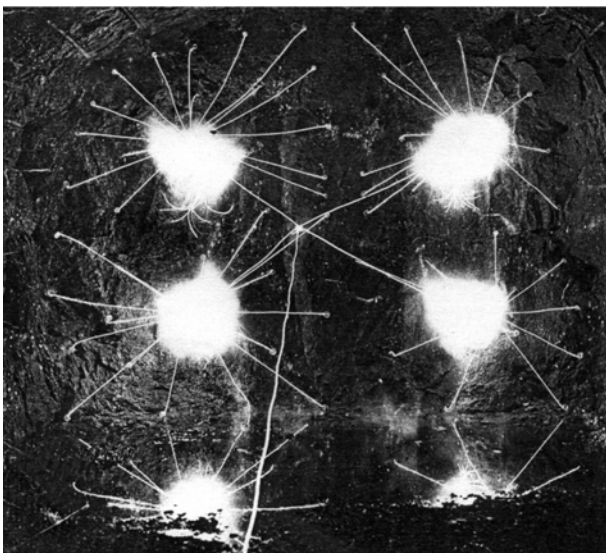


Рис. 5.20. Общий вид системы Нонель после инициирования: белые пятна – место инициирования пучка трубчатых волноводов; белые линии – трубчатые волноводы после инициирования; точки на концах светлых линий – место входа волновода в скважину (шпур)

в ичногo инициирующих ВВ; в алюминиевой трубке запрессован замедляющий состав, чувствительность которого обеспечивает его поджигание пламенем, распространяющимся в волноводе. Входящий волновод герметично закрепляется в дульце детонатора с помощью резиновой трубки.

В подземных условиях при использовании ВВ обычной чувствительности ВВ инициируют детонаторами нормальной мощности, а в случае водосодержащих ВВ, особенно на открытых горных работах, применяют прессованные шашки – промежуточные детонаторы, в которые устанавливают, как правило, два детонатора Нонель.

Системы удобны в монтаже, надежны и безопасны и все шире используются в горной промышленности зарубежных стран.

Детонатор нормальной мощности системы Нонель безотказно инициирует все ВВ нормальной чувствительности. Состоит из алюминиевого корпуса – стакана, на дно которого запрессованы заряды вторичного и первичного инициирующих ВВ;