

Электрический способ взрывания зарядов

Этот способ может применяться в любых условиях ведения взрывных работ, включая шахты, опасные по взрыву газа или пыли.

Достоинства:- электрический способ взрывания более безопасен, чем другие способы, так как подготовленную к взрыву электрическую цепь можно проверить приборами и устранить неисправности.

Средства электрического взрывания

При электрическом способе взрывания в качестве средств взрывания применяются:

- электродетонаторы;
- магистральные провода;
- приборы для проверки исправности электрической цепи и сопротивления электродетонаторов;
- источник электрического тока (взрывные машинки).

Электродетонаторы

Электродетонатор это цилиндр Ø 6-7мм с небольшим зарядом инициирующего взрывчатого вещества и электровоспламенителем.

Электродетонатор предназначен для инициирования взрыва основного заряда ВВ.

Классификация электродетонаторов

По времени срабатывания электродетонаторы бывают:

- мгновенного (ЭД);
- короткозамедленного (ЭДКЗ);
- замедленного действия (ЭДЗД).

По назначению электродетонаторы бывают:

- общего назначения, для разрушения пород (ЭД, ЭДКЗ, ЭДЗД);
- сейсморазведочные водоустойчивые (ЭДС);
- для прострелочных работ в скважинах (торпедирования обсадных труб) (ТЭД);
- высоковольтные для штамповки металлов (ЭДВ).

По условиям применения электродетонаторы бывают:

- непридохранительные, используемые для взрывных работ на земной поверхности и в шахтах не опасных по взрыву газа и пыли;
- предохранительные для подземных работ в шахтах опасных по взрыву газа и взрывчатой пыли.

Наружная поверхность предохранительных электродетонаторов покрыта слоем пламегасителя (смесь сернокислого калия с бакелитовым лаком) толщиной 0,1мм. В обозначения таких электродетонаторов добавляется буква (П).

По конструкции мостика накаливания электровоспламенителя электродетонаторы выпускаются:

- с жестким (Ж) креплением мостика накаливания;
- с эластичным (Э) креплением мостика.

По величине иницирующего заряда электродетонаторы бывают:

- обычные (0,1-0,5г первичного ВВ) и 1г вторичного ВВ;
- мощные (0,1-0,5г первичного ВВ) и 1,45г вторичного ВВ. В обозначении таких электродетонаторов добавляется буква (М).

По чувствительности к блуждающим токам электродетонаторы делятся на:

- нормальной чувствительности;
- пониженной чувствительности (ЭД-1-8-И и ЭД-13-Т), электродетонаторы пониженной чувствительности к электрическому току предназначены для ведения взрывных работ в шахтах, не опасных по газу или пыли. В местах, опасных в отношении зарядов статического электричества и блуждающих токов;
- весьма низкой чувствительности, называемые еще грозоупорными предназначены для взрывания в условиях возможных грозовых разрядов.

Электродетонаторы мгновенного действия

Электродетонаторы мгновенного действия предназначены для взрывания одиночных зарядов и группы зарядов во врубовых шпурах.

Электродетонатор мгновенного действия.

а - с эластичным креплением мостика нака-

ливания;

б – с жестким креплением

1-гильза;

2-вторичное ВВ;

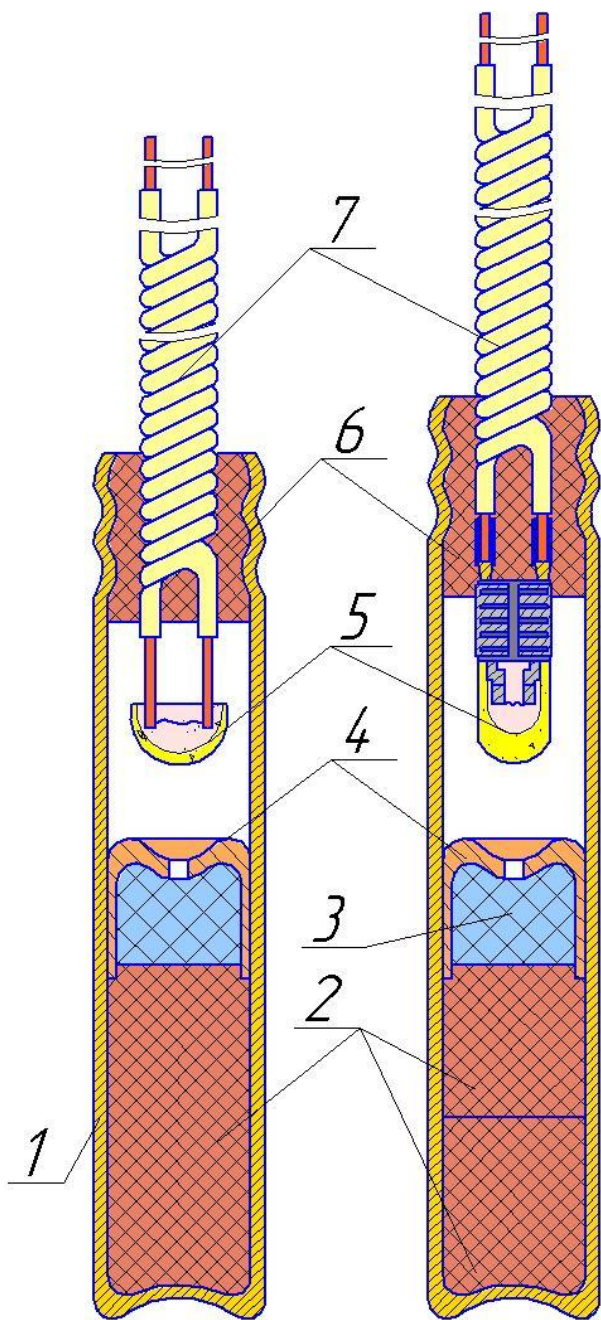
3-первичное ВВ;

4 - чашечка;

5- электровоспламенитель;

6 - пластмассовая пробка;

7-выводные провода



В настоящее время выпускаются электродетонаторы мгновенного действия:

- для шахт не опасных и для открытых работ:

ЭД-8-Ж,

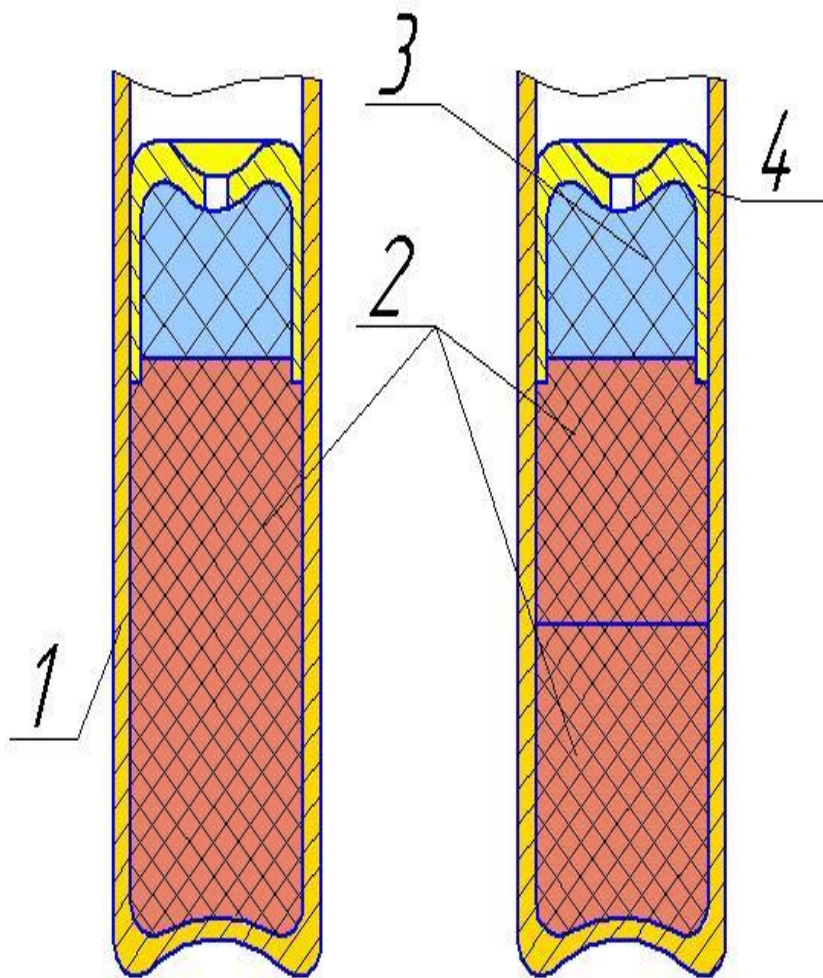
ЭД-8-Э,

ЭД-1-8-Т (защищен от зарядов статического электричества и от блуждающих токов);

- для шахт опасных по взрыву газа или пыли:

ЭДКЗ-0П (предохранительные водостойчивые электродетонаторы мгновенного действия).

Для придания им предохранительности их гильзы покрыты смесью сернокислого калия с бакелитовым лаком. Толщина слоя 0,1 мм.

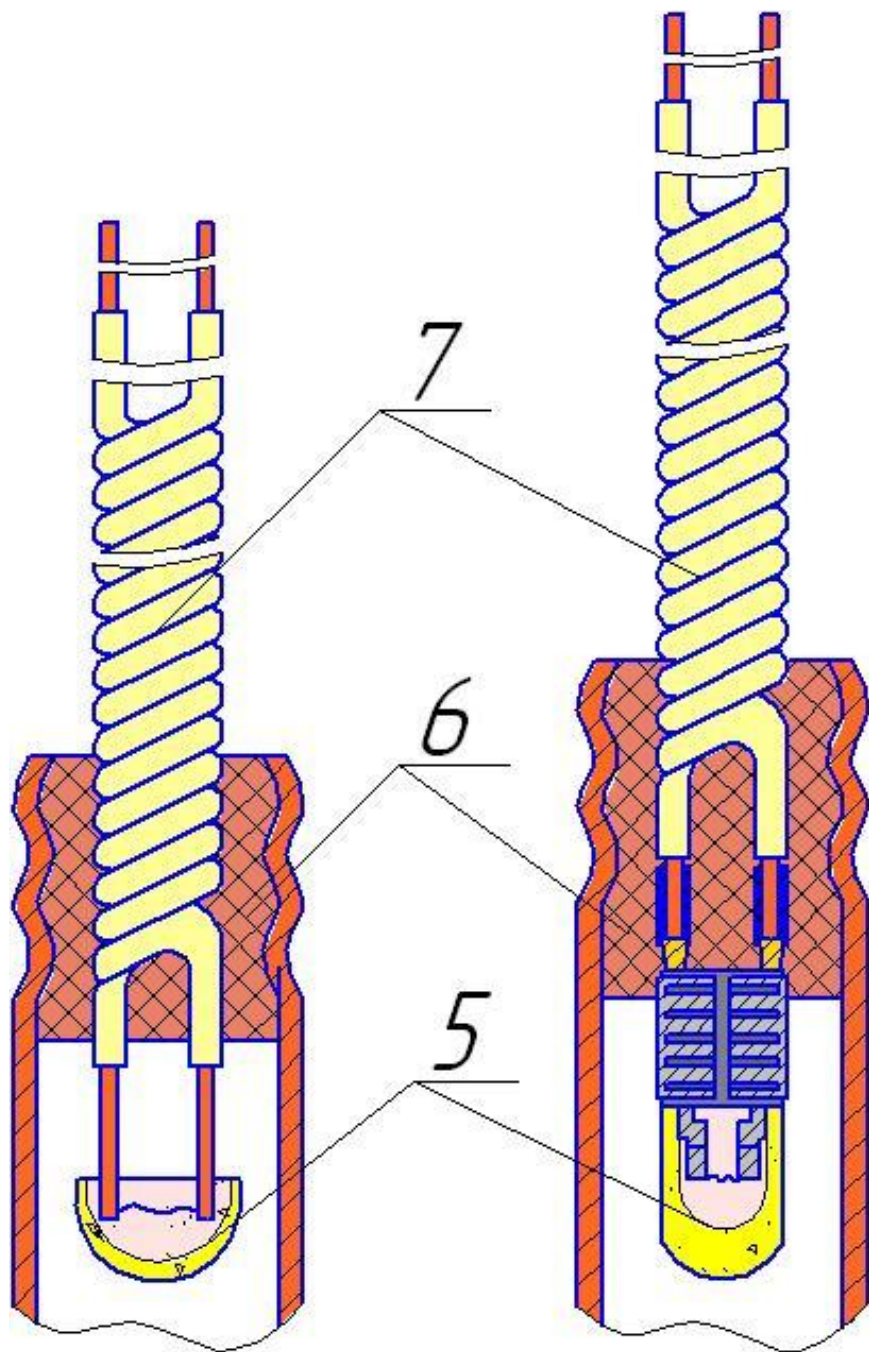


1. *гильза* (медь, бронза, биметалла, бумага);
2. *вторичное ВВ* (1г тетрила, тэна, или гексоген);
3. *первичное ВВ* (0,1г тенереса; или 0,2г азиды свинца; или 0,5г гремучей ртути).

Заряд первичного ВВ легко взрывается от пламени. Заряд вторичного ВВ взрывается за счет детонации от первичного ВВ.

4. *чашечка* из меди или латуни.

В центре выполнено отверстие \varnothing 2мм, через которое пламя проникает к первичному ВВ. Чашечка предохраняет ВВ от высыпания.



5. - *воспламенительная головка* (два слоя легковоспламеняющегося состава в виде твердой капли, покрывают спираль).

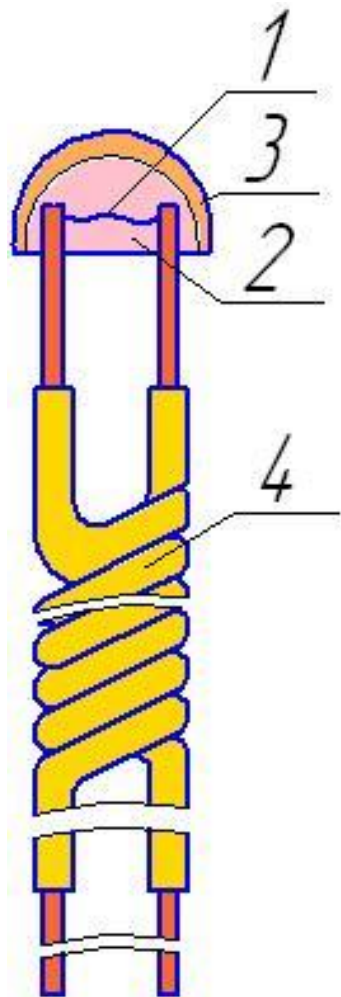
6. - *спираль* (мостик накаливания). Спираль длиной **2 - 4 мм** и Ø **30 - 35 микрон** (**0.3 - 0,35 мм**) из нихрома (сплав никеля с хромом) или контанстанта (сплав меди с никелем).

7. - *пластмассовая пробка*.

8. - *выводные провода*.

Медные, реже стальные провода длиной **1,5 - 3 м**, диаметром **0,5 - 0,8 мм**. Свиты на длине **50 - 100 мм**. Кончики зачищены.

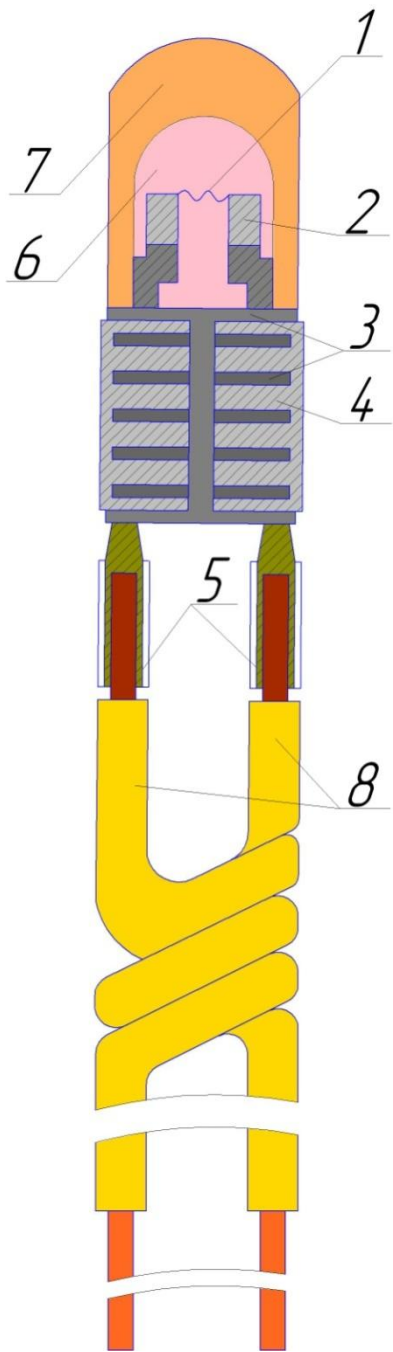
В электровоспламенителе с эластичным креплением мостика накаливания два изолированных провода свиваются вместе. Кончики этих выводных проводов на **5 - 10** мм очищаются от изоляции и разводятся в виде вилочки, к концам которой припаивается металлический мостик накаливания.



1.- Мостик накаливания (спираль);

2; 3.- Внутренний и наружный слой воспламенительной головки;

4. - Выводные провода.



1. Мостик накаливания (спираль);
2. Латунные полоски;
3. Картон;
4. Латунная обжимная скоба;
5. Ножки латунных полосок;
- 6, 7. Внутренний и наружный слой
воспламенительной головки;
8. Выводные провода.

В *электровоспламенителе с жестким креплением* мостик накаливания крепится не к выводам, а к специальным латунным полоскам.

Такое крепление более безопасное, т.е. исключает возможность воспламенения головки, а значит и взрыва электродетонатора при случайном выдергивании выводных проводов

Первый слой состоит из:

- смеси роданистого свинца (50 весовых частей);
- бертолетовой соли (50 частей);
- свинцового сурика (1 часть, применяется как показатель однородности перемешивания смеси);
- склеивающее вещество -4%-ный нитролак.

Второй слой состоит из:

- смеси бертолетовой соли (78 весовых частей);
- древесного угля (22 части);
- склеивающее вещество — 26%-ный водный раствор столярного клея.

Воспламенительная головка лакируется нитролаком.

При пропускании по проводам электрического тока, мостик накаливается и воспламеняет головку, пламя которой почти мгновенно (2-6 миллисекунд) вызывает взрыв детонатора.

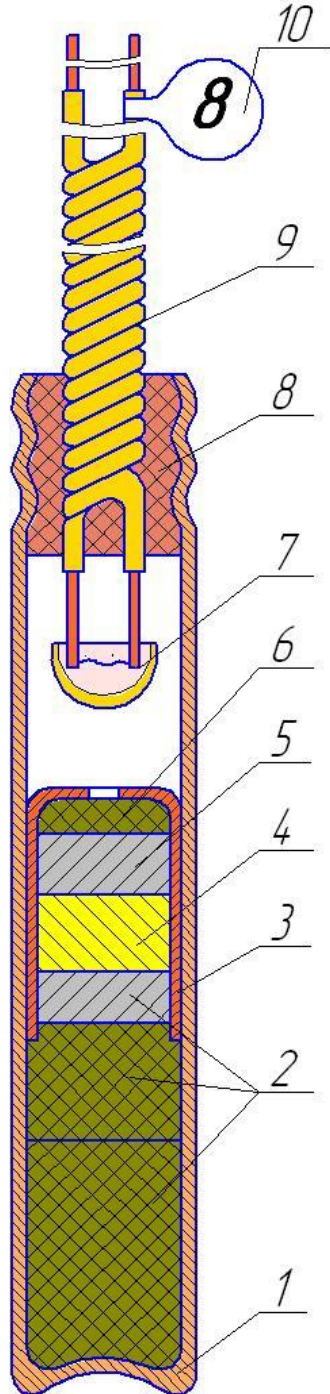
Электродетонаторы замедленного действия

Электродетонаторы замедленного действия (ЭДЗД) отличаются от электродетонаторов мгновенного действия тем, что в чашечке перед первичным инициирующим ВВ помещен столбик замедляющего состава.

В качестве замедляющего состава применяется смесь:

- свинцового сурика;
- хромокислого свинца;
- ферросилиция.

Электродетонатор замедленного действия.



- 1.-гильза;
- 2.- вторичное ВВ (тетрил, тэн, гексоген);
- 3.-чашечка;
- 4.-первичное ВВ (азид свинца; гремучая ртуть; тенерес);
- 5.-замедляющий состав;
- 6.-шелковая сеточка;
- 7.-электровоспламенитель;
- 8.-пробка;
- 9.-выводные провода

К проводам электродетонатора прикрепляется бирка с цифрой от 7 до 15, обозначающей номер замедления.

Электродетонаторы замедленного действия ЭДЗД с

замедлением:

Номер на бирке	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Замедление	0,5	-0,75	-1,0	-1,5	-2	-4	-6	-8	-10 с.

Для отличия донная часть гильзы может быть окрашена в цвета:

№ 7 - в **желтый**,

№ 8 - в **розовый**,

№ 9 - в **оранжевый**,

№10 - в **голубой**,

№11 - в **серый**.

Электродетонаторы короткозамедленного действия

У (ЭДКЗ) в чашечке также помещен замедлитель состава:

- свинцовый сурик;
- силикокальций;
- ферросилиций.

Электродетонаторы короткозамедленного действия (ЭДКЗ)

выпускаются трех типов:

1). *Электродетонаторы ЭДКЗ* непригодные и предназначены для открытых и подземных работ в шахтах и рудниках, не опасных по взрыву газа и пыли.

К их выводным проводам крепятся бирки с номерами серий от 1 до 6 соответственно, (Обозначаются ЭДКЗ-1):

1	2	3	4	5	6
25	50	75	100	150	250

миллисекунд (мс)

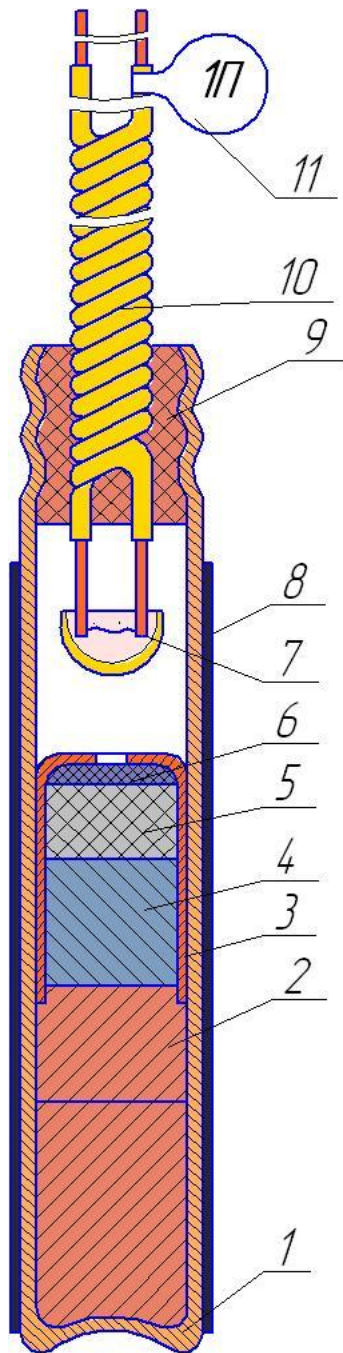
2). Электродетонаторы ЭДКЗ-П предохранительные, водоустойчивые применяемые шахтах и рудниках, опасных по взрыву газа и пыли.

На наружной поверхности гильзы имеется слой пламегасителя толщиной **0,1 мм** из смеси сернокислого калия с бакелитовым лаком.

К их выводным проводам крепятся бирки с номерами и буквами серий от **1П** до **5П** соответственно:

1П	2П	3П	4П	5П
25	50	75	100	125 мс.

Электродетонатор ЭДКЗ-П



1. Гильза;
2. ТЭН (вторичное ВВ);
3. Чашечка;
4. Азид свинца (первичное ВВ);
5. Замедляющий состав;
6. Шелковая сеточка;
7. Электровоспламенитель;
8. Пламегаситель;
9. Пробка;
10. Выводные провода.

3). Электродетонаторы ЭДКЗ-ПМ предохранительные мощные, водостойчивые применяются в шахтах и рудниках, опасных по взрыву газа или пыли.

К их выводным проводам крепят бирки с номерами и буквами серий от 1ПМ до 7ПМ соответственно:

1ПМ	2ПМ	3ПМ	4ПМ	5ПМ	6ПМ	7ПМ
15	30	45	60	80	100	120 мс

Масса вторичного ВВ увеличена до 1,5г.

Донная часть гильзы может быть окрашена в различные цвета:

1ПМ - черный;

2ПМ - красный;

3ПМ - не окрашивается;

4ПМ - зеленый;

5ПМ - коричневый;

6ПМ - фиолетовый.

7ПМ - нет

Воспламенительная головка всех электродетонаторов ЭДЗД и ЭДКЗ двухслойная.

Состав первого слоя – такой же, как и в электродетонаторах мгновенного действия, состав второго слоя – свинцовый сурик (**90** весовых частей) и силикокальций (**10** частей), склеивающее вещество – нитролак.

Сведения из теории детонаторов

Для осуществления взрывания всех электродетонаторов, включенных во взрывную цепь (т.е. для исключения отказов) необходимо знать параметры ЭД и уметь их вычислить или определить.

Основные параметры электродетонаторов

Основные параметры электродетонаторов, влияющими на надежность их работы являются:

- сопротивление электродетонатора,*
- безопасный ток,*
- гарантийный ток,*
- импульс воспламенения,*
- время срабатывания.*

Сопротивление электродетонаторов это суммарное сопротивление мостика накаливания и выводных проводов, зависит от материала, из которого они изготовлены и их диаметра. Общее сопротивление электродетонаторов указывается на этикетке, прикрепляемой к картонной коробке, в которую они упаковываются.

Сопротивление электродетонаторов с эластичным креплением мостика и медными проводами составляет **от 2 до 4,4 Ом** в зависимости от длины проводов.

Сопротивление электродетонаторов с жестким креплением мостика и медными проводами составляет **от 1,6 до 3,8 Ом**.

Сопротивление электродетонаторов с жестким креплением мостика и стальными проводами длиной, м: **(от 2,9 до 9,5 Ом.)**

2.....2,9 – 5,5 Ом

2,5.....3,3 – 6,5 Ом

3.....3,7 – 7,5 Ом

3,5.....4,1 – 8,5 Ом

4.....4,5 – 9,5 Ом

Безопасный ток – это максимальное значение постоянного тока, который не вызывает взрыва электродетонатора при неограниченно длительном времени прохождения через мостик накаливания.

Обычная сила безопасного тока составляет **0,18 А** в течении **5 минут**.

Гарантийный ток – это минимальное значение постоянного тока, который протекает через электродетонатор более 1 мин вызывает воспламенение мостика накаливания.

При взрывании постоянным током – гарантированным является ток в **1А**, при взрывании переменным током – **3,5А**. При подачи постоянного тока в электродетонатор в мостике накаливания электровоспламенителя выделяется некоторое количество тепла, которое по закону Джоуля – Ленца равно:

$$Q = 0,24 \cdot i_{\text{ЭД}}^2 \cdot t_{\text{В}} \cdot r_{\text{ЭД}}$$

где:

$i_{\text{ЭД}}$ – сила тока воспламенения, Ом; $r_{\text{ЭД}}$ – сопротивление мостика накаливания электровоспламенителя, Ом; $t_{\text{В}}$ – время воспламенения, (т.е. время с момента включения тока до момента начала горения воспламенения смеси), мс.

Произведение $i_{\text{ЭД}}^2 t_{\text{В}}$ называется *импульсом тока*.

При достаточной его величине мостик накаливания будет нагрет до температуры вспышки воспламенительного состава.

Наименьшее значение импульса тока называется *импульсом воспламенения*.

Величина импульса воспламенения характеризует чувствительность электродетонатора к току и зависит от качества изготовления мостика накаливания (калибровки диаметра), а также от степени однородности воспламенительной смеси воспламенительной головки.

Чем раньше разброс импульсов воспламенения, тем вероятнее безотказный взрыв электродетонаторов в группах при последовательном соединении.

Обычно импульс воспламенения для мостиков накаливания составляет **0,66 – 3,0 (А²·мс.)**

Время срабатывания электродетонатора – это время от момента включения тока до момента взрыва электродетонатора.

Для электродетонаторов мгновенного действия после подачи тока, горение воспламенительной смеси, начавшееся у поверхности мостика накаливания, распределяется к наружным ее слоям и вызывает взрыв детонатора, поэтому

$$t_c = t_v + t_{\Pi}$$

где:

t_c – время срабатывания, с;

t_v – время воспламенения, (т.е. время с момента подачи тока до начала горения воспламенительной смеси, с;

t_{Π} – время передачи, (т.е. время от момента начала горения воспламенительной смеси до момента взрыва, с.

Для электродетонаторов короткозамедленного и замедленного действия время срабатывания равно:

$$t_c = t_B + (t_{ПЗ} + t_3)$$

где:

$t_{ПЗ}$ – время с момента начала горения воспламенительной смеси до выхода луча гоня из воспламенительной головки, с;

t_3 – время от начала горения замедляющего состава до момента взрыва, с.

Группа последовательно соединенных ЭД взорвется безотказно, если наименее чувствительный (тупой) ЭД имеет время воспламенения меньше, чем время срабатывания наиболее чувствительного ЭД. Время воспламенения можно сократить увеличив силу тока.

Контрольно измерительная аппаратура целостности цепи

Для проверки электродетнаторов предназначена для проверки взрывной сети перед взрывом.

Классификация КИА

По конструктивному исполнению:

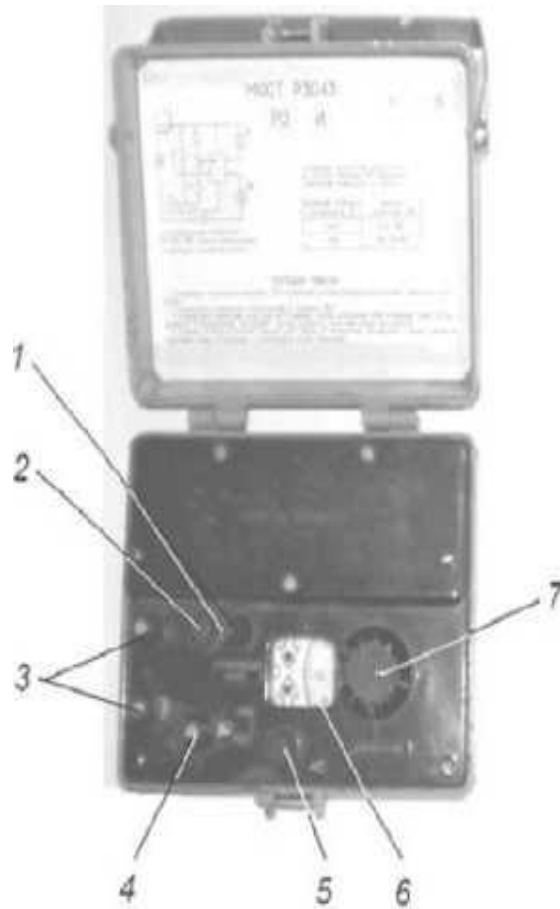
- стрелочные приборы,
- звуковые,
- световые.

По виду измерений:

- для проверки исправности взрывных машинок,
- для проверки целостности цепи,

Измеряется только целостность. Короткое замыкание обнаружить не может.

Р-3043 – мост переносной постоянного тока (для шахт опасных)

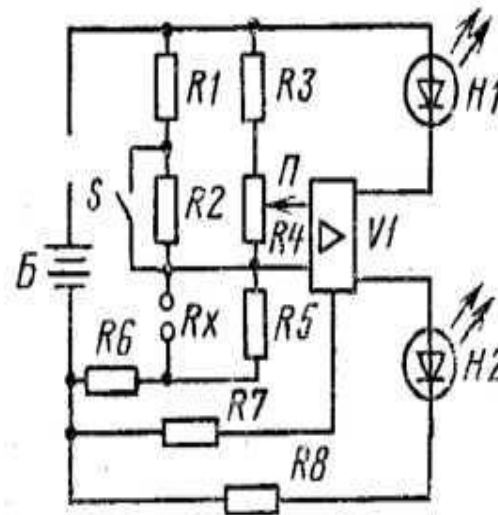


Переносной мост Р3043:

а-общий вид;

б- принципиальная электрическая схема:

- 1 - потенциометр установки нуля;
- 2 - кнопка - потенциометр установки нуля;
- 3 - линейные зажимы;
- 4 - переключка;
- 5 - кнопка;
- 6 - шкала;
- 7 - рукоятка



а

б

В приборе применена схема одинарного моста постоянного тока.

Питание моста осуществляется от двух элементов типа «373». Исполнение прибора—рудничное особо взрывобезопасное (РО И).

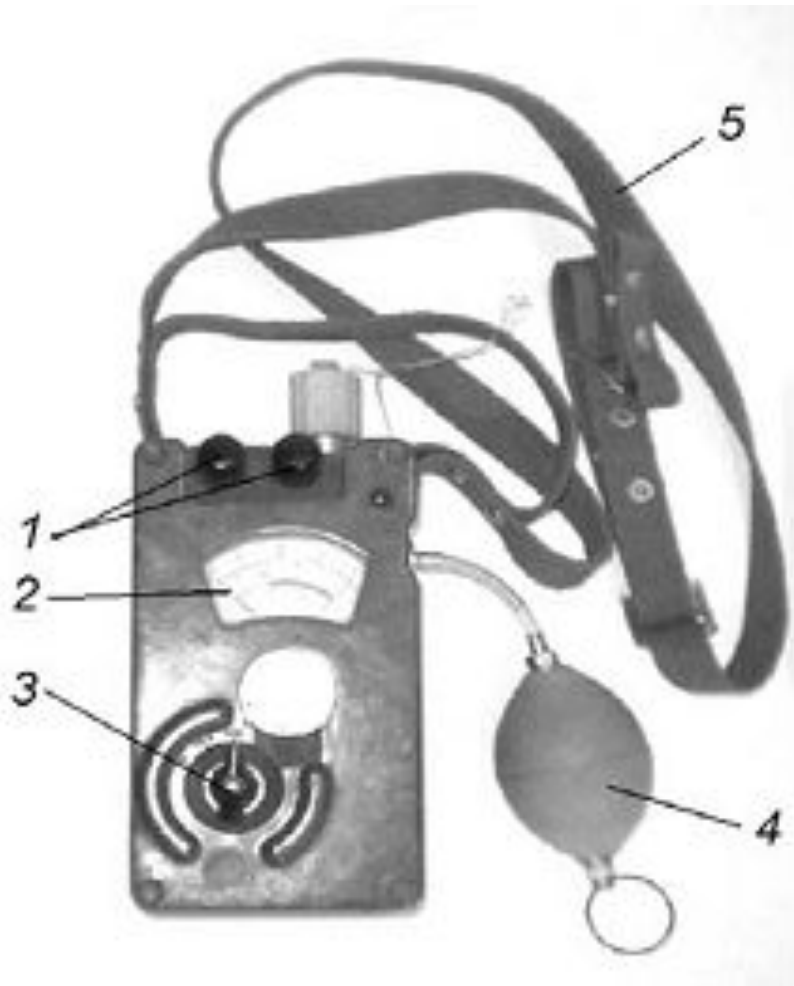
Повернув ручку шкалы не менее трех раз, нажимается кнопка «измерение» и поворотом ручки шкалы добиваются погасания обоих светодиодов. Кнопка отпускается и производится отсчет значения сопротивления по шкале против нулевой риски в соответствии с диапазоном измерений. На внутренней крышке прибора приведены схема моста и порядок работы по измерению сопротивления.

Техническая характеристика Р 3043

Диапазон измерения. Ом	0,3—30;3
.....	0—3000
Погрешность измерения, %.....	±5
Максимальный ток в измеряемой цепи. А,	не более0,05
Основные размеры, мм.....	180x160x62
Масса, кг,	не более 1,6

Метанометр с измерителем взрывной цепи ИМС-1

Предназначен для периодического контроля процентного содержания метана в рудничной атмосфере шахт, опасных по взрыву газа и разрабатывающих пласты, опасные по взрыву пыли, а также для измерения сопротивления взрывной цепи в целом и отдельных электродетонаторов.



- 1 – линейные зажимы;
- 2 – шкала омметра для измерения сопротивления (от 0 до 20 Ом);
- 3 – кнопка корректировки нуля;
- 4 - воздухопровод с резиновой грушей, с помощью которого через датчик прокачивается рудничный воздух;
- 5 – плечевой ремень;
- 6 – заборное устройство, которое включает в себя антенну и фильтр.

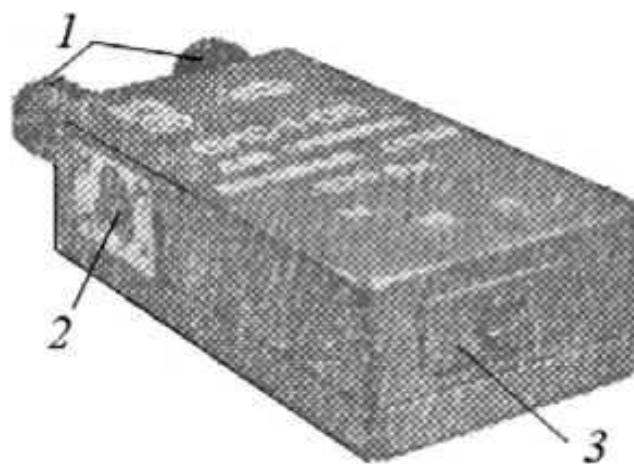
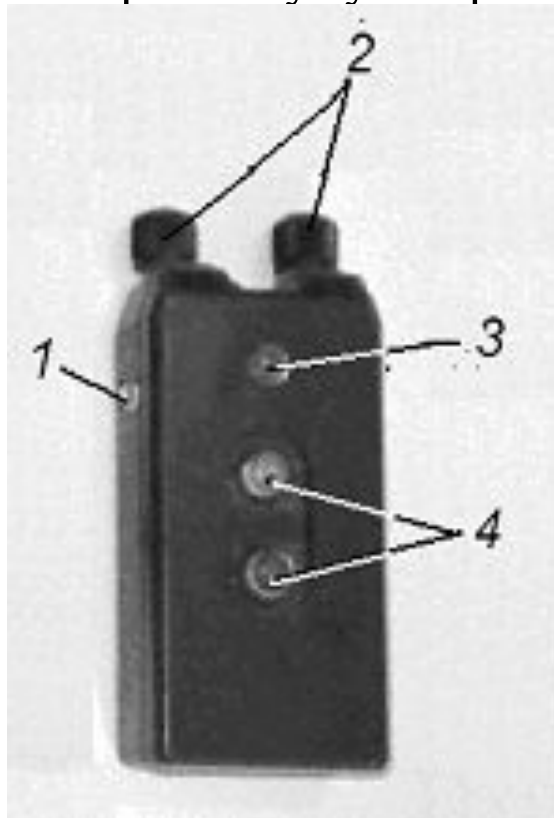
Техническая характеристика ИМС-1

Диапазон измерения концентрации метана, %.....	до 3
Пределы измерения сопротивления взрывной цепи, Ом	0—20
Допускаемая абсолютная погрешность при измерении концентрации метана, %.....	$\pm 0,25$ — $0,35$
Основная погрешность при измерении сопротивления взрывной цепи, от предела измерения, %.....	± 5
Основные размеры, мм.....	275 x 95 x 70
Масса, кг.....	1,5

Взрывной испытатель светодиодный ВИС-1

Предназначен для проверки допустимого сопротивления электровзрывной цепи в шахтах и рудниках опасных по взрыву газа или пыли, а также для проверки отдельных элементов цепи путем сравнения контролируемого сопротивления с предельным (320 Ом).

Испытатель состоит из пластмассового корпуса, в который помещен электронный блок со светодиодным индикатором и источник питания из четырех аккумуляторов Д-0,1



Прибор ВИС-1:

- 1 – кнопка выключателя;
- 2 – линейные зажимы;
- 3 – световой индикатор;
- 4 - крепежные винты

Исполнение прибора рудничное особо взрывобезопасное — РО И. Степень защиты от внешних воздействий—1Р65.

Перед началом работы с испытателем проверяется уровень зарядки блока питания и пригодность его (по погрешности контроля предельного сопротивления). Для этого к клеммам испытателя подключается контрольный резистор сопротивлением 336 Ом. При нажатии кнопки выключателя, индикатор не должен светиться. Затем резистор 336 Ом отсоединяется и подсоединяется резистор 304 Ом. После нажатия кнопки индикатор должен светиться красным светом в течение 6—10 с, что подтверждает годность испытателя к проверке предельного сопротивления взрывной сети и достаточность уровня зарядки блока питания. Если в течение 6—10 с индикатор начинает светиться тускло, мигает или постепенно перестает светиться, то это означает, что необходимо произвести подзарядку блока питания с помощью зарядного устройства. Для проверки взрывной сети или ее элементов, к клеммам испытателя подсоединяются зачищенные концы проводов и, нажатием кнопки включается испытатель. При целостности проверяемой сети или ее элементов и величине ее сопротивления не выше 320 Ом ($\pm 5\%$) загорается световой индикатор. Длительность нажатия кнопки не должна превышать 2—4 с.

Техническая характеристика ВИС-1

Сопротивление взрывной цепи, фиксируемое испытателем как допустимое, Ом	320
Погрешность контроля допустимого сопротивления, %.....	±5
Ток проверяемой цепи, мА,.....	не более 5
Ток короткого замыкания на зарядных клеммах и между ними и выходными клеммами в любой комбинации, мА,.....	не более...50
Основные размеры, мм.....	135x65x40
Прибор рассчитан на работу при температуре окружающего воздуха.....	от—40 до +50 °С.

Взрывные испытатели ВИО-1 и ВИО-3

Приборы с пьезоэлектрическим индикатором для проверки на токопроводимость электродетонаторов, а также проводов и взрывной сети. Отсутствие в приборах гальванического элемента, максимальная величина тока 50 мА и полная искробезопасность позволяют использовать приборы и в шахтах, опасных по газу или пыли.

Импульс ЭДС пьезоэлемента - **около 100 В**;

Напряжение зажигания лампочки – 65 В;

Предельное сопротивление проверяемой цепи – 100 Ом;



ВИС-1

1 – кнопка включения; 2 – линейные зажимы;
3 - рукоятка

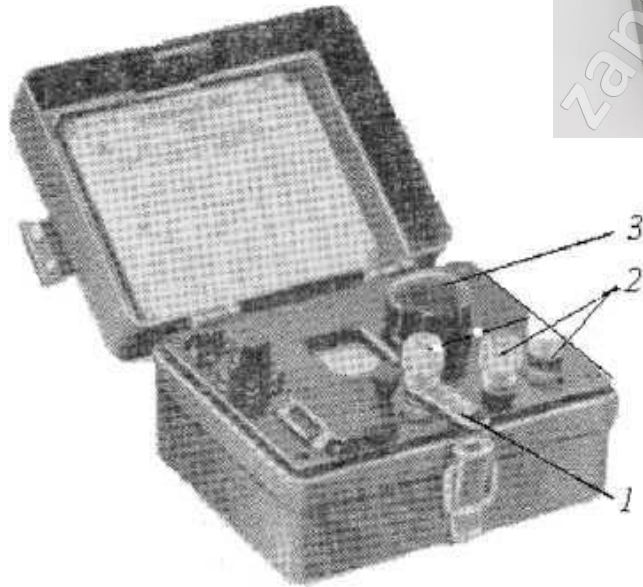
Вращается рукоятка. При этом боек ударяет по пьезоэлементу и наводит ЭДС в первичной обмотке понижающего трансформатора.

Если электродетонатор подключенный к линейным зажимам исправный, то загорается сигнальная лампа. При этом ЭДС появляется в первичной обмотке повышающего трансформатора, коэффициент трансформации которого принят таким, чтобы в его вторичной обмотке создать импульс ЭДС, превышающий потенциал зажигания сигнальной лампы.

Если в проверяемой цепи обрыв или же ее сопротивление превышает 100 Ом сигнальная лампа не загорится.

Переносной мост Р-353

Предназначен для измерения сопротивления электродетонаторов и электровзрывных сетей и рассчитан на работу при температуре от -40 до $+50$ °С и относительной влажности до 95%.



Переключатель 1 соединяется с зажимом, если измеряемое сопротивление не превышает 30 Ом, или отключается, если измеряемое сопротивление более 30 Ом.

Нажимая кнопку, оворачивается рукоятка 3, до тех пор, пока стрелка гальванометра станет на нуль, и берется отсчет на лимбе против черты указателя. Отсчет берется по наружной шкале лимба при измерении сопротивлений до 30 Ом или по внутренней шкале—при больших сопротивлениях

Омметры взрывной цепи ОВЦ-2 и ОВЦ-3

Предназначены для измерения сопротивления электродетонаторов от 1 до 50 Ом, а также группы электродетонаторов при последовательном или последовательно-параллельном соединении от 10 до 500 Ом.

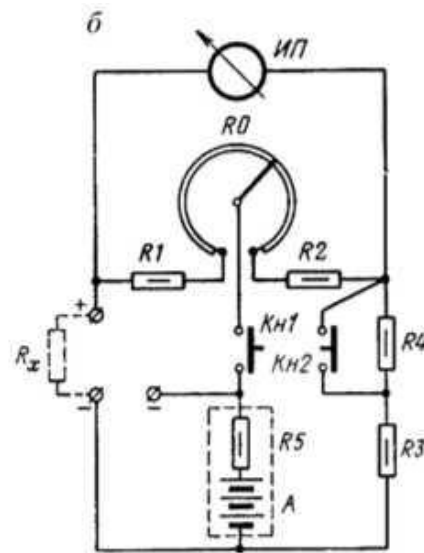
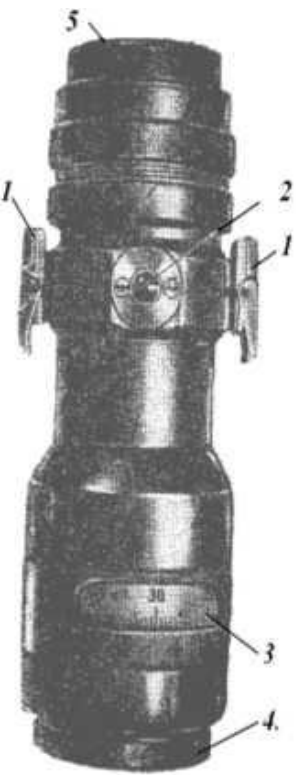


Рис.5.47 Омметр взрывных цепей ОВЦ-2

а-общий вид; б- схема

Провода электродетонатора или электровзрывной цепи зажимаются прищепками 1.

Затем нажимается кнопка 2, если измеряется вся цепь или кнопка 2 и кнопка масштаба цены деления шкалы, расположенная на противоположной стороне прибора, если измеряется сопротивление менее 50 Ом, вращая кольцо 4, устанавливается стрелка гальванометра 5 на нуль. После этого берется отсчет по шкале 3.

Источники тока

В качестве источников электрического тока для взрывания электродетонаторов применяются: *взрывные машинки, осветительные и силовые сети, переносные или передвижные электростанции.*

Взрывная машинка-это прибор, накапливающий электрический ток от какого либо источника и отдающего его в нужный момент во взрывную сеть.

Во всех взрывных машинках источником тока для взрыва служит конденсаторнакопитель, который заряжается от маломощного источника тока, вмонтированного в машинку, а затем весьма быстро, в течение 3—4 мс, разряжается во взрывную сеть.

Во взрывных машинках применяется принцип опережающего отключения тока, т.е. импульс тока подается во взрывную сеть на время не более 4 мс, а затем автоматически отключается, что исключает возможность образования искр, в случае обрыва магистральных проводов летящими кусками угля и породы.

По виду источника питания, взрывные машинки бывают:

- индукторные;
- батареиные;
- аккумуляторные.

Индукторные машинки
(ВМК-500, КПМ-1А, ВМК- 1/35П, ВМК-1/100П)

Более удобными являются батарейные
(ПИВ-100М, КВП-1/100М, БКВМ-1/30, БКВМ-1/50)

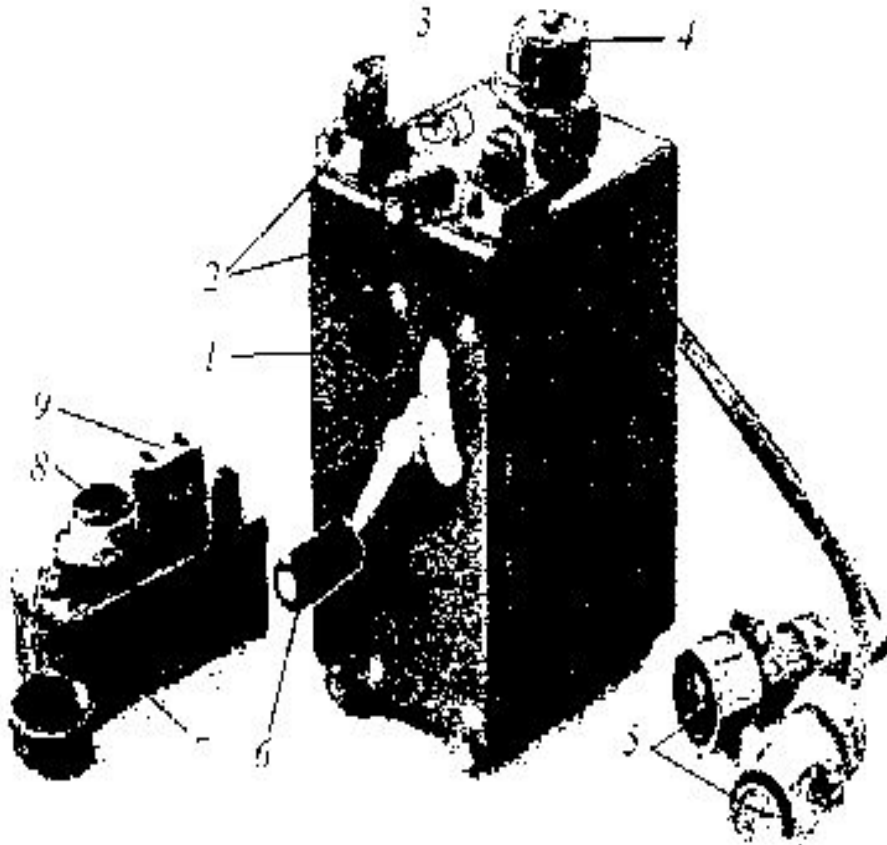
Аккумуляторные
(ВМА-50/100 и ВМА-100/200)

Взрывная индукторная машинка КИМ-1А

Является совершенствованным вариантом ранее выпускавшихся машинок КИМ-1, КИМ-2.

Источником тока в машинке является генератор переменного тока, вращение которого осуществляется рукояткой через редуктор.

Общий вид индукторной взрывной машинки КИМ-1А



- 1-взрывная кнопка;
- 2-линейные зажимы;
- 3-окно светосигнального устройства;
- 4-розетка штепсельного разъема для включения соединительного кабеля;
- 5-штепсельные разъемы;
- 6-съемная приводная рукоятка;
- 7-пульт пробника;
- 8-зажим для подключения к машинке;
- 9-зажим для подключения электродетонаторов

Работа машинки происходит следующим образом. Если рукоятка индуктора не вставлена в свое гнездо и кнопка «Взрыв» не нажата, то выключатель А разомкнут, а выключатель Б замкнут. При этом конденсаторнакопитель С2 шунтирован резистором Я2. Когда рукоятка индуктора вставляется в гнездо корпуса машинки, автоматически размыкается выключатель Б и разрядный резистор Я2 отключается от конденсаторанакопителя.

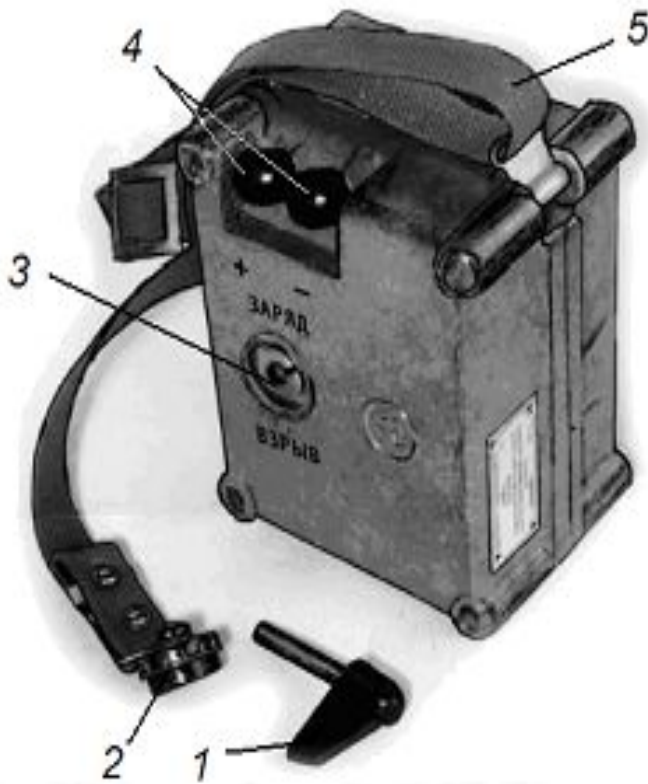
С началом вращения рукоятки индикатора (со скоростью не менее 4,5 об/мин) автоматически замыкается выключатель А, зарядное устройство схемы подключается к конденсатору-накопителю и начинается его зарядание.

**Электрические схемы машинок ВМК-1/35 и ВМК-1-100,
аналогичны схеме машинки КПМ-1А.**

Характеристика взрывной машинки КПМ-1А

Параметры	Значения
Максимальное число одновременно взрываемых ЭД нормальной чувствительности при их последовательном соединении	100
Номинальная емкость конденсатора-накопителя, мкФ	2,0
Напряжение конденсатора-накопителя, В	1500—1850
Номинальное сопротивление взрывной сети, Ом	300
Время зарядки конденсатора-накопителя до номинального напряжения (не более), с	4
Номинальная температура окружающей среды, °С	-50 +50 ⁴⁴

Конденсаторный взрывной прибор КВП-1/100М



1 – съемный взрывной ключ;

2 – пробка;

3 - гнездо взрывного ключа;

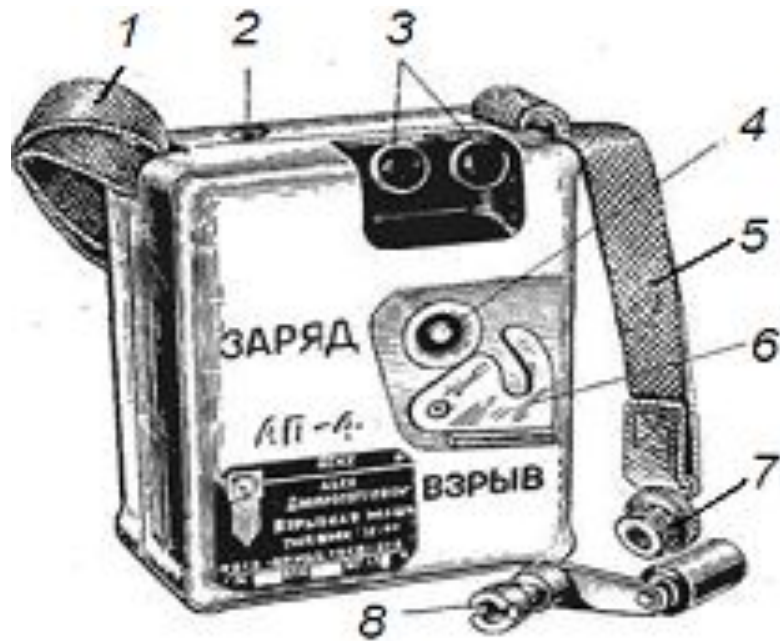
4 – линейные зажимы;

5 – плечевой ремень

Техническая характеристика КВП-1/100М

Максимальное напряжение, развиваемое во взрывной цепи, В.....	650
Напряжение на конденсаторе накопителе, при котором загорается индикатор готовности, В.....	590—620
Величина воспламеняющего импульса, А2 с,.....	не менее 3×10^{-3}
Время зарядки конденсатора, с,.....	не более 6
Основные размеры, мм.....	152x122x100
Масса, кг.....	2

Конденсаторная индукторная взрывная машинка ВМК-1/100

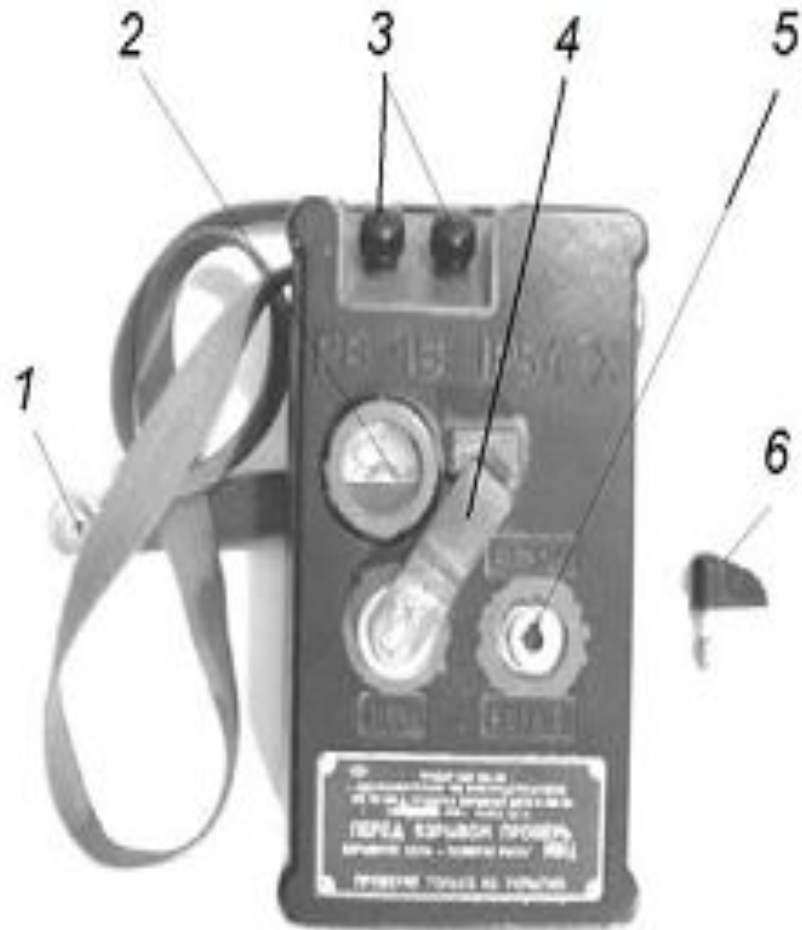


- 1 - плечевой ремень;
- 2 - неоновая лампочка;
- 3 - линейные зажимы;
- 4- гнездо для ключа;
- 5- ремень пробки;
- 6 - скоба;
- 7 – пробка;
- 8 - ключ

Предназначена для шахт, опасных по газу или пыли.

Машинка взрывает до 100 электродетонаторов с нихромовым мостиком, соединенных последовательно, при сопротивлении сети до 300 Ом и до 50 электродетонаторов с константановым мостиком при сопротивлении сети до 55 Ом. Масса машинки 2,4 кг, размер 150 X 120 X 82 мм.

Конденсаторный взрывной прибор ПИВ-100М



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

Работа с прибором ПИВ-100м.

Для контроля взрывной цепи с места укрытия взрывную машинку подключают к зажимам. Поворачивают рычаг по часовой стрелке вниз до упора в положение «ИВЦ» и по шкале омметра устанавливают сопротивление цепи. После этого рычаг отводят в исходное верхнее положение. Вставляют ключ в гнездо «Заряд-Взрыв». Поворачивают ключ против часовой стрелки в положение «Заряд» и заряжают конденсаторнакопитель до загорания сигнальной лампочки. Затем резко поворачивают ключ по часовой стрелке вниз до упора в положение «Взрыв» и взрывают заряды. После взрыва ключ вынимают, и гнездо закрывают пробкой.

Техническая характеристика ПИВ-100М

Максимальное напряжение, развиваемое во взрывной цепи, В	670
Максимальное сопротивление взрывной цепи, Ом	320
Развиваемый во взрывной цепи импульс тока, $A^2 \text{ с}$,	не менее 3×10^{-3}
Длительность импульса напряжения, мс	2—4
Время приведения прибора в состояние готовности, с,	не более ...12
Пределы измерения сопротивления взрывной цепи, Ом	20—400
Погрешность измерения сопротивления взрывной сети, %,	не менее 25
Основные размеры, мм	155x126x95
Масса, кг	2,7

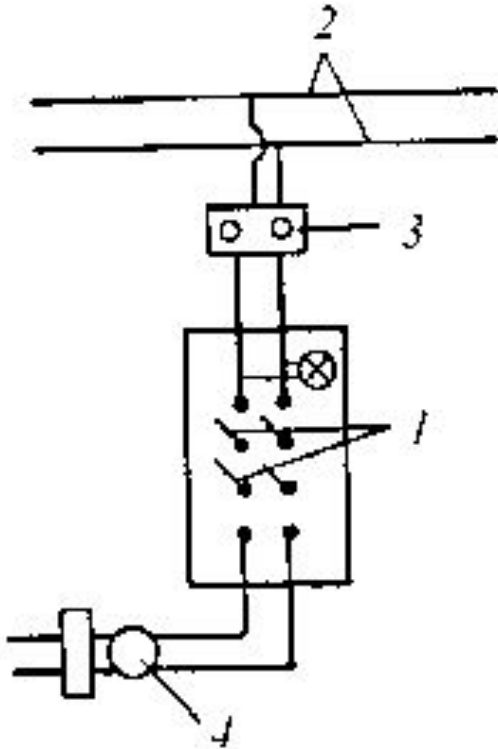
Осветительная сеть

Осветительная сеть, используемая для взрывания электродетонаторов, должна иметь напряжение 127 или 220В, а силовая— 380 В.

При взрывании от трехфазной электрической сети переменного тока обычно используется одна фаза, т.е. применяется только два провода этой системы. При этом часто мощности одной фазы недостаточно для взрывания и приходится изыскивать способ соединения электродетонаторов, при котором мощность одной фазы обеспечивала бы взрыв. Для повышения надежности взрывания электродетонаторы размещаются между всеми тремя фазами с применением дублирующей сети.

Для подачи электрического тока во взрывную сеть не обходимо применять специально оборудованные взрывные станции. Простейшая взрывная станция содержит вспомогательный и взрывной рубильники, сигнальную лампочку и зажимы для присоединения взрывной сети.

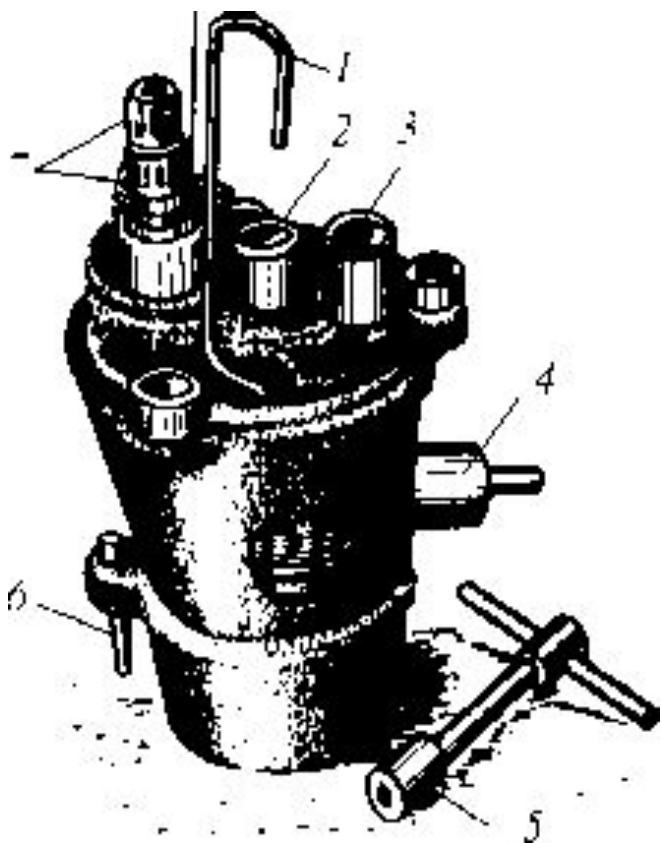
В шахтах, не опасных по взрыву газа или пыли, взрывание осуществляется при помощи рубильников, соединенных с сетью 2 через предохранитель 3. Взрывная магистраль к рубильнику подключается через вилку, вставляемую в розетку 4. Такая система обеспечивает безопасность, гарантируя от случайного включения тока в сеть.



Рубильники заключены в специальные шкафы, которые запираются. В шахтах, опасных по взрыву газа или пыли, взрывание от сети производится через специальный прибор СП-1.

Переносные электростанции

Переносная минная станция ПМС-220 предназначена для одачи тока во взрывную цепь от электрических сетей напряжением 200—220В при проведении взрывных работ на карьерах и в шахтах, не опасных по взрыву газа или пыли.



Общий вид ПМС-220

- 1-рукоятка;
- 2-гнездо «Завод»;
- 3-гнездо «Взрыв»;
- 4-разъем для подключения к сети переменного тока;
- 5-ключ;
- 6-клемма подключения заземления;
- 7-линейные зажимы

Основные технические данные станции ПМС-220:

- максимально допустимое сопротивление одной группы последовательно соединенных электродетонаторов.....210 Ом;
- допустимое число последовательно соединенных ЭД в группе.....70;
- число параллельных групп..... 80;
- число одновременно взрывааемых детонаторовдо 5600;
- станция рассчитана на20000 взрывов;
- масса станции.....1,6 кг.

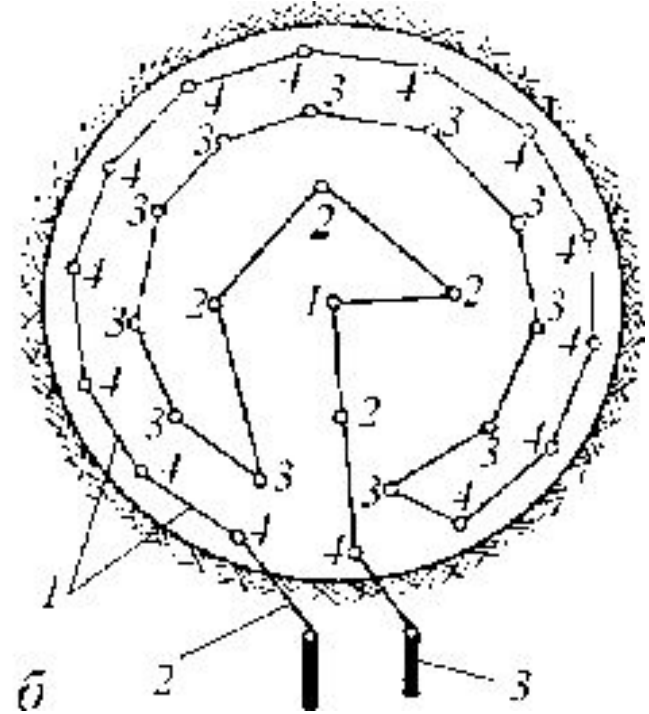
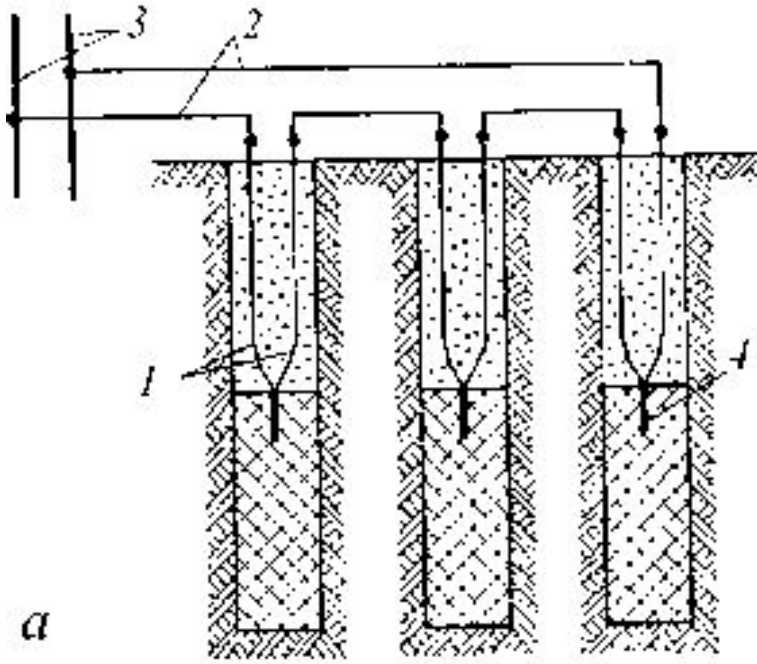
Схемы электровзрывных сетей. Их расчет

После окончания зарядки шпуров электродетонаторные провода, выходящие из шпуров, соединяются во взрывную сеть.

Различают несколько схем соединения ЭД:

- последовательная схема;
- параллельная:
 - пучковая,
 - ступенчатая;
- последовательно – параллельная;
- параллельно последовательная.

Последовательное соединение.



Последовательное соединение электродетонаторов

а- при проведении канав, горизонтальных и наклонных выработок;

б- в забоях вертикальных выработок (номера в контуре указывают очередность взрывания зарядов)

1 — выводные провода;

2 — соединительные провода;

3- магистральные провода;

4 — электродетонаторы

Недостатком такого соединения является возможность массового отказа при включении в цепь одного или нескольких неисправных или более чувствительных электродетонаторов, которые могут сработать раньше других

При последовательном соединении сила тока определяется по формуле

$$I = \frac{U}{R_m + r_v + r_{эд} \cdot n}$$

где U — электрическое напряжение во взрывной сети (на клеммах взрывной машинки), В; R_m — сопротивление магистральной линии, Ом; r_v — сопротивление выводных проводов, Ом; $r_{эд}$ — сопротивление электродетонатора, Ом; n — число электродетонаторов в группе.

Если выводные провода соседних ЭД короткие, к ним присоединяют отрезки соединительных проводов, сопротивление которых также должно быть учтено.

1. Если взрывание производится от силовой или осветительной сети (прямым включением или через выпрямляющий прибор), то во взрывную сеть подается ток, имеющий более или менее постоянные (в пределах обычных отклонений) параметры—напряжение и силу тока.

В этом случае исходя из напряжения в сети или на выходе применяемого взрывного сетевого прибора определяется ток, проходящий через каждый отдельный электродетонатор, и сравнивается с гарантийным током.

$$i_{\text{эд}} \geq i_{\text{г}}$$

где: $i_{\text{эд}}$ — величина тока, проходящего через отдельно взятый электродетонатор; $i_{\text{г}}$ — гарантийный ток.

Выбранная схема должна обеспечить ток, не меньший гарантийного, проходящий через любой электродетонатор.

Если взрывание производится от конденсаторных взрывных приборов и машинок, то величина силы тока разряда конденсаторанакопителя падает во времени по экспоненциальному закону. Поэтому точный расчет сети может быть произведен не по току, а по сопротивлению.

В характеристике каждой машинки приводится значение допустимого сопротивления последовательной взрывной сети при использовании электродетонаторов нормальной чувствительности, выполненных на основе таких расчетов. Условие безотказного взрывания при этом будет: $R_c \leq R_d$

где: R_c — общее сопротивление последовательной сети; R_d — предельное допустимое сопротивление, указанное в паспорте на взрывную машинку или прибор.

$$R_c = R_m + r_c + r_{эд} \cdot n$$

Если во взрывной сети имеются участки с параллельным соединением электродетонаторов (параллельные или смешанные сети), то условие безотказного взрывания является

$$R_c \leq \frac{R_d}{m^2}$$

где:

m - число параллельных участков.

Параллельное соединение

Достоинством такого соединения является то, что в отличие от последовательного, в случае отказа одного из электродетонаторов остальные сработают.

Применяются две разновидности параллельного соединения: параллельнопучковое и параллельноступенчатое.

При параллельном соединении сила тока в сети определяется по формуле

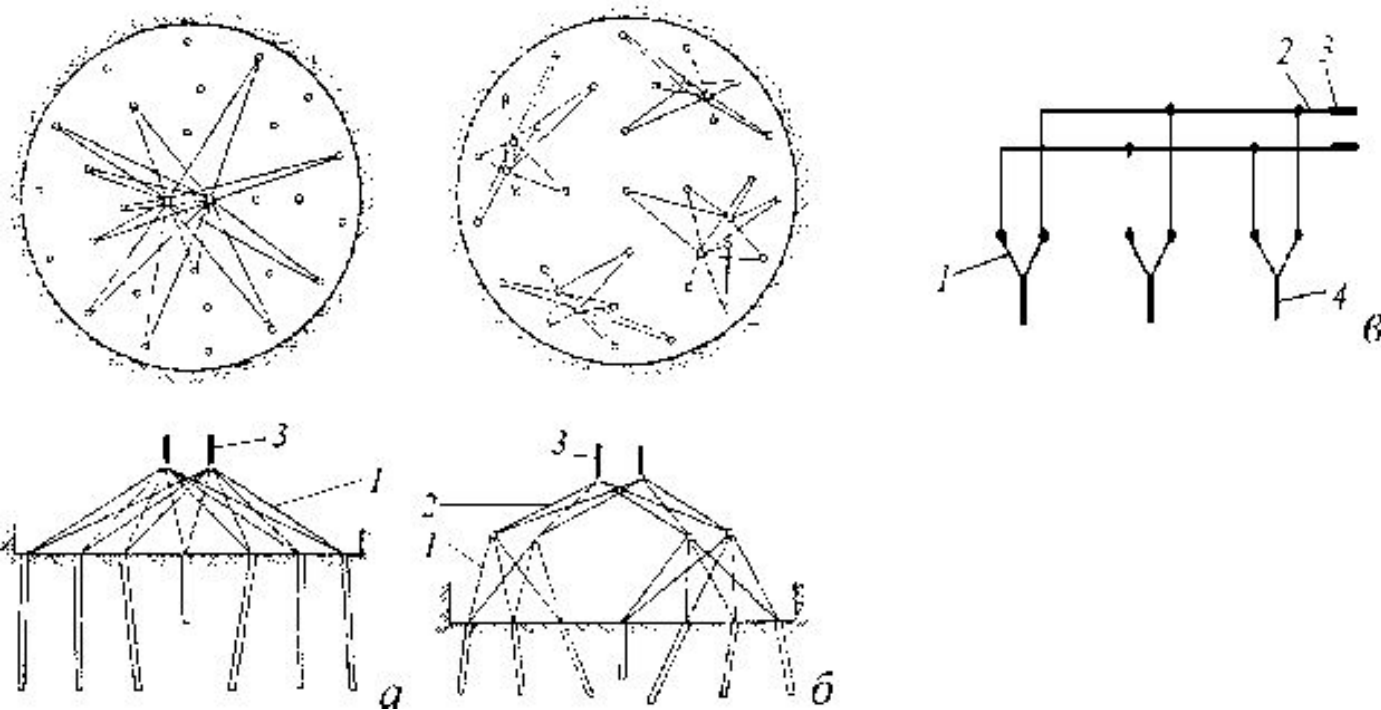
$$I = \frac{U}{R_M + r_B + \frac{r_{эд}}{n}}$$

где: U — электрическое напряжение во взрывной сети (на клеммах взрывной машинки), В; R_M — сопротивление магистральной линии, Ом; r_B — сопротивление выводных проводов, Ом; $r_{эд}$ — сопротивление электродетонатора, Ом; n — число электродетонаторов, соединенных последовательно.

Сила тока в каждом электродетонаторе равна

$$i_{эд} = \frac{I}{n} \geq i_r$$

$$i_{\text{с}} = \frac{I}{n} > i_{\text{г}}$$



Параллельные соединения электродетонаторов

а- параллельно - пучковое;

б- параллельно-пучковое с соединительными проводами;

в- параллельно-ступенчатое

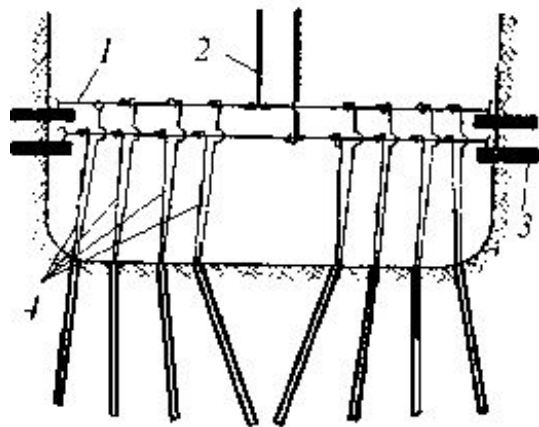
1-выводные провода; 2-соединительные провода; 4-магистральные провода;

4-электродетонаторы

При проходке вертикальных стволов шахт применяют параллельно - ступенчатое соединение, носящее название соединение с антенной (электродетонаторы подключают к двум оголенным проводам).

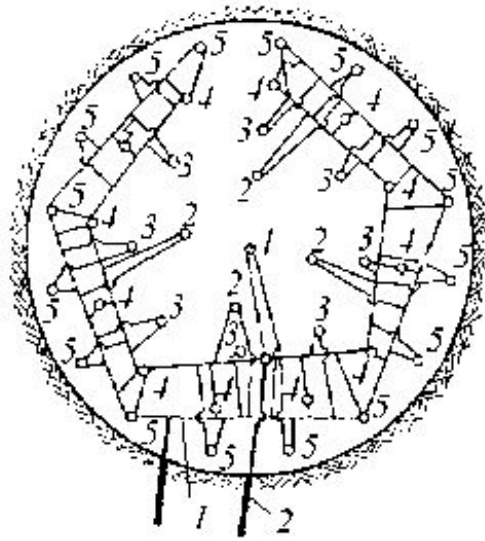
Это соединение имеет недостатки, свойственные параллельно-ступенчатому соединению.

Последняя схема обеспечивает более равномерное распределение тока.



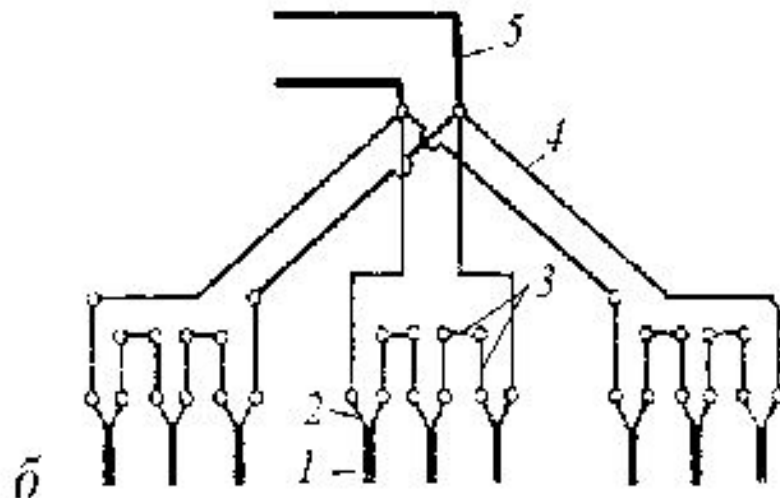
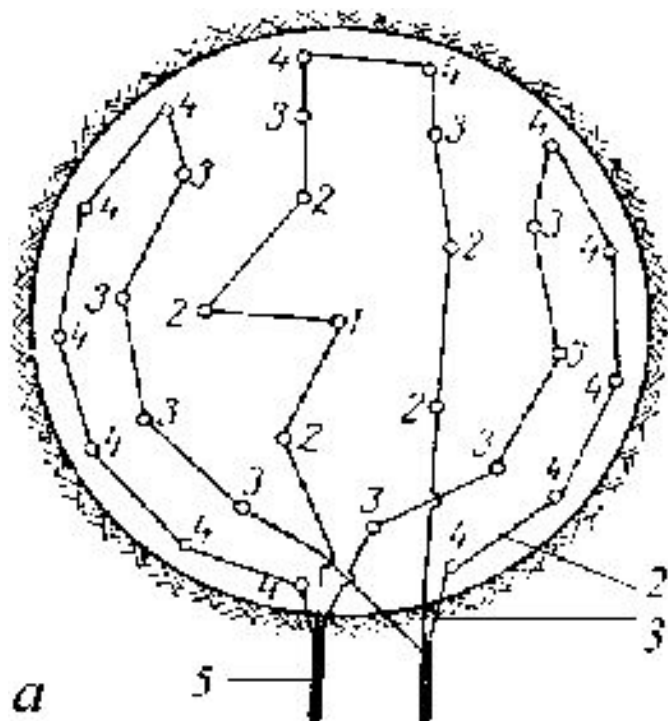
Параллельно-ступенчатое соединение электродетонаторов

- 1-соединительные провода;
- 2- магистральные провода;
- 3-диэлектрические клинья;
- 4-выводные провода (номера в контуре указывают очередность взрывания зарядов)



Последовательно - параллельное соединение.

Последовательно - параллельное соединение применяется при большом числе электродетонаторов, когда последовательное соединение не обеспечивает поступление в них тока необходимой величины.



Последовательно-параллельное соединение электродетонаторов

а- соединение при походке ствола (номера в контуре выработки указывают очередность взрывания зарядов); б- общая схема. 1-электродетонаторы; 2- выводные провода; 3-участковые провода; 4-соединительные провода; 5- магистральные провода

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

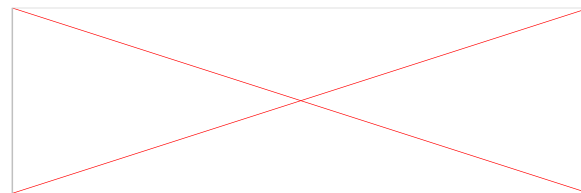
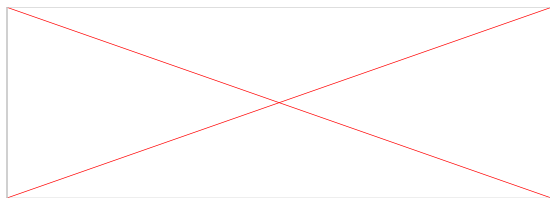
$$I = \frac{U}{R_m + \frac{r_B + r_{\text{эд}} \cdot n}{m}}$$

Сила тока в одном электродетонаторе определяется по формуле

$$i_{\text{эд}} = \frac{I}{m}$$

где n —число последовательно соединенных электродетонаторов в одной группе; m — число групп, параллельно присоединенных к магистральным проводам.

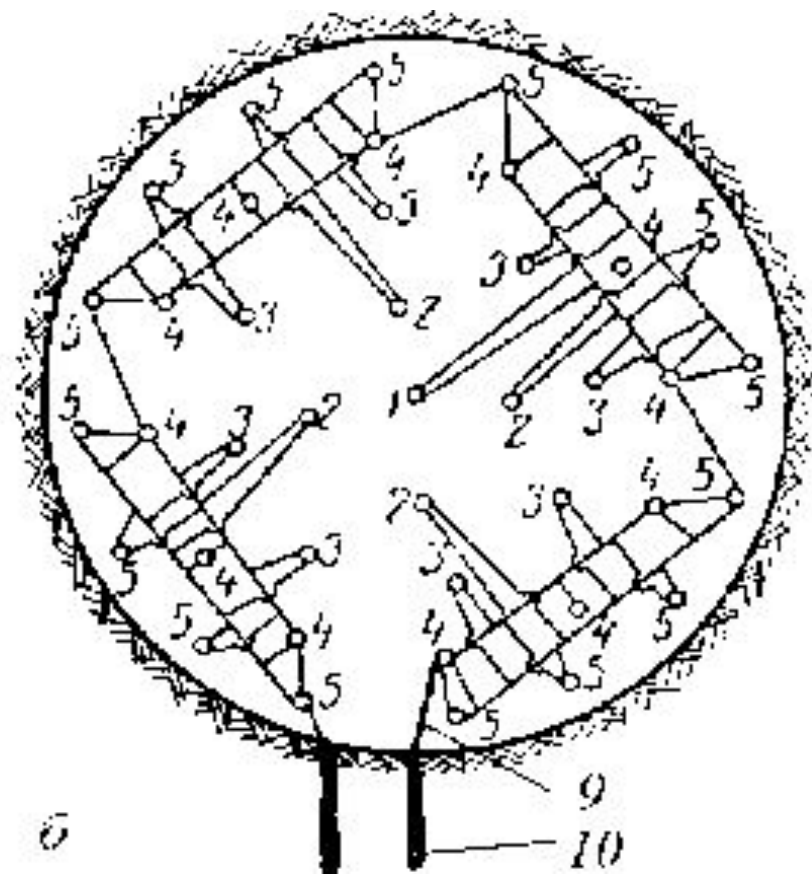
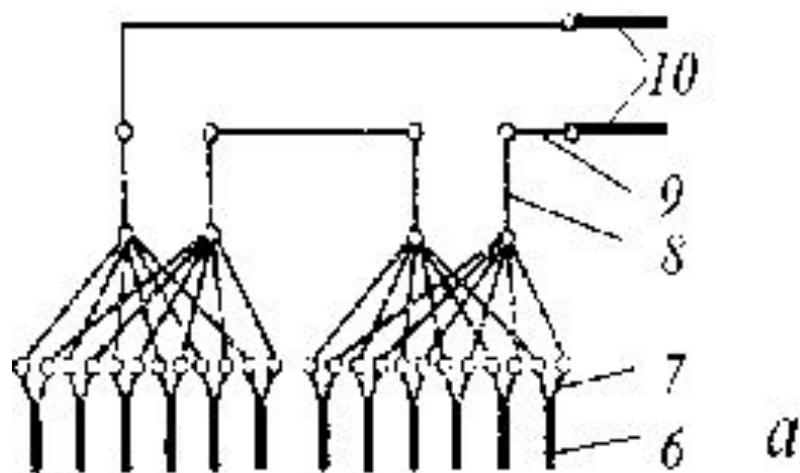
Максимальное число электродетонаторов, которое может быть взорвано от сети при этой схеме соединения, определяется при соблюдении условий:



Параллельно-последовательное соединение

Параллельно-последовательное соединение может применяться вместо параллельно-пучкового

Число параллельно соединенных электродетонаторов в одной группе должно быть не менее 5. При меньшем числе электродетонаторов в случае обрыва одного из них происходит резкое изменение силы тока, поступающего в отдельные электродетонаторы, что может вызвать преждевременный взрыв с малым числом ЭД и отказ группы с большим их числом.



Параллельно-последовательное соединение электродетонаторов

а - общая схема;

б - соединение при проведении вертикальных выработок;

1,2,3,4,5 - очередность взрывания зарядов; 6-электродетонаторы; 7 - выводные провода; 8 - участковые провода; 9 - соединительные провода; 10 - магистральные провода.

Сила тока, идущего в сети определяется из выражения

$$I = \frac{U}{R_{\text{м}} + r_{\text{в}} + \left(r_{\text{у}} + \frac{r_{\text{эд}}}{n'} \right) \cdot m'}$$

Сила тока, идущего в электродетонатор

$$i_{\text{эд}} = \frac{I}{n'}$$

где n' — число параллельно соединенных электродетонаторов в одной группе; m' — число последовательно соединенных групп; $r_{\text{у}}$ — сопротивление проводов между двумя соседними группами, Ом

Общее число электродетонаторов равно $N = n' \cdot m'$

Такой способ соединения менее надежен и более сложен в производстве, чем последовательное или последовательнопараллельное соединение.

Технология электрического взрывания

Технологический процесс БВР включает различные операции от проверки средств инициирования ВВ до проветривания и ликвидации отказавших зарядов.

Своеобразие технологических процессов в подземных условиях заключается в том, что рабочее место проходчика нестационарное, горная выработка в процессе проходки меняет свои размеры и форму, и поэтому использовать ВВ в стесненных условиях.

Все это осложняет обстановку и от правильности составления и выполнения технологий зависит травматизм при взрывных работах.

К сожалению в учебниках эта тема освещена недостаточно, там есть много ссылок на ЕПБ и по этому я советую сегодняшний материал законспектировать.

Часть материала мы проработаем на лабораторных занятиях, часть вы посмотрите в учебном кинофильме.

Рассмотрим технологию эл. взрыв. по операциям:

Проверка ВВ

Производится в специальных помещениях, расходных складах и участковых камерах – при производстве взрывов на карьерах все ВВ и тара в которой они поступили подвергаются внешнему осмотру. От каждой партии ВВ из разных ящиков отбирают 5 пачек. На каждом патроне проверяют наличие штампа. На патронах не должно быть подмокания и слеживания. При разрезании оболочки ВВ должно рассыпаться при легком нажатии.

Испытания электродетонаторов

Проверка электродетонаторов проводится в помещении склада взрывчатых материалов или на открытом воздухе под навесом.

Пригодность электродетонаторов к работе проверяется:

-наружным осмотром;

-проверкой целостности мостика и соответствия сопротивления электродетонаторов паспортным данным;

-испытанием на подрыв группами при последовательном соединении и на возбуждение детонации в патронах.

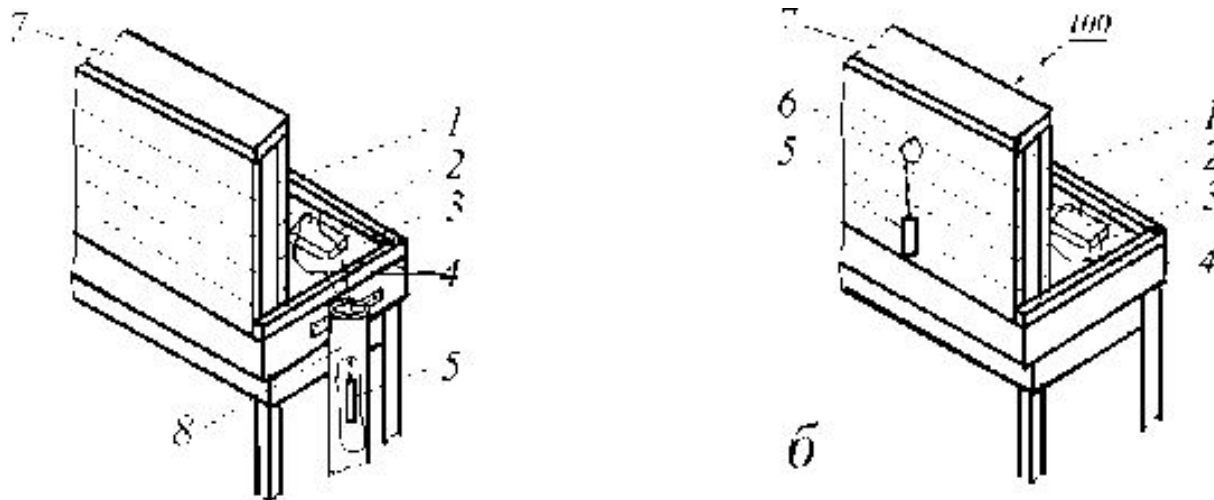
При наружном осмотре электродетонаторы проверяются на отсутствие расшатанности проводников в месте их ввода в гильзу и отсутствие трещин на мастике, скрепляющей проводники с гильзой.

При проверке электродетонаторов на групповое взрывание, их последовательно соединяют в группы по 20 шт. При взрывании от тока силой в 2 А не должно быть отказов или неполных взрывов.

Электродетонаторы ЭДЗД, кроме того, испытываются на степень замедления.

Для испытания берутся 200 электродетонаторов от партии 35—50 тыс. шт. из разных ящиков и не менее чем из 20 коробок.

Проверка целостности мостика накаливания и сопротивление электродетонаторов проверяется с помощью омметров. При испытании сила тока, проходящего через электродетонатор, должна быть не более 0,05 А. Проверка проводится на специальном столе, покрытом толстой резиной 3 и снабженным буртиками 1 высотой 20-30 мм



Проверка электродетонаторов

а) - в толстостенной трубе; б) - за деревянной перегородкой

1 - буртик; 2 - прибор (омметр); 3 - резина; 4 - выводные провода;

5 - электродетонатор; 6 - отверстие в перегородке; 7 - перегородка; 8 - труба

Доставка ВВ и СВ

Доставка ВМ от ствола шахты до подземного склада допускается всеми видами подземного транспорта и вручную.

Вагонетки, заполненные взрывчатыми материалами, ставятся в середину порожняковой партии. Расстояние между вагонетками с ВВ и средствами инициирования, а также от них до электровоза должно быть не менее 3 м. Скорость движения должна быть не более 5 м/с. Перевозка взрывчатых материалов по горизонтальным и наклонным выработкам с канатной тягой допускается при пониженной скорости до 1 м/с. От расходного склада до места взрыва взрывник может переносить совместно со средствами инициирования не более 12 кг ВВ, но в отдельных сумках. Подносчики взрывчатых материалов и взрывники без средств инициирования могут переносить до 24 кг ВВ только в сумках с жесткими ячейками.

Электродетонаторы и боевики массой до 10 кг разрешается переносить только взрывникам в сумках с жесткими ячейками.

Изготовление патрона – боевика

Согласно требованиям ЕПБ патроны – боевики изготавливаются только мастером – взрывником на месте взрыва. В вертикальных выработках – в специальных камерах.

Патроны-боевики мастер - взрывник изготавливает самостоятельно непосредственно перед заряданием каждого шпура или комплекта шпуров.

При электрическом способе взрывания, патрон-боевик из рассыпного ВВ изготавливается в следующей последовательности. В одном торце патрона ВВ при помощи наковки из дерева или цветного металла (не дающего искры) делается углубление, в которое вводится электродетонатор на всю длину его гильзы.

Патроны-боевики из прессованных взрывчатых веществ имеют специальные гнезда (сделанные на заводе) для электродетонаторов. Расширять или углублять имеющиеся в патроне и делать новые гнезда категорически запрещается.

Электродетонатор закрепляется в патроне петлей из двух его выводных проводов, которая набрасывается и затягивается на конце патрона ВВ

ИЗГОТОВЛЕНИЕ БОЕВИКОВ ПРИ ОГНЕВОМ ВЗРЫВАНИИ



размотать патрон ВВ

развернуть оболочку сделать углубление для КЗ

вести КЗ

закрепить зажигательную трубку

ИЗГОТОВЛЕНИЕ БОЕВИКОВ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ВЗРЫВАНИИ



прокол в торце патрона ввод ЭД

набрасывание петли

УКЛАДКА БОЕВИКОВ ПРИ КОРОТКОЗАМЕДЛЕННОМ ВЗРЫВАНИИ



В скважины глубины более 2 м боевики опускают на прочном шпигате



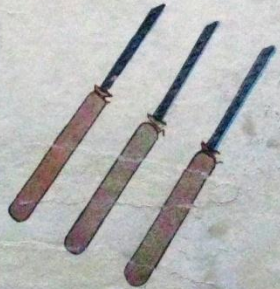
Для усиления начального импульса допускается ввод двух ЭД в боевик



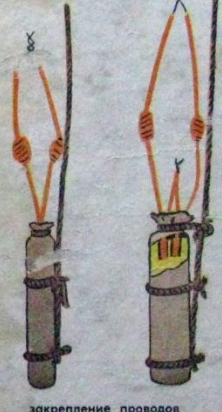
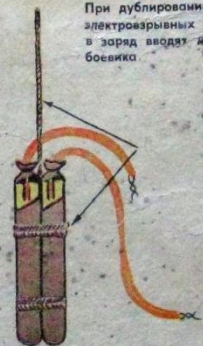
УКЛАДКА БОЕВИКОВ НА МЕСТЕ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ



при длине зажигательных трубок более 4 м в патрон ВВ вводят две зажигательные трубки одинаковой длины



При дублировании электровзрывных сетей в заряд вводят два боевика



закрепление проводов

ИЗГОТОВЛЕНИЕ БОЕВИКОВ ПРИ ВЗРЫВАНИИ ДЕТОНИРУЮЩИМ ШНУРОМ

ДЕТОНАЦИОННЫЕ УЗЛЫ



петлеобразный

спиральный

накладной

боевик с КЗД-УВП



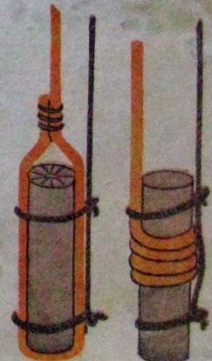
засыпка ВВ в гильзу

ввод детонационного отрезка

досыпка ВВ в гильзу

закрепление детонационного отрезка в боевике

боевик с шашкой-детонатором



боевик с продольным боковым расположением ДШ

боевик с кольцевым боковым расположением