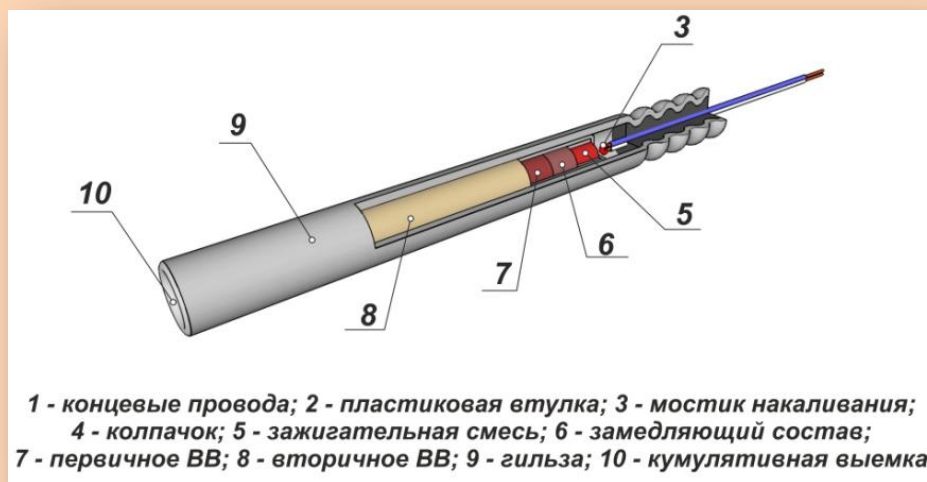


ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ И ЭЛЕКТРОННЫЙ СПОСОБЫ ВЗРЫВАНИЯ

ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИНИЦИИРОВАНИЯ ЗАРЯДОВ ВВ

Технология электрического инициирования зарядов ВВ включает выполнение следующих операций: выставление постов охраны или запрещающих знаков, изготовление патронов-боевиков, зарядание шпуров (скважин), подачу звуковых сигналов, монтаж взрывной цепи и проверку ее исправности, подключение источника тока к электровзрывной взрывной сети (ЭВС) и взрыв, проветривание забоя, осмотр взорванной горной массы и ликвидацию отказов.

Средствами электрического способа взрывания служат электродетонаторы (см. рисунок).



Устройство электродетонатора короткозамедленного действия

- 1 – концевые провода; 2 – пластиковая втулка; 3- мостик накаливания; 4 – колпачок;
5 – зажигательная смесь; 6 – замедляющий состав; 7 – первичное ВВ;
8 – вторичное ВВ; 9 – гильза; 10 – кумулятивная выемка

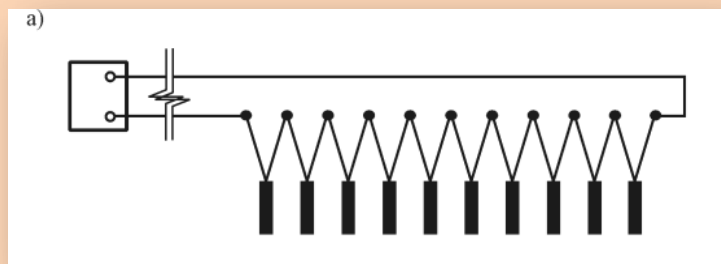
Для обеспечения надежности электровзрывания на складе ВМ производят проверку электродетонаторов (ЭД) по сопротивлению и, в случае необходимости, подборку ЭД по заданной величине сопротивления.

Характеристики некоторых марок электродетонаторов отражены в таблице:

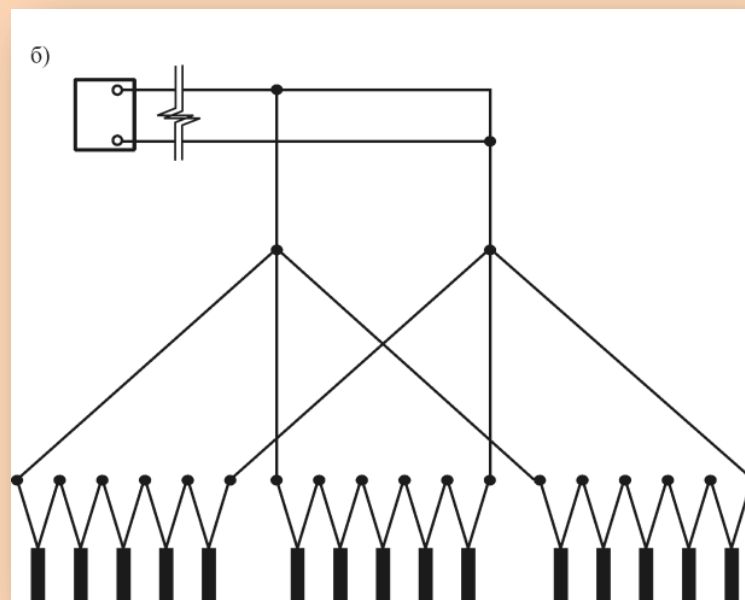
Марка	Замедление	
	Число серий	Интервал, мс
ЭД-1- 8-Т	Нет	Нет
ЭД-1- 3-Т	1 – 10	20 – 200 (через 20 мс)
	11 – 14	225 – 300 (через 25 мс)
	15 – 18	350 – 500 (через 50 мс)
	19 – 23	600 – 1000 (через 100 мс)
	24	1500 (через 500 мс)
	25 - 29	2000 – 10000 (через 2,0 с)
ЭД-3-Н	1 – 10	20 – 200 (через 20 мс)
	11 – 14	225 – 300 (через 25 мс)
	15 – 18	350 – 500 (через 50 мс)
	19 – 23	600 – 1000 (через 100 мс)

Схемы соединения электродетонаторов

В шахтах, не опасных по газу и пыли, допускается применение различных схем соединения электродетонаторов, из множества которых наиболее просты в применении последовательная (а) и последовательно-параллельная (б) схемы:



**Последовательная
схема соединения ЭД**



**Последовательно-параллельная
схема соединения ЭД**

Достоинства последовательного соединения: через все электродетонаторы проходит равный ток, требуются источник тока минимальной мощности и меньшая длина проводов, схема соединения проста и наглядна, сравнительно просты расчет и проверка взрывной цепи.

Недостатки: высока вероятность получения группового отказа при попадании в цепь дефектного ЭД.

Последовательно-параллельное соединение позволяет взорвать большое (более 100) число ЭД от источника тока с недостаточным для последовательного соединения напряжением.

Па-раллельно-последовательное соединение менее надежно и редко применяется на практике.

Достоинства схем с параллельным соединением ЭВЦ: при обрыве проводов ЭД отказ возможен только в одном заряде, а если боевик снаряжен двумя ЭД (это регламентируется правилами безопасности при глубине заряда скважины, превышающей 15 м), то отказа не будет, и попадание недоброкачественного ЭД не ведет к отказу в срабаиванию ЭВЦ.

Вместе с тем эта схема имеет следующие недостатки:

- требуется значительно более мощный источник тока;
- практически невозможно определить исправность ЭВЦ с помощью приборов;
- для монтажа требуется большая длина проводов, а расчет ЭВЦ и ее монтаж сравнительно сложны.

С учетом требований к ЭВЦ в отношении надежности, безопасности и экономичности, а также учитывая свойства различных ЭВЦ, следует применять, в первую очередь, простую последовательную цепь.

Если напряжение, подаваемое источником тока, и число одновременно взрывааемых ЭД этого сделать не позволяют, необходимо использовать смешанную ЭВЦ с возможно меньшим числом параллельных ветвей (групп последовательно соединенных ЭД).

Для обеспечения надежности электровзрывания на складе ВМ производят проверку электродетонаторов (ЭД) по сопротивлению и, в случае необходимости, подборку ЭД по заданной величине сопротивления.

Провода для электровзрывных ЭВЦ

ЭВЦ должна быть двухпроводной. Провода для ЭВЦ разделяют на концевые, соединительные, участковые и магистральные.

Концевые провода – неотъемлемая часть электровоспламенителей ЭД.

Соединительные и участковые выполняют вспомогательную роль при монтаже ЭВЦ.

Магистральные провода используют для монтажа ЭВЦ от участковых проводов до места укрытия взрывника. Они отличаются большим диаметром жил, должны иметь резиновую или пластиковую оболочку, а их протяженность должна быть равной расстоянию до укрытия взрывника, которое определяют расчетным путем.

Расстояния до места укрытия взрывника в условиях подземных горных работ должны быть не менее: 75 м для проходческих и 50 м для очистных забоев.

Характеристики некоторых марок электропроводов приведены в таблице:

Показатель	Марка				
	ВП-0,5	ВП-0,8	ВП-0,7×2	СПП-1	СПП-2
Число жил, шт.	1	1	2	1	2
Число проволок в жиле, шт.	1	1	1	7	7
Диаметр жилы, мм	0,5	0,8	0,7	0,9	0,9
Сечение жилы, мм ²	0,2	0,5	0,4	0,5	0,5
Наружный диаметр, мм	1,4	2,3	4,4	2,4	4,6
Сопротивление, Ом/1000м	93	37	50	39,5	41,0
Масса провода, кг/1000м	2,65	7,0	11,8	8,0	16,5

Расчет электровзрывных цепей, инициируемых конденсаторными взрывными приборами

Правильный расчет ЭВЦ является одним из условий безотказного взрывания.

При расчетах необходимо обеспечивать:

- а) чтобы через каждый ЭД прошел импульс тока K_i (при взрывании конденсаторным прибором)
- б) чтобы токи, проходящие через ЭД различных параллельных ветвей, минимально различались по величине (это необходимо для одновременного срабатывания электровоспламенителей).

Величину тока в электровзрывной цепи (I) находят по формуле

$$I = E / (R + r_o),$$

где E – Э.Д.С. источника тока, В;

R – общее сопротивление электровзрывной цепи, Ом;

R_o – внутреннее сопротивление источника тока, учитываемое при использовании взрывных приборов, Ом.

При последовательном соединении общее сопротивление ЭВЦ ($R_{общ}$) определяют по выражению:

$$R_{общ} = R_m + R_y + R_c + N \cdot R_k + \sum R_{эд}^i, \text{ Ом},$$

где R_m , R_y , R_c , R_k , $R_{эд}$ соответственно сопротивления магистральных, участковых, соединительных и концевых проводов, Ом;

$R_{эд}^i$ – сопротивление i – того электродетонатора, Ом;

N - число электродетонаторов, шт.

Сопротивление проводов R_{np} определяют по формуле

$$R_{np} = \rho \cdot 4 l / (\pi d_{np}^2), \text{ Ом},$$

где ρ – удельное сопротивление провода, Ом · мм² / м;

l – длина провода, м, (для магистральных проводов принимается двойная длина);

d_{np} – диаметр провода, мм.

В формулу вводят поправочный коэффициент, равный 1,1 для учета дополнительных сопротивлений сростков проводов и прочих.

Ток в каждом ЭД (i) при последовательном соединении их равен току в сети

$$i = I_{\text{посл}} = E / (R + r_o), \text{ А},$$

где E – Э.Д.С. источника тока, В;

R – сопротивление электропроводов, Ом;

r_o – внутреннее сопротивление источника тока, Ом.

При последовательно-параллельном соединении общее сопротивление ЭВЦ ($R_{\text{общ}}$) определяют по выражению

$$R_{\text{общ}} = R_m + [R_y + R_c + n \cdot (R_k + R_{\text{эд}})] / m, \text{ Ом},$$

где n – число последовательно включенных ЭД в группе, шт.;

m – число параллельных групп, шт.

Ток в магистрали должен удовлетворять условию $I \geq m \cdot I_z$, А.

Гарантийная величина тока I_z для современных ЭД при постоянном токе составляет 1А при взрывании до 100 ЭД и 1,3 А – до 300 ЭД, а при переменном токе – 2,5 А.

ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ИНИЦИИРОВАНИЯ ЗАРЯДОВ ВВ



Внешний вид электронных систем инициирования



**Внешний вид электронных детонаторов
(ЭДЭЗ)**

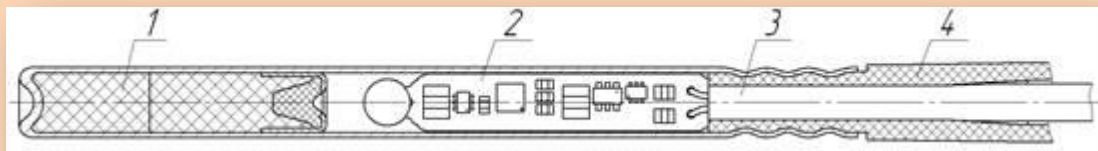
Применение данной технологии позволяет в полной мере использовать систему контроля над выделением энергии взрывчатых веществ, каждая скважина срабатывает гарантированно в определенной последовательности, что позволяет не допустить неблагоприятного эффекта «наложения», т.е. одновременного срабатывания зарядов нескольких скважин. При этом снижается негативное сейсмическое и акустическое воздействие массовых взрывов на окружающую среду, значительно сокращается выброс вредных продуктов взрывов и пыли в рудничную атмосферу. Уменьшается процент выхода негабарита, повышается устойчивость бортов очистных камер, сокращаются расходы на доставку, транспортировку и переработку взорванной массы.

Электронная система инициирования состоит из программируемого электродетонатора с электронным замедлением скважинного (ЭДЭЗ) и аппаратно-программного взрывного комплекса, состоящего из портативного компьютера, адаптера взрывной линии, терминала сбора и программного обеспечения:



Комплекс аппаратуры дистанционного взрывания по радиоканалу, включающий командный блок, исполнительный блок и ретранслятор.

Интервал времени замедления – от 1 мс до 2200 мс в диапазоне температур от –50° до +50°С. Время замедления с точностью до 1 мс программируется в процессе производства с учётом фактической длины ударно-волновой трубки. В процессе изготовления устройства алгоритм работы программы микроконтроллера позволяет «защитить» идентификационный номер каждого электронного модуля после программирования основной программы. Идентификационный номер позволяет вести строгий учёт изделий на протяжении всего цикла производства. Комплекс даёт возможность работать с обычными неэлектрическими системами инициирования.



**Устройство ЭДЗЗ: 1 – вторичное ВВ; 2 – микроконтроллер;
3 – выводные провода; 4 – втулка**

Детонаторы имеют встроенную защиту не только от статического электричества, токов наводки, блуждающих токов, но и бытовых источников тока (батареи, аккумуляторы, сеть 220 В). Благодаря индивидуальному номеру устройства оператор может обращаться к каждому детонатору независимо.



Электронный детонатор ЭДЗЗ(С)