

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9 часть 4

Тема: Расчет параметров БВР на проведение горной выработки

	Тип выработки	Тип пород	Плотность породы в массиве, т/м ³	Расстояние между трещинами, м	Предел прочности на сжатие, $\delta_{сж}$ МПа	Предел прочности на растяжение, δ_r МПа	коэффициент разрыхления
1. Астафьев Мингалай Викторович	штольня	кварциты	2,6	0,6	160	14	2,1
2. Бояркин Александр Сергеевич	штрек	диабаз	2,9	2,6	170	16	2,1
3. Воронов Антон Константинович	бресберг	габбро	2,95	1,3	150	15	2,2
4. Голиков Александр Владимирович	орт	руда	3,3	1,8	85	9	2,2
5. Дикун Евгений Алексеевич	квершлаг	диорит	2,8	0,4	175	18	2,2
6. Елшин Артём Сергеевич	штрек	кварцит	3,3	1,2	180	20	2,2
7. Емельчугов Артем Вячеславович	уклон	базальт	3,3	1,5	170	24	2,2
8. Кадиров Александр Романович	штольня	габбро	3,0	0,4	140	20	2,2
9. Коновалов Илья Алексеевич	квершлаг	гнейс	3,2	2,6	125	8	2,2
10. Кулик Владислав Андреевич	орт	руда	2,65	0,7	55	7	2,0
11. Мацока Валентин Александрович	накл.сезд	мрамор	2,7	1,3	60	8	2,0
12. Носов Олег Михайлович	штрек	песчаник	2,5	0,9	70	8	2,0
13. Петров Виктор Владимирович	орт	руда	2,65	1,7	55	7	2,0
14. Прокопьев Владимир Владимиров	квершлаг	гранит	3,2	2,2	140	16	2,2
15. Шевченко Илья Алексеевич	штрек	песчаник	2,65	0,3	110	14	2,1

№ вар.	Коэффициент Пуассона	Модуль Юнга, 10^{10} Па	Классификация пород по ЕНБ-85	Расположение выработки относительно напластования пород	Срок службы выработки, лет	Протяженность выработки, м	Количество подаваемого воздуха, м ³ /с	Глубина залегания выработки, м	Характеристика выработки	Применяемое оборудование
1.	0,15	8,2	XVI	вкрест	16	450	14,2	550	2-путевой	К14; ВГ-2,2
2.	0,18	7,32	XVII	по напласт.	30	450	15,8	600	1-путевая	К7; ВГ-2,0
3.	0,25	7,8	XVI	вкрест	14	350	17,2	650	транспорт. 12°	ПТМ: ПД-2Э
4.	0,18	5,7	VIII	по напласт.	8	120	15,5	700	транспорт.	ПТМ: ST1030
5.	0,19	8,0	XVIII	вкрест	5	250	16,8	350	2 –путевая	К10; В-2,0
6.	0,17	15,0	XX	по напласт.	12	340	15,1	250	с дорожкой	ПТМ: ПД-2Э
7.	0,28	9,5	XVII	вкрест	8	250	13,5	310	транспорт. 10°	ПТМ: ST-14

8.	0,26	8,2	XV	по напласт.	5	350	14,5	380	с дорожкой	ПТМ: ST3.5
9.	0,18	5,8	XV	вкрест	15	450	15,8	420	2-путевой	К7; ВГ-2,0
10.	0,29	2,25	XIII	вкрест	1	150	4,5	250	транспорт.	ПТМ: LH201E
11.	0,25	2,1	XII	вкрест	10	420	12,3	630	транспорт. 8°	ПТМ: EST2D
12.	0,12	2,6	XIII	по напласт.	12	450	13,2	100	с дорожкой	ПТМ: ST1030
13.	0,29	2,25	XIII	вкрест	5	460	14,5	150	транспорт.	ПТМ: ST-7
14.	0,19	6,0	XV	по напласт.	25	320	13,4	200	с дорожкой	ПТМ: ST1252
15.	0,25	2,6	XVI	вкрест	20	450	16,3	250	1-путевая	К14; ВГ-2,2

Фактический расход ВВ, кг:

- для гранулированного ВВ $Q_{\phi} = q_{вр}N_{вр} + q_{отб}N_{отб} + q_{ок}N_{ок}$

том числе: на патроны боевики $q_{п.б} = q_n \cdot N$

гранулированного ВВ $q_{гр} = Q_{\phi} - q_{п.б.}$

- для патронированного ВВ $Q_{\phi} = q_n(n_{вр}N_{вр} + n_{отб}N_{отб} + n_{ок}N_{ок})$

При построении схемы заряда в шпуре выбирают способ взрывания и порядок инициирования заряда, рассчитывают длину заряда, длину забойки.

Взрывание шпуровых зарядов при проведении горных выработок разрешено Росгортехнадзором РФ тремя способами: **электроогневым, электрическим и при помощи систем неэлектрического инициирования** (Нонель, СИНВ).

Порядок инициирования зарядов прямой – при электроогневом, электрическом способах и система неэлектрического взрывания и **обратный** – при электроогневом по согласованию с органами Ростехнадзора РФ и при электрическом при применении достаточно защищенных электродетонаторов от блуждающих токов и электростатического электричества, системе неэлектрического инициирования.

Длина заряда, м:

- для гранулированного ВВ $l_3 = l_{п.б} + l_{зр}$

$$l_{зр} = \frac{4 \cdot q_{зр}}{\pi \cdot d_3^2 \cdot \Delta}$$

- для патронированного ВВ $l_3 = n \cdot l_n$

где $l_{п.б.}$ – длина патрона боевика, м

$l_{зр}$ – длина заряда гранулированного ВВ, м,

d_3 – диаметр заряда в шпуре, м;

Δ – плотность ВВ, кг/м³.

Длина забойки должна быть не менее 30% от длины шпура.

- **рассчитывают взрывную сеть**

Средства инициирования шпуровых зарядов приведены в табл.12. В таблице не приведены электродетонаторы предохранительного типа ЭДКЗ-П, ЭДКЗ-ОП, (мгновенного действия), ЭД-КЗ-35-П, ЭД-КЗ-ПК, ЭД-КЗ-ПМ. Так как их характеристика приведены в перечне 2002 года.

Таблица 12. Средства инициирования взрывчатых веществ

п/п	Наименование	Номер, дата разрешения	Группа совм-ти	ГОСТ (ТУ)	Условия применения, назначения
1	Капсуль-детонатор КД-8С	№08-10/223 от 04.04.97	В	ГОСТ 6254-85	Для изготовления ЗТ и инициирования боевиков.
2	Огнепроводные шнуры ОША ОШП	302/84, 12.01.84 88/71, 26.04.71	G G	ГОСТ 3470-80	В сухих и обводненных условиях
3	ЗП-Б	298/83, 29.12.83	G	ТУ 84-207-81	Для поджигания пучка ОШ
4	ЭЗ-ОШ ЭЗ-ОШ-К	387/87, 16.10.87	G	ТУ 84-207-81	Для поджигания ОШ
5	Трубка электрозажигательная ЭЗТ-2	88/71, 28.04.71	G	ТУ 84-205-80	Для поджигания ОШ
6	ЭД-8Э, ЭД-8-Ж	88/71, 28.04.71	В	ГОСТ 9089-75	Для инициирования боевиков
7	Система ЭД-24 (не чувствительны к блуждающим токам и статическому электричеству) взрывное устр-во УВВ-1 Прибор контроля Р-214	413/91 06.02.91	В	ДИМВ 773957 003 ТУ ТУ 25-04-90 ТУ 25-04-90	Для инициирования боевиков с замедлением до 10с (15 серии)
8	ЭД-1-8-Т мгновенного и ЭД-1-3-Т замедленного действия (36 серии) (антистатический)	263/81, 24.07.81	В В	ДИМВ 773951 300 ТУ	Для инициирования боевиков с замедлением до 10с.
9	ЭД-3-Н короткозамедленного и замедленного действия (непредохранит.)	284/81, 24.07.81	В	ДИМВ 773951 300 ТУ	Для инициирования боевиков с замедлением до 10с. (36 серии)
10	Нонель (фирмы «Дино Нобель», Швейцария)	08-10/88, 15.02.96 08-10/1130, 22.11.01	В	SS4990707	Для инициирования боевиков
11	СИНВ, включает устройства СИНВ-П, СИНВ-С, СИНВ-Ш	04-35/339, 15.09.97 04-35/481, 28.07.98 08-10/751, 01.11.99 08-10/752, 09.08.01	D	ДИШВ 773979.008 (007 и 010) ТУ	Для инициирования боевиков с замедлением до 10с (49 серий)

Для пневмозаряжания шпуров гранулированными ВВ разрешены к применению следующие **зарядчики: Курама, РПЗ-0,6; типа ЗП (ЗП-2; ЗП-5; ЗП-12; ЗП-25), ПЗЛ, ПЗЖ(ПШК), Ульба-10, Ульба-0; Ульба-150, Ульба-150И.**

При ведении взрывных работ **электроогневым способом** под монтажом взрывной сети понимается сборка отрезков огнепроводных шнуров в пучки и их подрезка для создания очередности взрывания зарядов, установка зажигательного патрончика и присоединение электрозажигателя ЭЗ-ОШ (1,6-3,0 Ом).

В практике производства взрывных работ обычно шаг подрезки составляет 0,05 м, что затрудняет счет числа взрывов на слух из-за сдваивания взрывов и нередко приводит к отказам.

Для повышения надежности огневого взрывания зарядов целесообразно увеличивать шаг подрезки до 0,15 — 0,2 м и взрывать заряды группами. Благодаря естественному разбросу скорости горения огнепроводного шнура заряды взорвутся в произвольной последовательности, а группы в заданной последовательности — с достаточно высокой вероятностью.

Шаг подрезки огнепроводных шнуров в зависимости от длины зажигательных трубок приведен в табл. 13.

Таблица 13. Шаг подрезки огнепроводных шнуров

Длина зажигательной трубки, м	Шаг подрезки для шнуров, м	
	врубных	оконтуривающих
1,5-2,0	0,10	0,05
2,1-3,0	0,15	0,10
3,1-4,0	0,20	0,15

Длина отрезков огнепроводного шнура для изготовления зажигательных трубок находится по формуле и не может быть менее 1 м

$$L_{\text{зт}} = kl_{\text{вр}} + \frac{L_{\text{max}}}{2} + c + l'_n$$

где k — коэффициент, учитывающий схему инициирования (при прямом инициировании $k = 0,25$, при обратном — $k = 1$);

$l_{\text{вр}}$ — глубина врубного шпура, м;

L_{max} — максимальное расстояние между шпурами, огнепроводные шнуры которых собираются в один пучок, м;

c — длина огнепроводного шнура, необходимая для монтажа схемы в забое (обычно 0,2 м);

l'_n — общая длина подрезки ОША, собираемых в один пучёк, м;

Монтаж электровзрывной сети которая должна быть двухпроводниковая следует вести от забоя к источнику тока. После окончания монтажа электровзрывной сети взрывник обязан **проверить ее на проводимость и замерить ее электрическое сопротивление**, которое не должно отличаться от расчетного более чем на 10%, в противном случае следует искать места электропроводов касающиеся породного массива или плохо соединенные контакты.

Электровзрывные сети должны быть смонтированы по такой схеме, чтобы обеспечить ток не меньше гарантийного, проходящий через любой электродетонатор (ЭД); должно соблюдаться условие $i_{\text{эд}} \geq i_{\text{г}}$

где $i_{\text{эд}}$ — величина тока, проходящего через отдельно взятый электродетонатор, А;

$i_{\text{г}}$ — гарантийный ток (при постоянном токе 1,3 А, при переменном 2,5 А), А.

При проведении выработок наибольшее распространение получили последовательные, последовательно-параллельные схемы соединения электродетонаторов.

Расчет электровзрывной сети сводится к определению общего сопротивления взрывной сети и величины тока, проходящего через каждый электродетонатор.

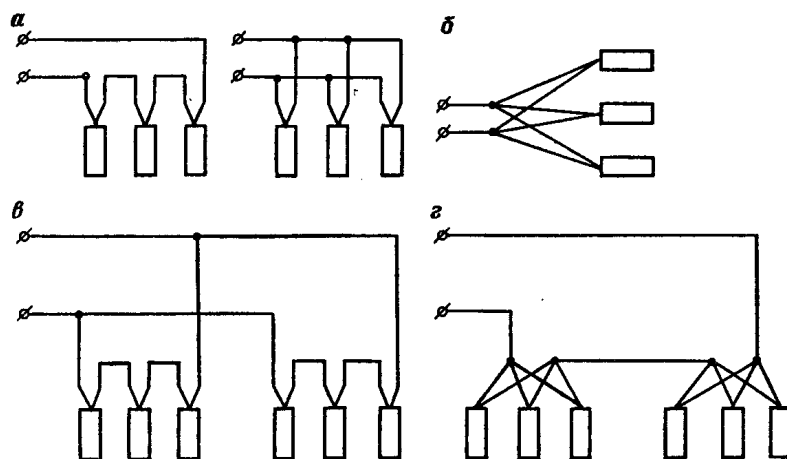


Рис. 1. Соединение электродетонаторов при электрическом взрывании:
 а — последовательное; б — параллельное; в — последовательно-параллельное; г — параллельно-последовательное.

При последовательном соединении общее сопротивление (Ом) электровзрывной сети

$$R_c = n \cdot r_{эд} + r_c + r_m$$

где n — число электродетонаторов сети;

$r_{эд}$ — сопротивление электродетонатора, Ом;

r_c — сопротивление соединительных проводов, Ом;

r_m — сопротивление магистральных проводов, Ом.

Величина электрического тока (А), проходящего через взрывную сеть при последовательном соединении,

$$I = I_{эд} = U/R_c$$

где U — напряжение в сети, В;

R_c — общее сопротивление сети, Ом.

Расчетное значение общего сопротивления сети при взрывании от конденсаторных взрывных машинок проверяется на условие безотказного взрывания $R_c \leq R_d$

где R_d — предельно допустимое сопротивление, указанное в паспорте на взрывную машинку или прибор, Ом.

Недостатком последовательной схемы соединения взрывной сети является необходимость применения электродетонаторов с равным сопротивлением.

Преимуществом параллельной схемы соединения является возможность безотказного взрывания большого числа электродетонаторов без подбора их по сопротивлению. Однако при параллельной схеме требуется более мощный источник тока, чем при последовательной.

При последовательно-параллельной схеме общее сопротивление сети

$$R_c = \frac{n \cdot r_{эд}}{m} + r_c + r_m$$

где m — число групп электродетонаторов в сети.

Сила тока, проходящего через взрывную сеть при последовательно-параллельной схеме

$$I = \frac{U}{\frac{n \cdot r_{эд}}{m} + r_c + r_m}$$

где U — напряжение в сети, В;

n — число электродетонаторов в группе.

Для взрыва всех электродетонаторов должно выполняться условие

$$I_2 > m \cdot 1,$$

где I_2 — гарантийный ток, обеспечивающий безотказное взрывание ЭД, А.

Сопротивление соединительных и магистральных проводов при постоянном токе

$$r = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

где l — длина провода, м;

S — площадь сечения провода (0,2; 0,28; 0,5; 0,75; 1,13; 2,5 мм²), мм²;

ρ — удельное сопротивление материала провода (Ом·мм²)/м.

Удельное сопротивление материала провода

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(t - 20)]$$

где ρ_0 — удельное сопротивление провода при температуре окружающей среды $t = 20^\circ$ С;

α — температурный коэффициент сопротивления.

Значения ρ_0 и α для алюминия, меди и стали

	ρ_0	α
Алюминий	0,0300	0,0040
Медь	0,0175	0,0044
Сталь	0,1320	0,0050

Таблица 14. Характеристика взрывных приборов и машинок

Показатели	КВП-1/100М	ПИВ-100М	КПМ-3	ВМК.-500
Максимальное число одновременно взрываемых ЭД нормальной чувствительности при их последовательном соединении	100	100	200	800
Номинальное сопротивление взрывной Э сети при последовательном соединении Д, Ом	320	320	600	2100
Номинальная емкость конденсатора-накопителя, мкф	10	10	4	3,3
Номинальное напряжение на конденсаторе-накопителе, В	600—650	610—670	1600	3000
Расчетный взрывной импульс тока, А ² -мс	3	3	3	3
Время подачи импульса, мс	2-4	2-4	Не ограничено	Не ограничено
Время зарядания конденсатора-накопителя до номинального напряжения, с	8-15	8	-	20
Источник питания	Три элемента 373	Три элемента 373	Генератор переменного тока	Генератор переменного тока
Масса (без футляра), кг	2,5	2,7	1,6	6,5

Определяют параметры БВР и заносят их в табл. 15.

Таблица 15. Параметры БВР

№ серии	№ шпура	Степень замедления, мс	Марка средства инициирования	Глубина шпуров, м	Масса заряда, кг	Масса за-бойки, м	Длина за-жигательной трубки, м

Степень замедления зарядов зависит от вида взрывааемых зарядов (врубовые, оконтуривающие, отбойные) и от групп соединения. При электрическом способе и системе неэлектрического инициирования заряды шпуров клинового вруба взрываются мгновенно, у прямых врубов замедление между зарядами зависит от типа вруба. Отбойные шпуры взрываются с замедлением в десятки миллисекунд, оконтуривающие от десятка до сотни миллисекунд.

При электроогневом способе степень замедления зависит от шага подрезки шнуров ОША. По скорости горения ОША - 1 см/с, величина подрезки составляет от 5 до 20 см, т.е. 5 до 20 с.

- рассчитывают показатели БВР**

Общая длина шпуров

$$\Sigma L = l_{вр} N_{вр} + l_{отб} N_{отб} + l_{ок} N_{ок}$$

Удельный расход бурения на 1 м³ горной массы, м/м³

$$\Delta l = \frac{\Sigma L}{S \cdot l_{шп} \cdot \eta}$$

Удельный расход ВВ на 1 м³ горной массы, кг/м³

$$\Delta q = \frac{Q_{\phi}}{S \cdot l_{шп} \cdot \eta}$$

Таблица 16. Показатели буровзрывных работ

№	Показатели	Ед.измерения	Количество
1	Тип выработки		
2	Площадь сечения выработки	м ²	
3	Длина выработки	м	
4	Категория пород		
5	Коэффициент крепости		
6	Диаметр шпура	мм	
7	Тип вруба		
8	Общее количество шпуров – в т.ч. врубовых – вспомогательных – оконтуривающих		
9	Общая длина шпуров	м	
10	Длина шпуров: – врубовых – вспомогательных – оконтуривающих	м м м	
11	Подвигание забоя за взрыв	м	
12	Коэффициент использования шпуров		
13	Объём отбитой горной массы	м ³	
14	Расход взрывчатых веществ	кг	
15	Расход средств взрывания	(шт, м)	
16	Способ взрывания		
17	Источник тока		
18	Удельный расход шпурометров	м/м ³	
19	Удельный расход ВВ	кг/м ³	