



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова»

**С.С. Неугомонов
В.А. Лапин**

ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

*Методические указания по выполнению курсовой работы
для студентов специальности 130404 и направления 130400*

Магнитогорск
2013

Рецензенты:

Кандидат технических наук, профессор кафедры открытой
разработки месторождений полезных ископаемых,
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова»

В.К. Угольников

Неугомонов С.С., Лапин В.А.

Технология и безопасность взрывных работ [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению курсовой работы для студентов специальности 130404 и направления 130400 / Сергей Сергеевич Неугомонов, В.А. Лапин; ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». – Изд. 2., подгот. по печ. изд. 2011 г. – Электрон. текстовые дан. (0,3 Мб). – Магнитогорск : ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-R). – Систем. требования : IBM PC, любой, более 1 GHz ; 512 Мб RAM ; 10 Мб HDD ; MS Windows XP и выше ; Adobe Reader 8.0 и выше ; CD/DVD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с титул. экрана.

Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Технология и безопасность взрывных работ» для студентов специальности 130400, 130404. Магнитогорск: МГТУ, 2010.

Методические указания включают алгоритм расчета паспорта буровзрывных работ, который является основным техническим проектом при проходке горных выработок буровзрывным способом.

Методические указания предназначены для студентов, изучающих технологию и безопасность взрывных работ и выполняющих выбор бурового оборудования, расчеты параметров взрывных работ при проведении горных выработок. Приведены общие требования к выполнению курсовой работы. Содержатся необходимые теоретические аспекты рассматриваемых вопросов, список рекомендуемой литературы.

© Неугомонов С.С., Лапин В.А., 2011

© ФГБОУ ВПО «Магнитогорский
государственный технический
университет им. Г.И. Носова», 2011

Содержание

1. ИНСТРУКЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	4
1.1 Порядок выполнения и защиты курсовой работы	4
1.2 Требования к курсовой работе	4
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	6
2.1. Общие сведения.....	6
2.2 Выбор типа бурового оборудования.....	8
2.3 Определение диаметра и глубины шпуров	8
2.3.1 Диаметр шпуров.....	9
2.3.2 Установление длины заходки $l_{\text{зах}}$, планируемого коэффициента использования шпуров η , определение глубины шпуров $l_{\text{ш}}$	10
2.4 Выбор типа ВВ и СИ.....	12
2.5. Выбор типа вруба, числа и схемы расположения врубовых шпуров.....	20
2.6. Расчёт удельного расхода ВВ.....	28
2.7. Порядок составления схемы расположения шпуров	33
2.7.1. Особенности расчета параметров БВР при сооружении вертикальных стволов	35
2.8. Показатели буровзрывных работ.....	38
2.9. Правила безопасности при ведении взрывных работ в горной выработке	38
Список литературы	41

1. ИНСТРУКЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1.1 Порядок выполнения и защиты курсовой работы

Курсовая работа по дисциплине "Технология и безопасность взрывных работ" позволяет студентам закрепить свои теоретические знания и приобрести практические навыки по составлению паспортов буровзрывных работ при проведении горных выработок в различных горно-геологических условиях.

Задание на курсовую работу студенту выдаёт руководитель проекта. В качестве исходных данных для выполнения курсовой работы могут быть приняты данные того предприятия, на котором студент проходил производственную практику.

При выполнении работы можно использовать конспект лекций по дисциплине "Технология и безопасность взрывных работ", а также рекомендуемую преподавателем литературу.

В процессе выполнения курсовой работы студент обязан не реже одного раза в неделю являться к руководителю проекта (в часы его консультаций) для отчёта о проделанной работе и получения необходимых консультаций.

Курсовая работа выполняется в установленный распоряжением по кафедре период времени. Законченная в установленный учебным графиком срок, работа проверяется руководителем и допускается к защите на кафедре.

Защита работы производится перед комиссией, составленной из преподавателей кафедры ПРМПИ с обязательным участием руководителя проекта. При неудовлетворительной оценке работа должна быть исправлена или выполнена по новой теме.

Для студентов, участвующих в научных исследованиях, курсовая работа может быть заменена исследовательской работой по согласованию с заведующим кафедрой ПРМПИ.

1.2 Требования к курсовой работе

При выполнении курсовой работы особое внимание следует уделить применению современных конструкций врубов, новых взрывчатых материалов и средств их инициирования. Основываясь на материалах специальной горнотехнической литературы, следует использовать опыт работы передовых горнодобывающих предприятий. При выполнении расчётов желательно применение современных персональных компьютеров.

Курсовая работа должна состоять из пояснительной записки (не более 30 страниц рукописного или 20 страниц текста, набранного на компьютере) и графической части (выполненной в соответствии с приложением 1).

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4

(с одной стороны) и оформляется в соответствии с требованиями раздела 7 СМК МГТУ [СМК-О-СМКТУ-42-09].

Изложение материала должно быть кратким, последовательным, логичным и понятным. При использовании литературных источников необходимы ссылки на них в тексте записки.

Не допускается применение цветных чернил и подчёркиваний.

Пояснительная записка должна в себя включать:

- титульный лист;
- задание на курсовое проектирование;
- содержание работы;
- введение;
- основную часть работы с необходимыми обоснованиями, расчётами и схемами (на миллиметровой бумаге);
- заключение;
- список использованных литературных источников.

Содержание должно включать наименование всех разделов, подразделов и пунктов работы с указанием страниц, на которых размещается их начало.

Во введении отражается современное состояние горнодобывающей отрасли, значение повышения эффективности взрывных работ, опыт передовых горнодобывающих предприятий.

При выполнении основной части работы необходимо использовать новейшие достижения науки и техники, учитывать требования к подземной разработке с точки зрения Правил безопасности, охраны недр и окружающей среды.

Необходимые схемы и эскизы должны быть выполнены на ватмане или миллиметровой бумаге.

В заключении следует перечислить принятые в работе основные технические и технологические решения и сделать краткие выводы.

Литература в списке использованных литературных источников должна располагаться в порядке появления ссылок на неё в пояснительной записке.

Графическая часть работы должна быть выполнена в соответствии с правилами ЕСКД.

На листах формата А4 по форме приложения 1 с соблюдением масштаба должно быть изображено:

- схема расположения шпуров в забое в трёх проекциях в масштабе 1:25 или 1:50;
- конструкция зарядов ВВ в шпурах;
- схема коммутации взрывной сети;
- расчетная таблица зарядов в шпурах;
- основные технические показатели паспорта БВР.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

2.1. Общие сведения

При проведении горизонтальных выработок к буровзрывным работам предъявляются повышенные требования в части обеспечения необходимого развала породы после взрыва и качественного дробления, высокой устойчивости выработок и оконтуривания их в соответствии с проектом. Отбойку выполняют в основном сплошным забоем небольшого поперечного сечения.

Эффективность горнопроходческих работ в значительной мере зависит от правильного выбора параметров (схемы расположения, числа, диаметра и глубины шпуров, удельного расхода и типа ВВ, диаметра, конструкции и параметров зарядов, режима их взрывания и т. д.) и качественно составленного паспорта буровзрывных работ (БВР).

Паспорт БВР (форма приложение 1) представляет собой инструктивную карту, регламентирующую порядок производства взрывных работ шпуровым методом. Выполняется паспорт на типовом для предприятия бланке, утвержденным начальником подземного рудника или главным инженером (разворот бумаги формата 297х210 мм).

На титульной части указываются название производственного объединения (шахтостроительного треста или комбината), шахты (ШСУ), участка, наименование горной выработки и основные требования правил безопасности при ведении взрывных работ. В правом верхнем углу титульного листа ставится подпись и дата утверждения паспорта БВР главным инженером шахты (ШСУ).

Как правило, в паспорте отражают следующие основные параметры:

На внутренней левой стороне разворота размещаются:

1. Таблица показателей БВР, в которой приводятся следующие данные:

- характеристика и условия проведения горной выработки (опасность шахты по газу и пыли, опасность выработки по газу и пыли, Свч, коэффициент крепости пород (угля) по шкале М.М. Протодьяконова);

- тип и расход на цикл применяемых ВВ и средств инициирования, внутренней забойки шпуров;

- параметры БВР ($I_{\text{зак}}$, $N_{\text{ш}}$, КИШ);

- время заряжания шпуров и проветривание забоя выработки после взрыва.

2. Таблица данных о шпурах, в которой приводится характеристика каждого шпура (длина, глубина, углы наклона к поверхности забоя выработки в горизонтальной и вертикальной проекциях, величина заряда, длина забойки, очередность взрывания, тип электродетонатора).

3. Таблица параметров водораспылительных завес, если для данных условий они необходимы (расход воды в завесе, количество и вместимость сосудов, тип и расход ВВ и средств инициирования в сосудах).

4. Схема проветривания забоя горной выработки с указанием постов оцепления и мест укрытия людей при взрывных работах.

На внутренней правой стороне разворота размещаются:

- Схема расположения шпуров в трех проекциях в масштабе 1:25 или 1:50 с необходимыми для разметки шпуров размерами.

- Дополнительные требования по безопасному ведению взрывных работ, не предусмотренные ЕПБ.

- Сведения о результатах опытных взрываний (количество, дата выполнения, эффективность выполнения) с подписями лиц надзора, участвовавших в организации опытных взрываний.

- Подписи лиц, участвовавшие в составлении (начальник участка, на котором ведутся взрывные работы, или его заместитель) и согласовании (начальники участков ВТБ и БВР или их заместители) паспорта БВР.

На обратной стороне разворота размещается ведомость ознакомления с паспортом БВР лиц, участвующих в его реализации (Ф.И.О., должность, рабочий номер, дата ознакомления, роспись).

Расчет паспорта буровзрывных работ производится в следующей последовательности:

1. Выбирается буровое оборудование;
2. Устанавливается диаметр и глубина шпуров.
3. Выбирается тип взрывчатого вещества (ВВ) и средства инициирования (СИ) зарядов.
4. Выбирается тип вруба и схема расположения шпуров.
5. Рассчитывается удельный расход ВВ на врубовые, отбойные и оконтуривающие шпуры.
6. Определяется объем породы, взрывааемый за цикл.
7. Рассчитывается масса шпурового заряда.
8. Определяется общее число шпуров.
9. Рассчитываются основные технико-экономические показатели.

2.2 Выбор типа бурового оборудования

Типоразмеры и конструкции самоходной бурильной установки, а также метод бурения шпуров (вращательного, ударно-поворотного, вращательно-ударного) следует выбирать в зависимости от горнотехнических условий и обосновывать расчетом. В выборе установки следует учитывать возможность обурирования не только фронтального забоя, но и бортов выработки при просечке целиков, а также кровли восходящими шпурами для штангового крепления.

Выбор производится в два этапа. Сначала выбирается тип бурильной головки в зависимости от крепости пород:

I вращательный

- а) электро- и пневмосверла – ручные f до 4
с принудительной подачей f до 6
колонковые f до 12

- б) шарошечные станки – $6 < f < 20$

II ударный - $6 < f < 20$

III вращательно-ударный - $6 < f < 12$

IV ударно-вращательный – $13 < f < 20$

Затем выбирается бурильная установка по параметрам обурирования, которые должны превышать размеры выработки. С другой стороны, бурильная установка в транспортном положении должна размещаться в выработке.

Диаметр буровой коронки должен быть на 4-6 мм больше диаметра патрона ВВ.

При бурении крепких и средней крепости пород (8-16 по шкале проф. М.М.Протодияконова), как правило, применяют бурильные установки со следующим числом перфораторов в зависимости от площади сечения забоя (табл.1).

Таблица 1

Площадь сечения забоя, м ²	Число перфораторов, шт.
6-12	2
12-16	2-3
Более 16	3

2.3 Определение диаметра и глубины шпуров

Одним из условий успешного проведения взрывных работ является расчет рационального шпурового комплекта. В понятие рационального шпурового комплекта входит: глубина, диаметр, число шпуров и схема их расположения, обеспечивающие для

данных горно-геологических условий лучшую эффективность, взрывных работ.

Большое разнообразие физико-механических свойств горных пород и их сочетаний обуславливают сложную взаимозависимость между перечисленными параметрами шпурового комплекта; поэтому расчетное определение этих параметров должно уточняться опытными взрывами комплектов шпуров.

2.3.1 Диаметр шпуров

Диаметр шпуров определяется диаметром стандартных патронов взрывчатого вещества. Учитывая, что наименьший диаметр патронов аммонита 32 мм, конечный диаметр шпура должен быть не менее 34 мм. Практика проведения горных выработок указывает на то, что увеличение диаметра шпура повышает эффективность взрывных работ, несмотря на то, что при этом снижается скорость бурения.

При увеличении диаметра шпура скорость бурения уменьшается, но применение шпуров больших диаметров позволяет сократить их число в комплекте в 1,5-2 раза, что ведет к сокращению общего времени бурения шпуров на 20-30%. Кроме того, при взрывных работах в крепких породах применение зарядов ВВ увеличенных диаметров способствует повышению эффективности взрывных работ. Эти обстоятельства и явились причиной применения шпуров больших диаметров.

Наряду с этим необходимо отметить, что в некоторых случаях применение шпуров малого диаметра до 30 и даже 25 мм обеспечивает весьма высокую эффективность буровзрывных работ, особенно при использовании ВВ повышенной мощности.

Увеличение диаметра шпуров и размещаемых в них зарядов увеличивает неравномерность дробления породы и ухудшает точность оконтуривания выработки.

С увеличением диаметра заряда оконтуривающих шпуров возрастает зона разрушения массива и, следовательно, снижается устойчивость пород. Поэтому с уменьшением поперечного сечения выработки целесообразнее применение шпуров малого диаметра. С уменьшением сечения выработки и повышением крепости пород диаметр шпуров и зарядов при прочих равных условиях должен уменьшаться. Поскольку выпускаемые в настоящее время ВВ (детониты) способны с высокой скоростью детонировать в патронах малого диаметра (20—22 мм), то очевидна целесообразность применения шпуров уменьшенного диаметра. А при использовании ВВ с невысокой скоростью детонации (типа аммонитов) в шпурах целесообразно размещать патроны

диаметром 36—40 мм.

В настоящее время при проведении горизонтальных выработок в большинстве случаев применяют шпуров диаметром 40—42 мм.

Диаметр шпура должен быть больше диаметра патрона ВВ:

- на 4 - 6 мм при электрическом и электроогневом способах взрывания и расположении патрона боевика первым от устья шпура;

- на 7 - 8 мм при электроогневом взрываний и расположении патрона боевика не первым от устья.

Выбор диаметра патрона ВВ можно производить по табл. 2.

Таблица 2

Рекомендуемые диаметры патрона

Площадь поперечного сечения выработки, м ²	Рекомендуемый диаметр патрона ВВ, мм
Менее 6	32-36
Более 6	36-40

Патронированные ВВ выпускают в патронах диаметром от 27 до 45 мм, длиной от 220 до 320 мм и массой от 150 до 500 г (табл. 3).

Таблица 3

Параметры патронированного ВВ

Диаметр патрона, мм	27 - 28	31 - 32		36 - 37		39 - 40	44 - 45
Масса патрона, г	150	200	250	250	300	400	500
Длина патрона, мм	220-250	220-265	275-330	210-255	240-300	270-320	270-320

Диаметр холостых шпуров должен быть 42-105 мм.

2.3.2 Установление длины заходки $l_{\text{зах}}$, планируемого коэффициента использования шпуров η , определение глубины шпуров $l_{\text{ш}}$.

Длину заходки и глубину шпуров устанавливают такими, чтобы затраты на БВР были минимальными. Принятая величина $l_{\text{зах}}$ должна обеспечивать получение месячной скорости проведения выработки (если скорость задается), в этом случае:

$$l_{\text{зах}} = \frac{V_{\text{мес}} T_{\text{ц}}}{n_{\text{дн}} T_{\text{сут}}}, \text{ м}, \quad (1)$$

где $V_{\text{мес}}$ – месячная скорость проведения выработки, м/мес; $T_{\text{ц}}$ – продолжительность проходческого цикла при проведении выработки буровзрывным способом; как правило принимается кратной продолжительности смены (6 ч); $n_{\text{дн}}$ – количество рабочих дней для проходческой бригады в месяц (25 дн); $T_{\text{сут}}$ – количество часов работы проходческой бригады в сутках по проходке горной выработки, как правило, при буровзрывной технологии принимают $T_{\text{сут}} = 24$ ч.

Принятая глубина шпуров должна обеспечиваться возможностями бурового оборудования, этот момент нужно учитывать при использовании для бурения шпуров буровых установок, у которых ограничен шаг подачи бурового агрегата.

Принятая величина $l_{\text{зах}}$ должна быть кратной (по возможности) шагу крепи.

Значения коэффициента использования шпуров η принимаются в зависимости от коэффициента крепости породы и площади поперечного сечения выработки. В забоях с одной открытой поверхностью обычно принимают $\eta = 0,8-0,85$.

Глубину шпуров, кроме врубовых, определяют по формуле:

$$l_{\text{ш}} = \frac{l_{\text{зах}}}{\eta}, \text{ м}. \quad (2)$$

В зависимости от площади сечения выработки $S_{\text{вч}}$ и крепости f величину глубины шпуров $l_{\text{ш}}$ при использовании ручных перфораторов можно принять по таблице 4.

Таблица 4

Рекомендуемая глубина бурения шпуров

Площадь поперечного сечения выработки в проходке, $S_{\text{пр}}$, м ²	Коэффициент крепости пород				
	2-4	5-7	8-10	11 -14	15-20
до 4	1,6-2,0	1,5-1,8	1,4-1,6	1,3-1,5	1,2-1,5
4,0-8,0	2,1-2,2	1,9-2,6	1,7-1,8	1,6-1,7	1,5-1,6
8,1 -12,0	2,3-2,4	2,1-2,2	1,9-2,0	1,8-1,9	1,7-1,8
12,1 -16,0	2,5-2,6	2,3-2,4	2,1-2,2	2,0-2,1	1,9-2,0
16,1 -22,0	2,7-2,8	2,5-2,6	2,3-2,4	2,2-2,3	2,1-2,3

При применении высокопроизводительной самоходной

техники глубину шпуров следует определять техническими возможностями применяемого бурового оборудования, продолжительностью проходческого цикла и свойствами и устойчивостью пород.

Глубина врубовых шпуров должна быть на 10-20% больше глубины всех прочих шпуров [10, стр.177].

Глубина шпуров при проведении выработок по пластам угля не превышает 2,5м, т.к. при этом затрудняется крепление выработок.

2.4 Выбор типа ВВ и СИ

Первой стадией выбора рациональных ВВ при проведении горных выработок должна быть оценка технической возможности использования различных ВВ в соответствующих условиях. При этом из существующих ВВ выбираются те, которые способны обеспечить полноценную детонацию в шпурах, взрывание в сухих или обводненных породах в зависимости от условий, удобство и достаточную производительность использования ВВ.

Наиболее удобны для применения гранулированные ВВ. При качественном приготовлении они почти не слеживаются, мало пылят при зарядании, легко высыпаются из мешков.

На второй стадии выбора рациональных ВВ следует из технически пригодных и способных обеспечить необходимую производительность работы в данных условиях выбирать наиболее экономичные ВВ.

При проходке выработок наиболее широко применяются патронированные аммиачно-селитренные ВВ: скальный аммонит № 1 прессованный, аммонит № 6 ЖВ, динафталит и детониты, а также россыпные ВВ - гранулит АС-8 и др.

Выбор ВВ для взрывания шпуровых зарядов при проведении горизонтальных выработок производится в зависимости от физико-механических свойств горных пород.

Для весьма крепких пород $f=12-18$ целесообразно применение высокобризантных ВВ типа скального аммонита № 1.

В зависимости от прочностных свойств пород рекомендуются ВВ со следующими значениями фугасности (табл.5)

Таблица 5

Рекомендуемые характеристики ВВ

Коэффициент крепости пород	3-5	6-10	>10
Фугасность ВВ, см ³	220-320	320-400	400-600
Коэффициент относительной фугасности	0,7-0,94	0,95-1,05	1,06-1,5

Кроме того, взрывчатые вещества выбираются в соответствии со списком выпускаемых взрывчатых веществ, обводненностью забоя и опасностью взрыва газа и пыли (табл.6, 7).

Характеристики ВВ, допущенных к применению в Российской Федерации [14] представлены в Приложении 2.

Таблица 6

Наименование взрывчатых веществ и условия их применения

№пп	Тип ВВ	Класс совместимости	Область применения
Гранулированные взрывчатые вещества и заряды, предназначенные для взрывания на земной поверхности и в забоях подземных выработок шахт (рудников), не опасных по газу или пыли (II класс)			
1	Акванит АРЗ-8	D	Сухие и обводненные скважины
2	Акванал АРЗ-8Н	D	Сухие и обводненные шпуры и
3	Граммонит 79/21	D	Сухие скважины
4	Граммонит М марок 5 и 21	D	Сухие и осушенные шпуры и скважины
5	Граммонит ТМ	D	Для ручного и механизированного заряжания сухих и осушенных
6	Граммотол марок 10, 15 и 20	D	Для ручного и механизированного заряжания сухих и осушенных шпуров и скважин
7	Гранулит АЗ	D	Сухие и осушенные шпуры и
8	Гранулит А6	D	Сухие шпуры и скважины
9	Гранулит АС-4	D	Сухие шпуры и скважины
10	Гранулит АС-4В	D	Сухие и осушенные шпуры и

№пп	Тип ВВ	Класс совмес- тимости	Область применения
11	Гранулит АС-8	<i>D</i>	Сухие шпуры и скважины
12	Гранулит АС-8В	<i>D</i>	Сухие и осушенные шпуры и
13	Гранулит АС-М	<i>D</i>	Сухие шпуры и скважины в
14	Гранулит АФ марок АФ-7, АФ-12	<i>D</i>	Сухие и осушенные скважины
15	Гранулит Д-5	<i>D</i>	Для ручного и механизированного заряжания сухих и осушенных
16	Гранулит Игданит	<i>D</i>	Сухие шпуры и скважины
17	Гранулит Игданит	<i>D</i>	Сухие и осушенные шпуры и
18	Гранулит М	<i>D</i>	Сухие шпуры и скважины
19	Гранулит МГ-10	<i>D</i>	Для ручного и механизированного заряжания сухих и осушенных шпуров и скважин
20	Гранулит ПМ	<i>D</i>	Для ручного и механизированного заряжания сухих шпуров и скважин
21	Гранулит ПС марок ПС-1 и ПС- 2*	<i>D</i>	Сухие и осушенные шпуры и скважины, в т.ч. в породах и рудах, содержащих сульфиды (для ПС-1)
Порошкообразные взрывчатые вещества и заряды, предназначенные для взрывания на земной поверхности и в забоях подземных выработок шахт (рудников), не опасных по газу или пыли (II класс)			
1	Аммонал (патронированный)	<i>D</i>	Сухие и обводненные шпуры
2	Аммонал и аммонит № 6ЖВ в полиэтиленовом	<i>D</i>	Дробление негабарита
3	Аммонал М-10 (патронированный)	<i>D</i>	Сухие и осушенные шпуры
4	Аммонал М-10 (в полиэтиленовой оболочке $d=45, 60$,	<i>D</i>	Сухие и осушенные шпуры
5	Аммонал скальный №1 (патронированный)	<i>D</i>	Сухие и осушенные шпуры

№пп	Тип ВВ	Класс совместимости	Область применения
6	Аммонал Э-5 (патронированный)	D	Сухие и осушенные шпуры
7	Аммонит 6ЖВ (порошок в мешках)	D	Сухие шпуры, скважины
8	Аммонит 6ЖВ (патронированный $d=31-32, 36-37$)	D	Сухие и осушенные шпуры, скважины
9	Аммонит 6ЖВ (в полиэтиленовой оболочке $d=60$,	D	Сухие и обводненные скважины
10	Аммонит 6ЖВ (в полиэтиленовой оболочке $d=60$,	D	Сухие и обводненные скважины
11	Аммонит ДНН и патроны из него $d=90$ мм в	D	Сухие и обводненные (для патронов ВВ) скважины, в качестве зарядов и промежуточных
12	Детонит М	D	Сухие и осушенные шпуры
13	ЗКВК	D	Заряды контурного взрывания
Предохранительные взрывчатые вещества и заряды, предназначенные для взрывания в шахтах (рудниках), опасных по газу или пыли			
1	Аммонит АП-5ЖВ	D III класс	Сухие и осушенные шпуры
2	Аммонит ПМС-1Т	D III класс	Шпуры на карналитовых пластах подземных солевых рудников
3	Аммонит ПЖВ-20	D IV класс	Сухие и осушенные шпуры
4	Аммонит Т-19	D IV класс	Сухие и осушенные шпуры
5	Ионит	D VII класс	Наружные заряды (разбучивание углеспусков, перебивание деревянных стоек крепи)

№пп	Тип ВВ	Класс совмес- тимости	Область применения
6	Угленит П12ЦБ-2М	<i>D</i> VI класс	Сухие и осушенные шпуры
7	Угленит П12ЦБ-2М патроны в полиэтиленовых оболочках	<i>D</i> VI класс	Сухие и осушенные шпуры
8	Угленит 13П и 13П/1	<i>D</i> V класс	Сухие и осушенные шпуры
9	Э-6	<i>D</i> V класс	Сухие и осушенные шпуры

* Наряду с угленитом Э-6 в порядке промышленных испытаний рекомендуется селектит № 1 - предохранительное ВВ V класса; по мощности находится на уровне ВВ IV класса.

** Комбинированные заряды - аммонит АП-5ЖВ и угленит № 5, применяемый в качестве активной забойки.

Таблица 7

Взрывчатые вещества, рекомендуемые для применения в шахтах и рудниках,
не опасных по газу или пыли

Условия Размещения зарядов ВВ	Породы крепкие и весьма крепкие		Породы средней крепости		Породы слабые	
	ручное заряжание (патронное и засыпка)	пневматическое и другие виды механизированного заряжания	Ручное заряжание	пневматическое и другие виды механизированного заряжания	ручное заряжание	пневматическое и другие виды механизированного заряжания
Шпуры при проходческих и очистных работах в сухих забоях	Аммонит скальный № 1 Детонит М Аммонал водоустойчивый Аммонал скальный № 3 Аммонит № 6-ЖВ Аммонит № 7-ЖВ Динафталит	Гранулит АС-8 Гранулит АС-4 Игданит Гранулит М Граммонал А-8	Аммонал водоустойчивый Детонит М Аммонал скальный № 3 Аммонит № 6-ЖВ Аммонит скальный № 1 Аммонит № 7-ЖВ Динафталит	то же что и для крепких пород при механизированном заряжании	Аммонал водоустойчивый Аммонит № 6-ЖВ Аммонит № 7-ЖВ Детонит М Динафталит Аммонал скальный № 3	Игданит Гранулит АС-8 Гранулит АС-4 Гранулит М Граммонал А-8
Шпуры при проходческих и очистных работах в обводненных забоях	То же	Граммонал А-8	То же	Граммонал А-8	То же	Граммонал А-8
Обводненные шпуры при проходке стволов шахт	»	Акванит ЗЛ	»	Акванит ЗЛ	»	Акванит ЗЛ

В зависимости от методов возбуждения взрыва детонатора при проходке горных выработок различают следующие способы инициирования:

- электроогневой: детонатор взрывается от горящего ОШ, подожжённого электровоспламенителем;
- электрический: детонатор взрывается от горящего электровоспламенителя;
- бескапсюльный: с помощью детонирующего шнура (ДШ);
- низкоэнергетический: с использованием систем СИНВ и "NONEL".

Огневой способ инициирования зарядов разрешается применять на земной поверхности и только в тех случаях, когда он не может быть заменен электрическим или другим, в т.ч. неэлектрическими системами инициирования [1, гл.1, п.20].

Электрический способ позволяет уменьшить интервал замедления между взрывами до десятых долей секунды, что расширяет область применяемых врубов. Недостатками способа является то, что электродетонаторы подвержены воздействию блуждающих токов и способ требует расчета параметров сети и последующей её проверки, что усложняет его применение. В настоящее время промышленность выпускает электродетонаторы мгновенного, замедленного (типа ЭД-ЗД) действия с интервалами замедления 0,25; 0,5 и 2 сек и короткозамедленные детонаторы (типа ЭД-КЗ) с интервалами замедления 15 или 25 мсек (приложение 2).

Низкоэнергетический способ инициирования отличается высокой надежностью, простотой монтажа и безопасностью применения.

Разрешенные к применению системы приведены в табл. 8.

В забоях выработок, где имеется газовыделение или взрывчатая угольная пыль, разрешается применять только предохранительные электродетонаторы мгновенного и короткозамедленного действия. При этом должны соблюдаться следующие условия [2]:

- максимальное время замедления электродетонаторов короткозамедленного действия с учётом разброса по времени срабатывания не должны превышать при применении ВВ IV класса - 220 мс, V и VI классов - 320 мс;
- в подготовительных выработках, проводимых по углю с подрывкой боковых пород, взрывание зарядов в шпурах по углю и породе может производиться как отдельно, так и одновременно (одним забоем или с опережением одного из них);

Взрывание комплекта зарядов в забое допускается проводить раздельно, но не более чем за три приёма; заряжание шпуров в каждом отдельном приёме должно производиться после взрывания в предыдущем и принятия мер, обеспечивающих безопасность взрывных и других работ в забое.

Таблица 8

Неэлектрические системы инициирования

1	Динашок (фирмы «Динамит Нобель», Германия)	На земной поверхности при температуре от -35 до +65 °С
2	Нонель (фирмы «Дино Нобель», Швеция)	На земной поверхности при температуре от -30 до +80 °С и в подземных выработках, не опасных по газу или пыли
3	СИНВ, включает устройства СИНВ-П, СИНВ-С, СИНВ-Ш	На земной поверхности при температуре от -40 до +85 °С и в подземных выработках, где допускается применение неперехохранительных ВВ II класса.
	СИНВ-Старт	На земной поверхности при температуре от —40 до +50 °С и в подземных выработках, не опасных по газу или пыли
4	Эдилин, включает детонаторы ДБИ 1, ДБИ 2, ДБИ 3	На земной поверхности при температуре от -50 до +85 °С и в подземных выработках, не опасных по газу или пыли

Электродетонаторы замедленного действия разрешается применять для взрывания зарядов в забоях, где разрешено использование неперехохранительных ВВ II класса, при отсутствии газовыделения и взрывчатой пыли.

Запрещается размещать в одном шпуре ВВ различных классов или различных наименований, а при сплошном заряде - более одного патрона-боевика.

Различают *прямое* и *обратное* инициирование.

При прямом инициировании капсюль-детонатор или электродетонатор ориентированы от устья к донной части заряда. При обратном инициировании капсюль-детонатор или электродетонатор ориентированы от донной части к устью заряда.

При обратном инициировании увеличивается время воздействия продуктов детонации на разрушаемый массив, в результате чего повышается интенсивность дробления горного массива. Поэтому обратное инициирование наиболее целесообразно применять при взрываний в условиях сильного

"зажима" (например, при проведении выработок в крепких породах).

Патрон-боевик должен быть расположен первым от устья шпура. При этом электродетонатор (капсюль-детонатор) необходимо помещать в ближайшей к устью шпура торцевой части патрона-боевика так, чтобы дно гильзы электродетонатора (капсюля-детонатора) было направлено ко дну шпура.

При зарядании без применения средств механизации допускается расположение патрона-боевика с электродетонатором (капсюлем-детонатором) первым от дна шпура. В этом случае дно гильзы электродетонатора (капсюля-детонатора) должно быть направлено к устью шпура. В угольных и сланцевых шахтах такое расположение в шпуре патрона-боевика с электродетонатором допускается только при отсутствии газовыделения и взрывчатой пыли, а также при наличии электродетонаторов с длиной проводов, превышающих глубину шпуров не менее 0,6 м [1, гл. IV, п.18].

2.5. Выбор типа вруба, числа и схемы расположения врубовых шпуров

По выполняемой функции шпуры разделяют на *врубовые*, *вспомогательные*, *отбойные* и *оконтуривающие*.

Существенное влияние на эффективность разрушения горных пород взрывом при проведении горных выработок оказывает способ образования врубовой полости, которая формирует дополнительную свободную поверхность для зарядов отбойных и оконтуривающих шпуров. Для расширения врубовой полости применяют вспомогательные шпуры.

Известные типы врубов подразделяются на три основные группы: *наклонные врубы* (отрывающего действия), образуемые шпурами, пробуренными наклонно к оси выработки; *прямые (призматические) врубы* (дробящего действия), образуемые шпурами, пробуренными параллельно оси выработки; *комбинированные врубы*, образуемые наклонными и параллельными шпурами по отношению к оси выработки.

Комплект шпуров с вертикальным клиновым врубом (рис. 1, а) применяется при наличии вертикальной слоистости горных пород. Клиновой вруб образуется из четырех, шести или восьми шпуров, расположенных в двух вертикальных плоскостях, направленных под большим или меньшим углом к центру выработки. Этот вруб получил наиболее широкое распространение при сооружении выработок различного сечения в разных странах.

Максимальная величина подвигания забоя с помощью применения этого вруба составляет около 40-45% от ширины выработки (острый угол при вершине обычно больше 60°).

К преимуществам клинового вруба относятся: удобство и простота обустройства вследствие возможности рационального расположения бурового оборудования в забое; достаточно высокий к.и.ш.; наилучшие результаты применения его в условиях пород с вертикальным направлением пластов и трещин.

Недостатками клинового вруба являются ограничение эффективной глубины вруба, а, следовательно, подвигания забоя за взрыв в зависимости от ширины выработки; большой разброс взорванной породы и нарушение целостности крепи и боков выработки; ограничение применения его типом пород.

Комплект шпуров с горизонтальным клиновым врубом (рис. 1, г) применяется при горизонтальном направлении напластования пород и трещин. Врубные шпуры располагаются по двум параллельным горизонтальным линиям и направлены под углом друг к другу для образования горизонтально расположенного клина. Этот вруб широкого распространения не получил из-за сложности практического выполнения.

Вследствие присущих им недостатков (сложность размещения шпуров по поверхности забоя и придания им заданного угла наклона; трудность бурения наклонных шпуров и др.) эти врубы широкого распространения не получили.

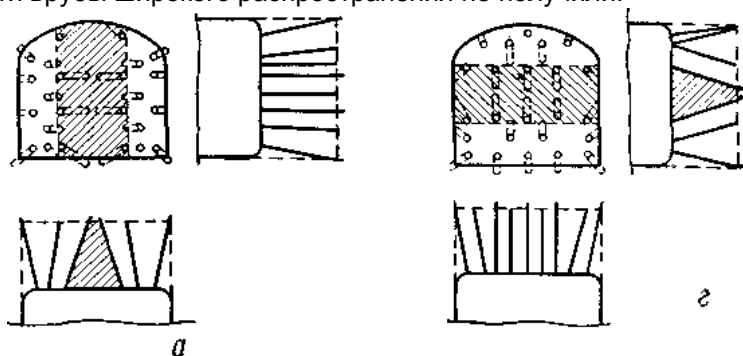


Рис. 1. Комплекты шпуров с клиновыми врубами
а – вертикальный; б – боковой; в – нижний; г – горизонтальный; д – верхний.

Многоклиновой вруб получил наибольшее распространение в Швеции при сооружении выработок с площадью сечения более 40 м^2 . В зарубежной литературе он известен под названием "плужной

вруб". Число "клиньев" многоклинового вруба зависит в основном от ширины выработки: 3 клина при ширине выработки до 6 м; 3-5 клиньев при ширине выработки 6-8 м и т.д.

Преимущества многоклинового вруба: обеспечивает высокий к.и.ш при глубине бурения до 7-10 м; удобен для бурения вследствие возможности рационального размещения бурового оборудования и бурильщиков.

Недостатки многоклинового вруба: зависимость величины подвигания выработки за цикл от ее ширины; сложность бурения шпуров и монтажа электровзрывной сети; необходимость привлечения рабочих высокой квалификации; трудности, возникающие при попытке полностью механизировать процесс бурения шпуров.

Многоклиновой вруб целесообразно применять в широких выработках при необходимости получения подвиганий за цикл не менее 4-5 м.

Пирамидальный вруб (рис. 2) может быть образован тремя, четырьмя, шестью и большим числом шпуров. Он получил свое название вследствие того, что врубовые шпуры образуют как бы четырехгранную или трехгранную пирамиду в забое. Число врубовых шпуров зависит главным образом от взрываемости породы - чем труднее взрывается порода, тем больше шпуров должно быть во врубе. Пирамидальный вруб способствует повышению эффективности взрыва в крепких и вязких породах, не имеющих слоистости. Обычно применяется при проведении вертикальных выработок. Присущие ему недостатки (зависимость глубины подвигания от ширины выработки, трудности бурения сходящихся врубовых шпуров и др.) резко сократили его применение.

Веерный вруб в зависимости от расположения шпуров может быть как горизонтальным, так и вертикальным. Для образования взрывной полости необходимо соблюдать прямой угол между направлением шпуров и плоскостью отрыва, а также вполне определенную последовательность в расположении шпуров и их взрывании.

Преимущества веерного вруба: обеспечивает высокий к.и.ш. при правильном соблюдении направления и очередности взрывания шпуров.

Однако распространенные выше типы врубов постепенно уступают место более прогрессивному прямому врубу.

К этой группе относятся врубы, образованные шпурами, перпендикулярными к плоскости забоя (шпуры параллельны друг другу). Большинство прямых врубов представляет собой

комбинацию из заряженных и холостых шпуров (скважин). Некоторые типы прямых врубов имеют общепризнанные названия, например, щелевой вруб, спиральный, корромант и т.д.

Врубы с расположением шпуров параллельно оси выработки применяются в тех случаях, когда по условиям организации работы требуется применение более глубоких шпуров и применение клинового или пирамидального врубов лимитируется сечением выработки.

Прямые врубы целесообразно использовать при применении механизированного бурового оборудования в крепких монолитных породах, не склонных к пластической деформации.

Прямой вруб - это совокупность параллельных заряжаемых шпуров и компенсационных холостых скважин (шпуров), взаимное расположение которых с учетом предельных л.н.с. обеспечивает при взрывании в установленной последовательности образование врубовой полости заданной глубины, площадь поперечного сечения которой (размером не менее $1 \times 1 \text{ м}^2$) необходима и достаточна для последующей отбойки массива горных пород в пределах поперечного сечения проводимой выработки с постоянной л.н.с. отбойных шпуров и коэффициентом их использования, близким к единице.

Прямой вруб имеет следующие достоинства:

1. Величина подвигания не зависит от ширины выработки. Это положение чисто теоретическое. Практически отклонение шпуров от заданного направления и их запрессовка ограничивают величину подвигания.

2. Высокая эффективность вруба в крепких породах. В производственных условиях в породах, склонных к пластической деформации, для полного выброса взорванной породы из вруба иногда в холостой шпур помещают дополнительный заряд ВВ, взрываемый после взрыва остальных. Тип ВВ для дополнительного заряда выбирают по чувствительности его к детонации, так как в случае высокой чувствительности дополнительный заряд может взорваться одновременно с другими зарядами, что приводит к запрессовыванию взорванной породы.

3. Малый разброс породы, который определяется направлением отбойки, влечет за собой повышение производительности погрузки в забое и уменьшение нежелательных последствий взрыва.

4. Позволяет создать максимальную концентрацию бурового оборудования у забоя, что важно для осуществления скоростного сооружения выработок. В перспективе применение прямого вруба

позволит полностью механизировать и автоматизировать процесс бурения шпуров.

К недостаткам прямого вруба относятся:

трудоемкость бурения компенсационных скважин большого диаметра (в случае применения соответствующей конструкции прямого вруба);

недостаточное исследование процессов, происходящих при взрыве прямого вруба, что затрудняет определять параметры прямого вруба в конкретных условиях.

Практически все работы, посвященные исследованию прямого вруба, сводятся к определению необходимого расстояния между заряженным шпуром и холостым в зависимости от диаметра последнего в производственных условиях.

Прямые врубы различают щелевые, призматические и спиральные.

При щелевом врубе шпуры располагаются в одну, чаще вертикально расположенную линию (рис. 3, а). После взрыва таких шпуров в забое образуется вруб, напоминающий щель. Он применяется в хрупких породах.

Призматический вруб (рис. 3,б) может применяться в выработках разного сечения в породах от слабых до очень крепких.

Спиральный призматический вруб (рис. 3, в) отличается от обычного призматического тем, что шпуры этого вруба, оставаясь параллельными между собой, располагаются в плоскости забоя не на одинаковом расстоянии от центрального обычно не заряжаемого шпура, а на последовательно увеличивающемся расстоянии, располагаясь как бы по спирали.

В спиральном врубе (рис. 4) пять-шесть шпуров располагают по спирали от центрального, обычно незаряжаемого шпура с увеличением расстояния между ними. Шпуры взрывают последовательно с замедлением. Этот вруб является наиболее рациональным, так как создает врубовую воронку наибольшего объема, хотя и имеются некоторые сложности по разметке шпуров.

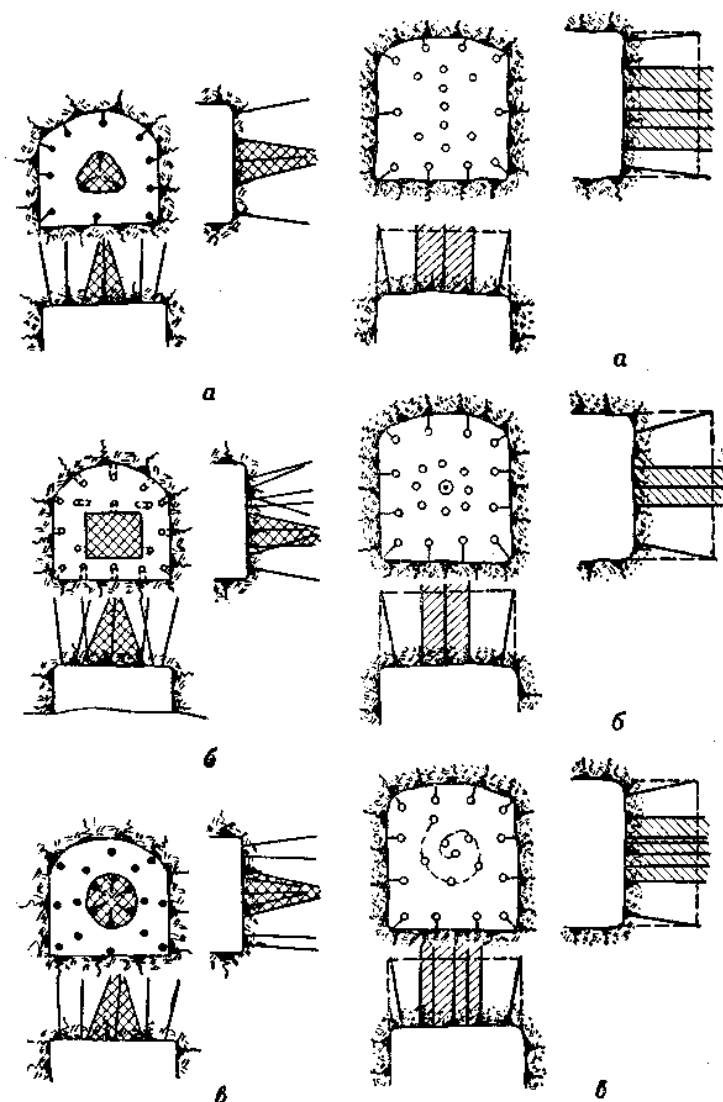


Рис. 2. Комплекты шпуров с пирамидальными врубами:
 а – центральный вруб из трех шпуров; б – центральный вруб из четырех шпуров;
 в – центральный вруб из шести шпуров

Рис. 3. Комплекты шпуров с прямыми врубами

а – щелевой;
 б – призматический;
 в – спиральный призматический

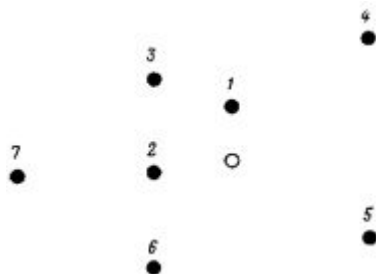


Рис. 4. Расположение шпуров спирального вруба
(1-7 - последовательность взрывания)

Необходимое число врубовых шпуров определяется главным образом заданной глубиной вруба, крепостью и свойствами пород. Из-за большого разнообразия условий возможно большое число комбинаций расположения шпуров вруба (рис. 5), которые применяют в породах разной крепости.

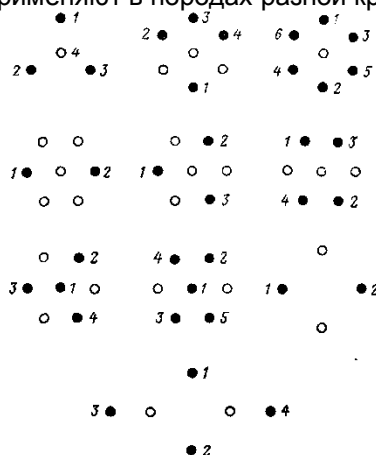


Рис. 5. Разновидности прямых врубов
(1-6 – последовательность взрывания)

Секционно-призматический вруб состоит из 16 шпуров, располагаемых по вершинам четырех квадратов (рис. 6). Одним из достоинств этого вруба является эффективность применения в породах с различными физико-механическими свойствами.

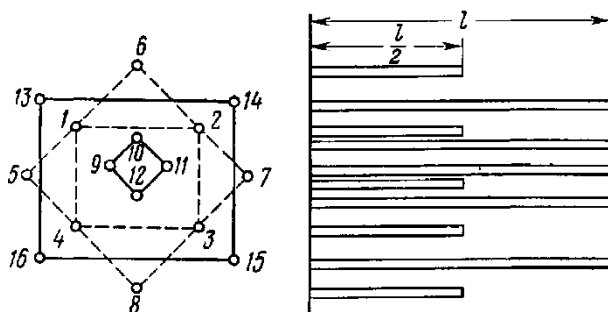


Рис. 6. Секционно-призматический вруб

Заряды шпуров перечисленных видов прямых врубов взрываются одновременно, кроме шпуров спирального вруба, требующего последовательного взрывания шпуров.

В случаях проведения выработок в *особо трудновзрываемых* породах, когда ни один из типов врубов не дает желаемых результатов, применяется комбинированный вруб, состоящий из центрального вертикального клинового и щелевого или призматического. При этом призматический вруб располагается внутри клинового.

Комбинированные вruby состоят из параллельных и наклонных шпуров и представляют собой различные разновидности.

Расположение вруба. При выборе места расположения вруба в забое необходимо исходить из требований, которые должны быть предъявлены к дроблению породы, кучности и месту ее расположения в забое.

При боковом расположении вруба в забое отбойка породы направлена в сторону вруба. Отбитая горная масса дробится равномерно и располагается у стены выработки. Такое расположение вруба целесообразно применять в случае необходимости обеспечения подхода к противоположной стороне забоя.

При верхнем расположении вруба в забое происходит неравномерное дробление породы. Горная масса располагается в забое кучно, однако почва выработки обрабатывается некачественно. Также трудно осуществить бурение таких врубовых шпуров.

При нижнем расположении вруба в забое наблюдается крупное дробление породы. Расположение горной массы кучное. Некоторое увеличение необходимого числа шпуров окупается возможностью удобно размещать буровое оборудование в забое и производить точное бурение врубовых шпуров.

При центральном расположении вруба обеспечивается наилучшее дробление и расположение горной массы в забое,

однако наблюдается некоторое увеличение необходимого числа шпуров в забое по сравнению с боковым и верхним расположением вруба в забое. Наиболее целесообразно при проведении горных выработок различного назначения с применением самоходного оборудования использовать центральный вруб.

2.6. Расчёт удельного расхода ВВ

Удельный расход ВВ, необходимый для взрывания 1 м³ породы в массиве, зависит от физико-механических свойств взрывааемых пород (в первую очередь от крепости пород), степени зажима, глубины разработки, мощности взрывааемых массивов, их однородности, трещиноватости, типа ВВ, взрываемости и ряда других факторов.

Для определения удельного расхода ВВ пользуются в основном эмпирическими формулами. Результаты расчета удельного расхода ВВ по эмпирическим формулам следует считать ориентировочным, которые требуют уточнения по результатам опытных взрываний.

Наиболее распространенной является эмпирическая формула проф. М.М. Протодяконова, уточнённая проф. П.Я. Тарановым

$$q_{BB} = 0,4 \left(\sqrt{0,2 \cdot f} + \frac{1}{\sqrt{S_{np}}} \right)^2 \cdot e^{-1} \cdot k_{yz}, \text{ кг/м}^3, \quad (3)$$

где e^{-1} - показатель, обратный коэффициенту работоспособности, $e^{-1} = P_{эт}/P_x$;

$P_{эт}$ - фугасность ВВ, принятого за эталонное, см³ (для аммонита 6ЖВ $P_{эт} = 380 \text{ см}^3$);

P_x - фугасность применяемого ВВ (Приложение 2), см³;

S_{np} - площадь забоя выработки "в свету", м²;

f - коэффициент крепости пород по шкале проф. М.М. Протодяконова;

k_{yz} - коэффициент усиления заряда, $k_{yz} = 1,2-1,3$.

Проф. Н.М. Покровский предложил для расчета удельного расхода ВВ формулу

$$q_{BB} = q_{эт} \cdot S_1 \cdot v_{зая} \cdot e^{-1}, \text{ кг/м}^3, \quad (4)$$

где $q_{эт}$ - нормальный удельный расход эталонного ВВ, кг/м³, который принимается по табл. 9 и зависит от свойств породы;

S_1 - коэффициент, учитывающий структурные особенности пород, принимается по табл. 10;

$V_{\text{заж}}$ - коэффициент зажима взрываваемой породы, который принимается по табл. 11.

Таблица 9

Зависимость удельного расхода ВВ от физико-механических свойств пород

Характеристика пород	Категория пород	Коэфф. крепости пород	Удельный расход эталонного ВВ, $Q_{\text{эт}}$, кг/м ³
Очень крепкие кварцитовые песчаники, граниты и гнейсы. Базальт и другие кристаллические породы. Весьма крепкие известняки, песчаники и доломиты	Внекатегорная	15-20	1,2-1,5
Плотные граниты, кварцитовые песчаники, диориты. Мелкозернистые, монолитные песчаники и известняки, гнейсы	'	10-15	1 -1,1
Некрепкий гранит, плотные песчаники и известняки. Колчеданы, крепкие мраморы и доломиты	II	8	0,7-0,8
Крепкие песчано-глинистые и песчаные сланцы Сланцевые и глинистые песчаники. Крепкие глинистые сланцы с включением колчедана. Мягкие песчаники и известняки	III	4-6	0,4-0,6
Глинистые и углистые сланцы средней крепости, плотный мергель. Слабые песчаные сланцы	IV	2-3	0,2 - 0,3
Трещиноватые, разрыхленные известняки и доломиты Слабые глинистые и углистые сланцы. Антрацит, крепкий каменный уголь	V	2	0,15

Таблица 10

Оценка структурных особенностей руд и пород

Характеристика руд и пород	Коэффициент структурных особенностей пород S_1
Руда (порода) слоистая, трещиноватая, хрупкая	0,7-0,9
Руда (порода) мелкозернистая, плотная	0,9-1,1
Руда (порода) с неправильным залеганием, нарушенная сдвигами и мелкой трещиноватостью	1,1-1,3
Руда (порода) со сланцевым залеганием и меняющейся крепостью и напластованием, перпендикулярным направлению шпура	1.3
Руда (порода) плотная, кливажная	1,3-1,5
Руда (порода) монолитная, плотная, вязкая, упругая, пористая	1,5-2

Таблица 11

Оценка степени зажима взрывааемых пород

Выработка, вруб	$\frac{l_{ин}}{\sqrt{S_{np}}}$	Коэффициент зажима породы $v_{зж}$
Горизонтальные выработки с одной плоскостью обнажения забоя при клиновом и воронкообразном врубах	0,5-0,7 0,7-1 1-1,2 1,2-1,5	1,7-2 2-2,5 2,5-3 3-4
Вертикальные стволы при клиновом и воронкообразном врубах:	0,5-0,7	2-2,5
Выработка с двумя плоскостями обнажения забоя (штреки, уклоны, бремсберги) при подрывке:		
нижней	-	1,6
верхней	-	1,2
боковой	-	1,4
Угольные забои штреков (уклонов, бремсбергов) при одной плоскости обнажения забоя, длине заходки 1,8-2 м и мощности пласта, м:		
0,7-1	-	4
1-1,3	-	3

Коэффициент зажима в приведенной формуле характеризует неравномерность возрастания периметра выработки по сравнению с отрывааемой энергией взрыва объемом пород; для забоев с одной обнаженной поверхностью $v_{зж} = 6,5/\sqrt{S_{np}}$; для двух свободных поверхностей $v_{зж} = 1,2-1,5$.

При глубине шпуров 2,6 м диаметром 42 мм одной обнаженной плоскости и взрывании ВВ с работоспособностью 300-380 см³ (типа аммонит № 6ЖВ) величину удельного расхода ВВ ориентировочно можно принимать по табл.12.

Ш.И. Ибраев предложил для расчета удельного расхода ВВ формулу

$$q_{BB} = \frac{\sqrt{f} - a_{\text{выр}} \cdot \sqrt{S_{np}}}{b_{\text{кз}}}, \text{ кг/м}^3, \quad (5)$$

где $a_{\text{выр}}$ - коэффициент, зависящий от вида выработки ($a_{\text{выр}} = 0,25-0,3$ - для горизонтальных выработок, $a_{\text{выр}} = 0,12 - 0,15$ - для стволов шахт и рудников);

$b_{\text{кз}}$ - коэффициент относительной концентрации энергии в единице объема патронированного ВВ ($b_{\text{кз}} = 0,8-1,4$).

Таблица 12

Рекомендуемый удельный расход ВВ в зависимости от S и f

Площадь забоя в проходке, м ²	Крепость пород f				
	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
8	2,51-2,96	2,96-3,58	3,58-4,08	4,08-4,82	4,82-5,62
9	2,37-2,79	2,79-3,38	3,38-3,85	3,85-4,55	4,55-5,30
10	2,25-2,65	2,65-3,21	3,21-3,65	3,65-4,32	4,32-5,03
11	2,15-2,52	2,52-3,06	3,06-3,48	3,48-4,11	4,11-4,79
12	2,06-2,42	2,42-2,94	2,94-3,35	3,35-3,96	3,95-4,61
13	1,98-2,33	2,33-2,83	2,83-3,22	3,22-3,80	3,80-4,43
14	1,90-2,24	2,24-2,72	2,72-3,10	3,10-3,65	3,65-4,26
15	1,84-2,16	2,16-2,63	2,63-3,00	3,00-3,53	3,53-4,12
16	1,78-2,09	2,09-2,55	2,55-2,90	2,90-3,42	3,42-3,99
17	1,73-2,03	2,03-2,48	2,48-2,82	2,82-3,32	3,32-3,87
18	1,68-1,97	1,97-2,41	2,41-2,74	2,74-3,22	3,22-3,76
19	1,64-1,92	1,92-2,35	2,35-2,67	2,67-3,14	3,14-3,66
20	1,60-1,87	1,87-2,29	2,29-2,60	2,60-3,06	3,06-3,57
21	1,56-1,82	1,82-2,23	2,23-2,54	2,54-2,99	2,99-3,48
22	1,52-1,78	1,78-2,18	2,18-2,48	2,48-2,92	2,92-3,40

Врубные шпуров заряжают ВВ с удельным расходом в 1,15-13,8 раз больше максимального значения удельного расхода (большие значения для более крепких пород).

$$q_{\text{вр}} = \frac{Q_{\text{вр}}}{V_{\text{вр}}} = K_{\text{рас}} \cdot q, \text{ кг/м}^3, \quad (6)$$

где $q_{\text{вр}}$ - удельный расход ВВ на образование врубовой полости, кг/м³;

$Q_{\text{вр}}$ - количество ВВ, размещаемого во врубовых шпурах, кг;

$V_{\text{вр}}$ - объем врубовой полости;

$K_{\text{рад}}$ – коэффициент разрушающего действия вруба,
 $K_{\text{рад}}=1,15-13,85$.

Удельный расход ВВ в оконтуривающих шпурах целесообразно уменьшать для снижения законтурного разрушения.

$$q_{\text{ок}} = \frac{Q_{\text{ок}}}{V_{\text{ок}}} = (0,85 - 0,95) \cdot q_{\text{ВВ}}, \text{ кг/м}^3. \quad (7)$$

Объем взрывааемой породы на заходку, м^3 можно находится

$$V_{\text{зах}} = l_{\text{зах}} S_{\text{вч}}. \quad (8)$$

Расчетный расход ВВ на заходку, кг:

$$Q_{\text{расч}} = q V_{\text{зах}}. \quad (9)$$

Ориентировочное количество шпуров на заходку можно определить:

$$N = \frac{1,27 q_{\text{ВВ}} S_{\text{вч}} \eta}{\Delta d_{\text{п}}^2 k_{\text{зап}}}, \quad (10)$$

где Δ – плотность заряда ВВ, кг/м^3 ; $d_{\text{п}}$ – диаметр заряда (патрона) ВВ, м; $k_{\text{зап}}$ – средневзвешенный для забоя коэффициент заполнения шпуров.

При расчетах значение $k_{\text{зап}}$ принимают равным:

0,4 для пород с $f < 5$;

0,45 для пород с $f = 5-8$;

0,5-0,6 для пород с $f > 8$.

Масса ВВ, приходящаяся на один шпур определяется:

$$p_{\text{ш}} = Q_{\text{расч}} / N. \quad (11)$$

Полученную величину округляют таким образом, чтобы принятая величина $p_{\text{ш}}$ была бы кратной массе одного патрона и корректируют в соответствии с реальной вместимостью шпура в зависимости от его длины и диаметра с учетом забойки.

Если принятая масса шпурового заряда отличается от расчетной более чем на 5%, следует скорректировать количество шпуров, сохранив расчетный расход ВВ на заходку, т.е.:

$$N_{\text{ут}} = Q_{\text{расч}} / p_{\text{ф}}, \quad (12)$$

где $p_{\text{ф}}$ – фактическая масса ВВ в шпуре, кг.

2.7. Порядок составления схемы расположения шпуров

При построении схемы расположения шпуров, число шпуров, установленных расчетным путем, можно корректировать исходя из условий целесообразного их размещения на забое. Сначала размещают врубовые шпуры, а после, на оставшейся площади забоя, располагают вспомогательные, отбойные и оконтуривающие. Объем взрываеваемой породы, приходящейся на один врубовый шпур, должен быть меньше, чем для отбойного шпура, так как врубовые заряды работают в условиях интенсивного "зажима" и одной свободной поверхности.

Схема расположения шпуров выполняется в трех проекциях в масштабе 1:25 или 1:50 с указанием всех необходимых размеров, необходимых бурильщику при разметке шпуров на груди забоя горной выработки.

Как правило, на главном виде показывают только размеры поперечного сечения выработки.

На проекции "в плане" проставляют размеры между отдельными группами шпуров по обе стороны продольной оси выработки (расстояние между врубовыми шпурами, между врубовыми и отбойными (вспомогательными), между вспомогательными и оконтуривающими). Устья оконтуривающих шпуров должны отступать от контура выработки не более чем на 0,2 м.

На боковой проекции проставляются размеры между: уровнем почвы выработки и нижним рядом врубовых шпуров; рядами врубовых шпуров по вертикали; верхним рядом врубовых шпуров и вспомогательными шпурами; вспомогательными и предконтурными шпурами и контуром выработки (верхней точкой поперечного сечения).

По площади поперечного сечения выработки на предполагаемой плоскости отрыва породы (на глубине /зах) все шпуры (кроме врубовых) должны располагаться равномерно. Ниже приведен примерный порядок необходимых расчетов, выполняемых при составлении схемы расположения шпуров для выработки арочной формы поперечного сечения.

Расстояние от заряда ВВ до ближайшей поверхности должно быть не менее 0,5 м по углю и не менее 0,3 м по породе, в том числе и при взрывании зарядов в породном негабарите.

В любых условиях при построении паспорта следует руководствоваться минимально допустимыми расстояниями между смежными шпурами [1], приведенными в табл. 13.

Таблица 13
Минимально допустимые расстояния между смежными шпуровыми зарядами

Условия взрывания	Минимально допустимое расстояние (м) между смежными шпуровыми зарядами при применении взрывчатых веществ класса			
	II	III - IV	V	VI
По углю	0,6	0,6	0,5	0,4
По породе:				
при $f < 7$	0,5	0,45	0,3	0,25
при $f = 7 - 10$	0,4	0,3	-	-

Качество взрыва зависит от типа забойки, ее длины и плотности. В качестве забойки может применяться глина, смесь глины с песком, гидрозабойка и другие материалы, допущенные Госгортехнадзором России.

При взрываний по углю и по породе минимальная величина забойки для всех типов забоечных материалов должна составлять:

- при глубине шпуров 0,6 - 1,0 м - половину глубины шпура;
 - при глубине шпуров более 1м- 0,5 м;
- при взрываний зарядов в скважинах - 1 м.

Рекомендуемые параметры забойки приведены в табл. 14.

Таблица 14
Рекомендуемый материал и параметры забойки

Материал забойки	Крепость пород	Длина забойки, м
Смесь песка и глины в пропорции 1:1	Крепкие	0,7
	Средней крепости	0,8
	Слабые	0,9
Песок средней крупности	Крепкие	0,5
	Средней крепости	0,55
	Слабые	0,6
Щебень	Крепкие	0,45
	Средней крепости	0,5
	Слабые	0,55

Расстояние между врубовыми шпурами рассчитывают подбором исходя из размещения требуемого количества ВВ на образование врубовой полости в шпурах рассматриваемой конструкции.

Расстояние между группами шпуров (Л.Н.С. отбойных и оконтуривающих шпуров) при условии его равенства расстоянию между шпурами

$$W = a = 1,13 \sqrt{\frac{S_{\text{сч}}}{N}}, \text{ м} \quad (12)$$

Число групп отбойных и оконтуривающих шпуров по ширине забоя равно

$$n_{\text{гр}} = \frac{b - b_{\text{вр}}}{2 \cdot W}, \quad (13)$$

где b - ширина выработки, м;

$b_{\text{вр}}$ - ширина вруба, м.

Аналогично определяется число групп шпуров и по высоте забоя.

Количество шпуров в каждой группе определяется при условии, что длина колонки заряда ВВ на один шпур с учетом забойки равна глубине шпура. Если глубина шпура недостаточна для размещения заряда, то число шпуров увеличивается, в противном случае - уменьшается.

2.7.1. Особенности расчета параметров БВР при сооружении вертикальных стволов

На качество взрывных работ в забое вертикальных выработок значительное влияние оказывает коэффициент использования врубовых шпуров. С увеличением глубины шпуров применение клиновых врубов усложняется и становится нецелесообразным. При глубине шпуров 4,0-4,5 м и колонковой конструкции заряда наиболее удачным следует считать применение шагающего двойного цилиндрического вруба. Двойной цилиндрический вруб представляет собой комплект вертикальных шпуров, расположенных по одной или двум окружностям.

В первом случае расчетное количество шпуров первой окружности увеличивается в два раза, но каждый второй шпур бурится на 0,5-0,6 м короче расчетной глубины. Заряд взрывчатого вещества в каждом врубовом шпуре принимается равным

половине расчетного. Инициирование зарядов более коротких врубовых шпуров производится в первую очередь, а затем детонаторами с большим временем замедления взрываются заряды, расположенные в длинных врубовых шпурах.

Во втором случае комплект врубовых шпуров располагается по двум окружностям. При этом лучшее дробление пород происходит тогда, когда длинные шпуры располагают на первой, а короткие на второй вспомогательной окружности. Глубина коротких шпуров не должна превышать половины глубины шпуров комплекта. Расстояние между врубовыми окружностями не должно превышать 200 мм. В этом случае выдерживаются расстояния между зарядами, требуемые действующими Правилами [1].

На практике короткие шпуры иногда располагают на первой врубовой окружности. При взрывных работах по слабым породам с коэффициентом крепости по шкале проф. М.М. Протодяконова $f < 6$ такая схема расположения врубовых шпуров на разрушение массива не влияет. Однако при увеличении крепости пород $f > 6$ лучшее дробление массива в забое шпуров и проработка дна врубовой полости происходит тогда, когда диаметр окружности длинных шпуров несколько уменьшен, заряды сближены, а короткие шпуры расположены на второй окружности. При такой конструкции вруба расстояние между врубовыми и вспомогательными шпурами не должно превышать расчетного и при разметке откладывается от глубоких шпуров.

При взрывании пород крепостью по шкале проф. М.М. Протодяконова $f < 6$ шпуры следует располагать по окружностям в соответствии с расчетными параметрами. В породах с крепостью по шкале проф. М.М. Протодяконова более 6 врубовые и вспомогательные шпуры располагают по окружностям, а четные отбойные шпуры третьего и последующего рядов смещают на 0,5 л.н.с. к центру ствола. Шпуры располагаются звездообразно, чтобы заряды последующего ряда компенсировали увеличение толщи разрушаемого массива. Такая схема расположения зарядов способствует разрушению массива волной напряжений, увеличивает коэффициент использования шпуров, улучшает дробление пород в донной части заряда.

С целью увеличения коэффициента использования шпуров при проходке стволов по крепким породам целесообразно в донной части шпура размещать одну ампулу водяной забойки, заполненную на $1/2$ воздухом.

Обустройство забоя установками СМБУ-4 по приведенным схемам расположения шпуров не представляет трудностей. При

бурении шпуров установками БУКС-1 смещение шпуров к центру ствола можно осуществлять попарно, но не более чем на 0,5 л.н.с.

При выборе ВВ следует иметь ввиду, что ЕПБ допускают при сооружении стволов в обводненных породах применять непродохранительные ВМ даже в случаях пересечения стволом пластов угля, опасных по газу или пыли. Как правило, при сооружении стволов в качестве ВВ применяют скальный аммонит №1, прессованный в патронах диаметром 45 мм. В качестве средств инициирования применяют электродетонаторы мгновенного и замедленного действия.

Длину заходки применяют, исходя из требуемой месячной скорости и принятой технологической схемы сооружения ствола. При применении стволопроходческих комплексов длину заходки обычно принимают равной высоте передвижной опалубки (как правило, $l_{\text{зах}}=4$ м). Учитывая значительные площади поперечного сечения стволов, коэффициент использования шпуров при расчете принимают $\eta=0,9$.

Удельный расход ВВ определяют по формуле Н.М. Покровского или принимают по справочнику.

Расчет количества шпуров и массы шпуровых зарядов выполняется аналогично расчету для горизонтальной выработки, проводимой в однородных породах.

В качестве вруба обычно применяют прямые цилиндрические врубы (6-10 шпуров, образующих цилиндр в зависимости от крепости породы) с центральным шпуром по вертикальной оси выработки.

При круглой форме поперечного сечения ствола шпуров располагают по концентрическим окружностям. Их количество определяют по формуле:

$$n = \frac{D_{\text{вч}} - 2l_1}{2a}, \quad (14)$$

где $D_{\text{вч}}$ – диаметр ствола вчерне, м; l_1 – расстояние от проектного контура ствола до окружности, по которой располагаются оконтуривающие шпуров, принимается $l_1=0,2-0,3$ м в зависимости от крепости пород; a – расстояние между шпуров, м, определяется по формуле:

$$a = \sqrt{S_{\text{вч}}/N}, \text{ м}, \quad (15)$$

$S_{вч}$ – площадь поперечного сечения ствола вчерне, m^2 ; N – общее количество шпуров.

Диаметры окружностей, по которым располагаются шпуров, определяют по формулам:

$$D_1 = D_{вч} - 2l_1,$$

$$D_n = D_{n-1} - 2a_1,$$

где D_1 – диаметр окружности оконтуривающих шпуров, м; D_n – диаметр любой окружности, кроме окружности оконтуривающих шпуров, м; D_{n-1} – диаметр предыдущей окружности, м, при определении диаметра окружности предконтурного ряда $D_{n-1} = D_{вч}$.

Количество шпуров в каждой окружности (кроме окружности, по которой располагаются врубовые шпуров) определяют по формуле:

$$N_n = P_n / a, \quad (16)$$

где P_n – периметр соответствующей окружности, м.

Суммарное количество шпуров по окружности должно быть равным общему количеству шпуров, определенному ранее (± 3 шпура).

При круглой форме поперечного сечения ствола схема расположения шпуров выполняется в двух проекциях. На схеме указываются основные размеры.

2.8. Показатели буровзрывных работ

К схеме расположения шпуров обязательно прилагается таблица данных о шпурах, составляемая на основании результатов произведенных расчетов. Перечень основных показателей буровзрывных работ приведен в табл. 15.

2.9. Правила безопасности при ведении взрывных работ в горной выработке

В разделе описывается:

- перевозка требуемого количества взрывчатых материалов и доставка их по горным выработкам к проектируемому забою;
- технология производства взрывных работ для выбранного в паспорте способа;
- изготовление боевиков;
- порядок ликвидации отказавших зарядов.

Таблица 15

Таблица расчета зарядов

Группа взрываемых шпуров	Расчетные параметры шпуров по очередности взрывания					Параметры заряда			Проектные параметры							
						Гранулирова нное ВВ		Параметры патронов ВВ								
	Удельный расход ВВ, кг/м ³	Размер полости, м ³	Глубина шпуров, м	Заряд ВВ группы шпуров, кг	Объем отбиваемой породы, м ³	Масса заряда ВВ в шпуре, кг	Масса заряда ВВ в группе, кг	Диаметр, м	Длина, м	Масса, кг	Количество патронов ВВ в шпуре, шт	Масса заряда ВВ в шпуре, кг	Длина заряда ВВ в шпуре, м	Длина забойки в шпуре, м	Кoeffициент заполнения шпура	Фактический удельный расход ВВ, кг/м ³
Врубовые - 1																
Врубовые - 2																
Отбойные - 1																
Отбойные - 2																
Отбойные - 3																
Оконтуривающие																
Сумма на заходку																

Таблица 16

Исходные данные для курсовой работы

№ варианта	Название, форма, размеры поперечного сечения и условия проведения горной выработки									
	Название выработки	Форма поперечного сечения	Размеры сечения			Пространственное положение	Уходка за цикл, м	Крепость пород	Обводненность забоя	Особые условия
			ширина, м	Высота, м	Площадь, м					
1	ствол	круглая	7	-	38,5	Вертикальное	2,9	8	мокрый	-
2	ствол	прямоугольная	3,5	4	14	Вертикальное	2,1	6	мокрый	-
3	штольня	сводчатая	5	4	18	Горизонтал.	2,6	14	сухой	-
4	квершлаг	арочная	4,08	3,34	11,4	Горизонтал.	3,6	5-7	сухой	Опасный по взрыву газа
5	штрек	трапецивид.	3,4	3,2	8,5	Горизонтал.	2,0	8-10	сухой	Опасный по взрыву газа
6	восстающий	прямоугольн.	2	2	4	Вертикальное	2,0	15	сухой	-
7	рудоспуск	прямоугольн.	2	1,6	3,2	Наклонное 70° к горизонту	1,8	17	сухой	-
8	бремсберг	трапечиевид.	3,28	2,94	9,2	Наклонное 30° к горизонту	1,5	5-6	сухой	Опасен по взрыву газа
9	уклон	трапечиевид.	3,2	2,7	8,2	Наклонное 17° к горизонту	1,7	6-7	водопиток 1 м³/ч	Опасный по взрыву газа
0	рудоспуск	Круглая 3	3	-	7,01	Вертикальное	1,9	12-13	сухой	-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Единые правила безопасности при взрывных работах //Безопасность при взрывных работах. Сб. документов. – Вып.1. Сер.13. – М.: НТЦ по безопасности в промышленности, 2001.
2. Смирняков В.В., Вихарев В.И, Очуров В.И. Технология строительства горных предприятий. М. Недра, 1989. УДК 622.012:69(24) (075.8).
3. Суханов А.Ф., Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом. М. Недра, 1983. УДК 622.233:622.235.02 (075.8).
4. Справочник взрывника. Под ред. проф., д.т.н. Б.Н.Кутузова. М. Недра, 1988. УДК 622.235-05(035).
5. Бова Ю.С., Сафонов Г.Н. Проходчик горных выработок. М. Недра, 1989. УДК 622.012.004 (075).
6. Справочник по горнорудному делу. Под. ред. В.А.Гребенюка, Я.С.Пыжьянова, И.Е.Ерофеева. М. Недра, 1983. УДК 622.272.06:622.34 (035).
7. Баранов А.О. Проектирование технологических схем и процессов подземной добычи руд. М. Недра, 1992.
8. Покровский Н.М. Технология строительства подземных сооружений и шахт. Часть 1. Технология сооружения горизонтальных выработок и тоннелей. М. Недра, 1977. УДК 622.261.2 (075.8).
9. Мангуш С.К., Крюков Г.М., Фисун А.П. Взрывные работы при подземной разработке полезных ископаемых. М. Изд-во академии горных наук. 2000. УДК 622.233 : 622.235 : 622.272.
10. Вяльцев М.М. Технология строительства горных предприятий в примерах и задачах. М. Недра, 1989. УДК 622.014.5.001.24:681.3.06 (075.8).
11. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом. ПБ-03-553-03, НПО ОБТ, 2003.
12. Корнилов М.В Разрушение горных пород взрывом: конспект лекций / М.В. Корнилов; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. – 202 с.
13. Латышев О.Г., Петрушин А.Г., Азанов М.А. Промышленные взрывчатые материалы: учебное пособие / О.Г. Латышев, А.Г. Петрушин, М.А. Азанов; Урал. гос. горный ун-т; под редакцией О.Г. Латышева. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. – 221 с.
14. Перечень взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к применению в Российской Федерации.
15. Меркулов А.В., Сильченко Ю.А., Скориков В.А. Проектирование паспортов буровзрывных работ при проходке горных выработок: Учебное пособие / Шахтинский институт ЮРГТУ. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2002. – 70 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Форма паспорта буровзрывных работ

Объединение _____

Рудник (шахта) _____

Участок _____

УТВЕРЖДАЮ
Главный инженер

(название рудника)

(ф.и.о.)

« ____ » _____ 20__ г.

(подпись)

ПАСПОРТ
Буровзрывных работ № _____
на проведение

(наименование выработки или забоя, место проведения, площадь сечения)

Краткая горно-геологическая характеристика пород (руд)

1. Наименование пород (руд) _____
2. Коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протодяконова _____
3. Трещиноватость _____
4. Ориентация трещин _____
5. Обводненность _____
6. Категория опасности по взрыву газа или пыли _____
7. Прочие _____

Буровзрывные показатели

1. КИШ $\eta =$ _____; Длина уходки $L_{yx} =$ _____, м; Отбиваемый объем $V =$ _____ м³; Удельный расход ВВ $q =$ _____, кг/м³.
2. Тип вруба _____
3. Наименование ВВ и способ заряжания _____
4. Средства и способы инициирования _____
5. Место расположения подключения, тип источника ЭВС _____
6. Меры по предупреждению взрыва газа или пыли _____
7. Пути отхода взрывника из забоя до укрытия _____
8. Время заряжания шпуров и проветривание забоя выработки после взрыва _____
9. Таблица характеристики шпуровых зарядов и расхода ВВ и ВМ:

Наименование	Кол-во шпуров	№ шпуров	Длина шпура, м	Диаметр шпура, мм	Расход ВВ на шпур, кг		СИНВ-Ш, шт	Расход ДШ, м	Расход ЭД, КД, шт	Эл. провод, м	Длина забойки, м	Общее количество ВВ, кг
					патронир.	гранулир.						
Врубовые 1												
Врубовые 2												
Отбойные 1												
Отбойные 2												
Отбойные 3												
Оконтуривающие												
Всего												

Расчет безопасного расстояния по действию ударно-воздушной волны
(приводится расчет)

Расчет электровзрывной сети
(приводится расчет)

Вентиляция выработки
(приводится расчет необходимого количества воздуха и
вычерчивается схема вентиляции и расстановки постов охраны)

Область рисунка
схема вентиляции и расстановки постов охраны, с
соответствующими условными обозначениями

Схема расположения шпуров

Область рисунка
схема расположения шпуров в трех проекциях в
масштабе 1:25 или 1:50 с необходимыми для
разметки шпуров размерами
Отдельно показывается конструкция вруба

Конструкция заряда

Область рисунка
схемы конструкции шпуровых зарядов по группам,
конструкция патрона боевика

Схема коммутации взрывной сети

Область рисунка
подробная схема коммутационной сети с
указанием очередности взрывания и интервалов
замедления шпуровых зарядов.

Краткое описание организации подготовки, проведения и обеспечения требований безопасности по выполнению взрывных работ

Разработал:

(должность)

(подпись, фамилия, И.О.)

Согласовано:

(должность)

(подпись, фамилия, И.О.)

С паспортом БВР ознакомлен

№ п.п.	ФИО	Проф.должность	дата	подпись
1				
2				
3				
...				

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Характеристика главнейших промышленных аммиачноселитренных ВВ

Наименование	Составные части	Плотность в патронах, г/см ³	Бризантность, мм	Работоспособность, см ³	Переводный коэффициент	Объем газов, л/кг	Водоустойчивость	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Аммиачноселитренные ВВ, допущенные для подземных работ, кроме шахт, опасных по газу и пыли								
Аммонит № 6	Аммиачная селитра, тротил	1,0 -1,15	14-16	360-400	0,75-0,83	945	Неводоустойчивый	Для пород средней крепости в сухих забоях
Аммонит № 6 (зерненный)	То же	1,0 -1,15	14-17	360-400	0,75-0,83	945	То же	То же
Аммонит № 6 (прессованный)	»	1,25-1,35	18-22	360-400	0,75-0,83	945	Слабоводоустойчивый	Для крепких пород в сухих и сырых забоях
Аммонит № 6 (прессованный)	»	1,25-1,35	18-22	360-400	0,75-0,83	945	Слабоводоустойчивый	Для крепких пород в сухих и сырых забоях
Аммонит №6-ЖВ	Аммиачная селитра, тротил, водоустойчивая селитра	1,0 -1,2	14-17	360-400	0,75-0,83	945	Водоустойчивый	Для пород средней крепости в мокрых забоях
Аммонит № 7	Аммиачная селитра, тротил, древесная мука	1,0 -1,15	13-15	350-380	0,79-0,84	1050	Неводоустойчивый	Для пород средней крепости в сухих забоях
Аммонит №7-ЖВ	То же, водоустойчивая селитра	0,95-1,15	13-15	350-370	0,81-0,84	1050	Водоустойчивый	

Аммонит № 3 (порошковый)	Аммиачная селитра, тротил, асфальтит, парафин	0,95-1,10	14-15	360-370	0,81-0,83	908	То же	Для пород средней крепости в мокрых забоях
Аммонит № 3 (шнекованный)	То же	1,25-1,35	18-19	360-370	0,81-0,83	908	»	То же
Скальный 1 (порошковый)	Аммиачная селитра, тротил, гексоген, алюминий, стеарат	0,95-1,1	18-20	450-460	0,65-0,67	826	»	Для крепких пород в мокрых забоях
Скальный 1-ЖВ (порошковый)	Аммиачная селитра, тротил, гексоген, алюминий, водоустойчивая селитра	0,95-1,1	18-21	450-460	0,65-0,67	882	Водоустойч ивый	Для весьма крепких пород в мокрых забоях
Скальный 1 (прессованный)	Аммиачная селитра, тротил, гексоген, алюминий, стеарат	1,45-1,50	22-27	450-460	0,65-0,67	826	То же	То же
Скальный 1-ЖВ (прессованный)	То же, водоустойчивая селитра, но без стеарата	1,45-1,50	22-27	450-460	0,65-0,67	826	»	» »
Скальный 2 (порошковый)	Аммиачная селитра, тротил, гексоген, стеарат	1,0-1,1	18-20	420-440	0,69-0,71	882	»	Для крепких пород в мокрых забоях
Скальный 2 (прессованный)	То же	1,5-1,6	18-20	420-440	0,69-0,71	882	»	Для весьма крепких пород в мокрых забоях
Скальный 2-ЖВ (порошковый)	Водоустойчивая селитра, тротил, гексоген	0,95-1,1	18-20	420-460	0,69-0,71	882	»	Для крепких пород
Скальный 2-ЖВ (прессованный)	То же	1,5-1,6	25	420-460	0,69-0,71	882	»	Для весьма крепких пород в мокрых забоях

Детонит М		1,0-1,3	17-20	450-460	»	»	»	Для пород средней крепости и слабых в сухих забоях
Гранулит. АС-8 (АС-8В)	Аммиачная селитра, тротил	0,8-0,95	25-28	420-430	»	»	»	Породы любой крепости в сухих забоях
Гранулит АС-4	Аммиачная селитра, тротил	0,8-0,85	20-26	380-400	»	»	»	То же
Граммонит 79/21	Аммиачная селитра, тротил	0,85-0,95	14-16	360-380	»	»	»	То же
Динафталит (зерненный)	Динафталит, аммиачная селитра	1,0-1,1	15-17	320-360	0,83-0,94	920	Слабо водоустойчивый	во влажных забоях
Динафталит II	То же, парафин	1,0-1,1	15-16	320-360	0,83-0,94	908	То же	Для пород средней крепости в мокрых забоях
Динафталит ЖВ	То же, водоустойчивая селитра	1,0-1,1	15-16	320-360	0,81-0,83	908	»	То же
Аммонал ВА-2	Аммиачная селитра, тротил, алюминий, стеарат	1,0-1,1	16-19	400-430	0,7 -0,75	850 - 900	Водоустойчивый	Для крепких пород в мокрых забоях
Аммонал ВА-4	То же, водоустойчивая селитра	1,0-1,1	16-19	400-430	0,7 -0,75	850 - 900	То же	То же
Аммонал ВА- 8	То же, аммиачная селитра, асфальтит, парафин	1,0-1,1	16-19	400-430	0,7 -0,75	850 - 900	»	» »
Предохранительные ВВ, допущенные для подземных работ в шахтах, опасных по газу и пыли								
Аммонит № 8 (угольный)	Хлористый натрий (пламегаситель)	1,0 -1,15	11-13	240-260	1,07-1,25	728	Неводоустойчивый	Для угля в сухих забоях

Аммонит № ПЖВ-20	То же	1,05-1,20	13-14	265-280	1,03-1,13	720	Водоустойчивый	Для угля и породы в мокрых забоях
Аммонит АП-1	» »	1,00-1,15	13-14	260-280	1,03-1,13	727	Неводоустойчивый	Для породы средней крепости (I,II категории) в сухих забоях
Аммонит АП-2 ПВ	Хлористый калий (пламегаситель)	1,0 -1,15	13-15	285-320	0,94-1,05	765	Водоустойчивый	То же, в мокрых забоях
Аммонит АП-4 ЖВ	То же	1,05-1,20	13-15	285-320	0,94-1,05	765	То же	Для породы в мокрых забоях шахт всех категориях
Водоустойчивый победит ВП-2	» »	1,15-1,30	14-18	320-340	0,87-0,94	790	» »	Для породы в мокрых забоях шахт всех категориях
Скальный аммонит 10	Водоустойчивая селитра, тротил, гексоген, хлористый калий	1,4	17-20	270-300	-	-	-	Для крепких пород
Скальный аммонит 11	То же, с меньшим содержанием нитросоединений	1,4	16-18	250-280	-	-	-	Для крепких пород
Аммиачноселитренные ВВ, допущенные к применению только на открытых работах								
Аммонит № 9	Аммиачная селитра, тротил, древесная мука	0,8-0,9	10-12					
Аммонит № 10	То же	0,85-0,95	11-13					

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

СРЕДСТВА ИНИЦИИРОВАНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Таблица ПЗ.1

Краткая характеристика электродетонаторов

Электродетонаторы	Марка	Изоляция проводников	Сопротивление, Ом
Гремучертутно-тетриловый № 8 в бумажной гильзе	ЭД-8Б	Хлопчатобумажная	1,8-3,0
Гремучертутно-тетриловый № 8 в медной или латунной гильзе	ЭД-8М	Хлорвиниловая	1,8-3,0
Гремучертутно-тетриловый № 8 повышенной чувствительности	ЭД-8-56	То же	
Азидотетриловый № 8 в алюминиевой гильзе	ЭД-8А	» »	
То же	ЭД-8А	» »	
Гремучертутно-тетриловый № 8 замедленного действия со ступенями замедления 0,25; 0,50; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 4,0; 6,0 и 8,0 сек	ЭД-ЗД	» »	2,0-4,2
Гремучертутно-тетриловый № 8 коротко-замедленного действия со ступенями замедления 25; 50; 75; 100; 150 и 200 мсек	ЭД-ЗД	» »	2,0-4,2

Таблица ПЗ.2

Область применения электродетонаторов

Наименование ЭД	Тип ЭД	Область применения
ЭД-8Э, ЭД-8Ж	Мгновенного действия	Шахты, не опасные по газу и пыли
ЭДКЗ	Непредохранительные, короткозамедленного действия	Замедление до 250 мс (6 серий)
ЭДЗД	Непредохранительные, замедленного действия	Замедление от 0,5 до 10 с (9 серий)
ЭДКЗ-ОП	Предохранительные, короткозамедленного действия	Шахты, опасные по газу и пыли
ЭДКЗ-П	То же	Замедление от 25 до 125 мс (5 серий)
ЭДКЗ-ПК	То же	Инициирование боевиков зарядов с замедление до 200 мс (6 серий)
ЭДКЗ-ПМ	То же	Замедление от 15 до 120 мс (7 серий)

Таблица П3.3

Область применения детонирующих шнуров и неэлектрических средств взрывания

№ п/п	Наименование	Группа совместимости (опасности)	Условия применения (водостойчивость), назначение
<i>Детонирующие шнуры</i>			
2	ДША	D	В сухих и обводненных условиях (водостойкость 12 ч при давлении 0,005 МПа)
3	ДШВ	D	В сухих и обводненных условиях (водостойкость 24 ч при давлении 0,01 МПа)
4	ДШ-АП, ДШ-ВП	D	При температуре от -28 до +50 °С (ДШ-АП), от -35 до +60°С (ДШ-ВП); водостойкость 12 ч на глубине 0,5м (ДШ-АП), 24 ч на глубине 1м (ДШ-ВП)
5	ДШ-В-12	D	В сухих и обводненных условиях, с температурой ВВ при зарядании до +90 °С
6	ДШ-ВМ	D	В сухих и обводненных условиях (повышенная водостойкость)
7	ДШД-2Т	D	В сухих и обводненных условиях (водостойкость 24 ч при давлении 0,01 МПа)
8	ДШМ-Э	D	На земной поверхности и в подземных выработках рудников и шахт, не опасных по газу или пыли, при температуре от -45 до +60°С
9	ДШН марок ДШН-6, ДШН-8, ДШН-10	D	При температуре от -50 до +60°С, водостойкость 30 сут на глубине 30 м
10	ДШУ-3ЗМ	D	В перфораторах, торпедах (водостойкость 6 ч при давлении 50 МПа)
11	ДШУ-150 (усиленный)	D	При сейсморазведочных работах (повышенная водостойкость)
12	ДШЭ-6	D	В сухих и обводненных условиях (водостойкость 12 ч при давлении 0,5 МПа)
13	ДШЭ-6ВДТ	D	В сухих и обводненных условиях (водостойкость 30 сут при глубине 30 м)
14	ДШЭ-6ПВД, ДШЭ-9ПВД ДШЭ-12ПВД (пентолитовые)	D	На земной поверхности и в подземных выработках рудников и шахт, не опасных по газу или пыли, при температуре от -50 до +85 °С, водостойкость 30 сут на глубине 30 м
15	ДШЭ-12	D	В сухих и обводненных условиях (водостойкость 30 сут при давлении 0,3 МПа)
16	ДШЭ-12Г	D	В сухих и обводненных условиях (водостойкость 30 сут при давлении 0,3 МПа), в т.ч. при сейсморазведке
17	ДШЭ-30	D	В скважинах при сейсморазведке (водостойкость 24 сут при глубине 30м)
18	ДШЭ-50	D	

№ п/п	Наименование	Группа совместимости (опасности)	Условия применения (водоустойчивость), назначение
19	Реле пиротехническое РП-8М (двухстороннего действия)	<i>B</i>	На земной поверхности и в подземных выработках, не опасных по газу или пыли, при температуре от -35 до +50°C
20	Реле пиротехническое РП-Н (двухстороннего действия)	<i>B</i>	На земной поверхности при температуре от -35 до +50°C
21	Реле пиротехническое РП-Д (двухстороннего действия)	<i>S</i>	На земной поверхности и в подземных выработках, не опасных по газу или пыли, при температуре от -40 до +50°C
<i>Неэлектрические системы иницирования</i>			
22	Динашок (фирмы «Динамит Нобель», Германия)	<i>B</i>	На земной поверхности при температуре от -35 до +65 °C
23	Нонель (фирмы «Дино Нобель», Швеция)	<i>B</i>	На земной поверхности при температуре от -30 до +80 °C и в подземных выработках, не опасных по газу или пыли
24	СИНВ, включает устройства СИНВ-П, СИНВ-С, СИНВ-Ш	<i>D</i>	На земной поверхности при температуре от -40 до +85 °C и в подземных выработках, где допускается применение неприехранительных ВВ II класса.
	СИНВ-Старт	<i>S</i>	На земной поверхности при температуре от —40 до +50 °C и в подземных выработках, не опасных по газу или пыли
25	Эдилин, включает детонаторы ДБИ1, ДБИ2, ДБИ3	<i>D</i>	На земной поверхности при температуре от -50 до +85 °C и в подземных выработках, не опасных по газу или пыли
26	УНСИ (низко-энергетическая) с зарядом ЗДЭ-300	<i>D</i>	

Таблица ПЗ.4

ВЗРЫВНЫЕ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ,
УСТРОЙСТВА

№ п/п	Наименование прибора, исполнение	Масса, кг	Максималь ное сопротивле ние электро- взрывной сети, Ом	Назначение и область применения
Взрывные приборы и машинки				
1	Машинка взрывная ВВМ-4. Общего назначения	10	2	Взрывание до 2 шт. высоковольтных электродетонаторов на земной поверхности
2	Машинка взрывная конденсаторная ВМК-500. Исполнение рудничное нормальное	6,5	2100	Взрывание до 800 шт. электродетонаторов нормальной чувствительности на земной поверхности и в шахтах, не опасных по газу или пыли
3	Взрывная станция стволовая ВСС-1. Исполнение рудничное нормальное. Степень защиты от внешних воздействий IP-11	80	1000	Взрывание до 200 шт. электродетонаторов нормальной чувствительности с поверхности при проходке шахтных стволов
4	Взрывной прибор ВПА (30, 60,120). Исполнение РВ (IВ). Выходная электрическая цепь уровня Iа. Степень защиты от внешних воздействий IP-54	1,9	110 200 380	Взрывание 30, 60,120 шт. электродетонаторов нормальной чувствительности на земной поверхности и в шахтах, опасных и не опасных по газу или пыли
5	Взрывное устройство ЖЗ- 2460 программируемое. Уровень и вид взрывозащиты РВ 1В, IP- 54	3,2	1000	Взрывание электродетонаторов нормальной до 200 шт. и повышенной до 150 шт.чувствительности с автоматическим контролем сопротивления электровзрывной цепи на земной поверхности и в шахтах, опасных и не опасных по газу или пыли
6	Искробезопасный высокочастотный взрывной прибор ИВП- 1/12. Исполнение рудничное взрывозащищенное	2,2	36	Взрывание зарядов типа «Гидрокс» до 12 шт. в шахтах, опасных по газу или пыли

№ п/п	Наименование прибора, исполнение	Масса, кг	Максимальное сопротивление электро-взрывной сети, Ом	Назначение и область применения
7	Комплект взрывной многоканальный КВМ-1. Степень защиты от внешних воздействий IP-54	4,5	170 (один канал)	Взрывание электродетонаторов нормальной чувствительности с обеспечением требуемых последовательности и интервалов замедления при специальных взрывных работах
8	Конденсаторный взрывной прибор КВП-1/100М. Исполнение рудничное взрывозащищенное	2	320	Взрывание электродетонаторов нормальной чувствительности до 100 шт. при последовательном соединении на земной поверхности и в шахтах, опасных и не опасных по газу или пыли
9	Конденсаторный взрывной прибор КВП-2/200. Исполнение рудничное нормальное	2,8	100	Взрывание электродетонаторов нормальной до 570 шт. и пониженной до 100 шт. чувствительности на земной поверхности и в шахтах, не опасных по газу или пыли
10	Конденсаторная взрывная машинка КПМ-3. Исполнение рудничное нормальное	3	600	Взрывание до 200 шт. электродетонаторов нормальной чувствительности на земной поверхности и в шахтах, не опасных по газу или пыли
11	Конденсаторный взрывной прибор ПИВ-100М. Исполнение рудничное взрывозащищенное	2,7	320	Взрывание электродетонаторов нормальной чувствительности до 100 шт. при последовательном соединении на земной поверхности и в шахтах, опасных и не опасных по газу или пыли
12	Машинка сейсмическая взрывная СВМ-2. Общего назначения	5	500	Взрывание до 50 шт. электродетонаторов нормальной чувствительности при сейсморазведочных работах
13	Устройство пусковое ИВШП 773722.001 ТУ			Возбуждение импульса в ударно-волновой трубке системы СИНВ-П

Таблица ПЗ.5

ЗАРЯДНО-ТРАНСПОРТНЫЕ И СМЕСИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

№ п/п	Наименование устройства	Назначение, условия применения
1. Зарядные машины и устройства камерного типа		
1	Зарядные аппараты КНВВ (насос) и КЗВВ (зарядчик)	Для пневмозаряжения гранулированными ВВ скважин на земной поверхности и в подземных выработках
2	Зарядчик ВАХШ-7ДМ	Для заряжения гранулированными ВВ шпуров в подземных выработках
3	Зарядчик ЗС-1	Для заряжения шпуров пластиковыми ВВ в стволах шахт
4	Зарядчик ЗШ-7	Для пневмозаряжения шпуров гранулированными ВВ на земной поверхности и в подземных выработках
5	Зарядчики порционные типа ЗП (ЗП-2, ЗП-5, ЗП-12, ЗП-25)	Для пневмотранспортирования гранулированных ВВ на земной поверхности и в подземных выработках, заряжения ими шпуров и скважин
6	Пневмозарядчик ПЗЛ	То-же
7	Пневмозарядчик ПШК (ПЗЖ)	То-же
8	Зарядно-доставочная установка ЗДУ-50	То-же
9	Пневматический зарядчик ранцевый РПЗ-0,6	Для заряжения шпуров и скважин гранулированными ВВ на земной поверхности и в подземных выработках
10	Зарядная машина ЗМК-1А	Для изготовления Гранулита, Игданита, заряжения шпуров и скважин гранулитом на земной поверхности и в подземных выработках
11	Зарядная машина МЗК-25	Для заряжения шпуров и скважин гранулированными ВВ на земной поверхности и в подземных выработках
12	Зарядная машина МЗКС-160	Для пневмотранспортирования гранулированных ВВ и заряжения ими скважин и камер на земной поверхности и в подземных выработках
13	Транспортно-зарядная машина МТЗ-1,1	Для доставки гранулированных ВВ и заряжения ими скважин и камер на земной поверхности и в подземных выработках
14	Зарядная машина «Ульба-10»	Для заряжения гранулированными ВВ шпуров в подземных выработках
15	Зарядная машина «Ульба-50»	Для заряжения гранулированными ВВ шпуров и скважин на земной поверхности и в подземных выработках
16	Зарядная машина «Ульба-150»	То-же
17	Зарядная машина	То-же

№ п/п	Наименование устройства	Назначение, условия применения
	«Ульба-400М»	
18	Зарядно-смеситель-ная машина «Ульба-150И»	Для изготовления ВВ типа АС-ДТ и заряжания ими шпуров и скважин на земной поверхности и в подземных выработках
19	Зарядно-смеситель-ная машина «Ульба-400МИ»	То-же
20	Зарядно-смеситель-ная машина «Ульба-1200И»	То-же
21	Зарядная машина «Чармек» (Финляндия)	Для доставки гранулитов, заряжания ими шпуров и скважин на земной поверхности и в подземных выработках
2. Эжекторные зарядчики		
	Курама	Для заряжания шпуров гранулированными ВВ на земной поверхности и в подземных выработках

Учебное текстовое электронное издание

**Неугомонов Сергей Сергеевич
Лапин В.А.**

**ТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ
ВЗРЫВНЫХ РАБОТ**

Методические указания по выполнению курсовой работы
для студентов специальности 130404 и направления 130400

Издается полностью в авторской редакции

0,3 Мб

1 электрон. опт. диск

г. Магнитогорск, 2013 год

ФГБОУ ВПО «МГТУ»

Адрес: 455000, Россия, Челябинская область, г. Магнитогорск,
пр. Ленина 38

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова»

Кафедра подземной разработки месторождений полезных
ископаемых

Центр электронных образовательных ресурсов и
дистанционных образовательных технологий

e-mail: ceor_dot@mail.ru