

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»
(СГУГиТ)

А. Н. Гришин, В. Е. Терещенко

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТКАХ

Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия для обучающихся
по направлению подготовки
21.05.04 Горное дело (уровень специалитета),
профиль «Маркшейдерское дело»

Новосибирск
СГУГиТ
2022

УДК 622.235.52
Г859

Рецензенты: кандидат технических наук, ведущий инженер научно-технического отдела ООО «Новосибирский инженерный центр»
А. В. Владыкина

доктор технических наук, профессор СГУГиТ *А. А. Шоломицкий*

Гришин, А. Н.

Г859 Проектирование буровзрывных работ на открытых горных разработках : учебное пособие / А. Н. Гришин, В. Е. Терещенко. – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – 57 с. – Текст : непосредственный.
ISBN 978-5-907513-43-3

Учебное пособие подготовлено кандидатом технических наук, доцентом кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела А. Н. Гришиным и кандидатом технических наук, ассистентом кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела СГУГиТ В. Е. Терещенко.

В учебном пособии рассмотрен комплекс вопросов, связанных с технологией ведения взрывных работ на открытых горных разработках, анализом инженерно-геологических условий, выбором взрывчатых материалов и бурового оборудования, расчетом параметров буровзрывных работ, разработкой проекта массового взрыва и мер безопасности при ведении буровзрывных работ. Даны сведения о технических характеристиках современных типов буровых станков и взрывчатых материалов.

Учебное пособие по дисциплине «Технология и безопасность взрывных работ» предназначено для обучающихся по направлению подготовки 21.05.04 Горное дело (уровень специалитета), профиль «Маркшейдерское дело».

Рекомендовано к изданию кафедрой инженерной геодезии и маркшейдерского дела, Ученым советом Института геодезии и менеджмента СГУГиТ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 622.235.52

ISBN 978-5-907513-43-3

© СГУГиТ, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Общие положения	6
1.1. Оформление расчетно-графической работы	6
1.2. Основные понятия о буровзрывных работах	6
1.3. Исходные данные для проектирования взрывных параметров.....	11
2. Буровые работы на открытых горных разработках	12
2.1. Общие сведения.....	12
2.2. Оборудование для бурения взрывных скважин.....	13
2.3. Буровой инструмент.....	19
3. Взрывные работы на открытых горных разработках	23
3.1. Расположение скважинных зарядов	23
3.2. Выбор взрывчатых материалов.....	25
3.3. Расчет параметров буровзрывных работ.....	28
3.4. Составление проекта массового взрыва	30
4. Меры безопасности при ведении буровзрывных работ	32
4.1. Требование промышленной безопасности при бурении сква- жин.....	32
4.2. Требование промышленной безопасности при ведении взрыв- ных работ на открытых разработках	33
Заключение.....	39
Библиографический список	40
Приложение 1. Блок-схема программы «Расчет скважинных заря- дов».....	42
Приложение 2. Классификации пород по крепости и буримости	43
Приложение 3. Классификация трещиноватости межведомствен- ной комиссии по взрывному делу.....	44
Приложение 4. Буровые станки российского производства для бу- рения скважин	45

Приложение 5. Буровые станки зарубежного производства для бурения скважин	46
Приложение 6. Технические характеристики основных взрывчатых веществ.....	47
Приложение 7. Типы неэлектрических систем инициирования.....	48
Приложение 8. Характеристики электродетонаторов	49
Приложение 9. Технические характеристики взрывных приборов.....	50
Приложение 10. Технический расчет массового взрыва.....	51
Приложение 11. Таблица параметров взрывных работ	52
Приложение 12. Схема расположения скважин.....	53
Приложение 13. Поперечные профили через заряды	54
Приложение 14. Схемы заряжания и забойки скважин (пример).....	55
Приложение 15. Схема монтажа взрывной сети	56

ВВЕДЕНИЕ

Одним из самых оптимальных методов разработки пород на месторождениях полезных ископаемых является разрушение пород с помощью энергии взрыва. Это метод применяется для пород, имеющих коэффициент крепости $f > 6$ по классификации профессора М. М Протодяконова.

Эффективное использование энергии взрыва позволяет однородно раздробить земную массу, свести к минимуму соотношение негабаритных частей породы к транспортабельным, а также привести в проектное положение подошву уступа и т. п. Управляемый взрыв повышает продуктивность дальнейшего ведения работ на открытых горных разработках: дробления, перевозки, обработки сырья.

Обновление ассортимента взрывчатых веществ (ВВ) на горных предприятиях происходит постоянно. Все чаще используются гранулированные ВВ, производимые в заводских условиях. В это время реже применяются тратилосодержащие ВВ. Это связано с отрицательным влиянием на окружающую среду и повышенной стоимостью их использования. В последнее время стало обыденностью механизированное заряджение скважин. Часто используются ВВ, изготавливаемые на пунктах, расположенных вблизи мест их применения. Сегодня в России объем применения ВВ местного изготовления превышает половину всех применяемых ВВ. Это обеспечивает ощутимый экономический эффект, но предъявляет высокие требования к квалификации взрывников и проектной документации.

Буровзрывные работы (БВР) на открытых горных разработках ведутся согласно федеральным нормам и правилам промышленной безопасности: «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов (ВМ) промышленного назначения», «Технические правила проведения БВР» и иным нормативным документам, обязательным к детальному изучению руководителями и производителями взрывных работ на карьерах и месторождениях. Данный практикум составлен согласно этим нормативным документам, учебному плану и рабочей программе дисциплины «Технология и безопасность взрывных работ».

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Оформление расчетно-графической работы

Расчетно-графическую работу (РГР) следует выполнять на печатных листах формата А4, размер шрифта – 14 пт (Times New Roman), интервал – 1,5. В работу необходимо включить проект массового взрыва и расчет параметров взрывных работ. Работа оформляется в виде пояснительной записки и графической части, включающей технический расчет массового взрыва. В пояснительной записке необходимо рассмотреть список следующих вопросов.

1. Анализ инженерно-геологических условий района, где предполагаются взрывные работы.
2. Расчет типовых параметров планируемых буровзрывных работ.
3. Составление технического расчета массового взрыва с использованием алгоритма Excel «Расчет скважинных зарядов» [1] (прил. 1).
4. Описание технологии буровзрывных работ (БВР) при производстве массового взрыва на карьере или разрезе, пояснение выбора буровых машин и бурового инструмента.
5. Основные мероприятия охраны труда и промышленной безопасности при ведении взрывных работ на открытых горных разработках.

Оформление технических расчетов производства взрывных работ необходимо представить согласно [2].

1.2. Основные понятия о буровзрывных работах

Шпур – искусственное цилиндрическое углубление в горной породе или ином твердом веществе диаметром до 0,075 м и глубиной до 5 м.

Скважина – искусственное углубление, как правило, цилиндрической формы, диаметром более 0,075 м при глубине до 5 м и любого диаметра при глубине свыше 5 м, которое бурится буровым станком.

Бурение – процесс разрушения породы последовательным действием бурового инструмента на забое шпура или скважины и удаления продуктов разрушения воздухом, водой или шнеками.

Буримость – сопротивляемость горной породы разрушению при попытке бурения. Характеризуется скоростью бурения при стандартных условиях опыта.

Взрывные работы – совокупность технологических операций при подготовке и производстве взрыва. К ним относятся: составление проекта, доставка взрывчатых материалов на взрываемый блок, заряджение и забойка скважин, камер или шпуров с промежуточной установкой в них детонаторов, монтаж взрывной сети (цепи) и ее инициирование при обязательном условии удаления всех людей на установленное безопасное расстояние.

Взрывник – рабочий, допущенный к обращению со взрывчатыми материалами (ВМ). Владелец «Единой книжки взрывника», которая дает право на самостоятельное получение ВМ и ведение взрывных работ после прохождения стажировки.

Взрывчатые вещества (ВВ) – соединения химических веществ или механические смеси, которые взрываются под действием внешнего импульса. Взрыв протекает в форме детонации, распространяющейся со скоростью, превышающей скорость звука по всей массе вещества.

Взрывчатые материалы (ВМ) – совокупность ВВ и систем инициирования (СИ), включающая промежуточные детонаторы.

Взрывом ВВ называют его моментальное (сверхзвуковое) химическое изменение, при котором производится выделение тепла и большого количества сжатых газов, кинетической энергии которых достаточно для разрушения и перемещения окружающей массы.

Взрывание – процесс инициирования зарядов в заданной последовательности таким образом, чтобы обеспечить безопасность и эффективность выполнения процесса взрыва.

Взрываемость – сопротивляемость горных пород разрушению от энергии взрыва. Характеризуется расходом ВВ на 1 м³ раздробленного массива на куски заданной крупности или на образование воронки выброса масс зарядом установленной формы.

Детонация – распространение энергии взрыва по заряду ВВ с определенной скоростью, обусловленной прохождением детонационной волны.

Детонационная волна – ударная волна сжатия, распространяющаяся по заряду с постоянной сверхзвуковой скоростью, которая обеспечивает

возникновение за передним фронтом волны быструю химическую реакцию ВВ, т. е. детонационная волна представляет собой совокупность ударной волны и следующей за ней зоны химической реакции ВВ.

Ударная волна – однократный скачок сжатия, распространяющийся по среде со скоростью звука, на фронте которого происходит мгновенное увеличение давления, температуры и плотности окружающей среды. При этом частицы среды движутся вслед за фронтом ударной волны.

Средства инициирования (СИ) – некрупные заряды высокой чувствительности, которые размещены в гильзах капсюль-детонатора (КД), электрических детонаторов (ЭД) и в детонирующем шнуре (ДШ) с вмонтированным или соединенным средством активации детонации, порождающей взрыв зарядов взрывчатых веществ.

Капсюль-детонатор (КД) – небольшой заряд чувствительных инициирующих взрыв веществ, располагающийся в картонной или металлической гильзе.

Электродетонатор (ЭД) – капсюль-детонатор с вмонтированным электрическим воспламенителем.

Детонирующий шнур – шнур с внутренностью из мощного чувствительного ВВ, который предназначен для инициирования взрыва с применением промежуточных детонаторов. Взрыв происходит от ЭД или КД.

Огнепроводный шнур – шнур с отпрессованной сердцевиной из пороха, горящей с установленной скоростью. Предназначением огнепроводного шнура является инициирования капсюлей-детонаторов.

Зажигательная трубка – капсюль-детонатор с закрепленной внутри него частью огнепроводного шнура. Предназначением зажигательной трубки является огневое или электроогневое инициирования зарядов ВВ.

Огневое взрывание – специальный способ инициирования зарядов при помощи зажигательных трубок, у которых огнепроводные шнуры зажигаются взрывником с применением зажигательных патронов.

Электроогневое взрывание – специальный способ инициирования зарядов с помощью зажигательных трубок, у которых огнепроводные шнуры зажигаются с применением электрических воспламенителей.

Электрическое взрывание – специальный способ инициирования зарядов при помощи электрических детонаторов, которые соединены в электровзрывную цепь.

Неэлектрическое взрывание – специальный способ инициирования зарядов при помощи КД, в которые взрывной импульс передается по ударно-волновой трубке (УВТ).

Электронное взрывание – специальный способ инициирования зарядов при помощи соединенных в электровзрывную сеть электрических детонаторов, на которых установлено электронное замедление.

Неэлектрическая система инициирования (НСИ) – система, состоящая из детонаторов, УВТ и пусковых устройств взрыва.

Электронная система инициирования (ЭСИ) – система, состоящая из электрических детонаторов, снабженных средствами электронного замедления (ЭДЭЗ), предназначенных для установления интервалов замедления и подрыва.

Патрон-боевик – патрон с ВВ с введенным КД, ЭД в него или обмотанный детонирующим шнуром. С его помощью детонируют другие патроны в заряде.

Промежуточный детонатор – заряд малой массы от 200 г, предусмотренный для инициирования слабо чувствительных ВВ, которые не взрываются от обычных СИ.

Паспорт буровзрывных работ – документ, устанавливающий порядок проведения буровзрывных работ (БВР) при разработке месторождений полезных ископаемых под и на земной поверхности. Он включает в себя схему сети позиционирования шпуров, их число, размер, глубину бурения, угол наклона к продольной оси выработки, массу зарядов, наименование СИ и ВВ, величину интервалов замедления при взрыве, величину радиуса опасной зоны из-за разлета кусков породы, материал и длину забойки, указания о расположении укрытия мастера-взрывника и рабочих во время взрыва, времени для вентилирования забоя, расположение оцепления.

Типовой проект взрывных работ – документ, определяющий классификацию разрабатываемых пород по взрываемости, диаметр, сетку расположения скважин, расчетные удельные расходы ВВ для определенной категории грунта, величину зарядов, схему взрывания блоков, организацию и распорядок работ при подготовке и проведении взрыва, а также охране опасной зоны. Указаны ответственные лица по каждому виду работ.

Линия наименьшего сопротивления (ЛНС) – кратчайшее расстояние от центра (оси) заряда до ближайшей открытой поверхности.

Сопротивление по подошве уступа (СПП) – расстояние от оси скважины (шпура, камеры) до открытой поверхности уступа на уровне отметки его нижней площадки (подошвы).

Взрывы на открытых горных работах должны удовлетворять основным требованиям, приведенным далее:

- при взрыве порода должна быть раздроблена на куски, размеры которых не превышают установленные размеры по крупности, при этом негабаритные и крупные куски породы, а также сильно мелкие должны быть минимальным – менее 5 процентов от общей массы;

- после взрыва завывшение подошвы уступа на поверхности не допускается, равно как и заколы за последний ряд скважин, при этом должен стремиться к минимуму выброс породы за линию скважин на верхнюю бровку уступа;

- ширина и высота развала взорванной породы должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечивать высокую производительность экскаваторов и их безопасную работу;

- взорванная масса породы в забое должна обеспечивать высокую производительность работы погрузочного и транспортного машинного оборудования;

- конструкция заряда и схема взрывной цепи должны быть спроектированы таким образом, чтобы обеспечивать необходимую детонацию для всей массы заряженного взрывчатого вещества с условием наиболее благоприятного разрушения породы;

- во время взрыва не допускаются не предусмотренные проектом разрушения или повреждения ближайших объектов (строений) сейсмическим действием, распространяющимися ударными воздушными волнами или разлетевшимися кусками земной массы.

Такие требования могут быть обеспечены точным выбором типов взрывчатых материалов, правильно запроектированной величиной и конструкцией зарядов, адекватным выбором буровых механизмов, глубиной скважин, числом и их расположением на взрываемом участке [3, 4].

1.3. Исходные данные для проектирования взрывных параметров

При выполнении РГР в описании необходимо указать перечень основных исходных данных. К ним относятся: инженерно-геологические, включая гидрогеологические условия района работ с указанием наименования породы, трещиноватость и обводненность скважин, коэффициент крепости породы в месте проведения взрывных работ, высоту уступа, количество взрываваемых скважин и пр.

Второстепенные данные должны включать следующую информацию: обязательные ограничения по воздействию взрыва на окружающий массив, охраняемые территории, информацию о прилегающей местности, включая здания, постройки и сооружения, а также прочую необходимую информацию.

Во время проектирования БВР обязателен анализ инженерно-геологических условий, с учетом которых осуществляется подбор ВМ, выбор специализированных буровых машин, установление норм выработки и использование расходного материала бурового инструмента.

В прил. 2 приведена сводная таблица по классификации пород по крепости и буримости. Требуемые параметры взрыва определяются в соответствии с классом буримости породы и категорией трещиноватости. Данная категория может быть определена согласно классификации Межведомственной комиссии по взрывному делу, которая приведена в прил. 3.

На определение типа ВВ также влияет обводненность породы. В достаточно обводненных скважинах обычно применяют специальные гидроустойчивые типы ВВ, что отражается на стоимости проведения взрывных работ.

2. БУРОВЫЕ РАБОТЫ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТКАХ

2.1. Общие сведения

Бурение – это процесс разрушения породы на забое с помощью бурового инструмента, а также удаление ее после разрушения из шпура или скважины. Основным инструментом, используемым для бурения, – это молотки и сверла, буровые каретки, станки и установки. Процесс бурения вне зависимости от способа состоит из нескольких операций: подготовки и установки бурового оборудования, бурения с очисткой забоя от продуктов разрушения (буровой мелочи), наращивания бурового става для достижения требуемой глубины бурения и его разборки по завершении работы, замены отработанного инструмента и установки бурового станка на следующий пункт бурения.

В настоящее время применяются следующие типы бурения: *ударное, вращательное, вращательно-ударное и ударно-вращательное*. В некоторых источниках их называют *механическими, термическими* или *комбинированными* способами бурения. Научно-исследовательскими институтами проводятся исследования в сфере использования энергии взрыва при *взрывном* бурении скважин. Также существуют исследования, направленные на изучение *электроимпульсного* бурения (бурение с помощью высоковольтных электрических разрядов).

При *вращательном* бурении инструмент вращается вокруг оси, которая совпадает с осью шпура или скважины и в то же время подается на забой с установленным усилием. Величина усилия задается из расчета превышения предела прочности породы на вдавливание на площади контакта режущих лезвий инструмента с породой. В это время частицы породы скалываются с забоя, и происходит последовательное углубление инструмента по спирали вниз. Продукты разрушения убирают механическим способом. Для этого используются витые штанги (при бурении шпуров), шнеки (при бурении скважин). В некоторых случаях применяется промывка забоя водой или с помощью давления воздуха.

На открытых горных разработках обычно применяется вращательное (или шнековое) бурение скважин. Для этого используются буровые станки с резцами.

Ударное бурение – это такой тип бурения, в котором инструмент с железными наконечниками бьет по забою, чтобы разбить слой. Затем инструмент разворачивается на определенный градус и продолжает работу. Это позволяет пробурить скважину или шпур достаточно округлой формы.

Существует несколько типов такого бурения:

- *ударно-поворотное бурение* бурильными молотками, при котором инструмент поворачивается только в промежутках между ударами вмонтированным в молоток поворотным устройством;

- *ударно-вращательное бурение* погружными пневмударниками и бурильными молотками с независимым вращением, при котором удары наносятся по непрерывно вращающемуся инструменту. Разрушение породы при этих двух способах бурения происходит только за счет его внедрения при ударах;

- *вращательно-ударное бурение*, при котором удары наносятся по непрерывно вращающемуся под большим (в 10 раз большим, чем при ударно-вращательном) осевым усилием инструменту. Разрушение происходит как за счет внедрения инструмента при ударах, так и за счет поворота при вращении инструмента;

- *бурение шарошечными долотами* относится к ударному при долотах чистого качения и к *вращательно-ударному* при долотах, в которых зубцы, наряду с перекачиванием по забою, срезают ее скользящим движением вдоль поверхности забоя.

При выполнении РГР следует определить тип бурения согласно приведенным типам в описании выше. Также необходимо подобрать инструментарий и специализированное оборудование.

2.2. Оборудование для бурения взрывных скважин

Вращательное (шнековое) бурение скважин

Вращательное бурение резцовыми коронками с выносом бурового мусора штангами-шнеками в вертикальных и наклонных скважинах диаметром 120–300 мм в породах с $f \leq 6$ применяют на открытых горных разра-

ботках. На рис. 2.1 представлен станок СШ-130, применяющийся в этих целях.



Рис. 2.1. Станок СШ-130
(Кыштымское машиностроительное объединение)

Данный тип, представленный на рис. 2.1, оборудован «гусеницами». Они позволяют производить вертикальное и наклонное бурение в породах с коэффициентами крепости до 8, поскольку высокая масса механизма для бурения оказывает мощное давление на массив.

Шнековому бурению присущ существенный недостаток. Буровой мусор не всегда исключается шнеками полностью. Вследствие этого скважина бурится не так далеко. Предложенная доктором технических наук Б. В. Катановым шнекопневматическая технология очистки забоя, при которой по трубам шнека в скважину подается сжатый воздух (в количестве 2–5 м³/мин), позволяет бурить скважины большей глубины.

Бурение скважин станками с погружными пневмоударниками

Погружные пневмоударники можно классифицировать на легкие, средние и тяжелые. Первые имеют диаметр бурения до 130 мм, вторые – до 180–190 мм, третьи – более 190 мм.

Примеры таких станков приведены на рис. 2.2, 2.3. Нагнетание давления при работе со станком, представленном на рис. 2.2, происходит с помощью мобильного компрессора; а со станком, представленном на

рис. 2.3, от компрессора, установленного непосредственно на самом оборудовании.



Рис. 2.2. Буровой станок СБУ-100ГА-50
(Кыштымское машиностроительное объединение)



Рис. 2.3. Буровой станок БМ-100
(Кыштымское машиностроительное объединение)

Бурение скважин шарошечными долотами

Такой метод является практически самым часто применяемым для работ на скважинах, у которых проектный диаметр составляет от 150 до 330 мм. Сегодня в России налажено серийное производство такого оборудования. Примеры представлены на рис. 2.4, 2.5.

При буровых работах на карьерах зачастую требуется повышенная мобильность и подвижность оборудования, поэтому достаточно распространенными являются санки на гусеничном ходу. На «гусеницах» можно расположить оборудование с более высокой массой, в результате чего давления на шарошечное долото может быть оказано больше, что увеличивает эффективность бурения. Лишние продукты разрушения также ликвидируются с забоя при помощи давления компрессора. Технические характеристики станков отечественного производства приведены в прил. 4.



Рис. 2.4. Буровой станок СБШ-250 МНА-32 (Рудгормаш)



Рис. 2.5. Буровой станок СБШ-160/230 ДС/ДМ (Рудгормаш)

*Буровое оборудование зарубежного производства
для бурения взрывных скважин*

В горной промышленности свое применение нашли легкие буровые станки с гусеничным ходом (рис. 2.6). Они используются при проектном диаметре скважины от 20 до 210 мм. Условия бурения скважин таких диаметров обычно возникают на некрупных карьерах или при строительстве инженерных сооружений.

При проектном диаметре скважины от 180 до 600 мм целесообразно применять шарошечные станки. Как правило, это необходимо на больших карьерах, на которых скважины бурятся глубиной до 70 м. На рис. 2.7 представлен пример такого оборудования. Технические характеристики буровых станков фирм Epiroc и Sandvik приведены в прил. 5.



Рис. 2.6. Буровой станок Leopard DI550 (Sandvik)



Рис. 2.7. Буровой станок DM 45 (Epiroc)

2.3. Буровой инструмент

При проведении буровых работ важную роль играет определение необходимого бурового инструмента, а именно: резцов, коронок, долот, штанг. Они предназначены для передачи давления мотора станка на грунт.

Буровой инструмент для шнекового бурения представляет собой совокупность штанг и резцов. Штанга включает в себя штифт со спиралевидной плоскостью вокруг него из твердого металла с усиленным сплавом по краю (рис. 2.8).

Среди резцов для бурения часто используются такие, у которых режущая часть имеет дугообразную форму. На их концах расположены специальные наконечники, состоящие из сплава особой прочности. Пример представлен на рис. 2.9.



Рис. 2.8. Штанга для шнекового бурения

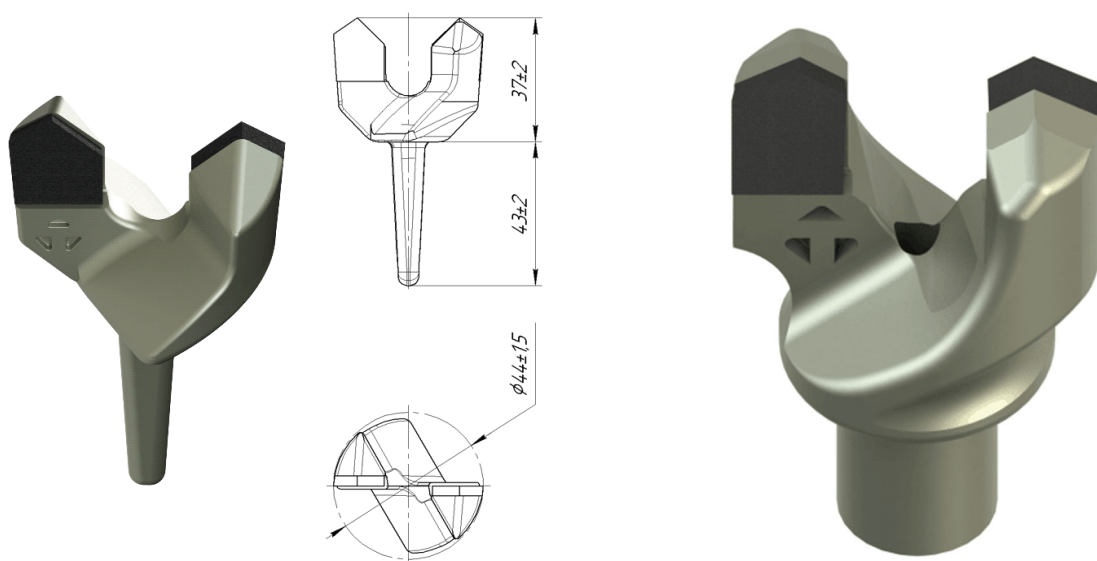


Рис. 2.9. Армированные резцы

Буровой инструмент при пневмоударном бурении скважин представлен пневмоударниками (рис. 2.10, 2.11), съемными коронками со специальным замком на пневмоударнике (рис. 2.12, 2.13) и свинчивающимися стальными буровыми штангами квадратного или круглого сечения с соединительными муфтами на незатягивающейся веревочной резьбе. Буровые штанги оборудованы каналом в центре для циркуляции сжатого воздуха.

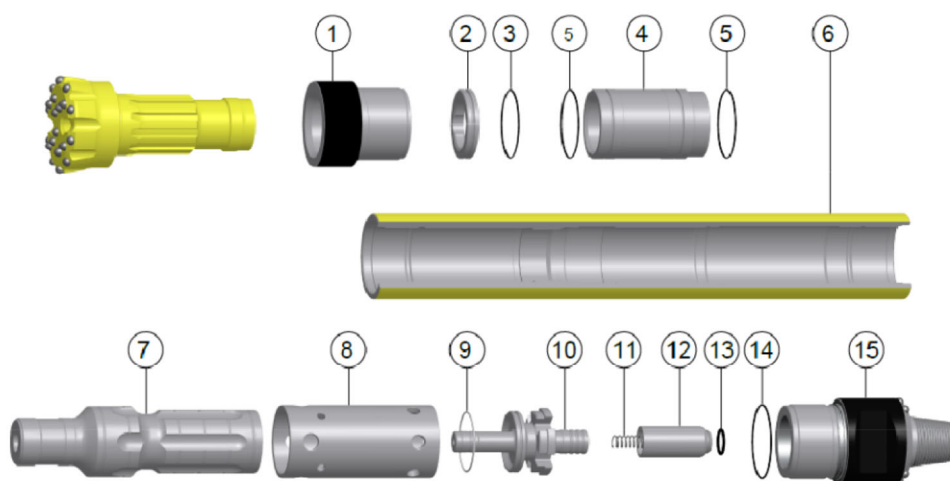


Рис. 2.10. Пневмоударник Secoroc QL65:

1 – нижняя гайка; 2 – стопорные кольца; 3 – уплотнение; 4 – втулка;
5 – уплотнение втулки; 6 – корпус; 7 – поршень; 8 – цилиндр; 9 – уплотнение трубки;
10 – трубка; 11 – пружина клапана; 12 – обратный клапан; 13 – уплотнение клапана;
14 – уплотнение гайки; 15 – верхняя гайка 3 1/2"



Рис. 2.11. Пневмоударники Secoroc COP M (Epiroc)



Рис. 2.12. Штыревая коронка для пневмоударного бурения



Рис. 2.13. Крестовая коронка для пневмоударного бурения

Сегмент российских поставщиков коронок для пневмоударников сегодня состоит из: П-110, П-130, П-160 и др. Для пневмоударного бурения: КНШ–180, КНШ–160, К–130, КНШ–110, К–110.

Буровой инструмент при бурении скважин шарошечными долотами состоит из соединенных между собой 3-х лапок, у которых на осях крутятся шарошки. Шарошки – это конусообразные изделия из прочного металла, которые снабжены некоторым количеством зубьев. При движении долота вокруг своей оси с сильным моментом около 8–25 кН на сантиметр, зубья размельчают массив и его можно удалить из забоя. Различают зубчатые и штыревые долота. Первые сконструированы таким образом, что весь инструмент выплавлен из единого куска твердого металла. Вторые отличаются тем, что зубья состоят из отдельного металла и припаяны к основным лапкам. На рис. 2.14, 2.15 приведены примеры зубчатого и штыревого долот.



Рис. 2.14. Зубчатое шарошечное долото



Рис. 2.15. Штыревое шарошечное долото

Существуют специальные обозначения для долот, предназначенных для тех или иных целей. В конце наименования обычно дописана буква. Буква «С» означает, что данное долото предназначено для пород средней крепости, буква «Т» – для пород твердых; «К» – для крепких, «ОК» – для очень крепких пород, «ТЗ» – для твердых абразивных пород с клиновыми штырями, «ТК» – для твердых пород с пропластками, «ТКЗ» – комбинированные – штыревое и зубчатое вооружение. Буква «П» означает, что в данном типе в лапках предусмотрены специальные отверстия-каналы, по которым транспортируется воздух под давлением или средства для смазки. Помимо прочего в наименовании указывается размер долота в мм. Например: 130,2 (ТЗ-ПН; М-ПН; ТЗ-ПГН), 215,9 (ТКЗ-ПВ; ОК-ПВ; К-ПВ; Т-ПВ; СЗ-П; М-ПВ); 269,9 (ОК-ПГВ; СЗ-ПГВ; МЗ-ПГВ).

3. ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТКАХ

3.1. Расположение скважинных зарядов

Существуют несколько разновидностей среди методов организации взрывных работ. Среди них особо распространены: метод скважинных зарядов, метод шпуровых зарядов, метод котловых зарядов, метод малокамерных зарядов, метод накладных (наружных) зарядов. Первый метод, как правило, применяется чаще всего. Для этого пробуривают вертикальные или наклонные скважины, как приведено на рис. 3.1. Они могут быть спроектированы в один или несколько рядов. Размеры скважин варьируются от 0,1 до 0,5 м в диаметре и от 5 до 20 м в глубину.

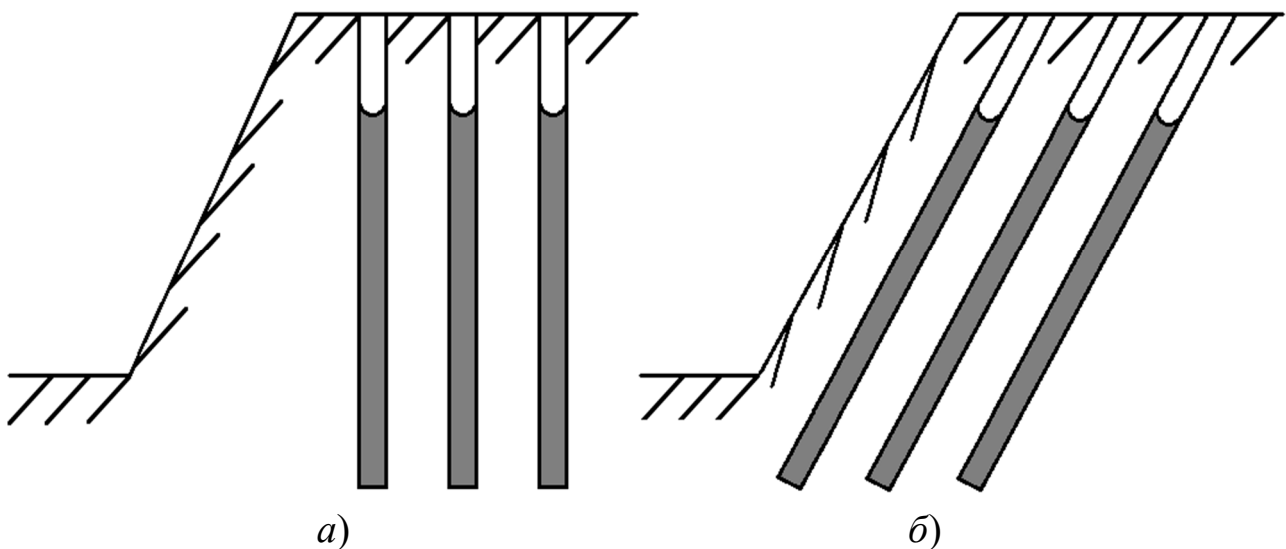


Рис. 3.1. Схемы расположения скважин

а) вертикальных; б) наклонных

На уступах карьеров ориентация скважин задается определенными параметрами. Они представлены на рис. 3.2.

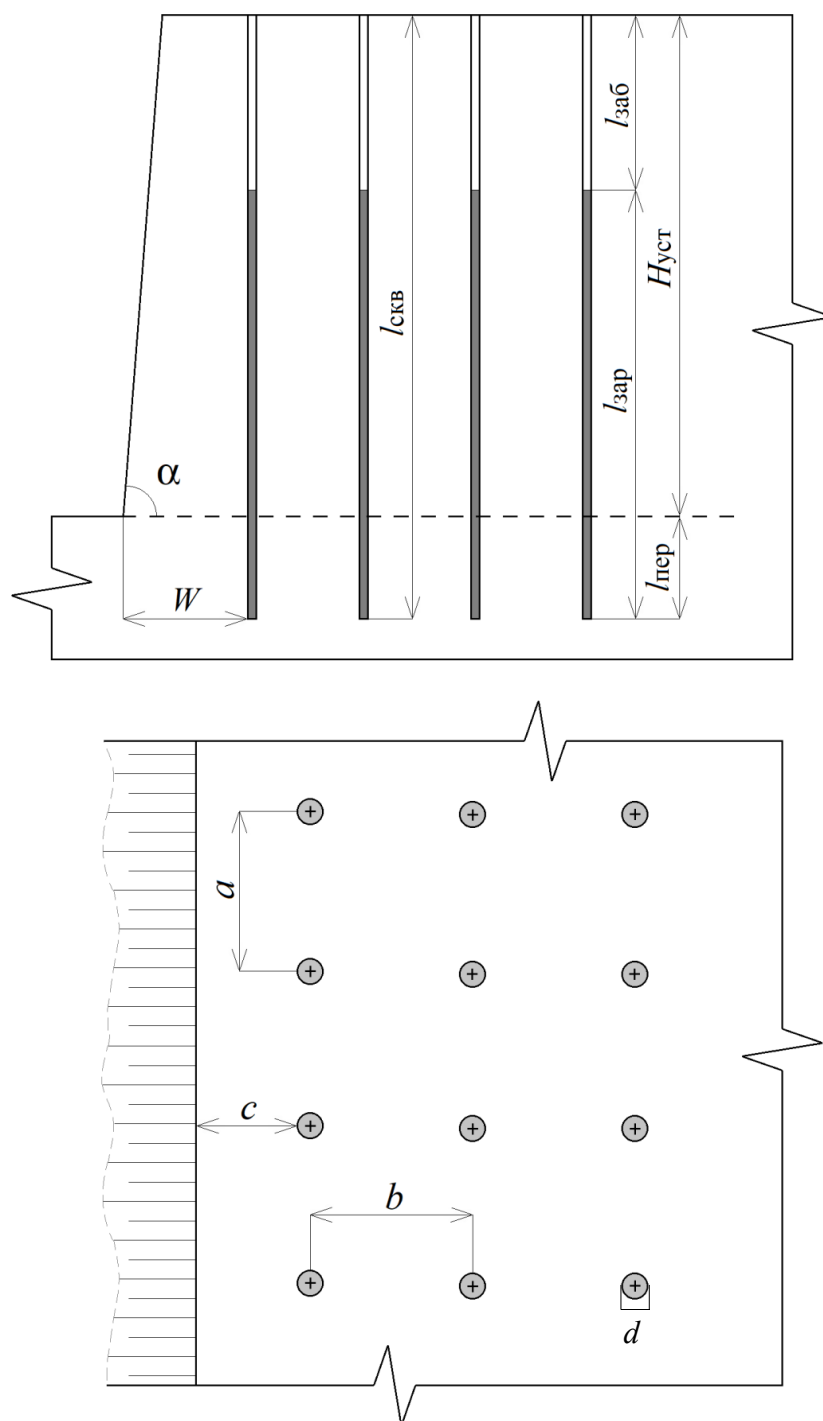


Рис. 3.2. Параметры расположения скважинных зарядов
на взрываемом уступе:

d – диаметр скважины, м; $H_{уст}$ – высота уступа, м; W – сопротивление по подошве (СПП), м; a – расстояние между скважинами, м; b – расстояние между зарядами, м; c – безопасное расстояние от оси скважины до верхней бровки уступа, м; $l_{зар}$ – длина заряда, м; $l_{пер}$ – длина перебура, м; $l_{заб}$ – длина забойки, м; $l_{скв}$ – длина скважины, м; α – угол откоса уступа

3.2. Выбор взрывчатых материалов

Определение ВВ является непростой задачей. Важно принимать во внимание совокупность множества факторов. К ним относятся: гидро-геологические и инженерно-геологические свойства масс, готовящихся к взрыву; технология укладки ВВ в скважину; экологические аспекты, присущие месту планирования взрыва. Российские производители ВВ обладают широким спектром свойств производимой продукции. Она позволяет проводить взрывные работы практически при любых условиях, где это возможно. При выполнении РГР необходимо определить ВВ, опираясь на заданные условия и способ проведения взрывных работ. Для этого следует обратить внимание на табл. 3.1. Данные о характеристиках типов ВВ, приведенных в табл. 3.1, подробно представлены в прил. 6.

Таблица 3.1

Области применения взрывчатых веществ

Условия применения	Породы слабые	Породы средней крепости	Породы крепкие
Сухие скважины или сухая часть обводненных скважин	Игданит Гранулит М	Граммонит 79/21 Гранулит АС-4	Карбатол ГЛ-10В Гранулит АС-8
Обводненная часть скважин	Акватол Т-20 ЭВВ	Граммонит 30/70 ЭВВ	Алюмотол ЭВВ
	Порэмнты		

Сегодня в Российской Федерации и других странах зачастую используются простые гранулированные ВВ типа АС-ДТ (на рис. 3.3 приведена иллюстрация этого типа ВВ) и эмульсионные взрывчатые вещества (ЭВВ) [3, 5]. Такой тип ВВ отвечает всем современным требованиям безопасности и нормам экологии, является достаточно эффективным и экономичным.

Подрыв зарядов в промышленном производстве происходит с использованием НСИ [6, 7]. Сегодня в нашей стране используются такие системы как российского, так и иностранного производителя. К первым, например, относятся «Коршун», «Искра». Ко вторым – «Rionel», «Excel», «Nonel LP»

(рис. 3.4). В прил. 7 представлены самые часто применяемые системы инициирования неэлектрического типа.



Рис. 3.3. ЭВВ Порэмит П



Рис. 3.4. НСИ Nonel LP

Наряду с неэлектрическими системами инициирования зарядов применяется инициирование электрическими детонаторами (ЭД). Пример приведен на рис. 3.5. В этом случае необходимо использование детонирующего шнура (ДШ). Пример ДШ представлен на рис. 3.6. Виды ДШ разделяют на стандартные и гидрорезистентные ДШ, например ДШВ, ДШЭ-12 и др.

ЭД также делят на два типа: ЭД мгновенного действия и ЭД короткозамедленного. Их технические параметры представлены в прил. 8. Для корректной работы ЭД применяются индукторные машинки. Это такой тип

оборудования, который отвечает за подачу электрического тока непосредственно в ЭД. Они также бывают различных типов конструкции. Наиболее применяемые представлены в сводной таблице в прил. 9 с соответствующими техническими характеристиками.

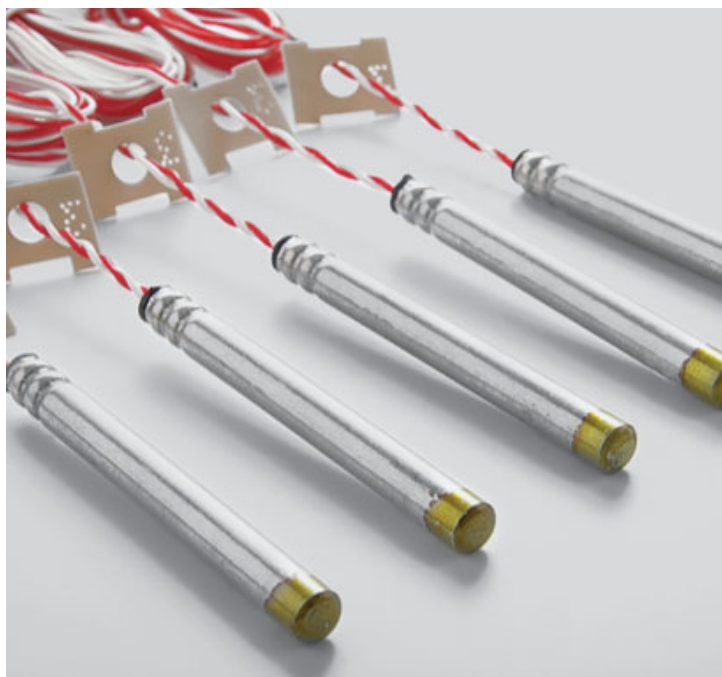


Рис. 3.5. Электродетонаторы ЭД-3-Н



Рис. 3.6. Детонирующий шнур ДШЭ-12

3.3. Расчет параметров буровзрывных работ

При определении значений параметров БВР необходимо учесть множество факторов. К основным относят: дробление масс, в которых закладывается заряд; оформление подошвы уступа после взрыва; разлет масс породы после взрыва; сейсмическое влияние на близлежащие окрестности. Также на параметры БВР влияют свойства ВВ и свойства породы места проведения взрывов; системы инициирования зарядов; методика и схема проведения взрыва. Далее приведена технология определения параметров БВР для проектирования взрывных работ на открытых горных разработках.

1. Устанавливается диаметр скважин в соответствии с [8, 9]

$$d = 28H\sqrt{\frac{K}{\Delta}}, \text{ мм}, \quad (3.1)$$

где H – высота уступа, м; K – расчетный удельный расход ВВ, кг/м³ (табл. 3.2); Δ – плотность заряжания, т/м³.

2. Определяется величина преодолеваемого СПП W для одиночного скважинного заряда

$$W = \sqrt{\frac{P}{K}}, \text{ м}, \quad (3.2)$$

где P – вместимость 1 м скважины, кг.

Величина преодолеваемого сопротивления W определяется с учетом взаимодействия зарядов, принимая во внимание коэффициент их сближения m , который определяется по формуле

$$W_{\text{вз}} = W(1,6 - 0,5m), \text{ м}. \quad (3.3)$$

Кроме того, величина W должна быть проверена на условие безопасного ведения работ. Это выполняется с помощью формулы

$$W \geq H \text{ctg} \alpha + c, \text{ м}, \quad (3.4)$$

где α – угол откоса уступа; c – минимально допустимое расстояние от оси скважин до бровки уступа, м.

Таблица 3.2

Величина расчетного удельного расхода ВВ (аммонит № 6ЖВ)

Наименование породы	Категория пород по СНиП	Коэффициент крепости f по шкале проф. М. М. Протодяконова	Средняя плотность пород, кг/м ³	Расчетный удельный расход ВВ, кг/м ³
Мел	IV–V	0,8–1,0	1 850	0,25–0,3
Гипс	IV	1,0–1,5	2 250	0,35–0,45
Мергель	IV–VI	1,0–1,5	1 900	0,3–0,4
Конгломерат, брекчий на глинистом цементе	IV–VI	2,3–3,0	2 200	0,35–0,45
Глинистый сланец	IV–VII	3,0–6,0	2 200	0,4–0,5
Доломит, известняк, магнезит, песчаник	VII–VIII	5,0–6,0	2 700	0,4–0,5
Известняк, песчаник, мрамор	VII–IX	6,0–8,0	2 800	0,45–0,7
Гранит, гранодиорит	VII–X	6–12	2 800	0,5–0,7
Базальт, диабаз, андезит, габбро	IX–XI	6–18	3 000	0,6–0,75
Кварцит	X	12–14	3 000	0,5–0,6
Порфирит	X	16–20	2 800	0,7–0,75

Примечание. При использовании иных видов ВВ значение K умножается на коэффициент относительной работоспособности e для соответствующего вида ВВ.

3. Устанавливается приблизительное значение перебура

$$l_{\text{пер}} = 0,5KW, \text{ м.} \quad (3.5)$$

4. Определяется протяженность забойки. Минимально возможная величина забойки не превышает $(0,6–0,8)W$.

5. Определяется величина заряда

$$Q = P(l - l_{\text{заб}}), \text{ кг,} \quad (3.6)$$

где $l_{\text{заб}}$ – длина забойки.

6. Определяется расстояние между зарядами в ряду

$$A = mW, \text{ м.} \quad (3.7)$$

7. Расстояние b между рядами скважин при короткозамедленном взрывании принимается $(0,9 – 1)W$.

8. Если одиночные скважины даже при коэффициенте сближения $m = 0,6$ не обеспечивают нормальную проработку подошвы уступа при

больших величинах СПП, то применяется парное расположение скважин. Величина СПП парно-сближенных зарядов W_2 определяется по формуле

$$W = \sqrt{\frac{2P}{K}}, \text{ м.} \quad (3.8)$$

Формулой (3.2) следует пользоваться только в тех случаях, когда W меньше $0,8H$. Если полученная величина W больше $0,8H$, то расчет зарядов производится следующим образом:

- а) принимается величина линии наименьшего сопротивления в пределах $(0,6-0,8)H$;
- б) вычисляется вес заряда в скважине по формуле

$$Q = KW^3, \text{ кг;} \quad (3.9)$$

- в) определяется длина заряда по формуле

$$l_{\text{зар}} = \frac{Q}{P}, \text{ м,} \quad (3.10)$$

где P – вместимость 1 м скважины, кг;

- г) для расчета остальных параметров используется приведенная выше методика.

9. Взрывная сеть НСИ состоит из магистральной УВТ, по которой передается взрывной импульс от специального пускового устройства к КД, поверхностных соединительных блоков с КД, внутрискважинных КД в различных комбинациях. Возможно использование НСИ в комбинации с электрическим способом инициирования.

3.4. Составление проекта массового взрыва

Взрывные работы на карьерах производят в соответствии с проектами, состоящими из следующих пунктов:

- 1) разработка схемы расположения скважинных зарядов, включая графическое представление приведена в прил. 10;
- 2) технический расчет параметров БВР (при выполнении РГР для расчета параметров взрывных работ необходимо воспользоваться компьютерной программой «Расчет скважинных зарядов», см. прил. 11);

3) план проведения взрывных работ (в отчет о выполнении РГР допускается не включать).

Технический расчет параметров БВР и схему расположения скважинных зарядов необходимо оформить в виде отчета, который должен включать пояснительную записку и расчетно-графическую документацию. Такие отчеты формируются согласно присущим в конкретном районе работ горно-геологическим, гидрологическим, инженерно-техническим факторам, а также указаниям маркшейдерской службы.

Техническая документация по проектированию взрывных работ состоит из: плана-задания (масштаб 1 : 1 000); плана схемы скважин на уступе (масштаб 1 : 500); поперечных профилей скважин первого ряда (масштабы 1 : 500 и 1 : 200) с расчетом зарядов в табличном виде; геолого-технологического плана блока (масштаб 1 : 500); сводного плана ведения БВР (масштаб 1 : 1 000).

Пояснительную записку необходимо оформить согласно содержанию следующих пунктов:

- 1) схема расположения скважин (прил. 12);
- 2) поперечные профили через заряды (прил. 13);
- 3) схемы отвода оборудования;
- 4) схемы заряжания и забойки скважин (прил. 14);
- 5) план местности проведения БВР с отметками границ опасной зоны и расположенными внутри этой зоны зданиями и сооружениями, ЛЭП или другими коммуникациями, местами дислокации охранных служб;
- 6) схемы взрывных сетей (прил. 15).

Данные, приведенные в пунктах 3) и 5), не обязательны к размещению в отчете о выполнении РГР.

4. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

4.1. Требование промышленной безопасности при бурении скважин

В источниках [2, 10] приведены главные требования безопасности, которые должны неукоснительно соблюдаться при проектировании массовых взрывов на карьерах. Район проведения БВР должен быть тщательно подготовлен. Рабочая зона спланирована, составлены планы, сформированы проекты по бурению.

Маркшейдерское сопровождение БВР проводится согласно прописанным нормам и правилам. Буровое оборудование всегда располагается в удалении от бровки уступа согласно проектному решению, однако всегда дальше чем 2 м от края уступа до ближней точки опоры станка. При работе с первым рядом скважин поперечная ось станка обязательно должна располагаться параллельно бровке уступа.

Не допускается размещение частей горной породы под домкраты бурительного оборудования. Дистанционное управление оборудованием необходимо применять в том случае, если используется шарошечный тип бурения на первом ряде скважин от бровки. Скважины с диаметром, превышающим 25 см, после окончания буровых работ в обязательном порядке следует закрывать и устанавливать предупреждающие метки. Правила установки оградительных конструкций и предупреждающих знаков устанавливаются руководством предприятия.

Исключено использование оборудования, если имеется неисправности или проблемы в ограничителях переподъема бурового снаряда, в механизме остановки лебедки или в системе отведения пыли.

Особое внимание уделяется прочности подъемного каната бурового оборудования. Ее запас должен быть многократный. Визуальные проверки дежурным механиком установлены с определенной периодичностью. Все отметки об этом обязательно отражаются в специальных журналах. Не до-

пускается, чтобы проволочные элементы торчали из каната, их необходимо удалить. Если количество поврежденных металлических проволок на длине свивки превышает 10 %, то эксплуатировать такой канат запрещено.

4.2. Требование промышленной безопасности при ведении взрывных работ на открытых разработках

Общие требования

К требованиям безопасности при реализации БВР относят следующие. ВМ при хранении и транспортировке обязательно должны храниться в специализированном или заводском упаковочном комплекте или контейнере.

ВМ никогда не должны быть оставлены без присмотра. Это также относится к заряженным шпурам, скважинам.

Требования к хранению систем инициирования и боевикам заключаются в строгом удалении их друг от друга на дистанцию, которая полностью исключает передачу детонации.

На любом производстве имеются инструкции со сводами правил по обращению с ВМ. Несоблюдение этих правил, а также правил пожарной безопасности влечет за собой административную или уголовную ответственность.

Порошковые ВВ, у которых основа состоит из аммиачной селитры, необходимо хорошо размять перед заложением и убедиться в том, что упаковка не повреждена. Не допускается использовать ВВ, которые хранились при условиях влажности, превышающих допустимы нормы (нормы указаны на упаковках или в инструкциях по применению).

Порошкообразные ВВ, в составе которых имеется гексоген или нитроэфиры, находящиеся долгое время в неподвижном положении, должны все равно применяться без размятия или измельчения. Их использование допускается только на земной поверхности.

Во время проведения взрывных работ обязателен учет в воздухе отравляющих веществ, включая пыль ВВ. Во избежание отравления сотрудников опасными выбросами на предприятиях всегда утвержден комплекс мер по проведению мероприятий, направленных на недопущение нахождения персонала в местах скопления отравляющих веществ.

Взрывные работы должны проводиться только в местах, определенные проектом, утвержденным руководителем взрывных работ, и вестись строго под его руководством. Руководитель взрывных работ назначается приказом организации. Перед началом выполнения своих трудовых обязанностей на смене руководитель взрывных работ обязан ознакомиться с наряд-путевкой под роспись.

Проект производства взрывных (буровых) работ является базовым документом на каждом предприятии, занимающемся взрывными работами. В соответствии с ним разрабатываются паспорта БВР и проекты взрывов в соответствующих условиях.

Проект производства (буро)взрывных работ включает в себя мероприятия по обеспечению безопасности сотрудников предприятия; основные параметры взрывных работ; способы инициирования зарядов; расчеты взрывных сетей; конструкции зарядов и боевиков; предполагаемый расход ВМ; расчет опасной зоны с учетом объектов, находящихся в ее пределах; проветривание района взрывов и другие меры безопасности.

Допуск лиц, не связанных с БВР, с начала доставки ВВ в запланированную зону взрыва до зарядки скважины категорически запрещается. Исключение составляют специалисты контролирующих органов в присутствии руководителя. Границы зоны отчуждения установлены проектом БВР. Она не должна быть менее 20 м от любой заряженной скважины и распространяется полностью на весь взрываемый уступ, а также уступ ниже и выше.

Помимо зоны отчуждения (запретной зоны), существует понятие «опасная зона». Оно вводится, если имеют место следующие случаи:

- взрывание с использованием электродетонаторов в боевиках с начала укладки боевиков;
- взрывание с использованием ДШ – до начала процесса монтажа в сеть замедлителей (реле);
- применение в боевиках неэлектрических СИ с низкоэнергетическими волноводами – с момента подсоединения взрывной сети участков к магистральной;
- взрывание с применением электронных СИ – с момента подсоединения взрывной сети участков к магистральной.

Рубежи запретной или опасной зоны необходимо обеспечить контролирующими постами охраны, которые должны выполнять только свои прямые обязанности, без дополнительных поручений.

При проведении взрывных работ существует требование по обеспечению рабочей зоны звуковыми сигналами и при выполнении работ в темное время суток дублирование световыми сигналами. Для этого применяются специальные приборы, поскольку подача сигналов голосом или с помощью ВМ не допускается.

Сигнализирование при производстве взрывных работ осуществляется согласно следующим правилам:

- сигнал один – предупредительный (продолжительный один). Сигнал подается при вводе опасной зоны;
- сигнал два – боевой (два продолжительных). Сигнал подается перед началом взрыва;
- сигнал три – отбой (три коротких). Сигнал подается по окончании взрывных работ.

При одиночном взрыве допускается подача сигнала сотрудником, ответственным за взрыв, или старшим взрывником. При массовых взрывах для этих целей должно быть предусмотрено кадровое решение, то есть специально обученное лицо, назначенное для данных работ.

Время, на которое назначены взрывы, а также информацию о планируемых подачах сигналов необходимо в обязательном порядке донести до каждого сотрудника предприятия. При производстве массовых взрывов эту информацию необходимо передать жителям близлежащих населенных пунктов.

По окончании взрывных работ разрешается проходить к месту их проведения только после того, как руководитель или его доверенное лицо убедится в безопасности дальнейшего выполнения работ на месте проведенного взрыва.

Место у устья подлежащих заряданию шпуров или скважин следует сразу привести в порядок и освободить от обломков породы и бурового мусора.

Взрывные работы должны быть спроектированы таким образом, чтобы взрыв наружных рядов не повлиял на соседние. В случае невозможности

выполнения этой рекомендации взрывание следует производить одновременно. Для этого необходимо использовать ЭД и ДШ.

На скважинах с глубиной, превышающей 15–20 м, требуется дублирование внутрискважинной сети.

В каждом проекте производства (буро)взрывных работ должны быть детально описаны все вышеприведенные правила и требования: границы запрещенной и опасной зон, мероприятия по их охране; места расположения людей во время взрывных работ; параметры ВМ, их доставка, хранение, размещение и так далее.

Требования при проведении массовых взрывов на земной поверхности

Массовый взрыв – это взрыв единичных зарядов в выработках длиной от 10 м. Организации, занимающиеся реализацией массовых взрывов или взрывов, состоящих из сети нескольких зарядов, должны иметь типовой проект проведения БВР. Такой проект включает в себя:

- ситуационный план (план карьера или горной разработки, план зданий, сооружений, ЛЭП, коммуникаций и иных объектов в опасной и запрещенной зонах);
- данные о параметрах грунта в районе работ (классификация по крепости, трещиноватости, буримости, взрываемости);
- технологические параметры (размер рабочих площадок, отметки уступов и т. д.);
- технология и параметры БВР, схемы, расчеты;
- определение ВВ, СИ, средств механизации БВР, методов взрывания, контрольно-измерительных приборов, расчетное обоснование размеров скважин и шпуров;
- проект сети закладки ВВ;
- конструкции зарядов и боевиков (промежуточных детонаторов);
- методика определения интервалов замедлений и принятые интервалы;
- схема позиционирования скважин на уступах;
- расходные коэффициенты и показатели взрывов (удельный расход ВВ, выход горной массы с одного погонного метра скважины);

– методика определения границ зоны безопасности, типовой паспорт измельчения негабаритных кусков породы.

Типовой проект БВР утверждается начальником смены и может применяться после вступления в силу распорядительного документа предприятия.

Согласно типовому проекту составляется проект производства (буро)взрывных работ или проект массового взрыва согласно текущим задачам. Типовой проект состоит:

- а) из технического расчета;
- б) схем позиционирования скважин (представленных наглядными иллюстрациями);
- в) списков расчетов БВР;
- г) плана производства массового взрыва.

В организациях, занимающихся взрывными работами, существует документ, в котором определены дата и время реализации массовых взрывов. Технологию подготовки и производства БВР утверждает технический руководитель предприятия или доверенный им подчиненный. Согласно данной технологии составляется план массового взрыва. Его утверждает технический руководитель или доверенный им подчиненный.

По завершении подготовки и закладки ВВ ответственное лицо за производство массового взрыва (а в случае нескольких взрывов – взрывники), убеждаются в правильном монтаже ВВ согласно проектным схемам, а также в устойчивости соединений и корректности подключения замедлителей. Если имеют место дефекты или несоответствия проектным схемам, то это должно быть устранено, или взрыв будет отложен.

Ответственный руководитель взрыва и старший взрывник (взрывники) должны иметь надежную связь. Обычно для этого используются рации.

Ответственный руководитель взрывных работ может сообщить о начале подачи боевого сигнала после того, как ознакомится со всеми параметрами взрывных работ и будет убежден, что ответственные взрывники полностью закончили подготовку к взрыву, все скважины заряжены, охрана размещена на постах у границ опасной зоны и все люди находятся за ее пределами.

По прошествии 15–20 мин руководитель взрыва обязан провести осмотр места проведения взрыва, не забывая о мерах безопасности, связан-

ных с возможным отравлением опасными газами. Особое внимание при осмотре уделяется поиску несработавших скважинных зарядов. После осмотра, полностью убедившись в безопасности дальнейшей работы на месте проведения взрыва, руководитель дает сигнал о снятии охраны с запретной и опасной зон.

Выявление отказов во время массового взрыва, их обнаружение, учет и меры устранения оставшихся ВВ проводятся согласно разработанным и утвержденным правилам.

Анализ проведенных взрывов проводится в обязательном порядке. Это необходимо для совершенствования методик подготовки взрывов и улучшению мер обеспечения безопасности и эффективности проведения буровзрывных работ на открытых горных разработках.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии освещены вопросы, связанные с проектированием буровзрывных работ на открытых горных разработках и обеспечением безопасности ведения буровзрывных работ. Разработанный практикум направлен на изучение как теоретической, так и практической составляющей дисциплины «Технология и безопасность ведения буровзрывных работ».

Материалы пособия содержат общие понятия о буровзрывных работах, исходные данные для проектирования взрывных параметров и сведения об оборудовании для бурения взрывных скважин. В пособии приведены практические данные об определении местоположения скважинных зарядов, выборе ВМ, определении параметров БВР, разработке проекта массового взрыва, техники безопасности при ведении БВР, предоставлена возможность обучающимся самостоятельно изучить основные теоретические вопросы данной дисциплины, ознакомиться с методическими рекомендациями по выполнению расчетно-графической работы, требованиями по оформлению отчета о выполненной работе, подготовиться к защите отчета. В тексте приведены методические рекомендации по выполнению расчетно-графической работы, предусмотренной учебным планом и рабочей программой дисциплины.

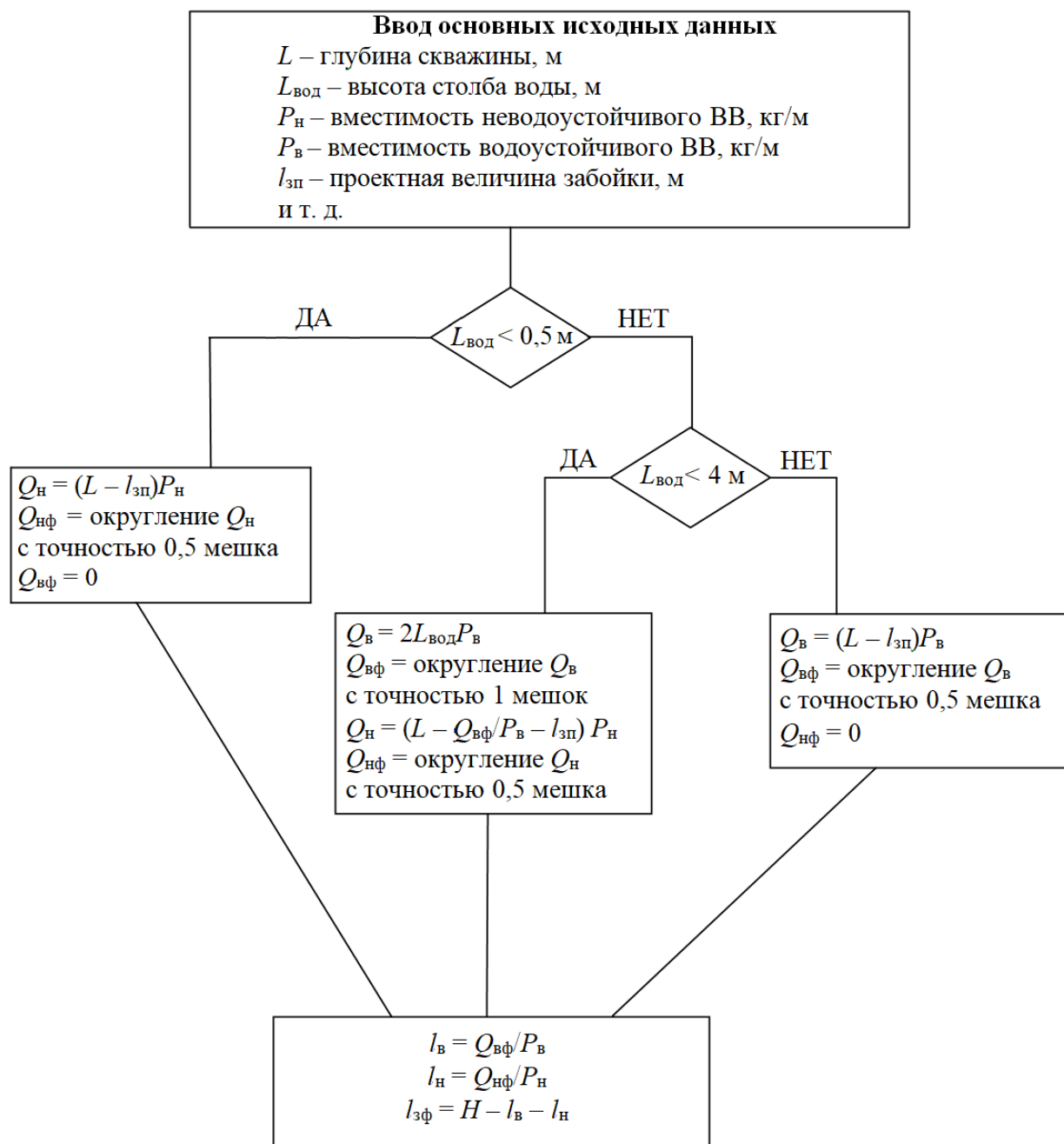
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Расчет скважинных зарядов : свидетельство о гос. регистрации прогр. для ЭВМ № 2016619127 Российская Федерация / А. Н. Гришин, Т. М. Медведская. – Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 15.08.2016.
2. Приказ Ростехнадзора № 494 от 3 декабря 2020 года «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» (Зарегистрировано в Минюсте России 25 декабря 2020 года, регистрационный № 61824) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573219717>.
3. Кутузов Б. Н. Методы ведения взрывных работ. Часть 1. Разрушение горных пород взрывом : учебник для вузов. – М. : Горная книга, 2009. – 471 с.
4. Технические правила ведения взрывных работ в энергетическом строительстве. 3-е изд. перераб. и доп. – М. : АО «Институт Гидропроект», 1997. – 232 с.
5. Олофссон С. Прикладная технология взрывной отбойки для строительства и горной промышленности (перевод с англ. к. т. н. Ю. П. Щепкина). – Жезказган, 2003. – 278 с.
6. Описание системы НОНЕЛЬ. Dyno Nobel Europe Export. Gyttop, SE-713 82. – Nora, Sweden, 1997. – 30 с.
7. НОНЕЛЬ. Инструкция по эксплуатации. Dyno Nobel Europe Export. Gyttop, SE-713 82. – Nora, Sweden, 1998. – 55 с.
8. Перечень взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к применению в Российской Федерации (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 сентября 2011 г. № 537) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902301357>.

9. Кутузов Б. Н. Методы ведения взрывных работ. Часть 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности : учебник для вузов. – М. : Горная книга, 2008. – 512 с.

10. Приказ Ростехнадзора № 505 от 8 декабря 2020 года «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке полезных ископаемых» (Зарегистрировано в Минюсте России 21 декабря 2020 года, регистрационный № 61651) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573156117>.

БЛОК-СХЕМА ПРОГРАММЫ «РАСЧЕТ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ»



$Q_{\text{н}}$ – количество неводоустойчивого ВВ расчетное, кг;
 $Q_{\text{нф}}$ – количество неводоустойчивого ВВ фактическое, кг;
 $Q_{\text{в}}$ – количество водоустойчивого ВВ расчетное, кг;
 $Q_{\text{вф}}$ – количество водоустойчивого ВВ фактическое, кг;
 $l_{\text{в}}$ – высота колонки заряда из водоустойчивого ВВ, м;
 $l_{\text{н}}$ – высота колонки заряда из неводоустойчивого ВВ, м;
 $l_{\text{зф}}$ – фактическая величина забойки, м.

КЛАССИФИКАЦИИ ПОРОД ПО КРЕПОСТИ И БУРИМОСТИ

Группа грунтов и пород по СНиП	Классификация проф. М. М. Протодяконова		Единая классификация по буримости		
	Коэффициент крепости	Степень крепости	Класс грунтов	Скорость бурения бурами, мм/мин	
				стальными	армированными
XI X IX	20 15	В высшей степени крепкие. Очень крепкие	1	12	31
			2	15	40
			3	20	50
			4	26	60
			5	30	75
VIII	10	Крепкие. Довольно крепкие	7	50	110
	8		8	65	130
	6		9	85	160
VII	5	Довольно крепкие. Средней крепости.	10	110	200
	4		11	150	250
VI	3	То же. Довольно мягкие.	12	200	300
	2		13	250	350
V	1,5	То же	14	325	400
IV	1	Мягкие	15	425	500

КЛАССИФИКАЦИЯ ТРЕЩИНОВАТОСТИ МЕЖВЕДОМСТВЕННОЙ КОМИССИИ ПО ВЗРЫВНОМУ ДЕЛУ

Категория грунта	Степень трещиноватости (блочности массива)	Размер отдельностей, м	Число трещин на 1 м линии
I	Чрезвычайно трещиноватые (мелкоблочные)	$< 0,1$	> 10
II	Сильнотрещиноватые (среднеблочные)	$0,1 \dots 0,5$	$2 \dots 10$
III	Среднетрещиноватые (крупноблочные)	$0,5 \dots 1,0$	$1 \dots 2$
IV	Малотрещиноватые (весьма крупноблочные)	$1,0 \dots 1,5$	$1,0 \dots 0,65$
V	Практически монолитные (исключительно крупноблочные)	$> 1,5$	$< 0,65$

Примечание. Размер отдельностей – это среднее расстояние между естественными трещинами всех систем, м.

БУРОВЫЕ СТАНКИ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

Показатели	Вращательное (шнековое) бурение		Бурение погружными пневмоударниками		Бурение шарошечными долотами	
	СБР-125	СП-130	СБУ-100ГА-50	БМ-100	СБШ-160/230 ДС/ДМ	СБШ-250 МНА-32
Диаметр скважин, мм	125	130–300	110–130	110–152	160–215	250
Глубина бурения, м	24	20	50	50	55	32
Коэффициент крепости породы	до 6	до 6	6–20	6–20	4–18	6–18
Тип ходовой части	Гусенич- ный	Гусенич- ный	Гусенич- ный	Гусе- ничный	Гусе- ничный	Гусенич- ный
Расход воздуха, м ³ /мин	–	–	10 (от авто- номного компрес- сора)	15	40	32
Вес, кг	2 000	4 500	5 000	14 000	55 000	85 000

БУРОВЫЕ СТАНКИ ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

Показатели	Epiroc		Sandvik	
	FlexiROC D55	DM45	Leopard DI550	D45KS
Диапазон бурения, мм	90–152	149–229	90–165	162–222
Глубина бурения, м	45	53,3	45	63
Пневмоударник	COP M	–	Sandvik RH550	–
Тип ходовой части	Гусеничный	Гусеничный	Гусеничный	Гусеничный
Тип двигателя	Дизельный	Дизельный	Дизельный	Дизельный
Производительность компрессора, м ³ /мин	21,24	25,4	24,4	28,3–32,8
Вес, кг	21 700	41 000	23 000	47 726

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Наименование ВВ	Энергия взрыва, кДж/кг	Плотность (насыпная), г/см ³	Характеристики патронов ВВ			Коэффици- ент относи- тельной ра- ботоспособ- ности
			Диаметр, мм	Масса, г	Длина, мм	
Простейшие составы ВВ						
Игданит	3 800	0,85	—	—	—	1,13
Гранулит М	3 850	0,90	—	—	—	1,13
Гранулированные ВВ						
Гранулотол	4 100	0,95–1,00	—	—	—	1,20
Граммонит 30/70	3 450	0,90–0,95	—	—	—	1,14
Граммонит 79/21	4 300	0,9–1,0	—	—	—	1,00
Гранулит АС-4	4 500	0,80–0,85	—	—	—	0,98
Гранулит АС-8	5 200	0,95	—	—	—	0,89
Алюмотол	5 600	0,95–1,00	—	—	—	0,83
Водосодержащие ВВ						
Акватол Т-20	3 680	1,45–1,50	—	—	—	1,2
Карбатол ГЛ-10В	5 700	1,55–1,60	—	—	—	0,79
Эмульсионные ВВ						
Порэмит 1А	2 960	1,2	—	—	—	1,41
Эмульсолит П	3 300	1,4	90 120	4 450 6 500	50 58	1,31

ТИПЫ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИНИЦИИРОВАНИЯ

Dyno Nobel	АО «НМЗ «Искра»	АО «Муромец»
Nonel LP	Искра-Ш	Коршун-М ДИН-Ш
Nonel MS	Искра-С	Коршун-М ДИН-С
Nonel UNIDET	Искра-П	Коршун-М ДИН-П

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОДЕТОНАТОРОВ

Наименование		Количество серий замедления	Интервал замедления, мс	Сопротив- ление, Ом	Безопас- ный ток, А
Непредохрани- тельные	ЭД-8-Ж ЭД-3-Н	1...36	Мгновенного действия 20...10 000	2,0... 4,2 2,0 ...4.2	0,18 0,18
Предохранитель- ные	ЭД-КЗ-ОП ЭД-30-УН	0...9	Мгновенного действия 5...300	2,0... 4,2 2,0... 4,2	0,18 0,18

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЗРЫВНЫХ ПРИБОРОВ

Наименование	Напряжение на конденсаторе, В	Максимальное сопротивление, Ом	Количество одновременно взрывааемых последовательных соединений ЭД, шт.	Область применения
Конденсаторный взрывной прибор КВП-1/100М	600/650	320	100	Выработки, опасные по взрыву газа или пыли. Взрывание групп последовательно соединенных ЭД нормальной чувствительности
Конденсаторный взрывной прибор ПИВ-100М	610/670	320	100	Выработки, опасные по взрыву газа или пыли. Взрывание групп последовательно соединенных ЭД нормальной чувствительности
Конденсаторная взрывная машинка КПМ-3	1 600	600	200	Открытые работы; подземные выработки, неопасные по взрыву газа или пыли. Взрывание групп ЭД нормальной чувствительности
Конденсаторная взрывная машинка ВМК-500	3 000	2 100	800	Открытые работы; выработки, неопасные по взрыву газа или пыли
Устройство пусковое УПЭ-1,5/Х	—	—	—	Открытые работы; выработки, неопасные по взрыву газа и пыли

ТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МАССОВОГО ВЗРЫВА

(рекомендуемая схема пояснительной записки с расчетами)

1. Общие сведения.
2. Геология и гидрогеология.
3. Объем взрываемого массива.
4. Диаметр скважин, величина перебура, наименование взрывчатых веществ и средств инициирования, удельный расход взрывчатых материалов, расчет зарядов в скважинах, расстояния между скважинами в ряду и рядами скважин.
5. Способы инициирования зарядов, взрывной сети.
6. Расчет электровзрывной (взрывной) сети и силы тока, проходящего через один электродетонатор (электрозажигательный патрон).
7. Рисунки конструкции заряда и боевика с указанием места размещения боевика (боевиков) в заряде (зарядах). Вид и величины забойки.
8. Тип детонирующего шнура (ленты), замедлителей.
9. Схема взрывания с указанием величин интервалов замедлений.
10. Предполагаемый расход взрывчатых веществ (кг), в том числе по наименованиям:

11. Предполагаемый расход промежуточных детонаторов (кг), в том числе по наименованиям:

12. Предполагаемый расход средств инициирования, в том числе по наименованиям:

13. Расчет безопасных расстояний по разлету кусков горной массы.
14. Расчет безопасных расстояний по действию ударной воздушной волны.
15. Расчет сейсмически безопасных расстояний.
16. Расчет безопасного расстояния по воздействию газов, образующихся при массовом взрыве.
17. Прочие сведения.

Расчет составил _____
(должность, фамилия и инициалы, дата)

(подпись)

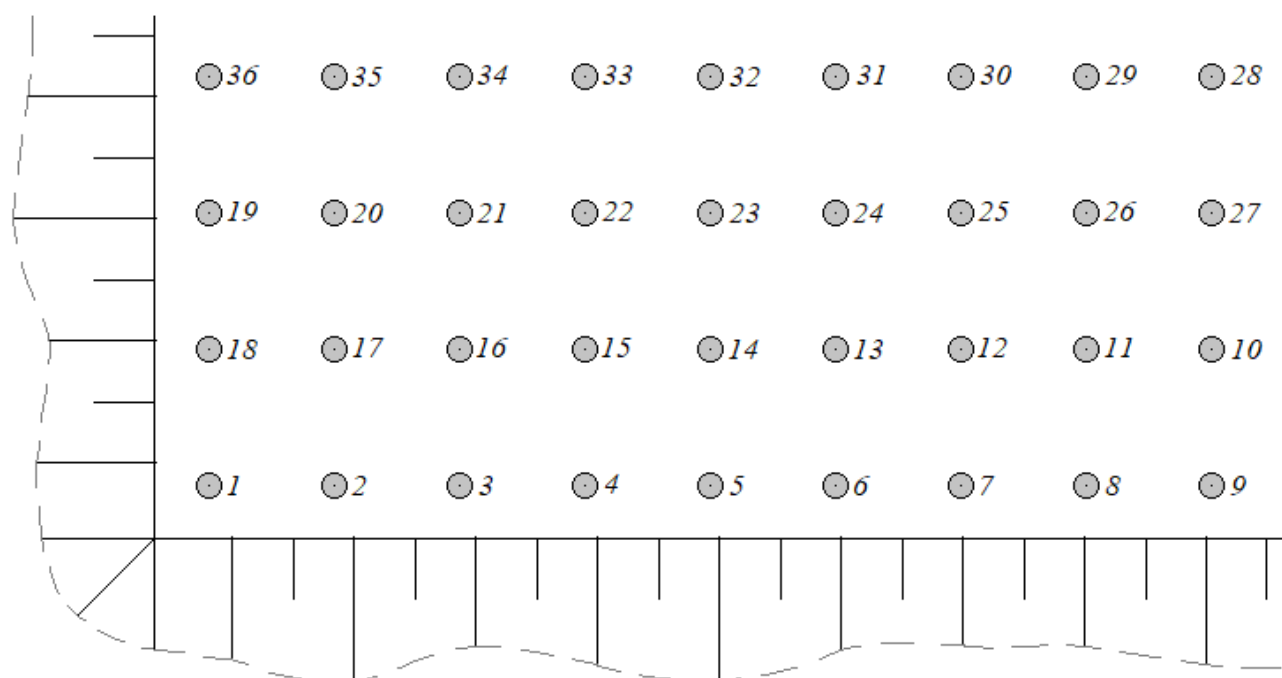
Расчет проверил _____
(должность, фамилия и инициалы, дата)

(подпись)

ТАБЛИЦА ПАРАМЕТРОВ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

№ ряда	№ скважины	Диаметр скважины, м	Высота уступа, м		Глубина скважины, м		Величина пещеры, м		Высота столба воды, м	Сопротивление по подошве, м		S от устья скважины до бровки и уступа, м		Расстояние между скважинами в ряду, м		Расстояние между рядами скважин, м		Удельный расход ВВ, кг/м³		Расчетный вес заряда, кг	Фактический вес основного заряда, кг				Длина заряда, м		Вместимость в 1 п. м скважины, кг/м		Длина забойки, м		Объем породы от одной скважины, м³	
			проект.	фактич.	расчет.	фактич.	расчет.	фактич.		расчет.	фактич.	расчет.	фактич.	расчет.	фактич.	расчет.	фактич.	расчет.	фактич.		ТПП-600	Водоус. ВВ	Основн. ВВ	ИТОГО	расчет.	фактич.	расчет.	фактич.	расчет.	фактич.	расчет.	фактич.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
III ряд	33	0,22	12,5	12,5	14,0	14,0	1,5	1,5	6,0					5,5	5,5	5,5	5,5	0,90	0,85	340	0,8	320	0	320,8	10,0	10,0	34,0	34,0	4,0	4,0	378	378
	34	0,22	12,5	12,5	14,0	14,0	1,5	1,5	4,5					5,5	5,5	5,5	5,5	0,90	0,85	340	0,8	320	0	320,8	10,0	10,0	34,0	34,0	4,0	4,0	378	378
	35	0,22	12,5	12,5	14,0	14,0	1,5	1,5						5,5	5,5	5,5	5,5	0,90	0,89	340	0,8	0	336	336,8	10,0	9,9	34,0	34,0	4,0	4,1	378	378
	36	0,22	11,8	11,8	13,3	13,5	1,5	1,7	5,0					5,5	5,5	5,5	5,5	0,90	0,84	321	0,8	300	0	300,8	9,3	9,4	34,0	34,0	4,0	4,1	357	357
	37	0,22	11,8	11,8	13,3	13,5	1,5	1,7	5,0					5,5	5,5	5,5	5,5	0,90	0,84	321	0,8	300	0	300,8	9,3	9,4	34,0	34,0	4,0	4,1	357	357
	38	0,22	11,8	11,8	13,3	13,5	1,5	1,7	1,5					5,5	5,5	5,5	5,5	0,90	0,88	321	0,8	40	273	313,8	9,3	9,3	34,0	34,0	4,0	4,2	357	357
	39	0,22	11,8	11,8	13,3	13,5	1,5	1,7	1,5					5,5	5,5	5,5	5,5	0,90	0,88	321	0,8	40	273	313,8	9,3	9,3	34,0	34,0	4,0	4,2	357	357
	40	0,22	11,8	11,8	13,3	13,5	1,5	1,7	1,0					5,5	5,5	5,5	5,5	0,90	0,88	321	0,8	40	273	313,8	9,3	9,3	34,0	34,0	4,0	4,2	357	357
	41	0,22	11,8	11,8	13,3	13,5	1,5	1,7						5,5	5,5	5,5	5,5	0,90	0,88	321	0,8	0	315	315,8	9,3	9,3	34,0	34,0	4,0	4,2	357	357
	42	0,22	11,8	11,8	13,3	13,5	1,5	1,7						5,5	5,5	5,5	5,5	0,90	0,88	321	0,8	0	315	315,8	9,3	9,3	34,0	34,0	4,0	4,2	357	357
	43	0,22	11,8	11,8	13,3	13,5	1,5	1,7	1,5					5,5	5,5	5,5	5,5	0,90	0,88	321	0,8	40	273	313,8	9,3	9,3	34,0	34,0	4,0	4,2	357	357
	44	0,22	11,8	11,8	13,3	13,5	1,5	1,7	3,0					5,5	5,5	5,5	5,5	0,90	0,86	321	0,8	160	147	307,8	9,3	9,3	34,0	34,0	4,0	4,2	357	357
	45	0,22	11,8	11,8	13,3	13,5	1,5	1,7	3,0					5,5	5,5	5,5	5,5	0,90	0,86	321	0,8	160	147	307,8	9,3	9,3	34,0	34,0	4,0	4,2	357	357
	46	0,22	11,8	11,8	13,3	13,5	1,5	1,7						5,5	5,5	5,5	5,5	0,90	0,88	321	0,8	0	315	315,8	9,3	9,3	34,0	34,0	4,0	4,2	357	357

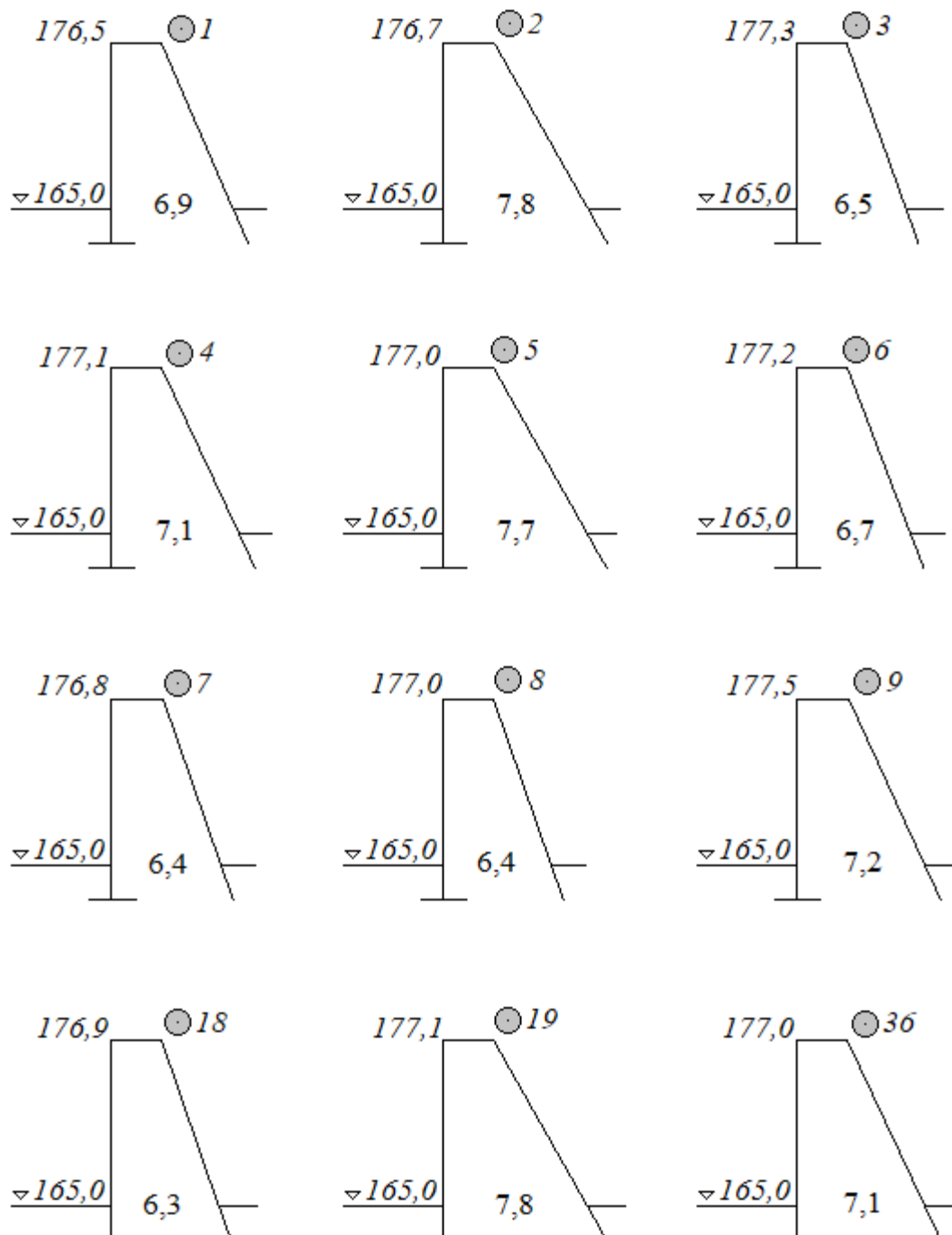
СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ СКВАЖИН



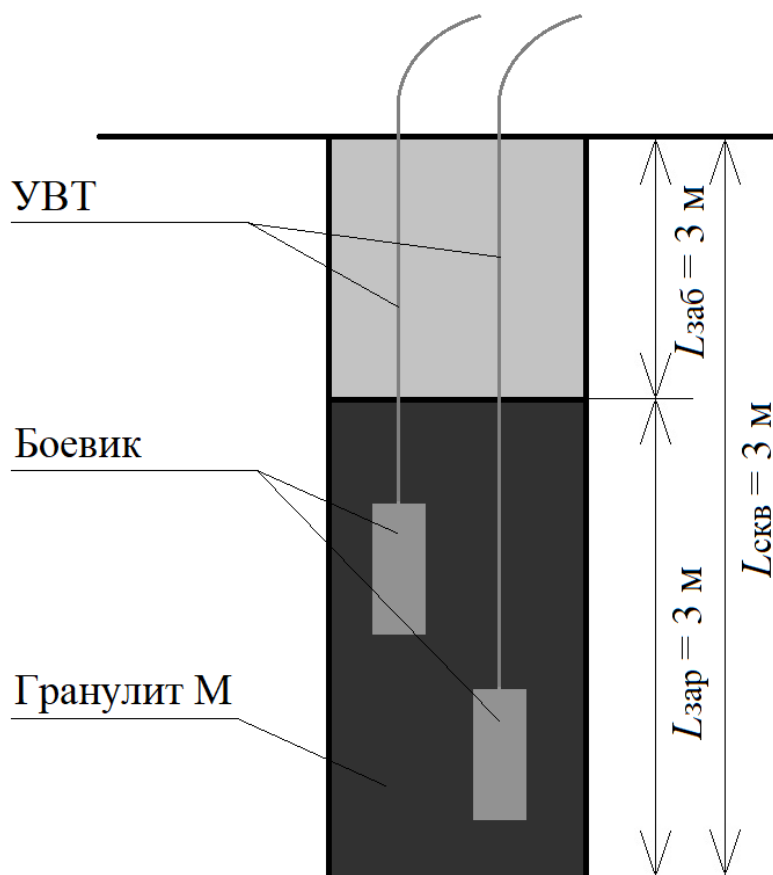
ПОПЕРЕЧНЫЕ ПРОФИЛИ ЧЕРЕЗ ЗАРЯДЫ

Схема разрезов по первому ряду

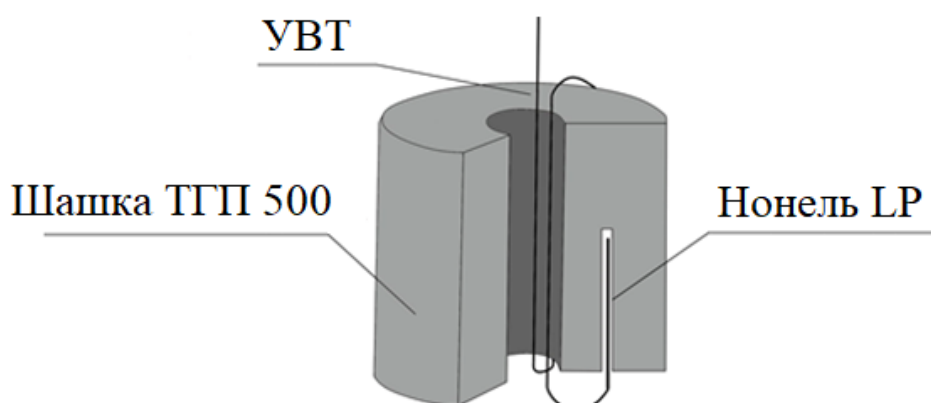
Масштаб 1 : 500



СХЕМЫ ЗАРЯЖАНИЯ И ЗАБОЙКИ СКВАЖИН (ПРИМЕР)

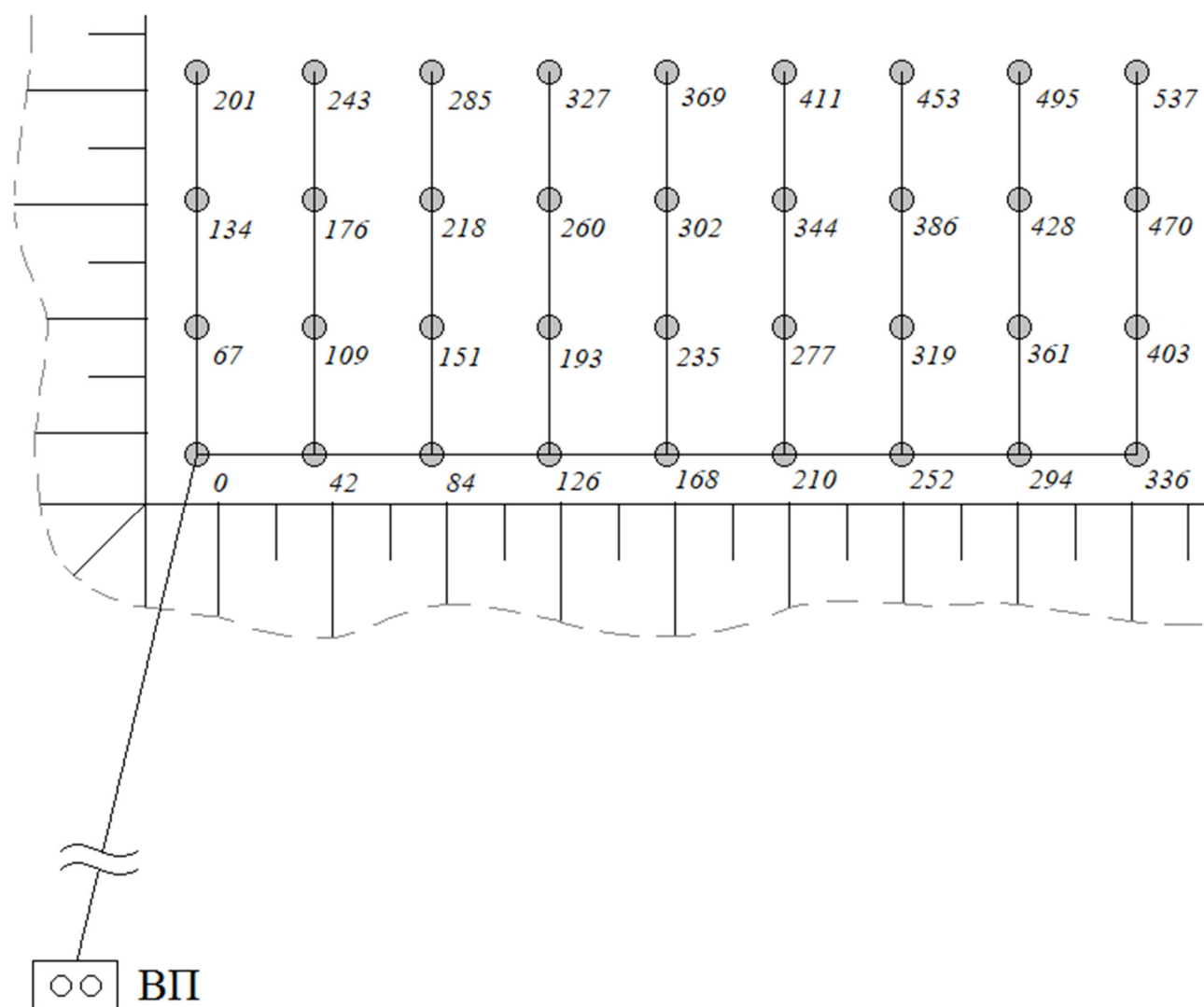


П.14.1. Конструкция заряда



П.14.2. Конструкция боевика

СХЕМА МОНТАЖА ВЗРЫВНОЙ СЕТИ



Учебное издание

Гришин Александр Николаевич

Терещенко Вячеслав Евгеньевич

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТКАХ

Редактор *Ю. С. Мерзликина*

Компьютерная верстка *О. И. Голиков*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 28.04.2022. Формат 60 × 84 1/16

Усл. печ. л. 3,31. Тираж 80 экз. Заказ 70.

Гигиеническое заключение

№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ

630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ

630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8.