

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

*Программа и методические указания по курсовому проектированию
для студентов специальности 21.05.04*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2020**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра взрывного дела

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

*Программа и методические указания по курсовому проектированию
для студентов специальности 21.05.04*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2020

УДК 622.235 (073)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ: Программа и методические указания по курсовому проектированию / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *Ю.И.Виноградов, С.В. Хохлов, В.В Должиков, А.В Баженова*. СПб, 2020. 48 с.

Представлена программа курсового проекта, рекомендации по его выполнению и список рекомендуемой литературы.

Предназначены для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело».

Научный редактор: проф. *О.И. Казанин*

Рецензент *Е.Ю. Суровицкая* (ООО «Оскур»)

© Санкт-Петербургский
горный университет, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект должен выполняться после изучения студентами дисциплины «Проектирование взрывных работ» и заключается в разработке и составлении Типового проекта буровзрывных работ при взрывоподготовке горной массы на карьерах.

Задачи курсового проектирования:

1. Закрепление знаний по теоретическим основам курса «Проектирование взрывных работ»;
2. Приобретение инженерных навыков расчета параметров буровзрывных работ (БВР) при дроблении массива горных пород энергией взрыва;
3. Приобретение опыта технико-экономической оценки полученных результатов.

Курсовой проект выполняется в соответствии с заданием для условий конкретного горного предприятия. Сдача курсового проекта осуществляется согласно календарному графику самостоятельной работы студента.

ОРГАНИЗАЦИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Содержание курсового проекта

Курсовой проект должен включать пояснительную записку объемом на 30-40 страниц и графический материал, представленный на листе формата А1.

С учетом требований ФНИП «Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах») к содержанию и оформлению проектов БВР, курсовой проект содержит следующие разделы:

Пояснительная записка:

1. Исходные данные для проектирования (в соответствии с заданием).
2. Решение задания и типовые элементы расположения зарядов.
3. Методика и общие расчеты параметров буровых и взрывных работ.
4. Определение типовой серии зарядов
5. Разделка негабарита.
6. Типовая схема организации работ.
7. Схема монтажа взрывной сети, порядок монтаж взрывной сети.
8. Расчет безопасных расстояний, регламентированных ФНИП при взрывных работах.
9. Безопасная организация буровых и взрывных работ.
10. Мероприятия по обнаружению и ликвидации отказавших зарядов.
11. Приемка, контроль и оценка качества буровзрывных работ.
12. Список использованной литературы.

Графическая часть курсового проекта должна быть представлена на 2 листах формата А1 и содержать:

1. План взрываемого блока с разрезами по характерным сечениям с указанием численных значений W_p , a , b , H , $l_{заб.}$, $l_{пер.}$ α (рекомендуемый масштаб 1:500, 1:1000);
2. Схему монтажа взрывной сети, с указанием расположения ДЩ, РП, ЭД, элементов неэлектрических систем инициирования (схема может быть объединена с планом расположения скважин на уступе).
3. Конструкцию заряда с указанием длин забойки, заряда, расстояния до расположения боевиков и их тип, количества ВВ и его тип (выполняется без масштаба).
4. Методику производства специальной заоткоски уступов, технологию и организацию разработки траншей и зумпфов.

Общие требования к оформлению курсового проекта

1. Титульный лист установленного образца.
2. Бланк задания.
3. Реферат с указанием УДК, ключевых слов.
4. Аннотация на иностранном языке.
5. Расшифровка принятых сокращений

6. Содержание с указанием страниц.
7. Разделы текста пояснительной записки.
8. Список использованной литературы.
9. Графическая часть проекта согласно нормам технологического черчения.

Требования к тексту пояснительной записки:

Пояснительная записка должна быть оформлена в соответствии с установленными требованиями. Используемый размер бумаги — А4, Параметры полосы, см: верхнее - 2,5; нижнее - 2,0, левое - 2,5; правое - 1,5. Для текста используется редактор Word, не ниже версии 7; для формул — Equation.

Стиль текста: - размер шрифта Times New Roman - 14 кегль обычный, межстрочный интервал — одинарный, абзацный отступ — 1,25 см; запрет висячих строк; автоматический перенос слов; выравнивание — по ширине; нумерация страниц снизу по центру.

Стиль заголовков: размер шрифта Times New Roman - 14 кегль, полужирный, прописной, по центру, без переносов. Подзаголовки 12 кегль.

Стиль таблиц: размер шрифта Times New Roman - 12 кегль, обычный, в таблицах, не размещающихся на одной полосе, необходимо повторять «головку».

Стиль набора формул: шрифт Times New Roman, расположение — по центру.

В тексте необходимы ссылки на использованные литературные источники. Результаты расчетов сводят в таблицы.

При выполнении расчетов необходимо привести общий вид формулы с расшифровкой буквенных обозначений, входящих в нее величин, и указанием единиц величин.

Таблицы, рисунки должны быть пронумерованы, а в тексте пояснительной записки даны ссылки на них. Нумерация разделов, рисунков, таблиц сквозная.

В конце записки помещается библиографический список, составленный в алфавитном порядке.

ПРОГРАММА ВЫПОЛНЕНИЯ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТА

1. Задание на курсовой проект

Общий вид задания на курсовое проектирование представлен в Приложении 1 и включает в себя следующие исходные данные:

- Годовой объем взрываваемой горной массы в плотном теле
- Число уступов, разрабатываемых с применением буровзрывных работ
- Полезное ископаемое (исходное сырье)
- Категория трещиноватости (степень трещиноватости) по МКВД
- Высота разрабатываемого добычного уступа
- Плотность полезного ископаемого средняя
- Коэффициент крепости полезного ископаемого по шкале проф. М.М. Протоdjяконова
- Буримость пород
- Взрываемость пород
- Способ погрузки на добычных работах
- Вид карьерного транспорта
- Расстояние транспортирования от забоев до ДСЦ
- Коэффициент разрыхления горной массы
- Крупность исходной горной массы
- Размер кондиционного куска (размер габарита длиной ребра наибольшего измерения)
- Метод разрушения горных пород при бурении скважин
- Способ бурения:
- Обводненность скважин
- Допускаемый запас взорванной горной массы
- Режим работы карьера

2. Методика и общие расчеты параметров буровых и взрывных работ

Каждая организация, ведущая взрывные работы с применением массовых взрывов, должна иметь типовой проект производства буровзрывных работ, являющийся базовым документом для разработки паспортов и проектов, в том числе и проектов массовых взрывов, выполняемых в конкретных условиях.

Состав и содержание «Типового проекта производства буровзрывных работ на карьере» определены в соответствии с требованиями ФНИП «Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах», в числе прочих вопросов содержит решения по безопасной организации работ с указанием основных параметров буровзрывных работ; способам инициирования зарядов; расчетам взрывных сетей; конструкциям зарядов и боевиков; предполагаемому расходу взрывчатых материалов; определению опасной зоны и охране этой зоны с учетом объектов, находящихся в ее пределах (здания, сооружения, коммуникации и т.п.); проветриванию района взрывных работ и другим мерам безопасности, дополняющим в конкретных условиях требования ФНИП «Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах»).

3. Существующие условия производства буровзрывных работ

В карьере в соответствии с проектом на разработку принимается система разработки, определяется как ведется отработка полезной толщи и в каком направлении. Элементы системы разработки представлены ниже:

- Высота уступа.
- Ширина буровой заходки.
- Ширина экскаваторной заходки.
- Длина взрываемого блока пород.
- Углы откосов рабочих уступов
- Углы откосов нерабочих уступов
- Ширина рабочей площадки
- Длина фронта работ, средняя
- Ширина предохранительных берм.

4. Решение задания и типовые элементы расположения зарядов

4.1 Обоснование способа подготовка горной массы к выемке

Взрывные работы на карьере должны обеспечивать минимум затрат на добычу горной массы по бурению, взрыванию, экскавации, транспорту и первичному дроблению при максимальной производительности труда горнорабочего.

Качество буровзрывных работ зависит от полученной кусковатости, чистоты проработки проектного контура уступа и ширины и формы развала взорванной горной массы.

В связи с отработкой скальных пород и средней крепостью полезного ископаемого подготовка горных пород полезного ископаемого к выемке будет осуществляться буровзрывным способом.

Учитывая геологическое строение пород полезного ископаемого, физико-механические свойства слагаемый массив горных породы и требуемую степень дробления, в качестве метода взрывных работ принимается метод вертикальных скважинных зарядов.

4.2 Способ бурения скважин

Применяемое на карьерах буровое оборудование должно обеспечивать высокую экономичность буровых работ, их безопасность, соответствовать условиям данного производства. Буровзрывные работы должны обеспечивать:

- требуемую степень и равномерность дробления;
- параметры развала горной массы, отвечающие безопасной и высокопроизводительной работе оборудования;
- хорошее качество проработки подошвы взрываемого уступа;
- минимальное сейсмическое воздействие взрыва на массив и расположенные поблизости здания и сооружения.

Исходя из заданных свойств горных пород полезного ископаемого, наиболее рациональным будет являться механический способ разрушения горных пород при бурении скважин станками ударно-вращательного бурения.

Основными параметрами скважин являются диаметр d , глубина $L_{скв}$ и угол наклона β . Вертикальные скважины (угол наклона $\beta = 90^0$) наиболее удобны для бурения, так как в этом случае в оказании давления на забой бурового инструмента максимально участвует вес станка.

Исходя из принятого способа бурения скважины на блоке будут располагаться по квадратной (прямоугольной) сетке или в шахматном порядке на расчетном расстоянии a друг от друга в ряду и b между рядами.

4.3 Способ взрывания

Способ взрывания необходимо выбрать исходя из физико-механических свойств пород для обеспечения интенсивного дробления при принятых технологических условиях производства буровзрывных работ.

4.4 Выбор условий взрывания

По опыту работы на карьере в основном будет применяться метод взрывания на открытую защищенную поверхность откоса уступа.

В отдельных случаях для взрывании в стесненных условиях или независимого проведения буровзрывных и погрузочно-транспортных операций может применяться метод взрывания в зажатой среде (на подпорную стенку из неубранной от предыдущего взрыва горной массы).

Способ взрывания в зажатой среде позволяет намного увеличить степень дробления пород взрывом. Метод этот в сочетании с рациональными схемами короткозамедленного взрывания способствует улучшению качества взрыва благодаря более равномерному и интенсивному дроблению. Уменьшаются выбросы горной массы за последним рядом на кромку уступа и заколы в массиве при взрывании на неубранную горную массу.

В условиях карьера способ взрывания в зажатой среде позволяет регулировать такие важные параметры, как форму и высоту развала горной массы, улучшает условия использования горного оборудования.

4.5 Выбор схем соединения зарядов. Время замедления между зарядами, схема замедления.

Выбор схем соединения зарядов

В зависимости от расположения основных систем трещин на уступах (блоках) карьера, назначения блока (горной выработки), требований к интенсивности дробления и минимального выброса горной массы на борт уступа с учетом принятых технологических условий производства буровзрывных работ, принимаются различные схемы соединения зарядов и использовании в поверхностной сети поверхностных детонаторов неэлектрической системы инициирования.

- Группы схем – порядные, диагональные, волновые;
- Варианты схем – с клиновым центральным врубом; с трапециевидным центральным врубом; с клиновым фланговым врубом; с трапециевидным фланговым врубом диагональными рядами и последовательным врубом; траншейная и другие.

Выбор замедлений

Интервал замедления при короткозамедленном взрывании определяется по формуле:[2]

$$\tau = A \cdot W, \text{ мс} \quad (1)$$

где A – коэффициент, зависящий от свойств взрывающей породы.

При использовании неэлектрических систем инициирования интервал замедления между скважинами принимается в диапазоне 0÷109 мс. При составлении схем взрывания с применением НСИ необходимо учитывать риск «нахлеста». Риском «нахлеста» считается, когда одна из скважин в задних рядах детонирует раньше скважины, расположенных в передних рядах. Не рекомендуется применять схемы монтажа взрывной сети, когда есть вероятность «нахлеста», для чего следует при проектировании тщательно рассчитывать интервалы замедлений между скважинами и группами по всей схеме монтажа взрывной сети.

Предупреждение подбоя скважин

При проектировании массовых взрывов рекомендуется предварительно оценивать вероятность подбоя по формуле:

$$q = \frac{(-\tau_0 / \sigma \cdot \theta) \cdot \Delta}{1 - e} \quad (2)$$

где q - вероятность подбоя скважины; e - основание натурального логарифма ($e \approx 2,71828$); Δ - параметр, являющийся мерой дисперсии плотности повреждения (дефектов) взрывающего массива; σ - параметр, характеризующий прочностные свойства массива; τ_0 - применяемый интервал замедления, мс; θ - среднее время подбоя, мс.

Величина Δ находится экспериментально или вычисляется по формуле

$$\Delta = \frac{32}{10Wl_{скв}\rho/dl_{зар}Q_{BB}\rho_{BB}} \quad (3)$$

где W - расстояние между одновременно взрываемыми зарядами, м; d - диаметр скважинного заряда ВВ, м; $l_{зар}$ - длина (высота) скважинного заряда ВВ, м; $l_{скв}$ - длина (глубина) скважины, м; Q_{BB} - удельная энергия ВВ (теплота взрыва), Дж/кг; ρ - плотность породы, кг/м³; ρ_{BB} - плотность ВВ, кг/м³;

Величина θ и σ для конкретных условий определяются экспериментально. Для оценочных расчетов можно принимать $\theta=0,8\div1,6$ (меньшие значения θ для рыхлых, сильнотрещиноватых пород), $\sigma=2\div3$ (меньшие значения σ для более крепких пород).

При проявлении на взрывах систематических отказов из-за подбоев скважин необходимо провести специальные исследования и определить параметры взрывания (величина заряда ВВ, расстояние между скважинами, интервал замедления), исключающие подбой. Рекомендуется при этом экспериментально определить значения величин θ , σ и Δ и, находить (подбирать) параметры взрывания ($\tau_0, W, l_{зар}$), при которых вероятность подбоя не превысит заданной величины $q_{зад} = 10^{-3}$.

4.6. Выбор диаметра скважин

Диаметр скважин является параметром, определяющим степень дробления горных пород, мощность бурового и погрузочно-транспортного оборудования и общие технико-экономические показатели по буровзрывным работам и по всему циклу добычи и переработки сырья.

4.7. Обоснование и выбор типа ВВ

Тип ВВ следует выбирать, исходя из физико-механических свойств горных пород взрываеваемого массива, степени обводненности скважин и длительности зарядания.

В обводненных скважинах использование неводоустойчивых ВВ разрешается лишь при надежной их гидроизоляции (полиэтиленовыми рукавами и т.п.) или в комбинированных зарядах в сухой части скважины. В остальных случаях необходимо применять водоустойчивые ВВ, руководствуясь "Перечнем взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к постоянному применению в промышленности".

При выборе типа ВВ следует учитывать стоимость ВВ, условия зарядки, стоимость изготовления, а также физико-механические свойства горных пород и экономические требования.

Выбор конкретного типа ВВ целесообразно проводить по величине коэффициента сравнительной технико-экономической эффективности $K_{\mathcal{E}}$ с учетом рациональных условий применения ВВ. [1]

$$K_{\mathcal{E}} = K_{ВВ} K_{П} \sqrt{\rho_{ВВ.э} C_{ВВ}} / (\rho_{ВВ} C_{ВВ.э}) \quad (4)$$

где $C_{ВВ.э}$, $C_{ВВ}$ - стоимость соответственно эталонного (граммонит 79/21) и применяемого ВВ с учетом транспортных расходов, руб/кг; $\rho_{ВВ}$ - плотность соответственно эталонного и применяемого ВВ в скважине (патроне), т/м³; $K_{П} = d/d_{П}$ - коэффициент, учитывающий плотность зарядания для патронированного ВВ; d – диаметр скважины, м; диаметр патрона ВВ, м.

Отличительной особенностью современного ассортимента ПВВ, является чрезвычайно высокий уровень производства и применения эмульсионных взрывчатых веществ (Сибирит, Фортис, Нитронит, Гранэмит и др.), изготавливаемых на местах их применения при механизированном зарядании скважин (для обводненных и сухих скважин).

Проектом принимаются к использованию и применению на взрывных работах скважинными зарядами рыхления как штатные смесевые ПВВ, так и ЭВВ, допущенные Ростехнадзором России к постоянному применению, к предварительным и/или приемочным испытаниям. В основном будут применяться ЭВВ (95% и более), прочие штатные ПВВ могут применяться в редких случаях, вызванных производственной необходимостью, когда невозможно использовать механизированное зарядание скважин в труднодоступных местах.

4.8 Обоснование и выбор средств инициирования

Выбор и обоснование рациональных способов инициирования скважинных зарядов

Учитывая большой опыт применения на взрывных работах в карьерах предприятия неэлектрических систем инициирования, в качестве основных средств инициирования скважинных зарядов рыхления и управления взрывами принимаем неэлектрические системы инициирования.

Неэлектрические системы инициирования (НСИ) скважинных зарядов сочетают в себе уникальные качества: отсутствие в детонаторах первичных инициирующих ВВ и соответственно низкая чувствительность к механическим и иным воздействиям, а также отсутствие негативного “бокового эффекта” энерговыделения позволяет использовать энергию взрыва в максимальной степени.

НСИ в результате применения самых разнообразных схем взрывания позволяют наиболее эффективно управлять действием взрыва, вплоть до поскважинного замедления. При НСИ значительно повышается коэффициент сближения зарядов в схемах (до 8-12 и более), что позволяет безопасно вести работы в стесненных условиях, вблизи охраняемых объектов, в местах, ограниченных интенсивностью сейсмического воздействия. Существует и еще ряд преимуществ – отсутствие ударной воздушной волны при взрыве поверхностной сети.

В НСИ отсутствует разрушение волновода (трубки) при распространении ударной волны во внутренней поверхности трубки, что позволяет инициировать колонковый заряд в заданной точке без повреждения его структуры и без дефлаграции ВВ.

Неэлектрические системы инициирования упрощают процесс монтажа взрывной сети, создают более широкие возможности при проведении массовых взрывов, обеспечивая заданные интервалы замедления взрыва колонки ВВ в каждой скважине при любом их количестве.

Выбор и обоснование промежуточных детонаторов

Для инициирования скважинных зарядов принятых ПВВ и ЭВВ принимаем промежуточные детонаторы (шашки-детонаторы), допущенные к постоянному применению массой не менее 500г и инициировании последних от неэлектрических системам инициирования. В перечень применяемых шашек-детонаторов могут входить тротиловые, тротило-гексогеновые, пенталитовые шашки-детонаторы массой от 500 до 1000 гр..

Технические характеристики принятых шашек-детонаторов представлены в приложении.

4.9 Методы разделки негабарита

При существующей технологии взрывных работ с применением скважинных зарядов рыхления выход негабаритных кусков, особенно в трудновзрываемых породах, достигает 10% и более. Высокий выход негабарита ухудшает технико-экономические показатели работы предприятия вследствие снижения производительности процессов погрузки, транспортирования, дробления. Дополнительные затраты на вторичное дробление повышают себестоимость добычи полученного ископаемого.

Для дробления негабаритных кусков на предприятиях широко используются методы шпуровых и наружных (накладных) зарядов ВВ.

Дробление негабарита шпуровыми зарядами

Для взрывания негабарита используются шпуровые заряды диаметром 28-36 мм, пробуренные на глубину

$$l_{ш} = (0,3 \div 0,5)d_{н}$$

где: $l_{ш}$ - линейный размер негабарита;

d_n глубина шпура, м.

Общая масса заряда ВВ определяется по формуле

$$Q = qV, \text{ кг,}$$

где: V - объем негабаритного куска, м^3 ;

q - удельный расход ВВ для шпуровых зарядов дробления негабарита, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Удельный расход ВВ для взрывания негабарита шпуровыми зарядами принимают от 0,2 до 0,5 $\text{кг}/\text{м}^3$, в зависимости от крепости пород

Базовый расход ВВ) на дробление 1000 м^3 негабаритных кусков (валунов)

Типы зарядов ВВ	Группа пород по СНиПу							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Шпуровые	140	180	230	280	330	380	440	480
Накладные	720	950	1200	1425	1700	1920	2150	2400
Кумулятивные	400	500	600	700	800	900	1000	1100

Примечание: для определения q для 1 м^3 негабарита значение, указанное в таблице, делится на 1000.

Дробление негабарита накладными и кумулятивными зарядами

При взрывании наружными (накладными) и кумулятивными зарядами масса ВВ определяется по формуле

$$Q = q_n V_n$$

где q - удельный расход ВВ для наружного или кумулятивного заряда, $\text{кг}/\text{м}^3$.

4.10 Типовые элементы расположения зарядов

На рис. 1 представлена Схема управления взрыванием в карьере с указанием основных элементов взрываемого уступа и параметров БВР.

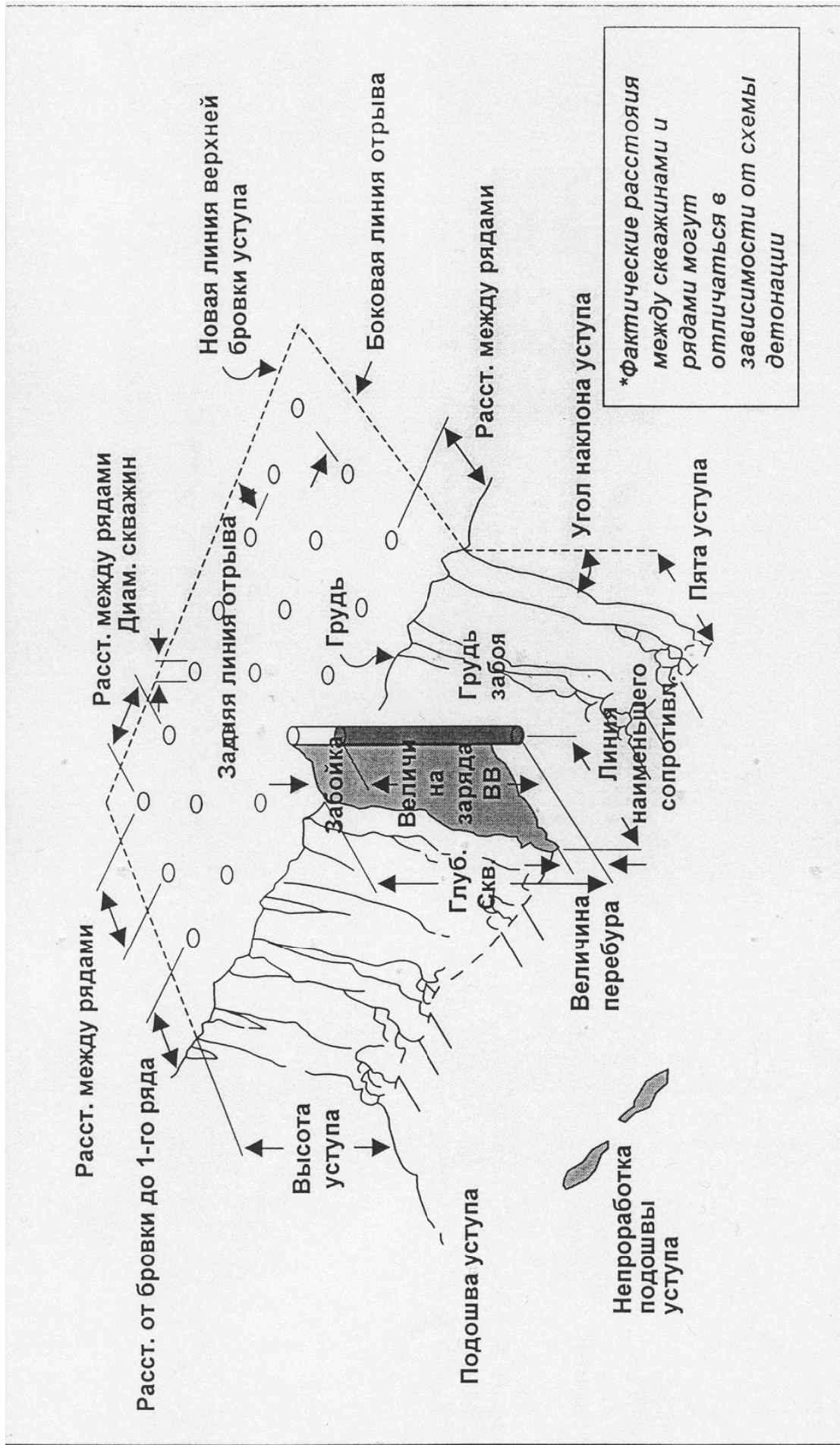


Рис. 1 Схема управления взрыванием в карьере

4.11 Требования к крупности взорванной горной массы

Взорванная горная масса по крупности должна соответствовать следующим требованиям [3, 9, 22]:

1. Допустимый максимальный размер кондиционного куска определяется по формуле исходя из вместимости ковша экскаватора $V_э$ (м³):

$$d_{max} \leq 0,75^3 \sqrt{V_э} \quad (4)$$

2. Допустимый размер кусков (м) исходя из вместимости транспортных средств V_T (м³):

$$d_{max} \leq 0,75^3 \sqrt{V_T} \quad (5)$$

3. Максимально допустимый кусок взорванной горной массы, гарантирующий нормальную работу дробилки дробильно-сортировочного завода

$$d_{max} \leq (0,8 \div 0,85) Z_{др} \quad (6)$$

где $Z_{др}$ – размер приемного отверстия дробилки на первой стадии дробления.

Куски породы, не удовлетворяющие размерам приемного отверстия дробилки, считаются негабаритными и подлежат вторичному дроблению взрывным или механическим способом.

При производстве взрывных работ проектом устанавливается на основании норм технологического проектирования.

4.12 Ширина развала. Число рядов зарядов

Параметры развала взорванной горной массы оказывают существенное влияние на работу погрузочно-транспортного оборудования.

Ширина развала горной массы (отброс породы от нижней бровки уступа) X (м) и максимальная высота навала Y (м) при уступном взрывании определяется по формулам [3, 22]

$$X = 3,5h^4 \sqrt[4]{F^3 q/h} (0,65 + 0,35 \cos \varphi), м \quad (6)$$

$$Y = h^4 \sqrt[4]{n / (hq)}, м \quad (7)$$

где F – категория крепости пород по СНиП; q – удельный расход ВВ, кг/м³; n – число взрываемых рядов скважин; φ – угол между направлением линии откоса уступа и линией одновременно взрываемых скважин (в зависимости от схемы взрывания $\varphi = 0 \div 60^\circ$).

Число взрываемых рядов скважин (n) зависит от проектной ширины буровой заходки на блоке и принимается в среднем в пределах $4 \div 10$.

При взрывании на необработанную от предыдущего взрыва горную массу (подпорную стенку) ширина развала (м) $X_z = X(1 - Z/Z_{пр})$,

где $Z_{пр}$ – предельная ширина подпорной стенки, при которой не образуется при взрыве развала, м.

$$Z_{пр} = \frac{X}{1 + 50 / F^3}, м \quad (8)$$

4.13 Расчетный и фактический удельный расход ВВ

Масса заряда $M_{ВВ}$. Для взрывного рыхления блока породы длиной L (м), шириной B (м) и высотой H (м) общая масса зарядов рассчитывается по формуле [1]

$$M_{ВВ} = q \cdot L \cdot B \cdot H = q \cdot V, кг, \quad (9)$$

где $V = L \cdot B \cdot H$ – объем взрываемого блока породы, м³; q – удельный расход ПВВ, кг/м³.

Удельный расход ВВ один из главных технологических показателей. Для взрываемых пород по категории трещиноватости и коэффициенту крепости f устанавливается расчетный расход ВВ (кг/м³) при диаметре зарядов 200-250мм [3, 9]:

$$q_P = q_{ЭТ} f k_d \gamma / 2,6, кг/м^3 \quad (10)$$

где $q_{ЭГ}$ - эталонный расход граммонита 79/21 при кондиционном размере куска 500 мм, кг/м³

f - коэффициенту крепости пород;

k_d - поправочный коэффициент ВВ;

γ плотность пород, кг/м³

Поправочный коэффициент на кондиционный (допустимый) размер куска принимается по следующим данным:

Допустимый размер крупных кусков, мм	250	500	750	1000	1250	1500
k_d	1,3	1,0	0,85	0,75	0,7	0,65

Удельный расход ВВ также можно определить из следующего эмпирического выражения:

$$q_p = 0,13\gamma^4\sqrt{f}(0,6 + 0,8d_0), \text{ кг/м}^3. \quad (11)$$

где d_0 -средний размер куска (отдельности) в массиве, м; γ - плотность пород, кг/м³.

Переход к удельному расходу ВВ (кг/м³) при другом диаметре $d_{з\text{ар}}$ осуществляется по формуле

$$q_p = 0,13\gamma^4\sqrt{f}(0,6 + 3,3 \cdot d_0 d_{з\text{ар}}) \cdot 10^{-3}, \text{ кг/м}^3 \quad (12)$$

С учетом типа ВВ, отличающегося от граммонита 79/21, и поправки на размер кондиционного куска, расчетный удельный расход ВВ определяется по формуле:

$$q_p = 0,13 \cdot \gamma \cdot f^{0,25} (0,6 + 3,3 \cdot d_{з\text{ар}} \cdot d_0) \cdot (0,5 / d_k)^{2/5} \cdot K_{ВВ} \cdot 10^{-3}, \text{ кг/м} \quad (13)$$

$k_{ВВ} = Q_{ЭГ} / Q_{ВВ}$, где $Q_{ЭГ}$ масса эталонного заряда ВВ (граммонита 79/21); $Q_{ВВ}$ - масса заряда используемого ВВ.

При необходимости использования в расчетах фактических удельных расходов ВВ, последние принимаются по фактическим показателям для карьера в зависимости от типа применяемых ВВ.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

4.14 Расчет зарядов

а) Линия наименьшего сопротивления по подошве (с.п.п.):

При известном диаметре скважин расчетная линия наименьшего сопротивления по подошве (с.п.п.), преодолеваемая зарядами первого ряда скважин (м) [1, 3]:

$$W_n = K_1 \sqrt{P/q_p}, \quad (14)$$

где K_1 – коэффициент, имеющий значения 0,9÷1,1

P - вместимость скважины, кг/м. Вместимость скважин в зависимости от ее диаметра и плотности заряжения ВВ рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{\pi d^2}{4} \Delta, \text{ кг/м} \quad (15)$$

где Δ - плотность заряжения ВВ, кг/м³;

q_p – расчетный удельный расход применяемого ВВ на 1 м³ горной массы, кг/м³;

Для вертикальных скважин расчетное значение W_{np} (м) проверяется на условие безопасного расположения бурового станка при бурении первого ряда скважин:

$$\begin{aligned} Wn_p &\geq Wn_{\delta} \\ Wn_{\delta} &= H_y \cdot ctg_{\alpha} + c, \text{ м} \end{aligned} \quad (16)$$

где Wn_{δ} – линия сопротивления по подошве, обеспечивающая безопасное расположение бурового станка, м; H_y – высота уступа, м; α - угол откоса уступа, градус (принимается по правилам безопасности для рабочих уступов 80°); $c=2,0$ м – минимальное безопасное расстояние для верхней бровки уступа.

б) Сетка скважин.

Линия сопротивления по подошве лежит в основе установления сетки скважин, т.е. расстояний между скважинами в ряду a и между рядами скважин b .

Расстояние b между рядами зарядов. Параметр b принимается равным

$$b = K_2 W, \text{ м} \quad (17)$$

где коэффициент K_2 0,85÷1,1. Очень часто коэффициенты K_1 и K_2 принимаются равными 1.

Расстояние a между зарядами в ряду. Параметр a принимается равным

$$a = mb, \text{ м} \quad (18)$$

где $m = 0,7 \div 1,6$ В большинстве случаев для m рекомендуются значения 0,8÷1,0.

Если нет явной анизотропии по трещиноватости, то

$$a = b = W \quad (m=1,0) \quad (19)$$

Исходя из принятого способа бурения скважины на блоке будут располагаться по квадратной (прямоугольной) сетке или в шахматном порядке на расчетном расстоянии a друг от друга в ряду и b между рядами.

с) Глубина перебура

Глубина скважины $l_{скв}$ (м) отлична от высоты уступа на величину перебура $l_{неп}$ (м), необходимой для хорошей проработки подошвы

Для $l_{неп}$ рекомендуется ряд соотношений, представленных в таблице 1.

С учетом $W = (20 \div 25)d_{зр}$ все зависимости в таблице 1. обобщаются к одному виду

$$l_{неп} = (0,2 \div 0,4)W, \text{ м} \quad (20)$$

Таблица 1

Соотношения, предлагаемые для расчета $l_{неп}$

Источники по списку литературы									
	1*	2	3	7,15	8*	9,10,12	11	12	14
$l_{нб}$, м	0,5qW или по таблицам	0,5ql _{зр}	0,5W ² / H	(5 ÷ 15)d _{зр}	по таблицам	0,5qW	0,25W	(0,1 ÷ 0,3)W	(0,2 ÷ 0,4)W

К настоящему времени в результате исследований отечественных и зарубежных специалистов установлено, что на проработку подошвы уступа наиболее существенное влияние оказывают структурно-прочностные свойства взрываемого массива - его трещиноватость и крепость. Поэтому в расчетные формулы для определения глубины перебура (одного из основных параметров,

ответственных за проработку подошвы уступа) необходимо ввести осредненный размер естественного блока в массиве, d_e , и коэффициент крепости породы по М.М.Протоdjаконову, f , либо прочность породы на одноосное сжатие, $[\sigma]$. В частности, можно использовать эмпирические выражения, полученные на основе анализа норм проектирования и производственной практики [24]:

$$l_{nep} = 4(f d_e)^{0,33} d / q^{0,5}, \text{ м} \quad (21)$$

$$l_{nep} = I_s 5([\sigma] d_e)^{0,33} d / q^{0,5}, \text{ м} \quad (22)$$

где d_e – средний размер структурного блока в массиве, м,

$[\sigma]$ – предел прочности породы на одноосное сжатие, МПа

q – расчетный удельный расход ВВ, определенный с учетом требуемой степени дробления, кг/м³.

Для ориентировочных оценок рекомендуется использовать упрощенную зависимость

$$l_{nep} = (7 \div 15)d \quad (23)$$

Наибольшие значения коэффициентов в данном выражении соответствуют трудновзрываемым крупноблочным массивам 4-5 категорий трещиноватости (по классификации МКВД), сложенным наиболее крепкими породами ($f > 14$); наименьшие – легко взрываемым мелкоблочным массивам 1-2 категорий, сложенным слабыми породами ($f < 8$).

В тех случаях, когда величина линии сопротивления по подошве уступа приближается к своему предельному значению, глубину перебура у вертикальных скважинных зарядов 1-го ряда целесообразно увеличить на 20-30 % для обеспечения более надежной проработки подошвы уступа.

Так как при взрывании вертикального колонкового заряда радиус зоны разрушения (дробления и трещинообразования) достигает своего наибольшего значения при длине заряда $(35-40)d$, максимальную глубину перебура целесообразно ограничить для скважин 1-го ряда величиной $(16-17)d$, для скважин последующих рядов – $(15-16)d$.

Длина забойки

Длина забойки, $l_{заб}$, оказывающая значительное влияние на выход крупных фракций (негабарита) и разлет кусков взорванной массы, устанавливается на основе анализа структуры (блочности) разрабатываемого массива пород в верхней части уступа, потребной степени дробления горной массы, размеров опасной зоны, а также затрат на ее обеспечение (в том числе, передислокацию оборудования, защиту зданий и сооружений).

Для расчета $l_{заб}$ предложены соотношения, представленные в таблице 2

Таблица 2

Соотношения, предлагаемые для расчета $l_{заб}$

Источники по списку литературы							
	1	2	3	9, 10	11, 14, 16	12	15
$l_{заб}$, м	$20d_{zp} + 0,2H_p - 1,5$ или $24d_{zp} + 2,3k_p + 3$	$(0,7 \div 0,8)$	$(20 \div 24)d_{zp}$	$(20 \div 30)d_{zp}$ или $(0,5 \div 0,75)W$	$(0,7 \div 0,8)W$	$0,75W$	$(0,25 \div 30)d_{zp}$

С учетом $W = (20 \div 25)d_{зр}$ все зависимости длины незаряженной верхней части скважины (в зависимости от технологических требований к взрыву) обобщаются к виду

$$l_{заб} = (0,7 \div 1)W, \text{ м}$$

В условиях короткозамедленного взрывания многорядных систем скважинных зарядов в зоне забойки (в нижней ее части) фрагментация массива горных пород осуществляется в основном по естественным трещинам и плоскостям ослабления. Поэтому, при взрывании крупноблочных массивов 4-5 категорий для снижения выхода негабарита и интенсификации дробления горной массы длину забойки уменьшают до $(12-15)d$. Разлет кусков взорванной породы при этом возрастает. При буровзрывной подготовке к выемке мелкоблочных массивов 1-2 категорий трещиноватости для ограничения разлета кусков породы при взрыве длину забойки целесообразно увеличить до $(30-35)d$.

С учетом $W = (20 \div 25)d_{зр}$ все зависимости длины незаряженной верхней части скважины (в зависимости от технологических требований к взрыву) обобщаются к виду

$$l_{заб} = (0,7 \div 1)W, \text{ м} \quad (24)$$

В условиях короткозамедленного взрывания многорядных систем скважинных зарядов в зоне забойки (в нижней ее части) фрагментация массива горных пород осуществляется в основном

по естественным трещинам и плоскостям ослабления. Поэтому, при взрывании крупноблочных массивов 4-5 категорий для снижения выхода негабарита и интенсификации дробления горной массы длину забойки уменьшают до $(12-15)d$. Разлет кусков взорванной породы при этом возрастает. При буровзрывной подготовке к выемке мелкоблочных массивов 1-2 категорий трещиноватости для ограничения разлета кусков породы при взрыве длину забойки целесообразно увеличить до $(30-35)d$.

Анализ и обобщение практики производства БВР в различных горно-геологических условиях позволяет рекомендовать для расчета рациональной величины забойки с учетом структурно-прочностных характеристик взрывааемых массивов скальных пород следующие эмпирические выражения:

$$l_{заб} = (46 - 15d_e)d / f^{0,17}, \text{ м} \quad (25)$$

$$l_{заб} = 1,5(46 - 15d_e)d / [\sigma]^{0,17}, \text{ м} \quad (26)$$

где $[\sigma]$ – предел прочности породы на одноосное сжатие, МПа,

В соответствии с исследованиями, максимальная дальность разлета кусков породы, взорванной вертикальными скважинными зарядами, имеет место при длине забойки $(10-12)d$. При сокращении длины забойки от $10d$ до 0 дальнейшего увеличения дальности разлета кусков взорванной породы не наблюдается. Тем не менее, учитывая дробление приповерхностной зоны массива в процессе отработки вышележащего уступа, представляется целесообразным ограничить минимальную длину забойки величиной $(12-15)d$.

d) Глубина скважины

Глубина скважины L (м) отлична от высоты уступа на величину перебура $l_{неп}$ (м), необходимой для хорошей проработки подошвы [2]

$$L = H + l_{пер} \quad (27)$$

$l_{пер}$ - величина перебура, м.

е) Длина заряда(м),

$$l_{зар} = L - l_{заб}, м \quad (28)$$

ф) Масса заряда в скважине (кг),

Масса сплошного заряда в скважине

$$Q_з = l_{зар} \times P, кг \quad (29)$$

г) Выход взорванной горной массы с 1 м скважины

Эксплуатационным показателем взрывной скважины является выход взорванной горной массы с 1 м скважины v . Для скважины 1-ого ряда

$$V_1 = WaH / L, м^3/пм \quad (30)$$

Для скважин 2-ого и последующих рядов

$$V_2 = abH / L, м^3/пм \quad (31)$$

Средний выход взорванной горной массы с 1п.м. скважины

$$V_{cp} = \frac{V_1 + (n_p - 1) \times V_2}{n_p} \quad (32)$$

Таблица 3

Расчетные формулы параметров БВР на карьере участка

п/п	Наименование параметров	Обозначение	Ед. изм.	Расчетная формула
1	2	3	4	5
1	Диаметр скважины	d	м	
2	Высота уступа	H	м	
3	Диаметр заряда	$d_{зар}$	м	
4	Коэффициенту крепости пород по Протодьяконову	f		
5	Плотность пород	γ	кг/м ³	
6	Допустимый размер крупных кусков	d_k	м	
7	Плотность заряжения ВВ	Δ	кг/м ³	
8	Коэффициент для расчета эквивалентных зарядов ВВ	$K_{ВВ}$		
9	Расчетный коэффициент	K_1		
10	Расчетный коэффициент	K_2		

п/п	Наименование параметров	Обозначение	Ед. изм.	Расчетная формула
1	2	3	4	5
11	Угол откоса уступа	α	град.	
12	Минимальное безопасное расстояние для верхней бровки уступа.	c		$P = \frac{\pi d^2}{4} \Delta, \text{ кг / м}$
13	Вместимость 1 м скважины	P	кг/м	
14	Расчетный уд. расход ВВ (с учетом типа ВВ и поправки на размер кондиционного куска)	q_P	кг/м ³	$q_P = 0,13 \cdot \gamma \cdot f^{0,25} (0,6 + 3,3 \cdot d_{зр} \cdot d_0) \cdot (0,5/d_k)^{0,4} \cdot K_{ВВ} \cdot 10^{-3}$
15	Линия наименьшего сопротивления (с.п.п.) расчетная	W	м	$W_n = K_1 \sqrt{P/q_P}$
16	Линия наименьшего сопротивления (с.п.п.) принятая	W	м	
17	Линия сопротивления по подошве, обеспечивающая безопасное расположение бурового станка	Wn_{σ}	м	$Wn_{\sigma} = H_y \cdot ctg \alpha + c$
18	Величина перебура (расчетная)	$l_{пер}$	м	$l_{пер} = (7 \div 15)d$
19	Величина перебура (принятая)	$l_{пер}$	м	
20	Глубина скважины	L	м	$L = H + l_{пер}$
21	Длина забойки (расчетная)	$l_{заб}$	м	$l_{заб} = (15 \div 30)d$
22	Длина забойки (принятая)	$l_{заб}$	м	
23	Длина заряда	$l_{зар}$	м	$l_{зар} = L - l_{заб}$
24	Масса сплошного заряда ВВ в скважине	Q_3	кг	$Q_3 = l_{зар} \times P$
25	Коэффициент сближения	m	м	

п/п	Наименование параметров	Обозначение	Ед. изм.	Расчетная формула
1	2	3	4	5
	зарядов			
26	Расстояние между скважинными зарядами в ряду (расчетное)	a	м	$a = mb$
27	Расстояние между рядами скважин (расчетное)	b	м	$b = K_2 W$
28	Расстояние между скважинными зарядами в ряду (принятое)	a	м	
29	Расстояние между рядами скважин (принятое)	b	м	
30	Сетка скважин (принятая), м	$a \times b$	м	
31	Выход взорванной горной массы с 1 п.м. скважины для скважины 1-ого ряда	V_1	м ³ /ПМ	$V_1 = WaH / L$
32	Выход взорванной горной массы с 1 п.м. скважины для скважин 2-ого и последующих рядов	V_2	м ³ /ПМ	$V_2 = abH / L$
33	Выход взорванной горной массы со скважины для скважины 1-ого ряда	V_1	м ³	$V_1 = WaH$
34	Выход взорванной горной массы со скважины для скважин 2-ого и последующих рядов	V_2	м ³	$V_2 = abH$
35	Количество взрывааемых рядов скважин	n_p	шт.	
36	Средний выход взорванной горной массы с 1 п.м. скважины	V_{cp}	м ³	$V_{cp} = \frac{V_1 + (n_p - 1) \times V_2}{n_p}$
37	Средний выход взорванной горной массы со скважины	V_{cp}	м ³	$V_{cp} = \frac{V_1 + (n_p - 1) \times V_2}{n_p}$

4.15 Обустройство блока скважинами разного диаметра

При сложных горно-геологических условиях залегания пород, значительной расчлененности рельефа и производственной необходимости буровые работы на одном блоке могут выполняться разными типами буровых станков с различным диаметром скважин.

Использование скважин различного диаметра на одном блоке разрешается при условии, что обустройство блока производится отдельными самостоятельными участками. Каждый участок обустраивается скважинами одного диаметра.

Расстояние между смежными контактирующими участками принимается равным средним значениям параметров расположения скважин « a » или « b » на этих участках.

При обустройстве блока вытянутого вдоль фронта работ карьера расстояние между смежными контактирующими участками принимаются средние значения расстояний расположения скважин в ряду « a », т.е.

- при бурении на 2-х смежных участках скважин:

$$a = \frac{a_{170} + a_{145}}{2} \text{ м}$$

При обустройстве блока, направленного вглубь массива, расстояния между смежными участками равны средним значениям расстояний между рядами скважин « b », т.е.:

- при бурении на 2-х смежных участках скважин:

$$b = \frac{b_{170} + b_{145}}{2} \text{ м}$$

Категорически запрещается производить смешанное бурение скважин разного диаметра на одном взрываемом блоке.

4.16 Расположение и конструкция зарядов

Основные параметры расположения вертикальных скважинных зарядов (по уступам) представлены на рис.2.

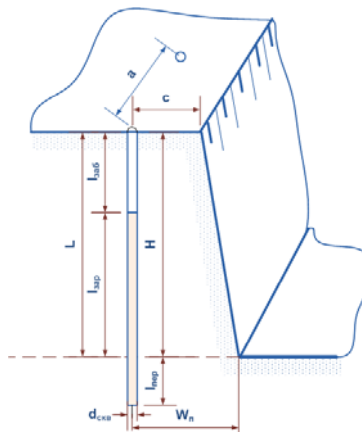


Рис. 2 Расположения вертикальных скважинных зарядов на уступе

Конструкция скважинных зарядов

Исходя из высоты обрабатываемых уступов принимаем вертикальные скважинные заряды со сплошной конструкцией заряда, в том числе однородной – для сухих или полностью обводненных скважин и комбинированной – для частично обводненных скважин.

Вертикальный скважинный заряд занимает нижнюю часть скважины и сверху перекрывается забойкой на величину $l_{заб}$. В качестве забойки используются буровая мелочь, отсева дробильно-сортировочных заводов, не содержащие крупных включений, при полностью обводненных

скважинах – вода (забойка инертным материалом не производится).

При взрывании обводненных массивов в качестве забойки используется вода. Гидрозабойка, помимо прочего, позволяет существенно снизить выброс мелких пылевых частиц взорванной массы в атмосферу.

Иницирование заряда в скважине. Конструкция боевика.

При применении неэлектрической системы иницирования с низкоэнергетическими проводниками импульсов – волноводов в виде ударно-волновых трубок в качестве боевиков используются шашки-детонаторы типа ТС-500Л, ТГФ-850Э или ТГ-1000Л-ПО или другие, имеющие допуск к постоянному применению, имеющие специальное посадочное место под КД и сквозной канал.

- в верхней части заряда при взрывании граммонитом 79/21 и аналогичным им аммиачно-селитренным ПВВ или ЭВВ типа Сибирит 1200, нитронита Э или Фортис Эдвантэдж - в качестве инициатора используется один боевик, состоящий из одной тротиловой шашки ТС 500Л, ТГФ-850Э или ТГ-1000Л-ПО.
- в нижней части заряда при взрывании гранулированными водоустойчивыми ВВ –гранипоры ВГ или ЭВВ типа Сибирит 1200, нитронита Э или Фортис Эдвантэдж в качестве инициатора используется один боевик состоящий из шашки ТГФ-850Э или ТГ-1000Л-ПО. Нижний боевик располагается на уровне подошвы или на +1,0÷1,5м выше уровня подошвы (для ПВВ). При зарядании ЭВВ нижний боевик размещается в донной части заряда ниже уровня подошвы уступа на высоте не менее 0,5 м от дна скважины.

Кроме шашек в качестве боевиков в сухих скважинах могут использоваться заряды из патронированного аммонита 6-ЖВ при условии обеспечения крепления детонатора в боевике согласно заводской инструкции на применение НСИ.

Для фиксации КД устройства НСИ в посадочном месте шашки необходимо, чтобы его гильза полностью входила в глухое отверстие шашки (посадочное место под КД), а конец резиновой втулки размещался в сквозном канале. Более надежное соединение получается при выполнении витка УВТ вокруг шашки.

Конструкция боевика, состоящая из одной шашки-детонатора и иницируемой с помощью НСИ, представлена на рис. 3

1 – шашка с гнездом под капсюль-детонатор;

2 – детонатор ДИН-С

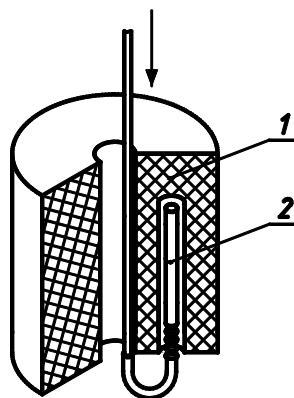


Рис. 3 Конструкция боевика, состоящего из шашки-детонатора

4.17 Определение типовой серии зарядов

Расходные коэффициенты и расчетные показатели взрывов

Исходя из годовой проектной производственной мощности карьера по добыче полезного ископаемого (годовой объем взрываваемой горной массы в плотном теле) необходимо выбрать наиболее рациональный режим проведения массовых взрывов и их количество за год производительностью A_{Γ} м³ принимаем из расчета: 52 рабочих недель, $N_{\Gamma}=20$ взрывов в год, т.е. один-два взрыва в месяц при мощности взрыва ВВ на один взрыв.

Расчет типовой серии зарядов в зависимости от удельного объема бурения скважин сводится в таблицу 4.

Расчет типовой серии зарядов

Таблица 4

№ п/п	Наименование параметров	Ед. изм.	Обозначение	Расчетная формула
1	2	3	4	5
1	Годовая производительность карьера	т.м ³	A_{Γ}	
4	Средний объем взрыв. гор. массы на 1 массовый взрыв	м ³	$V_{м.в.}$	$V_{м.в.} = A_{\Gamma} / N_{\Gamma}$
7	Количество серий взрывов в год	шт.	$N_{взр.г.}$	$N_{взр.г.} = A_{\Gamma} / V_{м.в.}$
8	Количество серий (взрывов) в месяц	шт.	$N_{взр.м.}$	$N_{взр.м.} = N_{взр.г.} / 12$
9	Выход горной массы с 1 м скважины	м ³ /м	$V_{ср}$	
10	Годовой объем бурения скважин с учетом потерь скважин (3%)	пм	$L_{бур.г.}$	$L_{бур.г.} = (A_{\Gamma} / V_{ср}) k_n$
11	Объем бурения скважин на 1 взрыв	пм	$L_{бур.м.в.}$	$L_{бур.м.в.} = (V_{м.в.} / V_{ср}) k_n$
12	Средняя глубина скважин	м	$L_{скв}$	
13	Число скважин в год	шт.	$N_{с год}$	$N_{с год} = L_{бур.г.} / L_{скв}$
14	Число скважин на 1 массовый взрыв.	шт.	$N_{с м.в.}$	$N_{с м.в.} = L_{бур.м.в.} / L_{скв.}$

Расход ВМ и показатели взрыва на типовую серию зарядов скважин заносятся в таблицу 5

Расход ВМ на типовую серию зарядов

Таблица 5

№ п/п	Показатели БВР	Ед. изм.	Обозначение	Расчетная формула
1	2	3	4	5
1	Объем взрыва на типовую серию,	м ³	$V_{м.в.}$	
2	Выход горной массы с 1 м скважины	м ³ /м	$V_{ср}$	
3	Средняя глубина скважин	м	$L_{скв}$	
4	Объем бурения скважин на типовую серию без учета потерь	м	$L_{бур.м.в.}$	$Nc_{м.в.} = L_{бур.м.в.} / L_{скв.}$
5	Число взрываемых скважин на типовую серию.	шт.	$Nc_{м.в.}$	$L_{бур.м.в.} = V_{м.в.} / V_{ср.}$
6	Число рядов скважин	шт.	n_p	
7	Расход ВВ на типовую серию	кг.	$M_{ВВ}$	
8	Годовой расход СИ:			
9	Расход промежуточных детонаторов	шт.	$N_{п.д.}$	$N_{п.д.} = Nc_{м.в.} \times n_б$
10	Масса промежуточных детонаторов	кг.	$Q_{п.д.}$	$Q_{п.д.} = N_{п.д.} \times m_{п.д.}$
11	Расход НСИ	шт.	$N_{НСИ}$	
	в том числе внутрискважинных детонаторов	шт.	$N_{НСИс}$	$N_{НСИс} = Nc_{м.в.} \times n_б$
	поверхностных детонаторов	шт.	$N_{НСИп}$	$N_{НСИп} = Nc_{м.в.} \times k_3$
12	Расход волновода магистрального	шт.	$l_{волн.м.}$	$l_{волн.м.} = r_б \times k_{изг.}$

4.18 Разделка негабарита

Дробление негабарита в карьере будет производиться способом механического невзрывного разрушения с использованием гидравлического молота, методом шпуровых и методом наружных зарядов. По практическим данным и настоящим проектом принимается выход негабаритов 7% от общего объема работ.

Разделка негабаритов способом механического невзрывного разрушения с использованием гидравлического молота производится в объеме 90÷95%, взрывным способом - 5÷10% методом шпуровых зарядов с использованием буровой установки.

Общий объем подлежащих разделке негабарита

Объем негабаритов, подлежащих разделке (вторичное дробление) в год (m^3):

$$V_{нег.г.} = V_г k_{вых.}, \text{ в т.ч.:} \quad (33)$$

Средний линейный размер негабарита по практическим данным составляет 1,0м. тогда объем негабаритного куска определяется по формуле:

$$V_n = \frac{a \cdot b \cdot c}{2,2} = \frac{l_{cp}^3}{2,2} \quad (34)$$

где a, b и c – максимальные линейные размеры куска, м;

l_{cp} – среднее значение по максимальным размерам куска, м;

2,2 – коэффициент, учитывающий конфигурацию куска

При взрывном способе дробления негабаритов (шпуровом методе) применяется электрическое взрывание с помощью электродетонаторов.

Масса шпуровых зарядов

Вес зарядов и глубина шпуров при разделке негабаритов методом шпуровых зарядов определяется по таблице 7.2. Диаметр шпуровых зарядов принят равным соответственно 51мм и 64мм.

Нормативный расход электродетонаторов при взрывном дроблении негабаритных кусков [1]

$$q_{эдн} = 1000 q_n / V_B q_б; \text{ шт./1000 м}^3 \text{ грунта} \quad (38)$$

где V_B -средний объем взрывааемых негабаритных кусков, m^3 .

Нормативный объем бурения шпуров при взрывании негабаритных кусков

$$P_n = (p_б q_n / q_б)(32 / d_n)^2 \quad (39)$$

где d_n - диаметр шпура, мм ; $p_б$ - базовый удельный объем бурения шпуров при взрывании негабаритных кусков, м/1000 m^3 грунта

Глубина шпура равна 0,3÷0,5 толщины куска негабарита, но не менее 0,15 м

Расход ВМ и бурения на разделку негабарита в год

ВВ: $Q_{ВВ.нег.кг}$

ЭД: $N_{ЭД.нег.шт.}$

Бурения: $l_{шп.нег.м.}$

При дроблении негабаритов взрывным способом следует руководствоваться паспортами на разделку негабаритов, составленных для соответствующего метода взрывных работ. В приложении №3 представлен типовой паспорт дробления негабаритов шпуровыми зарядами.

4.19 Расчетные показатели буровзрывных работ при подработке подошвы уступа

Величина подработки подошвы уступа составляет 2,0% от общего объема работ по взрывной отбойке горной массы.

Объем подработки подошвы уступа, подлежащих взрыванию в год (m^3):

$$V_{нег.г.} = V_2 k_{вых.} M^3 \quad (40)$$

Расстояние между шпурами в ряду и между рядами шпуров $a = b = 1,5m$. Выход породы с одного шпура

$$V = a \times b \times H M^3 \quad (41)$$

Масса заряда в одном шпуре

$$Q = (L_{скв} - l_{заб}) \times P \text{ кг}$$

Длина(м) незаряженной верхней части скважины принимается в пределах

$$l_{заб} = (20 \div 30)d \text{ м.}$$

Принимаем исходя из практического опыта длину незаряженной части скважины $l_{заб} = 1,8m$.

Расход детонирующего шнура.

$$l_{ДШ} = k_3(aN_{скв} + l_k N_{скв} + bn_p c) \text{ м. или}$$

$$l_{ДШ} \text{ м}/M^3 \quad (42)$$

Удельный расход бурения взрывных шпуров.

$$\rho_{\bar{b}} = L_{\bar{b}.н.г.} / V_{н.н.г.} \text{ нм}/M^3 \quad (43)$$

Расход боевиков

$$Q_{шашек} = m \times 1,05 \times n_{\bar{b}} \times N_{скв} \text{ кг}/год \quad (44)$$

или $q_{шашек} = \frac{Q_{шашек}}{V} \text{ кг}/M^3$

где m - масса одного боевика, кг; 1,05 коэффициент запаса; $n_{\bar{b}}$ - количество боевиков на один шпур, шт.

Общий расход ВМ и бурения при скважинном методе подработки подошвы в год:

- ВВ кг;
- ДШ - м;
- Бурения - пм
- Боевики - кг

5. СПЕЦРАБОТЫ

5.1 Проходка для водоотлива зумпфа и проходка траншей

Проходка горно-подготовительных выработок карьера производится буровзрывным способом, метод взрывных работ - скважинные заряды рыхления.

Способ взрывания скважинных

Основной способ механизации погрузки горной массы с горнопроходческих работ - применение гидравлических экскаваторов типа «обратная лопата».

Проходка предусматривается тупиковым забоем с разделением траншеи на участки по всей ее длине, равные глубине буровой заходки траншеи (60-70м). Ширина экскаваторной заходки - 14-16м.

Рыхление пород водосборника производится за счет увеличения глубины перебура взрывных скважин на вышележащем добычном горизонте в районе заложения проектируемого водосборника. Проходка водосборника осуществляется в виде въездной траншеи шириной 20 м, длиной 50 м, глубиной от 0,0 до 4,0 м. Погрузка взорванной горной массы при проходке водосборника осуществляется экскаватором.

Исходя из имеющегося опыта работы, учитывая физико-механические свойства пород месторождения полезных ископаемых, высокую обводненность скважин, наиболее целесообразно использовать в качестве взрывчатых веществ по предварительному рыхлению горных пород скважинными зарядами при проходке горно-подготовительных выработок ЭВВ, предназначенные для разрушения трудно взрываемых пород в забоях скважин любой степени обводненности.

Проходка горно-подготовительных выработок должна осуществляться с организацией карьерного водоотлива с применением передвижного насоса и временного трубопровода. Сброс воды из тупикового забоя в этот период предусматривается в существующий водосборник.

Метод контурного взрывания

Для погашения нерабочих бортов карьера и доведения их до проектного контура, и при проходке траншей применяется контурное взрывание, позволяющее на качественно более высоком уровне решать вопросы устойчивости массива путем снижения нарушенности откосов уступов и стенок выемки (траншеи).

Технология контурного взрывания - метод предварительного щелеобразования (МПЩ), заключается во взрывании контурных зарядов с опережением во времени по отношению к взрыву зарядов рыхления. Для этой цели заряды щелеобразования желательно взорвать заблаговременно, до бурения скважин под заряды рыхления, либо применяется короткозамедленное или замедленное взрывание скважин рыхления по отношению к зарядам предварительного откола.

Скважины при контурном взрывании бурятся наклонными под углом, равным углу откоса уступа или траншеи. При взрывании используют рассредоточенные заряды пониженной мощности. Параметры буровзрывных работ выбирают в зависимости от конкретных горно-геологических условий.

При методе предварительного щелеобразования по проектному контуру пробуривается ряд сближенных скважин и контурная щель создается задолго до подхода взрывных работ к границе отработки. Взрываются контурные скважины до бурения скважин рыхления.

При взрывании приконтурного блока, оконтуривающие сближенные скважины взрываются с опережением не менее 75мс по сравнению с основными зарядами рыхления.

Конструкция заряда контурных скважин:

При контурном взрывании различают две критические области заряда – дно (забой) и верхнюю часть скважины.

Схематически заряд можно разделить на три участка с различной массой заряда P в 1 м скважины. Для расчета заряда вначале устанавливается W полностью заряженной скважины данного

диаметра. Для обычных взрывов зарядов рыхления $W=(20-40)d$. Зная величину W , заряд по вертикали можно разделить следующим образом:

1. Участок длиной $(20-40)d$ с $P=0$ в устье скважины до $P=6$ на глубине $(20-40)d$. На этом участке величина p возрастает с глубиной по линейному закону. Значения $20d$ характерны для скважин с углом наклона менее 70° при МПЩ, $40d$ - для скважин с углом наклона более 70° .
2. Участок, лежащий между участком 1 и точкой в 0,2-0,3м от дна скважины, если дно контурных скважин находится на уровне подошвы уступа. Значение p устанавливаются на основе расчета объема 1 м скважины. Взяв от этого значения 9-13%, получаем число (в дм^3), которое соответствует численному значению p . Так, для скважин $\varnothing 105\text{мм}$ объем 1 м скважины равен $8,655\text{дм}^3$. В соответствии с этим 9-13% от исходного $P = 0,78-1,12$ кг/м.
3. Участок длиной 0,2-0,3м у дна скважины, заряженный с плотностью 1 г/см³. Масса заряда этого участка и заряда в интервале длиной 1м на участке 2 равны. Если дно контурных скважин расположено выше подошвы уступа, то участок 3 не выделяется, если эти скважины глубже уровня подошвы уступа, то в зависимости от цели взрыва необходимо определить величину заряда в перебуре.

Фактическая конструкция заряда зависит также от упаковки ВВ.

Проще всего заряд изготовить из патронированных ВВ в виде гирлянды на детонирующем шнуре с переменным шагом патронов на участке 1 и постоянным на участке 2. Нижняя часть скважины заряжается путем опускания в нее необходимого числа патронов. После зарядания скважина засыпается забоечным материалом на всю глубину. Длина забойки между устьем скважины и ближайшим патроном должна быть 2-4 м.

Гирлянду спускают в скважину на шпагате. При зарядании наклонных скважин гирлянду привязывают к деревянным рейкам (шестам), которые одну за другой вводят в скважину так, чтобы рейка находилась между зарядом и стенкой скважины со стороны сохраняемого массива.

Все контурные скважины взрываются строго одновременно, способ взрывания скважин - с применением неэлектрической системы инициирования.

6. Типовая схема организации работ

6.1 Общая организация работ карьера

Режим работы карьера по добыче горной массы является синхронным режиму работы МДСЗ. На карьере принят круглогодовой режим при непрерывной рабочей неделе. Суточный режим работы - 2-х сменный с продолжительностью смены 12 часов каждая. Количество часов работы карьера по добыче (фонд полезного рабочего времени) составляет 6200 часов в год.

Количество рабочих дней в году на бурении по пятидневной рабочей неделе и устанавливается равным количеству календарных дней (365) минус количество нерабочих праздничных дней (12) и выходных (105). Количество рабочих смен - 2, продолжительность смены - 12 часов.

Буровые работы для вспомогательного бурения (при подработке подошвы и бурении шпуров для разделки негабарита) производятся в одну смену продолжительностью 8 часов.

Режим работы участка взрывных работ - круглогодичный по пятидневной рабочей неделе с двумя выходными днями. Продолжительность смены 8 часов.

Взрывные работы проводятся в светлое время суток в отведенное по графику время:

- Массовые взрывы 1-2 раза в месяц в соответствии с расписанием подготовки и проведения массового взрыва.

- Взрывные работы по разделке негабаритов методами шпуровых зарядов и взрыванию скважин на подработке подошвы - ежедневно в зависимости от производственной необходимости с 8⁰⁰ до 17⁰⁰.

Количество рабочих дней в году:

$$N_{p.дн.} = 365 - (103 + 12) = 250 \text{ дней,}$$

где 103 - количество выходных дней при пятидневной рабочей неделе; 12 - количество нерабочих праздничных дней.

Потребность в механизмах. Организация и способы заправки и заточки бурового инструмента, ремонта механизмов.

Расчет количества бурового оборудования

Необходимое количество бурового оборудования устанавливается исходя из годового объема бурения (с учетом нормативных потерь скважин - 3% и запаса скважин на проведение ГПР и отработке верхних вскрытых горизонтов - 5%), производительности и режима работы принятых станков.

$$N_{ст} = \frac{L_z}{P_{ст.ч.} \cdot N_{раб.вр.}}, \text{ станка,} \quad (45)$$

где $N_{ст.}$ - количество рабочего парка буровых станков (станков)

$P_{ст.ч.}$ - производительность одного станка часовая (пм/маш.-час);

$$P_{ст.ч.} = \frac{t}{H_{вр.с.}}, \text{ пм/час}$$

$H_{вр.с.}$ - норма времени станка на бурение 1 м скважины (маш.-час/пм);

$N_{раб.вр.}$ - полезный фонд рабочего времени одного станка в году (часов).

$$N_{раб.вр.} = N_{кал.} - N_{в.п.} - N_{пер} - N_{ТО}$$

Где $N_{кал.}$ - календарный фонд рабочего времени, часов

$N_{в.п.}$ - количество часов на праздничные и выходные дни, часов $((103+11) \times 24 = 2736 \text{ч})$

$N_{пер}$ - продолжительность перегона станка с объекта на объект и за пределы карьера

$N_{ТО}$ - продолжительность времени ППР (плановый ремонт), ТО (ежесменное, плановое и сезонное техническое обслуживание) и внепланового ремонта (284ч)

$$H_{вр.с.} = t_c / (60k_B)$$

где k_B - коэффициент использования станка по времени в течение смены ($k_B = 0,6-0,8$); Принимается $k_B = 0,7$

t_c - суммарное время бурения скважины (мин), которое складывается как сумма затрат по всем присутствующим в процессе элементам, приведенных к 1 м скважины

Расчет количества гидромолотов для дробления негабаритов

Необходимое количество гидравлических молотов, устанавливаемых на базе гидравлического экскаватора для работы в карьере:

$$N_{бутоб.} = V_{нег.см.} / Q_{см.бут.}, \text{ шт.} \quad (46)$$

где V нег. см –объем дробления негабаритов в смену, m^3 .

Q см.бут. –сменная производительность гидромолота.

Количество гидромолотов определяется из расчета обеспечения дробления негабарита механическим способом всего объема (100%).

Порядок организации проведения буровзрывных работ

Ежегодно на отработку месторождения полезного ископаемого составляется план развития горных работ, куда входит график организации и последовательность отработки блоков. Ежемесячно составляется и утверждается на карьере График производства взрывных работ, который является основным документом, определяющим сроки проведения и объемы массовых взрывов, и которые должны обеспечить горной массой в объеме производственной мощности карьера.

Производство взрывных работ должно осуществляться на основании следующей документации:

- a) типового проекта производства буровзрывных работ в карьере;
- b) проекта массового взрыва скважинных зарядов блока
- c) организационно-распорядительных документов по организации подготовке и проведению массовых взрывов;
- d) паспортов БВР на дробление негабаритов методом шпуровых зарядов (прилагаются к типовому проекту)

Экспериментальные работы по совершенствованию технологии взрывных работ и по определению параметров массовых взрывов на предприятии могут проводиться по программам и методикам, утвержденным техническим руководителем (директором по производству) и согласованным с органами Ростехнадзора РФ.

В соответствии с планом развития горных работ и утвержденным графиком производства БВР выбирается и подготавливается к бурению блок: зачищается поверхность блока, завозится и размещается буровое оборудование.

Технический расчет и схема расположения скважин составляется на основании:

- типового проекта производства буровзрывных работ;
- геологических и гидрогеологических данных по взрываемому блоку;
- графических материалов по блоку.

Порядок составления и утверждения проекта массового взрыва

Проект массового взрыва составляется на каждый взрыв в конкретных горно-геологических условиях (для блока, уступа, выработки и т.п.) на основе типового проекта производства буровзрывных работ в карьере, данных о трещиноватости и взрываемости пород, результатов маркшейдерской съемки взрываемого блока. Проект массового взрыва должен состоять:

- a) технического расчета со схемой расположения скважин и графическими материалами;
 - b) Графических материалов:
- Схемы расположения скважин. Поперечные профили через заряды скважин.
 - Схемы отвода оборудования, заряжания и забойки скважин
 - Ситуационный план местности
- c) таблиц параметров взрывных работ (проектного и корректировочного расчетов);
 - d) распорядка проведения массового взрыва;
 - e) акта о готовности блока к заряжанию.

Эти документы составляются с учетом фактических горных, геологических и гидрогеологических условий, а также указаний маркшейдерской службы и результатов предыдущих взрывов.

Проект массового взрыва составляется инженером по буровзрывным работам отдела планирования горных работ (ОПГР) при участии специалистов и технических исполнителей геолого-маркшейдерской службы и утверждается начальником горно-транспортного комплекса (руководитель взрывных работ предприятия) после предварительного рассмотрения на карьере и необходимых согласований.

Проект массового взрыва до его утверждения подлежит согласованию начальником производственного комплекса, начальником горно-транспортного участка ПК, начальником участка буровых работ, начальником участка взрывных работ, главным геологом, главным маркшейдером.

На подготовку и проведение массового взрыва издается распоряжение технического руководителя (директора по производству), в котором указывается ответственный руководитель массового взрыва.

Ответственным руководителем массового взрыва может назначаться начальник участка взрывных работ, а на период его временного отсутствия другое лицо, имеющее право руководства взрывными работами.

Ответственный руководитель массового взрыва обязан организовать ознакомление инженерно-технических работников и рабочих с документами по взрыву, довести до них порядок его подготовки и проведения, необходимые меры безопасности.

Организация проведения массового взрыва

1) На основании утвержденных проекта и распорядка массового взрыва технический руководитель (главный инженер) при необходимости издает распоряжение о проведении взрыва, в котором указываются изменения в проекте его выполнения.

2) Доставленные на блок затаренные взрывчатые вещества (ПВВ) распределяются старшим взрывником и размещаются у заряжаемых скважин в количествах и наименованиях, определенных корректировочным расчетом и зарядной картой.

3) Находящиеся на блоке взрывчатые материалы и заряженные скважины должны охраняться вооруженной охраной в порядке, определенном «Положением о порядке охраны ВМ и заряженных скважин на местах работ...».

4) Производится зарядание скважин, ввод боевиков, ручная забойка скважин, монтаж и проверка взрывной сети согласно проектной схемы. При зарядании не допускается образование пробок в скважинах.

При использовании ЭВВ для зарядания скважин разрешается использовать машины и механизмы, допущенные к выполнению этих работ специальными разрешениями Ростехнадзора России.

Порядок и последовательность механизированного зарядания скважин с использованием смесительно-зарядных машин (смесительно-зарядного оборудования) определяются и устанавливаются специальными «Положениями о взаимодействии...» между предприятием и организацией-поставщиком компонентов ЭВВ, которым принадлежат СЗМ (ЗАО Сибирит-3 – ЭВВ Сибирит 1200, ЗАО «Морозовка» - ЭВВ Нитрониты, ООО «Орика Санкт-Петербург» - ЭВВ «Форнис») и в целом не имеют принципиального отличия.

В качестве забойки скважин используются буровой шлам, отсев дробления или вода. Допустимость взрывания зарядов без забойки устанавливается ответственным руководителем массового взрыва в исключительных производственных случаях, учитывая возможный радиус

опасной зоны по разлету кусков породы.

5) Порядок механизированного заряжания скважин ЭВВ

Перед въездом на заряжаемый блок, руководитель массового взрыва сверяет сопроводительные документы с весовой системой, находящейся на СЗМ, и после сверки дает команду на въезд. На заряжаемом блоке руководитель массового взрыва или по его поручению старший взрывник предоставляет водителю СЗМ маршрут движения по заряжаемому блоку, который отмечен на плане местности и входит в пакет документов (состав) проекта массового взрыва.

Установка боевиков с размещением в скважинах промежуточных детонаторов производится перед механизированной зарядкой.

После установки СЗМ на скважину старший взрывник, назначенный руководителем массового взрыва, сообщает водителю-оператору машины СЗМ количество ЭВВ в скважине в соответствии с зарядной картой, определенное проектом массового взрыва и скорректированное на месте после промера скважины.

В процессе заряжания скважин старший взрывник в соответствии с расчетной массой по проекту массового взрыва (зарядной картой) контролирует заряд ЭВВ в скважине путем ее промера. После окончания заряжания фактический вес зарядов переносится в таблицу параметров взрывных работ.

6) В случае зарядки блока в течение двух дней, блок сдается под охрану в соответствии с установленным порядком охраны ВМ заряженных скважин на местах работ.

7) По окончании монтажа взрывной сети руководитель массового взрыва проверяет соответствие монтажа взрывной сети проектным схемам коммутации, надежность узлов и соединений, правильность установки замедлителей. Обнаруженные дефекты должны быть устранены.

8) Опасная зона (определенная техническим расчетом), вводится при взрывании с применением неэлектрических систем инициирования с низкоэнергетическими волноводами с момента подсоединения взрывной сети участков к магистральной, или с момента подсоединения стартового детонатора (ДИН-П) к взрывной сети участков.

9) По окончании монтажа взрывной сети ответственный руководитель массового взрыва проверяет соответствие монтажа взрывной сети проектным схемам коммутации, надежность узлов и соединений, правильность установки замедлителей. Обнаруженные дефекты должны быть устранены.

10) После устранения обнаруженных дефектов ответственный руководитель массового взрыва, получив донесение ответственных лиц за охрану опасной зоны и выставление постов, а также ответственных лиц за вывод людей с территории опасной зоны, ознакомившись с заполненной таблицей параметров взрывных работ и убедившись в выполнении мероприятий, перечисленных в распорядке проведения массового взрыва, дает указание о подаче боевого сигнала.

11) Производится взрывание. После прекращения подвижек породы и полного проветривания, но не ранее чем через 30 минут после взрыва ответственный руководитель массового взрыва организует осмотр места взрыва с принятием мер, предотвращающих отравление газами. Производится фиксация результатов взрыва (качество дробления, ширина и высота развала, наличие порогов и т.д.). При отсутствии отказов скважинных зарядов ответственный руководитель взрыва дает указание о подаче сигнала «Отбой».

12) Допуск людей в карьер и к месту взрыва разрешается после полного проветривания и снижения вредных примесей ядовитых газов в воздухе до допустимых норм, но не ранее чем через 30 мин. после производства взрыва, рассеивания пылевого облака и полного восстановления видимости в карьере, а также после осмотра мест (места) взрыва соответствующим лицом технического надзора (согласно распорядку массового взрыва).

13) Контроль за наличием отказов после массового взрыва, их регистрация и ликвидация должны осуществляться в соответствии с утвержденной и имеющейся на предприятии «Инструкцией

по предупреждению, обнаружению и ликвидации отказавших зарядов на открытых разработках.

7. Схемы взрывной сети. Монтаж взрывной сети

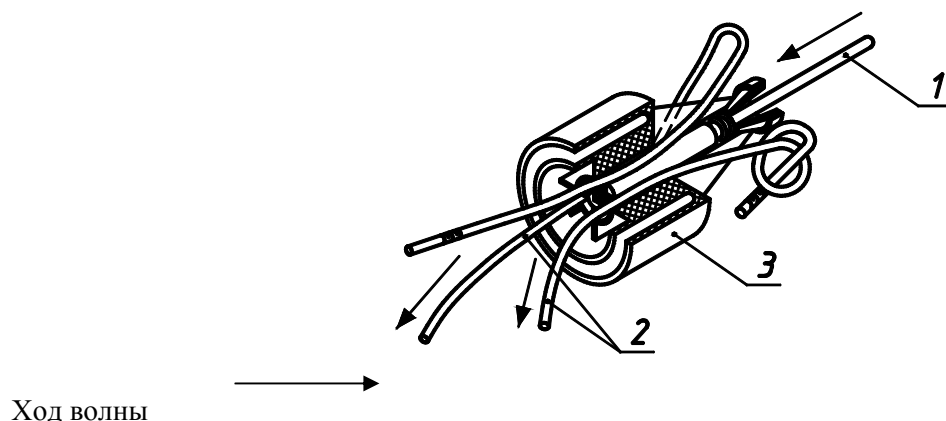
Монтаж взрывных схем при взрывании с использованием неэлектрических систем инициирования

Детонаторы скважинные (ДИН-С) с замедлением 475 мс и 500 мс закрепляют в промежуточных детонаторах (шашках). Промежуточные детонаторы располагают в скважинах в соответствии с действующим на предприятии проектом буровзрывных работ. Рекомендуемые способы крепления детонатора приведены в приложении А инструкции по эксплуатации.

Для неглубоких скважин (с длиной заряда менее 8 м) дублирование внутрискважинной сети с НСИ может не производиться и не обязательно. В этом случае может устанавливаться только один боевик (одна шашка-детонатор) с одним скважинным детонатором ДИН-С.

В качестве промежуточного детонатора используются шашки-детонаторы, допущенные Ростехнадзором России к постоянному применению.

Для соединения скважинных детонаторов с поверхностным детонатором, находящимся в разделителе в соответствии с рисунком, необходимо ввести волноводы скважинных детонаторов в количестве до 8 штук (по необходимости) в пазы разделителя со стороны дна.



1 – детонатор поверхностный ДИН-П;

2 – волноводы или ДШ;

3 – разделитель.

Рис. 4 Конструкции элементов монтажа и закрепление волноводов разделителе ДИН-П

Соединение волноводов детонаторов с детонирующим шнуром специальным пластмассовым соединителем осуществляют в том случае, если детонирующий шнур используют в качестве магистральной линии.

При иницировании системы электродетонаторами, последние располагают доньшком в направлении распространения ударной волны. Присоединение к волноводу производить плотно по всей длине гильзы с помощью изоляционной или липкой ленты, тесьмы, шпагата или проводником от бунтика ЭД.

Все соединения на поверхности производить как можно ближе к скважинам. Этим облегчается визуальный контроль.

Волноводы на поверхности необходимо прокладывать по более короткому расстоянию без натяжения, обеспечивая максимально возможное удаление волноводов от разделителей в смежных рядах поверхностной сети.

Если волноводы поверхностных детонаторов окажутся короткими, то допускается их соединение в пары через разделитель, при этом необходимо в процессе производства взрывных работ учитывать их суммарное время замедления, а имеющуюся слабицу волноводов выбирать путем полного протаскивания волновода через разделитель. Лишние концы волноводов сворачивают в бухту, но не обрезают. Аналогично требования распространяют и на один поверхностный детонатор, если его волновод окажется длинным.

Рекомендуется разделитель с детонатором и волноводами присыпать забоечным материалом или прикрывать матами из побочных материалов, чтобы исключить перебитие волноводов при неправильной раскладке сети. Не допускается раскладка сети с образованием петель из волноводов вблизи разделителя.

Монтаж магистральной сети должен быть произведен со стороны обратной последовательности инициирования.

Монтировать взрывную сеть необходимо с учетом требований инструкции по монтажу и 'Единых правил безопасности при взрывных работах.

Общие правила монтажа НСИ при работах на земной поверхности

Длина УВТ устройств НСИ должна выбираться в соответствии с глубиной скважин и размерами сетки бурения с учетом того, что часть длины УВТ используется для соединений.

Устройства НСИ с поврежденными при зарядании УВТ к использованию не допускаются.

Контроль внутрискважинных замедлений должен производиться непосредственно при зарядании скважин, так как в процессе зарядания скважин маркировка может быть удалена.

УВТ устройств НСИ при монтаже следует натягивать. Фиксаторы устройств НСИ должны располагаться вблизи от скважин.

Длина активной части УВТ (отрезок УВТ от места инициирования до КД) должна быть не менее 60 см. Длина пассивной части УВТ (отрезок УВТ от места инициирования до свободного конца) должна быть не менее 5 см.

При использовании в поверхностной взрывной сети детонирующего шнура УВТ должны касаться его только в месте инициирования. Соединение должно осуществляться с помощью соединителя. При инициировании от детонирующего шнура УВТ стартового устройства НСИ допускается соединение внакладку.

Схемы взрывания

Используя устройства НСИ с разным временем замедления и соединяя их в разной последовательности, можно получить разнообразные схемы инициирования. Это обеспечивает высокую управляемость процессом взрыва и широкие возможности варьирования схем инициирования в зависимости от характеристик взрывающей среды (схемы замедления – волновая, порядная, клиновья, трапецидальная).

На рис. 5 приведена примерная диагональные схема монтажа взрывной сети с использованием неэлектрической системы инициирования «Коршун».

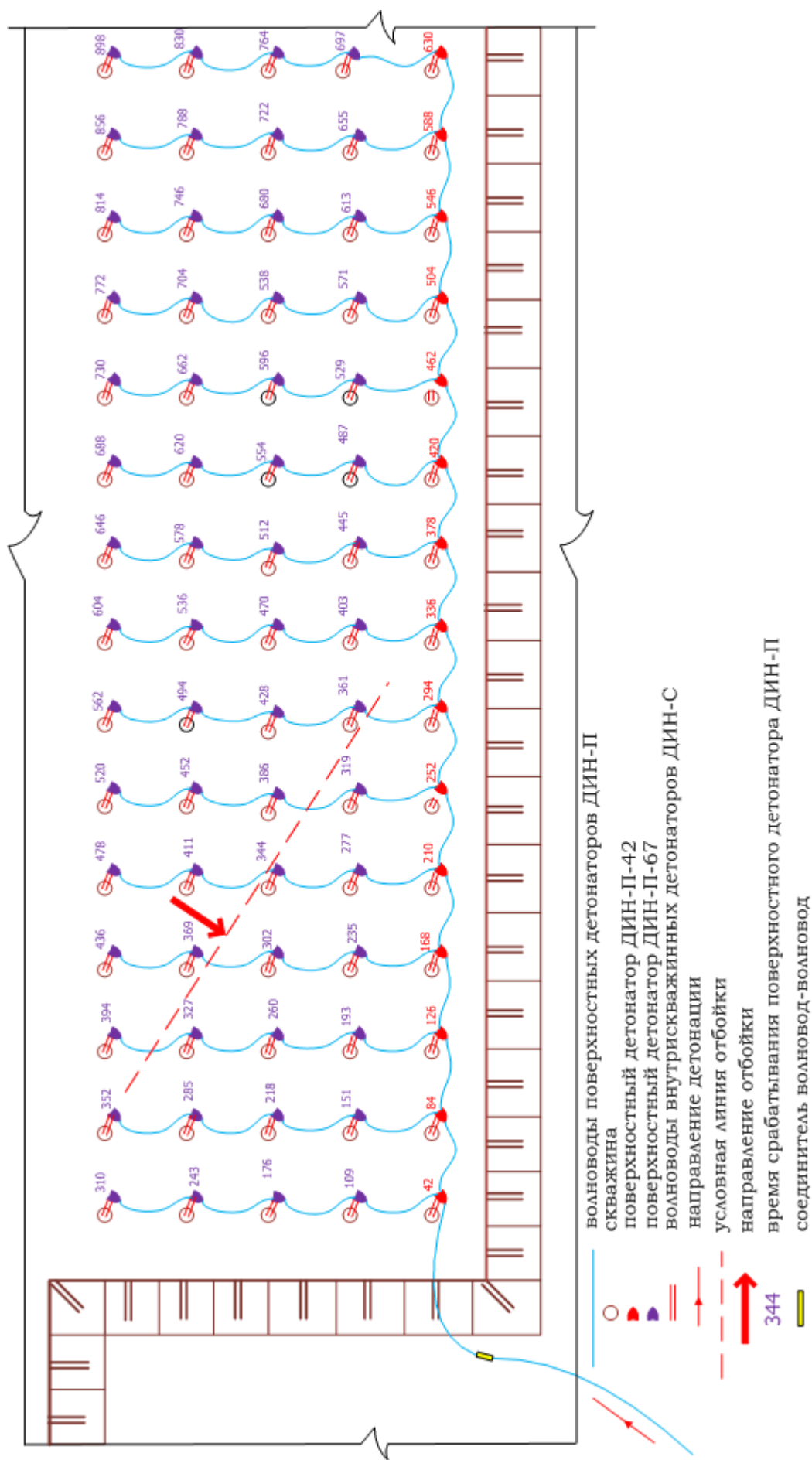


Рис. 5 Диагональная схема монтажа взрывной сети диагональными рядами и последовательным врубом

8. Методика расчета безопасных расстояний

При производстве взрывных работ возможно поражение людей и механизмов вследствие разлета кусков породы, действия ударной воздушной волны и сейсмических колебаний.

Для предохранения людей, машин и сооружений от поражения взрывом устанавливаются границы опасной зоны. Расстояние от крайней точки взрыва до границ опасной зоны называется радиусом опасной зоны.

Радиус опасной зоны на карьере участка «Заболотный» при методе взрывных работ скважинными зарядами рыхления определяются по трем факторам: по разлету отдельных кусков породы; от сейсмического воздействия и по действию ударной воздушной волны (УВВ).

Радиус опасной зоны при методе взрывных работ шпуровыми зарядами по дроблению негабаритов определяются по двум факторам: по действию ударной воздушной волны (УВВ) на застекление и по действию УВВ на человека.

За безопасное расстояние необходимо принимать наибольшее из установленных значений по поражающим факторам.

Ежегодно в соответствии с планом развития горных работ в зависимости от места производства взрывных работ и расположению по отношению к ним охраняемым объектов (вблизи опасной зоны) на каждый календарный год составляется ситуационный план карьера с нанесением утвержденных границ безопасного ведения взрывных работ - взрывоопасной зоны.

Расчет безопасных расстояний по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов рыхления

Расстояние, опасное для людей по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов, рассчитанных на разрыхляющее (дробящее) действие

Расстояние $r_{разл}$ (м), опасное для людей по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов, рассчитанных на разрыхляющее (дробящее) действие, определяется по формуле (1) п.1.1. ПБ 13-407-01 [4]:

$$r_{разл} = 1250 \times \eta_3 \sqrt{\frac{f}{1 + \eta_{заб}} \times \frac{d}{a}}, \text{ м} \quad (47)$$

где η_3 - коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом;

$\eta_{заб}$ - коэффициент заполнения скважины забойкой;

$\eta_3 = l_3 / L$ где l_3 - длина заряда в скважине, м; L - глубина пробуренной скважины, м.

$\eta_{заб} = l_{заб} / l_n$; где $l_{заб}$ - длина забойки скважин, м; l_n - длина свободной от заряда верхней части скважины, м; f - коэффициент крепости пород по шкале проф. М.М. Протодяконова

При определении расстояния $r_{разл}$, опасного для людей по разлету кусков породы при взрывании серии скважинных зарядов одинакового диаметра с переменными параметрами a , η_3 , $\eta_{заб}$ расчет безопасного расстояния должен проводиться по наименьшим значениям a , $\eta_{заб}$ и наибольшему η_3 из всех имеющихся в данной серии.

При взрывании параллельно сближенных (кустов, пучков) скважинных зарядов диаметром d принимается их эквивалентный диаметр

$$d_s = d\sqrt{N_c} \quad (48)$$

где N_c - число параллельно сближенных скважин в кусте.

Расстояния, безопасные по высоте разлета отдельных кусков породы

При определении максимальной высоты разлета отдельных кусков породы при $n \leq 2$ (при взрывании скважинных зарядов рыхления) ее следует приравнять к значениям, определенным в соответствии с требованиями пунктов 1 и 2 главы VIII ПБ 13-407-01 и раздела 13.1.1.

Безопасное расстояние по разлету кусков породы при взрывах для механизмов зданий и сооружений

Безопасные расстояния от места взрыва до механизмов, зданий, сооружений определяются в проекте на взрыв с учетом конкретных условий.

При принятых проектных параметрах взрывания скважинными зарядами радиус опасной зоны по разлету кусков для оборудования и сооружений определен по методике:

$$r_{p.c.} = 170 \cdot \kappa_y \cdot \sqrt{\frac{qH}{l_{заб}}}, \text{ м} \quad (49)$$

где: $r_{p.c.}$ – радиус опасной зоны для сооружений;

κ_y – коэффициент условий короткозамедленного взрывания

(при многорядном КЗВ $\kappa_y = 0,75$);

q – удельный расход ВВ, кг/м³

H – высота уступа, м,

$l_{заб}$ – длина забойки, м,

Определение сейсмически безопасных расстояний при взрывах.

При неодновременном взрывании N групп зарядов ВВ общей массой Q со временем замедления между взрывами каждой группы зарядов не менее 20 мс безопасные расстояния(м) определяются по формуле п.4.2. ПБ 13-407-01:

$$r_c = \frac{K_r K_c \alpha}{\sqrt[4]{N}} \times \sqrt[3]{Q} \quad (50)$$

где N здесь - количество групп зарядов ВВ общей массой Q , взрываемых неодновременно с помощью КЗВ (определяется делением общего количества зарядов на взрываемом блоке на число зарядов N одной группы, взрываемых одновременно

r_c - расстояние от места взрыва до охраняемого здания (сооружения), м; K_r - коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого здания (сооружения), $K_r = 8$; K_c - коэффициент, зависящий от типа здания (сооружения) характера застройки, $K_c = 1,5$; α - коэффициент, зависящий от условий взрывания, $\alpha = 1,5-2,0$; Q - общая масса зарядов, кг.

Расчет безопасных расстояний по действию ударной воздушной волны на здания и сооружения

Расчет радиуса опасной зоны по действию УВВ на застекление при взрывании скважинных зарядов

Определение расстояний, безопасных по действию ударной воздушной волны (УВВ) на застекление зданий и сооружений, произведено по методике ПБ 13-407-01, глава VIII, п.5 на основании данных:

$$r_{\dot{a}} = 65 \cdot \sqrt{Q_{\dot{y}}}, \text{ м, при } 2 \leq Q_{\dot{y}} \leq 1000 \text{ кг} \quad (51)$$

где: $Q_{\dot{y}}$ – эквивалентная масса заряда, кг.

Эквивалентная масса зарядов для группы из N скважинных зарядов (длиной более 12 своих диаметров), взрываемых одновременно (одной группы при КЗВ)

$$Q_{\dot{y}} = 12PdK_{\dot{y}}N + Q_{\text{шт}}, \text{ кг} \quad (52)$$

P – вместимость взрывчатых веществ в 1 м скважины, кг;

d_c – диаметр скважины, м;

N – число зарядов одной группы, взрываемых одновременно;

$K_{\dot{y}}$ – коэффициент, зависящий от отношения длины забойки и диаметра скважины,;

$r_{\dot{a}}$ – безопасное расстояние по действию УВВ по эквивалентной массе заряда, м;

$$R_{\dot{a}} = r_{\dot{a}} \cdot k_t \cdot k_{\text{КЗВ}} \cdot k_{\text{ЗП}}, \text{ м}$$

$R_{\dot{a}}$ – расчетное безопасное расстояние по действию УВВ на застекление с учетом отрицательных температур воздуха и интервалов замедления при КЗВ.

k_t – коэффициент, учитывающий производство взрывных работ при отрицательной температуре воздуха,;

$k_{\text{ГП}}$ – коэффициент, учитывающий группу пород;

$k_{\text{КЗВ}}$ – коэффициент, зависящий от интервалов замедления при КЗВ, $k_{\text{КЗВ}} = 1,2$ (для интервала замедления от 30 до 50 мс);

Исходя из приведенных расчетов (радиуса опасной зоны по разлету отдельных кусков породы; от сейсмического воздействия и по действию ударной воздушной волны), за безопасное расстояние принимается наибольшее из установленных значений по поражающим факторам.

Расчет радиуса опасной зоны по действию УВВ на застекление при взрывании шпуровых зарядов

Определение расстояний, безопасных по действию ударной воздушной волны (УВВ) на застекление зданий и сооружений, произведено по методике ПБ 13-407-01, глава VIII, п.5 на основании данных, приведенных в паспорте:

$$r_{\dot{a}} = 65 \cdot \sqrt{Q_{\dot{y}}}, \text{ м, при } 2 \leq Q_{\dot{y}} \leq 1000 \text{ кг}$$

для группы из N шпуровых зарядов (длиной более 12 своих диаметров), взрываемых одновременно

$$Q_{\dot{y}} = 12PdK_{\dot{y}}N, \text{ кг}$$

$$R_{\dot{a}} = r_{\dot{a}} \cdot k_t \cdot k_{\text{КЗВ}} \cdot k_{\text{ЗП}}, \text{ м}$$

где: Q_3 – эквивалентная масса заряда, кг.

P – вместимость взрывчатых веществ в 1 м шнура, кг;

d_c – диаметр шнура, м;

N – количество зарядов в одной группе,

K_3 – коэффициент, зависящий от отношения длины свободной от заряда части скважины l_{un} к d_{un}),

k_t – коэффициент, учитывающий производство взрывных работ при отрицательной температуре воздуха,

r_6 – безопасное расстояние по действию УВВ по эквивалентной массе заряда, м;

$k_{КЗВ}$ – коэффициент, зависящий от интервалов замедления при КЗВ,

$k_{ГР}$ – коэффициент, учитывающий группу пород для;

R_6 – расчетное безопасное расстояние по действию УВВ на застекление с учетом отрицательных температур воздуха и интервалов замедления при КЗВ.

9. Меры безопасной организации буровых и взрывных работ

- Производство буровзрывных работ на карьере должно осуществляться и вестись с обязательным выполнением требований правил безопасности.

- Опасная зона, определенная расчетом в проекте, вводится при взрывании с применением электродетонаторов с начала укладки боевиков; при взрывании детонирующим шнуром – до начала установки в сеть пиротехнических реле (замедлителей), а при использовании неэлектрических систем инициирования с низкоэнергетическими волноводами с момента подсоединения взрывной сети к магистральной.

- В случае применения ВВ группы D(кроме дымного пороха) на период заряжания вместо опасных зон могут устанавливаться запретные зоны, в пределах которых запрещается находиться людям, не связанным с заряжением. Настоящим типовым проектом размер запретной зоны устанавливается 20 метров. Она распространяется как на рабочую площадку того уступа, на котором проводится заряжание, так и на ниже- и вышерасположенные уступы, считая по горизонтали от ближайших зарядов. За границей запретных зон в пределах опасной зоны допускается нахождение только максимально ограниченного распорядком массового взрыва людей.

- Перед началом ввода на границах опасной зоны выставляются посты оцепления из проинструктированных рабочих, обеспечивающие ее охрану, а люди, не занятые монтажом взрывной (электровзрывной) сети, выведены в безопасные места лицом технического надзора. Расположение постов указывается на ситуационном плане.

- На границах опасной зоны устанавливаются предупредительные надписи. На всех подъездных дорогах устанавливаются шлагбаумы.

- При производстве взрывных работ для оповещения людей обязательна подача звуковых, а в темное время суток, кроме того, и световых сигналов для оповещения людей. В качестве предупредительной сигнализации проектом предусматривается подача звуковых сигналов электрической сиреной и световых сигнальными ракетами следующих сигналов:

а) «Первый сигнал» - предупредительный (звуковой электросиреной - один продолжительный, световой – белая или желтая сигнальная ракета). Сигнал подается при вводе опасной зоны.

По этому сигналу все люди, не связанные с монтажом электровзрывной (взрывной) сети, удаляются за пределы опасной зоны. На сигнальной мачте поднимается красный флаг. После выставления постов оцепления и удаления людей за пределы опасной зоны, взрывники производят монтаж взрывной сети и проверку ее с безопасного расстояния.

б) «Второй сигнал» - боевой (звуковой электросиреной - два продолжительных, световой - две красные ракеты).

По этому сигналу проводится взрыв - взрывники удаляются на безопасное расстояние и включают ток.

с) «Третий сигнал» - отбой (звуковой электросиреной - три коротких, световой - зеленая ракета). Он означает окончание взрывных работ. Подается после осмотра места взрыва.

- Не ранее чем через 30 мин после взрыва ответственный руководитель взрыва организует осмотр взорванного блока с принятием мер, предотвращающих отравление газами проверяющего персонала.

- При отсутствии отказов скважинных зарядов, соблюдении условий безопасности в месте проведения взрыва, ответственный руководитель взрывных работ дает команду "Отбой". По этому сигналу посты охраны опасной зоны снимаются.

- Допуск других людей в карьер разрешается после снижения концентрации ядовитых продуктов взрыва в воздухе до установленных норм, но не ранее чем через 30 мин после взрыва, рассеивания пылевого облака и полного восстановления видимости в карьере, а также после осмотра мест (места) взрыва соответствующим лицом технического надзора (согласно распоряжку массового взрыва).

- Взрывные работы производятся в светлое время суток по специальному графику.

- Укрытие взрыв техперсонала на время взрыва производится:

а) При массовом взрывании скважин – взрыв техперсонал выводится за пределы опасной зоны, определенной расчетом в проекте данного массового взрыва;

б) При взрывании негабаритов - за пределами опасной зоны, установленной паспортом, но не менее 300 м;

- Подготовленные для бурения негабаритные куски должны быть выложены устойчиво в один слой вне зоны возможного обрушения уступа.

- Зарядание негабарита должно производиться только сверху вниз.

- Все работники карьера и население окружающих поселков и домов оповещаются о времени производства взрывных работ и о назначении сигналов, применяемых в карьере.

- Все рабочие, занятые на буровых и взрывных работах, должны иметь допуск на право производства этих видов работ.

- Места работы буровых станков в темное время суток должны быть освещены. Минимальная норма освещения - 5-10лк согласно ФНИП.

- Бурильщики, работающие на станках, должны иметь СИЗ согласно инструкциям по ТБ для работающих на буровых станках.

- В соответствии с требованиями ФНИП при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом (ПБ 03-498-02) буровой станок должен быть установлен на спланированной площадке уступа вне призмы обрушения и при бурении первого ряда расположен так, чтобы гусеницы станка находились от бровки уступа на расстоянии не менее чем 2 м, а его продольная ось была перпендикулярна бровке уступа.

- Под домкраты станков **з а п р е щ а е т с я** подкладывать куски породы.

- Перемещение бурового станка с поднятой мачтой по уступу допускается только по спланированной горизонтальной площадке. При передвижении станка под линиями электропередачи мачта должна быть опущена.

- При перегоне буровых станков мачта должна быть опущена, буровой инструмент снят или надежно закреплен.
- **З а п р е щ а е т с я** работа на станках вращательного и шарошечного бурения с неисправными ограничителями пере подъема бурового снаряда, при неисправном тормозе лебедке и системы пылеподавления.
- Лица надзора обязаны постоянно вести постоянный контроль за состоянием уступов, в случае обнаружения движения породы работы прекращаются.
- При работе на уступах должна регулярно проводиться их оборка от нависей и «kozyрьков», а также ликвидация заколов.
- Работы по оборке уступов должны производиться механизированным способом. Ручная оборка допускается только под непосредственным наблюдением лица технического надзора или бригадира.
- Рабочие, не занятые оборкой, должны быть удалены в безопасное место. Запрещается проведение каких-либо работ и пребывание людей под «kozyрьком» и нависями уступов.
- Все электроустановки, кабели, контактные и другие воздушные провода, находящиеся в пределах опасной зоны, должны быть обесточены с момента монтажа сети. Об отключении электроэнергии перед взрывом делается соответствующая запись в журнале.
- Во всех остальных вопросах, не предусмотренных настоящим типовым проектом, буровзрывные работы производятся в соответствии с литературой, перечисленной в начале данного раздела, ведомственными специальными инструкциями и положениями, инструкциями, составленными по конкретным профессиям рабочих специальностей.

10. Мероприятия по обнаружению и ликвидации отказавших зарядов

Мероприятия по обнаружению и ликвидации отказавших зарядов должны проводиться в соответствии с утвержденной и согласованной территориальным органом Ростехнадзора РФ «Инструкцией по предупреждению, обнаружению и ликвидации отказавших зарядов ВВ на открытых разработках, составленной во исполнение п.1.1. раздела 1 Общих положений «Инструкции по предупреждению, обнаружению и ликвидации отказавших зарядов взрывчатых веществ на земной поверхности и в подземных условиях» (утвержденной Постановлением от 15 ноября 2002 г. ¹ 64 Федерального горного и промышленного надзора России) и в соответствии с требованиями указанной инструкции и требований ФНИП и с учетом местных особенностей, в том числе горно-геологических и горнотехнических условий, методов взрывных работ, способов взрывания, применяемых взрывчатых веществ и средств инициирования.

Общие положения

10.1.1 Для своевременного обнаружения отказавших зарядов и предупреждения его несанкционированного взрыва все места взрывных работ после их проведения должны тщательно осматриваться.

При массовых взрывах порядок осмотров мест взрывных работ на предмет обнаружения отказов осуществляется в порядке, установленном проектом.

10.1.2 Признаками, свидетельствующими о наличии отказавших зарядов, являются: наличие во взорванной (отбитой) горной массе в забоях, на дробильно-сортировочных заводах и других местах остатков взрывчатых материалов (взрывчатое вещество, отрезки детонирующего шнура, пиротехнические реле, разделителей НСИ электродетонаторов и провода электродетонаторов и др.); наличие выступов неразрушенного взрывом массива в районе расположения скважины или шпура; вид забоя (участка

забоя), похожего на невзорванный целик; затрудненная экскавация (погрузка) горной массы по сравнению с соседними, уже отработанными, участками и т.п.

10.1.3 Допуск людей к месту взрыва для дальнейшей работы осуществляется руководителем взрывных работ после того, как им или по его поручению бригадиром совместно со взрывником будет установлено, что отказов зарядов нет и работа в этом месте безопасна.

10.1.4 Каждый отказ заряда (или подозреваемый отказ), в том числе обнаруженный позднее в процессе отгрузки горной массы, подлежит регистрации в Журнале регистрации отказов при взрывных работах и времени их ликвидации по форме, установленной Инструкцией.

О времени ликвидации отказа должна быть сделана соответствующая запись в "Журнале регистрации отказов при взрывных работах и времени их ликвидации". В тех случаях, когда отказ был записан в книге приема - сдачи смен экскаватора, отметка о ликвидации отказа должна быть сделана и в этой книге.

Место хранения журнала и порядок его заполнения устанавливаются техническим руководителем.

Руководитель взрывных работ обязан систематически контролировать полноту, своевременность и правильность записи в журнале всех отказавших зарядов взрывчатых веществ.

11. Организации работ при производстве массовых взрывов, связанных с многодневной зарядкой и охраной блока

При производстве массовых взрывов исходя из типовой серии зарядов и производительности смесительно-зарядного оборудования зарядание скважин (в том числе механизированное) производится в течение одного дня (суток). В соответствии с этим организация работ при производстве массовых взрывов, связанная с многодневной зарядкой и охраной блока, как и дополнительные мероприятия по сохранности ВМ, в настоящем типовом проекте не разрабатываются.

12. Приемка, контроль и оценка качества буровзрывных работ

Производство, контроль и приемка буровзрывных работ должны осуществляться в строгом соответствии с Типовой инструкцией по безопасному проведению массовых взрывов на земной поверхности, ФНИП.

Качество производства буровзрывных работ контролируется на всех этапах производственного процесса: бурения, зарядания и взрывания скважин.

Контролю подлежат следующие параметры БВР:

1. Сопротивление по подошве уступа - W
2. Расстояние между скважинами - a, b
3. Глубина перебура - $l_{пер}$
4. Направление бурения (угол наклона пробуренных скважин) - α
5. Масса заряда - Q
6. Длина забойки - $l_{заб}$

Качество исполнения отдельных операций по подготовке взрыва оценивается величиной отклонения фактических значений контролируемых параметров от установленных проектом значений этих параметров или же выполненным корректировочным расчетом.

Учет отклонений контролируемых параметров от заданных, определяющих уровень оценки качества подготовительных работ, производится по таблице.

- после окончания бурения скважин - путем измерения их глубины, диаметра;

- после взрыва - путем осмотра результатов взрыва, особенно мест, подозрительных по отказу, а также развала взорванного грунта;
- в процессе разработки разрыхленного грунта - путем определения содержания негабаритных кусков, требующих дополнительного дробления, а также осмотра поверхности подошвы и откосов выработки;
- по окончании разработки взорванного грунта в полном объеме, а при необходимости в частичном - путем маркшейдерских измерений.

Наличие порогов и завывшений подошвы уступа не допускается.

Определение оценки качества выполненных операций и конечного производства работ по результатам взрыва производится в порядке, предусмотренном разделом. «Оценка качества производства буровзрывных работ и конечной продукции». Допускаемые отклонения контролируемых параметров принимаются в следующих пределах:

Для a, b - 10%

W - 20 %

$L_{скв}$ - $3d_{зар}$

α - 5^0

Q - 5%

$l_{заб}$ - $5d_{зар}$

При отклонении параметров выше указанных пределов работа считается браком. Обязательным условием качественного выполнения работ является соблюдение принятой технологии работ и правил техники безопасности. При невыполнении этого условия качество работ во всех случаях должно быть оценено как *неудовлетворительное*.

В соответствии с требованиями контроль за процессом производства БВР должны осуществлять лица, непосредственно руководящие буровзрывными работами - линейный технический надзор (начальник участка или его заместитель, мастер). В необходимых случаях к контролю могут быть привлечены специалисты маркшейдерской службы, ОПР и т.д., а также лица, специально занимающиеся контролем отдельных видов работ.

Приемка выполненных работ у рабочих производится непосредственно на рабочем месте и оформляется в наряде за подписями исполнителя работ и лица технического надзора. При этом мастер (начальник участка) оценивает качество выполненных работ и записывает оценку на оборотной стороне этого наряда.

Оценку в наряде проставляют на основании записи о качестве выполненных работ в Журнале учета производства и качества буровзрывных работ.

Работы, не соответствующие требованиям нормативной или проектно-технической документации, должны быть забракованы. При этом обязательно должны быть установлены причины брака и его конкретные виновники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макарьев В.П., Михайлов В.А. Проектирование взрывных работ в горной промышленности и строительстве : учеб. пособие / Л. : ЛГИ, 1985. 107с.
2. Барон В.Л., Кантор В.Х. Техника и технология взрывных работ в США. – М.: Недра, 1989, 376 с.
3. Гущин В.И. Задачник по взрывным работам. – М.: Недра, 1972, 160 с.
4. Друкованный М.Ф., Дубнов Л.В., Кутузов Б.Н., Ефремов Э.И. Справочник по буровзрывным работам на карьерах. – Киев.: Наукова Думка, 1973, 540 с.
5. Кутузов Б.Н., Скоробогатов В.М., Ерофеев И.Е. Справочник взрывника. – М.: Недра, 1988, 511 с.
6. Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом. Учебник. – М.: МГИ, 1992, 516 с.
7. Кутузов Б.Н., Рубцов В.К. Физика взрывного разрушения горных пород. Учебное пособие, ч. I. –М.: МГИ, 1970, 178 с.
8. Кучерявый Ф.И., Кожушко Ю.М. Разрушение горных пород. – М.: Недра, 1972, 240 с.
9. Носков В.Ф., Комащенко В.И., Жабин Н.И. Буровзрывные работы на открытых и подземных разработках. Учебник. – М.: Недра, 1982, 320 с.
- 10.Таранов П.Я., Гудзь А.Г. Разрушение горных пород взрывом. Учебник. – М.: Недра, 1976, 253 с.
- 11.Эстеров Я.Х., Бродов Е.Ю., Иванов М.И. Буровзрывные работы на транспортном строительстве. Учебник. –М.: Транспорт, 1983, 328 с.
- 12.Рубцов В.К. Исследование дробимости горных пород взрывами на карьерах // Дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук. – М.: МГИ, 1971, 412 с.
- 13.Крюков Г.М., Глазков Ю.В. Теоретическая оценка степени взрывного дробления горных пород на карьерах при разных способах инициирования зарядов. Отдельные статьи Горного информационно-аналитического бюллетеня №8.–М.:МГГУ, 2003, 26 с.
- 14.Кутузов Б.Н. «Взрывные работы» изд. Москва «Недра» 1988г.
- 15.Справочник по буровзрывным работам - изд. М, "Недра" 1976 г.
- 16.Друкованный М.Ф., Кукиб Б.Н., Куц В.С. «Буровзрывные работы на карьерах», изд. М, "Недра" 1990 г
17. Оксанич И.Ф., Миронов П.С. «Закономерности дробления горных пород взрывом и прогнозирование гранулометрического состава», изд. М, "Недра" 1982 г.
- 18.Шпанский О.В., Буянов Ю.Д. «Технология и комплексная механизация добычи нерудного сырья для производства строительных материалов», изд. Москва «Недра» 1996г.
- 19.Кутузов Б.Н. «Разрушение горных пород взрывом», М. 1994г МГУ
- 20.Кузнецов В.А. Проектирование буровзрывных работ. Изд. МГГУ, М. 1997 г., 68 с
- 21.Бротанек И., Вода Й. «Контурное взрывание в горном деле и строительстве», изд. М, "Недра" 1983 г.
- 22.Крюков Г.М. (МГГУ) Новые критерии эффективности и последовательность расчета параметров БВР при взрывном дроблении горных пород на карьерах. Сборник трудов IV Международной конференции 18-22 октября 2004г. , Москва, ИПКОН РАН.
- 23.Епцов В.А. МГГУ Определение рациональных величин перебура и забойки скважинных зарядов в проектных расчетах. Сборник трудов IV Международной конференции 18-22 октября 2004г. , Москва, ИПКОН РАН.
- 24.Кузнецов В.А. Проектирование буровзрывных работ. Изд. МГГУ, М. 1997 г., 68 с
- 25.Тарасенко В.П. Физико-технические основы расчета зарядов на карьерах (учебное пособие). Изд. МГИ, М. 1985 г., 82 с.

26.Викторов С.Д., Кузнецов В.А. К расчету зон, опасных по разлету кусков взорванной породы. Сб. Взрывное дело, ¹ 92/49 (Развитие теории разрушения горных пород взрывом). Изд. МКВД, М., 1999 г., 280 с

27.Инструкция для рабочего поста охраны опасной зоны при производстве взрывных работ.

28.Перечень взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к постоянному применению.

29.СПГГИ (ТУ) «Разработка рекомендаций по безопасному воздействию сейсмических и ударно-воздушных волн на здания и сооружения п. Кузнечное при проведении взрывных работ на карьерах ОАО «Гранит-Кузнечное». 2000г

Задание на курсовой проект

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет
Кафедра Взрывного дела

Утверждаю

зав. кафедрой ВД

_____ проф. О.И. Казанин

«__» _____ 20__ г.

Задание на курсовой проект

по дисциплине «Проектирование взрывных работ»

Студенту _____ гр. _____

Вариант № __

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

№ п/п	Наименование параметров	Обозначение	Ед. изм.	Величина параметра
1	2	3	4	5
1	Цель работ - добыча полезного ископаемого при подготовке к выемке с предварительным рыхлением скважинными зарядами буровзрывным способом для последующей переработки.			
2	Годовой объем взрываваемой горной массы в плотном теле	V _г	тыс.м ³	
3	Число уступов, разрабатываемых с применением буровзрывных работ	Нуст.	шт.	
4	Полезное ископаемое (исходное сырье)			
5	Категория трещиноватости (степень трещиноватости) по МКВД			
6	Высота разрабатываемого добычного уступа	Нуст	м	
7	Плотность полезного ископаемого средняя	ρ	т/м ³	
8	Коэффициент крепости полезного ископаемого по шкале проф. М.М. Протодяконова	<i>f</i>	-	
9	Буримость пород			
10	Взрываемость пород			
11	Способ погрузки на добычных работах			
12	Вид карьерного транспорта			
13	Расстояние транспортирования от забоев до ДСЦ	Лтр. ср.	км	
14	Коэффициент разрыхления горной массы	<i>k_p</i>		
15	Крупность исходной горной массы	b	мм	
16	Размер кондиционного куска (размер габарита длиной ребра наибольшего измерения)	<i>l_и</i>	м	
17	Метод разрушения горных пород при бурении скважин	механический		
18	Способ бурения:			

№ п/п	Наименование параметров	Обозначение	Ед. изм.	Величина параметра
1	2	3	4	5
19	Обводненность скважин			
20	Допускаемый запас взорванной горной массы			
21	Режим работы карьера			

Преподаватель _____ / _____ /

дата выдачи _____

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Организация курсового проектирования.....	3
Программа выполнения основных разделов проекта.....	5
Библиографический список.....	44

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

*Программа и методические указания по курсовому проектированию
для студентов специальности 21.05.04*

Сост.: *Ю.И.Виноградов, С.В. Хохлов, В.В Должиков, А.В Баженова*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
взрывного дела

Ответственный за выпуск *Ю.И.Виноградов*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 03.11.2020. Формат 60×84/8.
Усл. печ. л. 5,6. Усл.кр.-отг. 5,6. Уч.-изд.л. 5,2. Тираж 75 экз. Заказ 815.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2