

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 04.03.2024 16:24:52

Уникальный программный ключ:

9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781017ba734df0734d166f31cc55689606

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное

Образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра экспертизы и управления недвижимостью, горного дела

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

«*СГ*» *02*



РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ

Методические указания по выполнению самостоятельных работ для
студентов специальности
«Открытые горные работы»

Курск 2024

УДК 622.235(075.8)

Составители: Л.А. Семенова, Р.А. Попков

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент С.Л. Губин

Разрушение горных пород взрывом: Методические указания по выполнению самостоятельных работ для студентов специальности «Открытые горные работы», / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Л.А. Семенова, Р.А. Попков.- Курск, 2024.- 14 с.: рис. 1.- Библиогр.: с. 14.

В методических указаниях приведен комплекс сведений и материалов о технике и технологии взрывных работ на открытых и подземных горных работах. Представлены рекомендации по определению параметров буровзрывных работ в различных горно-геологических условиях.

Предназначены для студентов направления подготовки (специальности) 21.05.04 Горное дело для специализации «Открытые горные работы».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

формат 60x84 1/16

Усл. Печ. Лист

Уч.-изд.л.

Тираж 100экз. Заказ Бесплатно

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Содержание

	ВВЕДЕНИЕ	4
1	Введение. Главные вскрывающие выработки	5
2	Способы разрушения горных пород	7
3	Взрыв и взрывчатые вещества	9
	Список литературы	14

ВВЕДЕНИЕ

Изучение дисциплины «Разрушение горных пород взрывом» предполагает формирование у студентов базовых знаний и современных представлений о особенностях физики разрушения горных пород в различных условиях при ведении взрывных работ; а также подготовку теоретической базы для последующего изучения техники и технологий взрывных работ при разработке месторождений открытым способом, физики взрыва, взрывных работ в строительстве, специальных взрывных технологий, методов ведения взрывных работ; а также научного стиля мышления, умения ориентироваться в потоке научной и технической информации и применять в будущей научно-исследовательской и проектно-производственной деятельности физические методы исследования.

Самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, а также выработку навыков самостоятельного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

В методических указаниях описываются действия, которые необходимо выполнить студенту в рамках самостоятельной работы, в том числе при подготовке к практическим занятиям и с целью дальнейшей успешной сдачи экзамена.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №1

Тема: Введение. Главные вскрывающие выработки

РЕКОМЕНДАЦИИ К НАПИСАНИЮ РЕФЕРАТА

Написание реферата является неотъемлемой частью самостоятельной работы обучающихся. Основная цель написания реферата и его защиты – продемонстрировать навыки и умения по сбору нужной информации, по анализу прочитанных источников, а также способностей по формулированию важных выводов и их презентации.

Содержание реферата состоит из введения, теоретических основ (в том числе различных теорий, гипотез и, возможно, постулатов и выводов из трудов различных научных школ), справочной информации, анализа, выводов и заключения. Иногда реферат дополняется графической частью, например, схемами рассматриваемых установок, блок-схемами рассматриваемых алгоритмов или графическим представлением изучаемых закономерностей.

Реферирование научной информации в изучаемых источниках, зачастую, носит научно-исследовательскую цель: например, обобщить рассматриваемую подборку информации, выделить общее и найти отличия, скомпилировать собственное мнение по изучаемой проблематике и наметить дальнейшие задачи либо по усовершенствованию известных методов и технологий, либо с целью создания новых. Существенное внимание следует уделять анализу актуальности рассматриваемых проблем, особенно в свете их решения современными методами и технологиями; а также желательно указать на производственные проблемы, которые так и не решены, либо решаются с определенными неблагоприятными компромиссами

Примерный перечень тем для написания реферата:

- Процессы передачи энергии взрыва в породный массив
- Особенности дробления горной породы вблизи взрывной скважины.
- Управление качеством взрывоподготовки горной массы путем выбора конструкции заряда.
- Формирование и распространение сейсмических и воздушных ударных волн при взрыве скважинных зарядов.

- Связь между характеристиками гранулометрического состава горной массы и параметрами буровзрывных работ

САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения и подходы к решению практических задач.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее основные понятия, новые незнакомые термины и названия, математические зависимости и их выводы и т.п. Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги и к глоссарию (словарю терминов). Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к промежуточной аттестации.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №2

Тема: Способы разрушения горных пород

Цель работы. Получение навыков по выбору способов дробления негабаритов взрывом, определению основных параметров взрывных работ (массы зарядов ВВ, диаметра шпуров, расхода бурения, типа кумулятивного заряда, способа инициирования заряда) и исходных данных для обоснования конструкций машин механического разрушения негабаритов. Кроме того, в процессе выполнения работы дается представление о кумулятивных зарядах, применении наружных контактных зарядов, которые используются при разделке металлических, железобетонных и бетонных конструкций, валке деревьев и др.

Краткие теоретические сведения

На карьерах и шахтах при подготовке горной массы к выемке с помощью буровзрывных работ не удастся избежать негабаритных кусков породы, которые необходимо дробить для осуществления экскавации и транспортирования. До настоящего времени основной способ дробления негабарита - вторичное взрывание.

Разработано много способов и средств разрушения негабаритов: взрывные, механические, термические, электрофизические, гидравлические, гидровзрывные и комбинированные.

Наиболее универсальны и в меньшей степени зависят от свойств горных пород взрывные технологии дробления негабарита накладными, шаровыми и кумулятивными зарядами ВВ.

Метод накладных (наружных) зарядов очень прост в применении, исключает трудоемкий и вредный процесс бурения. Заряды размещаются сверху на поверхности негабаритного куска или валуна по возможности в естественных углублениях, придавая заряду плоскую форму с толщиной слоя ВВ 2,5-3 см (для аммонита 6ЖВ) и прикрывая заряд сверху забойкой из грунта или песка без включения в него гальки и щебня. Негабарит разрушается в основном под действием ударной волны. Импульс взрыва пропорционален площади соприкосновения ВВ с породой. Толщина слоя ВВ должна соответствовать критическому диаметру ВВ, чтобы процесс детонации протекал в нормальном режиме.

При взрыве наружного заряда наблюдается сильная ударная воздушная волна (УВВ) и увеличенная зона действия ядовитых газов и разброса осколков камня. Поэтому опасная зона составляет не менее 300

м. С целью уменьшения вредного действия УВВ накладные заряды иногда прикрывают полиэтиленовыми мешками с водой. Инициирование наружных зарядов производится с использованием огнепроводных шнуров (одиночные заряды), детонирующих шнуров (ДШ) или электрическим способом. Стремятся взрывать в один прием несколько негабаритов.

Общая масса заряда ВВ для разрушения негабарита рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{общ}} = q_p V_n, \quad (1)$$

где q_p - расчетный (нормативный) удельный расход ВВ, зависящий от крепости пород, типа ВВ и вида зарядов, кг/м³; V_n - объем негабаритного куска, м³.

Пример. Определить массы накладных, шпуровых и кумулятивных зарядов ВВ и расход бурения для дробления негабаритного куска породы с коэффициентом крепости $f = 19-20$, толщиной $H = 2$ м, объемом $V = 3$ м³. Для шпуров и наружных зарядов применить ВВ типа аммонит 6ЖВ.

Решение

1. *Расчет шпуровых зарядов*

Глубина шпура $l_{\text{шп}} = 0,5 H = 0,5 \cdot 2 = 1$ м.

Длина заряда l_z в шпуре с учетом коэффициента заполнения $K = 2/3$ равна 0,67 м.

Масса заряда одного шпура диаметром 32 мм при плотности заряжания аммонитом $\Delta = 900$ кг/м составит 0,484 кг.

Необходимая общая масса шпуровых зарядов

$$Q_{\text{общ}} = q_p V = 0,48 \cdot 3 = 1,44 \text{ кг,}$$

где $q_p = 0,48$ кг/м³ - удельный расход ВВ

Необходимое количество шпуров

$$N = Q_{\text{общ}} / Q_{\text{ш}} = 1,44 / 0,484 = 2,975 \approx 3 \text{ шпура.}$$

Расход бурения для дробления негабарита

$$L = N l_{\text{шп}} = 3 \cdot 1 = 3 \text{ м.}$$

Скорректированная общая масса шпуровых зарядов

$$Q_{\text{общ}} = N Q_{\text{ш}} = 3 \cdot 0,484 = 1,45 \approx 1,5 \text{ кг.}$$

2. *Расчет накладного заряда*

Масса накладного заряда

$$Q_n = q_p V = 2,4 \cdot 3 = 7,2 \text{ кг,}$$

где $q_p = 2,4$ кг/м³ - удельный расход ВВ при наружных зарядах (см. табл. 3.1).

Критический диаметр аммонита составляет 15-30 мм, поэтому заряд располагаем с толщиной слоя 3 см, прикрывая заряд забойкой.

3. Выбор кумулятивного заряда

Рассчитанная величина кумулятивного заряда при $H=2$ составляет

$$Q_k = 0,73 H^2 = 0,73 \cdot 2^2 \approx 3 \text{ кг.}$$

Согласно табл. 3.3 для дробления данного негабарита пригоден кумулятивный заряд ЗКН-4000, т.к. не превышаются предельные размеры негабарита. Масса ВВ (прессованный тротил) в кумулятивном заряде составляет 4 кг.

Дополнительные задания для самостоятельной работы

1. Изучить способы дробления негабаритов микрочарядами в шпурах, заполненных водой (летом) или отработанным машинным маслом (зимой).

2. По полученным данным выполнить экономическую часть работы более подробно (для студентов заочной формы обучения).

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 3

Тема: Взрыв и взрывчатые вещества

Исходные данные: на железнодорожной станции произошел взрыв 25 т гексогена. До здания вокзала 200 метров, подстилающая поверхность – сталь.

Определить: в какую зону разрушений попадает вокзал. Вероятные потери ($N_{п}$).

Дано: Q_0 гексогена – 25000 кг. R – 200 м. подстилающая поверхность – сталь. На открытой местности (о.м.) – 350 человек. В здании – 150 человек.

Найти: 1) зоны разрушения

Решение:

1. Определяем тротиловый эквивалент гексогена ($Q_{\text{ЭКВ}}$):

$Q_{\text{ЭКВ. гексогена}} = 2 \cdot \eta$ (табл. 2) $\cdot K_{\text{ЭКВ.}}$ (табл. 1) $\cdot Q_0 = 2 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 25000 = 65000$ кг.

1. Определяем величину избыточного давления во фронте ударной волны гексогена (ΔP_{ϕ}) по расчетной формуле:

$$\Delta P_{\phi} = 8,4 \left[\frac{\sqrt{Q_{\text{ЭКВ}}}}{R} \right] + 2,7 \left[\frac{\sqrt{Q_{\text{ЭКВ}}}}{R^2} \right] + 0,7 \left[\frac{Q_{\text{ЭКВ}}}{R^3} \right];$$

где: $Q_{\text{ЭКВ}}$ – тротиловый эквивалент ОВВ в Кт (килотонна);

R – расстояние объекта от эпицентра взрыва, км.

$$\Delta P_{\phi} = 8,4 \left[\frac{\sqrt{0,065}}{0,2} \right] + 2,7 \left[\frac{\sqrt{0,065^2}}{0,2^2} \right] + 0,7 \left[\frac{0,065}{0,2^3} \right] = 33,48 \text{ КПа}$$

Найденное значение избыточного давления ($\Delta P_{\phi} = 33,48$ КПа) свидетельствует о том, что здание вокзала попадает в зону средних разрушений (см. схему очага поражения при взрывах ОВВ).

3. Определяем радиусы остальных зон разрушений:

радиус зоны слабого разрушения – $8,3 \cdot \sqrt{Q_{\text{ЭКВ}}} = 8,3 \cdot 40,21 = 334 \text{ м}$;

радиус зоны среднего разрушения – $5,4 \cdot \sqrt[3]{65000} = 5,4 \cdot 40,21 = 217 \text{ м}$;

радиус зоны сильного разрушения – $4,2 \cdot \sqrt[3]{65000} = 4,2 \cdot 40,21 = 169 \text{ м}$;

радиус зоны полного разрушения – $3,1 \cdot \sqrt[3]{65000} = 3,1 \cdot 40,21 = 125 \text{ м}$.

4. Определяем потери населения ($N_{п}$):

$$N_{п} = N_{\text{чел}} \cdot C,$$

где $N_{\text{чел}}$ - число человек;

C - степень защиты, %.

$$N_{\text{общая}} = N_{\text{открытая}} + N_{\text{здание вокзала}} \cdot N_{\text{здание}} = \frac{350 \cdot 12}{100} + \frac{150 \cdot 3,5}{100} = 47 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{безв.}} = N_{\text{взв. (об)}} \cdot N_{\text{безв. (об)}}; \quad N_{\text{безв.}} = \frac{350 \cdot 9}{100} + \frac{150 \cdot 1}{100} = 33 \text{ чел.}$$

$N_{\text{П безвозвратные}} = 47 - 33 = 14 \text{ чел.}$

Взрыв ГВС

(газо-воздушные смеси: CH_4 , $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$, $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$)

r_0 – радиус зоны бризантного действия;



r_1

r_1 – радиус зоны действия продуктов взрыва ГВС;

r_0

r_2 – радиус зоны действия ударной волны;

r_2

Рис. 18.7 Схема очага поражения при взрыве ГВС

Зона бризантного действия (r_0) – это зона действия продуктов детонации, $\Delta P_{\text{ф}}$ детонационной волны до 1700 кПа – зона полного разрушения.

Зона действия продуктов взрыва охватывает всю площадь разлета продуктов ГВС ($\Delta P_{\text{ф}} = 300 \text{ кПа}$).

Зона действия ударной волны ($\Delta P_{\text{ф}}$ падает до 10 кПа).

Таблица 1 - Основные параметры карьерных экскаваторов

Модель	Вместимость ковша E , м^3	Радиус черпания $R_{\text{чп}}$, м	Максимальная высота черпания $H_{\text{чпmax}}$, м
ЭКГ-5А, ЭКГ-5Н	5,2	9,4	10,3
ЭКГ-8И	8,0	12,2	12,5
ЭКГ-8УС	8,0	13,5	17,6
ЭКГ-10	10,0	12,6	13,5
ЭКГ-12	12,0	14,3	15,0
ЭКГ-15	15,0	15,6	16,6
ЭКГ-17	17,0	15,6	15,6
ЭКГ-20А	20	14,2	17,0
ЭКГ-20	20	15,2	17,9
РН-2800	30	15,8	16,2
ЭГ-350	18	16	16
WK-34	35	15,8	16,2

Таблица 2 - Средства инициирования зарядов ВВ

Наименования изделия	Условия применения, назначение
Огнепроводные шнуры	
ОША	для инициирования КД в сухих условиях
ОШП	для инициирования КД в обводненных условиях
Электрозажигатели огнепроводного шнура	
ЭЗ-ОШ; ЭЗТ-2	для зажигания ОШ
Капсюли-детонаторы	
КД-8С; КД-8СМ; КД-8МА	для инициирования ДШ
Электродетонаторы	
ЭД-8-Э; ЭД-8-Ж; ЭД-8М	для инициирования ДШ (ПД)
Электронные детонаторы	
DAVEYTRONIC, I-KON; ЭДЭЗ-С	для инициирования ПД скважинных зарядов ВВ

Продолжение таблицы 2

Наименования изделия	Условия применения, назначение
Детонирующие шнуры	
ДША	для инициирования ПД в сухих скважинах
ДШ-В-12; ДШН-10; ДШЭ-12	то же в обводненных скважинах
Неэлектрические системы инициирования	
СИНВ-П, Искра-П (0; 17; 25; 42; 67; 109; 176 мс); Эдилин ДБИ-2 (0; 17; 25; 42; 55; 67; 109; 125; 150; 176; 200 мс); СИНВ-Старт; Искра-Старт; Эдилин (ДБИ-Старт)	Для монтажа поверхностных сетей инициирования
СИНВ-С, Искра-С (100; 125; 150; 175; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500 мс); Эдилин (ДБИ-1 (475; 500 мс)	для инициирования ПД скважинных зарядов ВВ
Искра-Т(500,1000, 2000 мс)	Для монтажа внутрискважинных сетей и инициирования ПД скважинных зарядов ВВ
Реле пиротехнические	
РП-Н (20; 30; 50 мс); РП-Д (20; 30; 45; 60; 80; 100 мс); РПЭ-2 (17; 25; 42; 55; 67; 109; 125; 150; 176; 200 мс)	для создания замедления в сетях ДШ
Промежуточные детонаторы (ПД)	
ГТП-500 (тротило-гексогено- вые прессованные); Т-900Г (тротиловые прессованные); ТГФ-850Э (тротило-гексогеновые литые); ТГФ-1000Л-ПО (тротило-гексогеновые литые в полимерном корпусе)	для инициирования зарядов ВВ в сухих и обводненных скважинах
Взрывные приборы	
ИВ-2АМ, УПЭ-1,5/Х	Для инициирования СИНВ-Старт; Искра-Старт; Эдилин (ДБИ-Старт)
Система электронного инициирования	
Система DAVEYTRONIC; I-KON	Для инициирования электронного капсуля DAVEYTRONIC; I-KON

Список литературы

1. Катанов, И. Б. Буровзрывные работы на карьерах / И. Б. Катанов, А. А. Сысоев. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2019. – 203 с. – Текст : непосредственный.
2. Репин, Н. Я. Подготовка горных пород к выемке: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Открытые горные работы» направления подготовки «Горное дело». – Москва: Мир горной книги, 2009. – 188 с. – Текст : непосредственный.
3. Кутузов, Б. Н. Методы ведения взрывных работ. Ч. 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Взрывное дело» направления подготовки «Горное дело». – Москва: Мир горной книги, 2008. – 512 с. – Текст : непосредственный.