

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
ВК «Кузбасская ярмарка»



Посвящается 400-летию города Новокузнецка

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№3 - 2017

УДК 622.2

ISSN 2311-8342

ББК 33.1
Н 340

Главный редактор
д.т.н., проф. Фрянов В.Н.

Редакционная коллегия:
чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. Клишин В.И., д.т.н., проф. Мышляев Л.П.,
д.т.н. Павлова Л.Д. (технический редактор), д.т.н. Палеев Д.Ю.,
д.т.н., проф. Домрачев А.Н., д.э.н., проф. Петрова Т.В.

Н 340 Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов : науч.
журнал / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк,
2017. - № 3. – 484 с.

Рассмотрены аспекты развития инновационных научных технологий диверсификации угольного производства и обобщены результаты научных исследований, в том числе создание роботизированных и автоматизированных угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, базирующиеся на использовании прорывных технологий добычи угля и метана, комплексной переработке этих продуктов в угледобывающих регионах и реализации энергетической продукции потребителям в виде тепловой и электрической энергии.

Журнал предназначен для научных и научно-технических работников, специалистов угольной промышленности, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Номер подготовлен на основе материалов Международной научно-практической конференции «Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов», проводимой в рамках специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» (Новокузнецк, 6-9 июня 2017 г.).

Конференция проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 17-05-20150

Основан в 2015 г.
Выходит 1 раз в год

Учредитель - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

УДК 622.2
ББК 33.1

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2017

ВИДЫ И СТЕПЕНЬ ОПАСНОСТИ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ.....	413
к.т.н. Абрамов И. Л. Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	
БЕЗОПАСНАЯ ОТРАБОТКА ЗАПАСОВ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НАУЧНО ОБОСНОВАННЫХ МЕР ОХРАНЫ ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ОБЪЕКТОВ.....	418
д.т.н. Лобанова Т.В., Трофимова О.Л., Писарев Л.Н. Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МИГРАЦИИ МЕТАНА В ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ ПРИ ОСТАНОВЛЕННОМ ОЧИСТНОМ ЗАБОЕ.....	424
к.т.н. Говорухин Ю.М., д.т.н. Домрачев А.Н., к.т.н. Криволапов В.Г., д.т.н. Палеев Д.Ю. ФГКУ «Национальный горноспасательный центр», г. Новокузнецк, Россия	
АНАЛИЗ АДЕКВАТНОСТИ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ШАХТНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СЕТЕЙ.....	429
д.т.н. Палеев Д.Ю., к.т.н. Криволапов В.Г. ФГКУ «Национальный горноспасательный центр», г. Новокузнецк, Россия	
СНИЖЕНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ ПРИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ НА ПРИЛЕГАЮЩИЕ ТЕРРИТОРИИ.....	434
¹ к.т.н. Машуков И.В., ¹ к.т.н. Чаплыгин В.В., ² к.т.н. Доманов В.П., ¹ Сёмин А.А., ¹ Климкин М.А. 1 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия 2 - Научный центр «ВостНИИ», г. Кемерово, Россия	
СЕЙСМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ПОДЗЕМНЫХ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ.....	438
к.т.н. Машуков И.В., Сёмин А.А., Климкин М.А. Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ВЫБРОСОВ МЕТАНА УГЛЕДОБЫВАЮЩИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ КУЗБАССА И АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ.....	442
¹ к.э.н. Новоселов С.В., ² д.т.н. Голик А.С., ² д.т.н. Ли Хи Ун, ³ д.т.н. Попов В.Б. 1 - Международная академия наук экологии и безопасности жизнедеятельности, г. Кемерово, Россия 2 - АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово, Россия 3 - ООО «Центр независимой экспертизы», г. Кемерово, Россия	
О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ВСКРЫВАЮЩИХ ВЫРАБОТОК ПО СКЛОННЫМ К САМОВОЗГОРАНИЮ ПЛАСТАМ УГЛЯ.....	447
Шлапаков П.А. АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово, Россия	
ПЕРЕРАБОТКА КОНВЕРТЕРНЫХ ШЛАМОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОГО КОКСОВАНИЯ С УГЛЯМИ.....	450
Кузнецов С.Н., д.т.н. Школлер М.Б., д.т.н. Протопопов Е.В., Казимиров С.А., д.т.н. Темлянцева М.В. Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВНЕДРЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ.....	453
^{1,2} д.т.н. Зеньков И.В., ² Нефедов Н.Б. 1 - Сибирский государственный аэрокосмический университет им. акад. М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия 2 - Институт вычислительных технологий СО РАН, г. Новосибирск, Россия	
ИНФОРМАТИВНОСТЬ ОБМЕНА ОПЫТОМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	458
д.т.н. Журавлев Р.П. ООО «Научно-исследовательский испытательный центр КузНИУИ», г. Прокопьевск, Россия	
АНАЛИЗ ПРОВЕДЕННЫХ РЕФОРМ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	460
д.т.н. Журавлев Р.П.	

Поэтому качество математической модели зависит от уровня подготовки специалиста, его добросовестности, наличия соответствующих приборов для проведения частичной воздушно-депресссионной съёмки.

В связи с этим предлагается: один раз в три года проводить курсы повышения квалификации для специалистов предприятий по проведению воздушно-депресссионной съёмки и работе с математическими моделями.

Библиографический список

1. Палеев Д.Ю. Компьютерные технологии для решения задач плана ликвидации аварий/ Д.Ю. Палеев, О.Ю. Лукашов, В.Н. Костеренко и др. - М.: Изд-во «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2011. - 160 с. (Серия «Библиотека горного инженера». Т.6 «Промышленная безопасность». Кн. 2).
2. Сборник нормативных правовых актов военизированных горноспасательных частей. - СПб.: Полиграфический центр Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, 2014. - 285 с.

УДК 622.235

СНИЖЕНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ ПРИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ НА ПРИЛЕГАЮЩИЕ ТЕРРИТОРИИ

¹к.т.н. Машуков И.В., ¹к.т.н. Чаплыгин В.В., ²к.т.н. Доманов В.П., ¹Сёмин А.А.,
¹Климкин М.А.

1 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

2 - Научный центр «ВостНИИ», г. Кемерово, Россия

Аннотация. Представлены результаты регистрации сейсмических колебаний поверхности от воздействия массовых взрывов при отработке ООО «Разрез Степановский» открытым способом угольного месторождения «Разведчик». Определены значения максимальных скоростей колебаний земной поверхности в ближней зоне.

Ключевые слова: массовый взрыв, взрывчатое вещество, сейсмические колебания, амплитуда, сейсмограмма, допустимые скорости колебаний.

Открытый способ разработки угольных месторождений в Кузбассе по сравнению с подземным способом имеет ряд преимуществ, главными из которых являются невысокая себестоимость добычи угля, высокая производительность и безопасность труда рабочих (без учета затрат на восстановление экологического равновесия, проведение работ по рекультивации нарушенных земель). При этом воздействие на окружающую среду в значительной степени будет определяться последствиями открытых горных работ как непосредственно в процессе их проведения, так и после завершения. В свою очередь, на угольных разрезах в настоящее время остается востребованным способ разрушения коренных горных пород и в ряде случаев крепкого угля с использованием энергии взрыва. Преимущества такого способа подтверждены многолетней практикой проведения буровзрывных работ в горном деле и на данном этапе развития горнодобывающей техники не требуют доказательств. Однако непосредственно взрывным работам, особенно с увеличением объемов взрывчатых веществ, используемых при массовых взрывах на разрезах, сопутствует ряд негативных проявлений. Такими основными проявлениями являются ударная воздушная волна, разлет кусков породы, вредные газы взрывчатого превращения современных составов, пылеобразование, сейсмическое воздействие на окружающие объекты. Эти факторы являются объектом промышленной безопасности и подлежат непрерывному контролю, начиная со стадии проектирования буровзрывных работ, с последующим мониторингом за интенсивностью их проявления и разработкой мероприятий либо по снижению до допустимых норм, либо вплоть до их исключения.

С увеличением количества угольных разрезов в Кузбассе и ростом объемов вскрышных работ, в том числе и объемов взрывааемых ВВ, а также с учетом приближения этих работ к населенным пунктам и другим важным объектам существенную опасность, в числе прочих, представляет сейсмическое воздействие массовых взрывов. Уже в настоящее время имеют место много-

численные жалобы населения жилого сектора, расположенных не только в непосредственной близости от участков открытых горных работ, но и находящихся на значительном удалении от них.

Массовые взрывы на угольных разрезах выполняют на основании требований Правил безопасности при взрывных работах [1] с учетом параметров буровзрывных работ по проекту разработки месторождения.

На основании обращений разрезов южных регионов Кузбасса за последние два-три года мониторинг уровня сейсмического воздействия осуществлялся на охраняемых объектах при производстве массовых взрывов на горных отводах ООО «Разрез Березовский», ООО «Разрез Бунгурский-Северный», ООО «Разрез «Корчаковский», ОАО «Разрез «Томусинский», ОАО «Междуречье», ООО «Энергоуголь», других разрезов. Измерения проводились специалистами ФГБОУ «СибГИУ» (г. Новокузнецк) с экспертизой совместно с ОАО «НЦ ВостНИИ» проектной документацией на массовые взрывы и разработкой, при установлении несоответствия требованиям безопасности, рекомендаций по корректировке параметров буровзрывных работ, обеспечивающих безопасность по этому проявлению.

Анализ результатов проведенных измерений сейсмического воздействия показывает, что в большинстве случаев при проведении массовых взрывов колебания земной поверхности не превышали допустимых значений (в десять и более раз). Однако имели место аномальные проявления этого воздействия, например, в жилом секторе поселка Притомский г. Междуреченска. Территория с охраняемыми зданиями и сооружениями этого поселка находится на расстоянии менее одного километра от опасного производственного объекта - горного отвода ОАО «Разрез «Томусинский». Одноэтажные жилые здания по СНиП 2.01.07-85 [2] относятся ко II классу ответственности и по состоянию (в несущих конструкциях трещины до 0,5 мм, в стенах из кирпича и крупных блоков до 3 мм, вертикальность массива фундамента нарушена, повреждения до 40 %) - ко II категории. Грунты в основаниях зданий и сооружений поселка Притомский согласно классификации ГОСТ 25100-95 [3] соответствуют II группе. Допустимая скорость колебаний в основании одноэтажных жилых зданий согласно РТМ 36.22.91 [4] для грунтов II группы составляет 2 см/с.

Поселок Гавриловка находится на юге Кузбасса в 20 км от г. Новокузнецка. Вблизи от поселка, на расстоянии 1,5 км, ООО «Разрез Степановский» отрабатывает открытым способом угольное месторождение «Разведчик». При ведении вскрышных работ производятся взрывные работы один - два раза в неделю. В планах развития горных работ предполагается уменьшение расстояния до поселка до 500 м. Наибольшую опасность для зданий и сооружений представляет ударная воздушная волна и сейсмическое воздействие. При многократном сейсмическом воздействии на сооружение, возможно появление трещин в основании и стенах, потеря несущей способности здания. От жителей поселка стали поступать жалобы на колебания зданий от массовых взрывов.

По договору с ООО «Разрез Степановский» кафедрой открытых работ и электромеханики с участием студентов четвертого и третьего курсов проводится мониторинг сейсмического воздействия при производстве массовых взрывов на разрезе в пункте регистрации, расположенном по адресу ул. Молодежная дом 1. Замеры выполнялись с помощью переносной сейсмостанции, включающей в себя сейсмоприемники модели СМ-3КВ, аналого - цифровой преобразователь Е-440 и персональный компьютер.

В поселке Гавриловка жилые здания по конструктивным характеристикам относятся к бескаркасным зданиям с несущими стенами и по состоянию относятся к II категории (в несущих конструкциях трещины до 0,5 мм, в стенах из кирпича и крупных блоков до 3 мм, вертикальность массива фундамента нарушена, повреждения до 40 %). По СНиП 2.01.07-85 здания относятся к II классу ответственности. Грунты (суглинки и глины мягкопластичные) в основаниях зданий и сооружений согласно классификации ГОСТ 25100-95 соответствуют II группе. Допустимые скорости колебаний грунта по данным РТМ 36.22.91 составляют для жилых зданий - 2 см/с.

Результаты регистрации сейсмических колебаний величины максимальной скорости колебаний грунта за период с 2014 по 2016 года представлены в табл. 1. Величина максимальной скорости колебаний грунта составляла от 0,02 до 0,12 см/с, что существенно в 17 - 100 раз меньше предельно допустимого значения 2 см/с. Расстояние до центра массового взрыва составляло от 1670 до 2230 м и масса заряда во взрыве изменялась от 32192 до 45526 кг.

Для анализа полученных результатов были построены зависимости максимальной скорости колебаний от расстояния (рис. 1), от массы взрывчатого вещества (рис. 2), приведенного расстояния (рис. 3) и приведенной массы заряда (рис. 4).

Таблица 1

Величина максимальной скорости колебаний грунта			
Дата регистрации	Масса взрывчатого вещества, кг	Расстояние, м	Максимальная скорость колебаний, см/с
28.10.2014	44210	1780	0,040
12.11.2014	45351	2200	0,017
19.11.2014	45516	2010	0,021
01.12.2014	45177	2120	0,020
05.12.2014	40243	1790	0,040
16.12.2014	45379	2130	0,120
18.12.2014	40238	1840	0,018
19.01.2015	32192	1850	0,014
22.01.2015	44249	2120	0,024
28.01.2015	40219	1710	0,020
12.02.2015	40214	2230	0,025
06.03.2015	40003	1710	0,018
02.04.2015	26036	1865	0,033
16.04.2015	32234	1670	0,040
29.04.2015	41204	1720	0,054
05.07.2016	42358	1741	0,037
19.07.2016	36229	1888	0,050
22.07.2016	23139	1738	0,024
12.08.2016	45311	1890	0,048
23.08.2016	40199	1727	0,036
08.09.2016	44254	1733	0,061
16.09.2016	45526	1863	0,030
23.09.2016	45515	1850	0,020

Приведенное расстояние и приведенная масса заряда определяется из соотношений

$$\bar{r} = \frac{R}{\sqrt[3]{Q}}; \quad \bar{q} = \frac{\sqrt[3]{Q}}{R},$$

где $\bar{r}$ – приведенное расстояние, м/кг^{1/3}; $\bar{q}$ – приведенная масса заряда, кг/м; R – абсолютное расстояние, м; Q – масса заряда, кг.

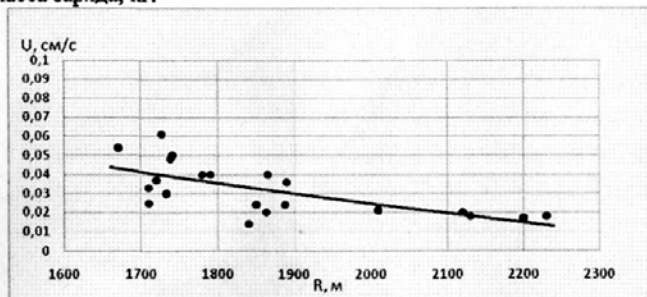


Рис. 1. Зависимость максимальной скорости колебаний от расстояния

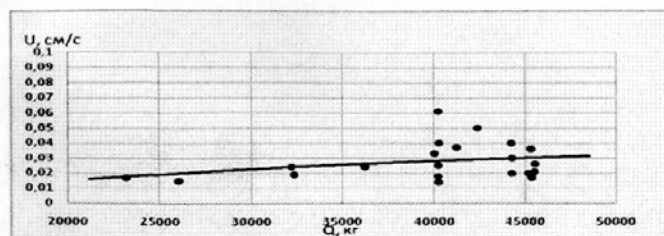


Рис. 2. Зависимость скорости сейсмических колебаний от массы взрывчатого вещества

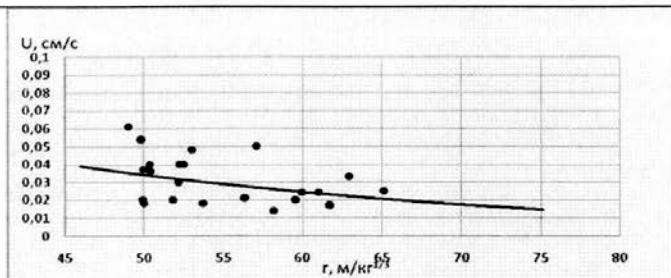


Рис. 3. Зависимость скорости сейсмических колебаний от приведенного расстояния

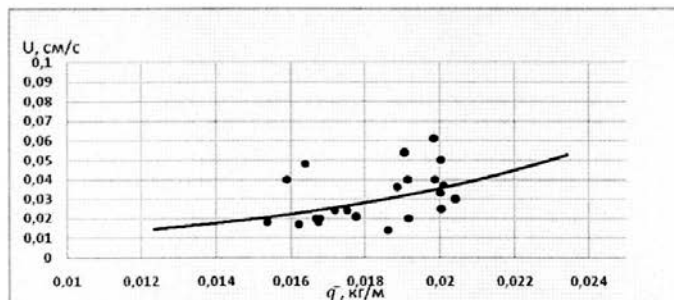


Рис. 4. Зависимость скорости сейсмических колебаний от приведенной массы заряда

Получены следующие зависимости:

- с увеличением абсолютного и приведенного расстояния до центра взрыва максимальная скорость сейсмических колебаний экспоненциально уменьшается;
- с увеличением абсолютной и приведенной массы заряда во взрыве максимальная скорость сейсмических колебаний увеличивается.

Установленные зависимости не противоречат общепринятым положениям и соответствуют теоретическим представлениям сейсмических колебаний от взрывов.

Выводы

1. В настоящее время взрывы с массой взрывчатого вещества до 45526 кг на расстоянии до 1670 м не вызывают опасных колебаний грунта в поселке Гавриловка.
2. Получены зависимости увеличения максимальной скорости сейсмических колебаний с увеличением абсолютной и приведенной массы заряда во взрыве и с уменьшением абсолютного и приведенного расстояния до взрыва.
3. При приближении горных работ к поселке Гавриловка сейсмические колебания будут усиливаться и рекомендуется снижать общую массу заряда на взрыв и в одной ступени замедления.
4. Для снижения воздействия ударной воздушной волны рекомендуется увеличить величину забойки.

Библиографический список

1. Правила безопасности при взрывных работах, утвержденные Постановлением Госгортехнадзора России от 30.01.01 г. № 3.
2. СНиП 2.01.07-85 с изменениями №2, утвержденными Госстроем России постановлением №45 от 29.05.2003 г. Нагрузки и воздействия.
3. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация.
4. Определение критических параметров колебаний охраняемых объектов при взрывном дроблении фундаментов и обрушении зданий при реконструкции. РТМ 36.22.91 / Сост. Л.М. Глозман, Н.А. Маковская, В.О. Изофов и др. [Текст]. - М.: Недра, 1982.

Научное издание

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Под общей редакцией профессора В.Н. Фрянова

Компьютерная верстка Л.Д. Павловой

Подписано в печать 25.05.2017 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 28,8 Уч.-изд. л. 30,4 Тираж 1000 экз. Заказ 295

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.

Издательский центр СибГИУ