

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

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЫПУСК 26

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
17 – 18 мая 2022 г.*

ЧАСТЬ V

Под общей редакцией профессора С.В. Коновалова

**Новокузнецк
2022**

ББК 74.48.288

Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Коновалов С.В.,

д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.,

канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.,

канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.

канд. техн. наук, доцент Риб С.В.

канд. техн. наук, доцент Шевченко Р.А.

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 17–18 мая 2022 г. Выпуск 26. Часть V. Технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. С.В. Коновалова – Новокузнецк; Издательский центр СибГИУ, 2022. – 446 с. : ил.

ISSN 2500-3364

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Пятая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области новых информационных технологий и систем автоматизации управления, строительства, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2022

ДООЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ВЫСШИМИ РАСТЕНИЯМИ <i>Гашикова А.О., Панфилов В.Д., Баженова Н.Н., Водолеев А.С.</i>	339
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Панфилов В.Д., Гашикова А.О., Михайличенко Т.А.</i>	345
ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В МЕТАЛЛУРГИИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВОГО ГАЗА <i>Сидонова М. В., Михайличенко Т.А.</i>	352
ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА ТЭС (ТЭЦ) И В КОТЕЛЬНЫХ <i>Сидонова М. В., Михайличенко Т.А.</i>	357
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ЭМУЛЬГАТОРА ДЛЯ ЗАРЯЖАНИЯ ОБВОДНЕННЫХ СКВАЖИН С ЛЮБОЙ СТЕПЕНЬЮ ОБВОДНЕННОСТИ <i>Ефремов С.Ю., Дудкин В.П., Тупицина Е.В., Чеботаренко С.А., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i>	363
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОСУШЕНИЯ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ НА РАЗРЕЗЕ КИЙЗАССКОМ МЕТОДОМ ДРЕНАЖНОЙ СИСТЕМЫ <i>Сунегин Д.Н., Дудник С.А., Ткаченко Д.Ю., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i>	367
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ВЕДЕНИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ <i>Ефремов С.Ю., Дудкин В.П., Тупицина Е.В., Чеботаренко С.А., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i>	373
ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ <i>Кибин А.А., Лобанова О.О., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i>	376
ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОТРАБОТКИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ <i>Пудовкин И.А., Садыков А.А., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i>	382
ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА ЭКГ-20 В УСЛОВИЯХ РАЗРЕЗА «РАСПАДСКИЙ» <i>Миндов И.В., Курдюков М.О., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i>	386
ВЫБОР НОРМАТИВНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЗАПАСА УСТОЙЧИВОСТИ И МЕТОДИКИ РАСЧЕТОВ <i>Зязина В.В., Лобанова О.О., Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.</i>	389
РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ ПРИ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ ШАХТ ЮГА КУЗБАССА <i>Никитина А.М., Риб С.В.</i>	396

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ЭМУЛЬГАТОРА ДЛЯ ЗАРЯЖАНИЯ ОБВОДНЕННЫХ СКВАЖИН С ЛЮБОЙ СТЕПЕНЬЮ ОБВОДНЕННОСТИ

**Ефремов С.Ю., Дудкин В.П., Тупицина Е.В., Чеботаренко С.А.,
Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: chief.a.v@mail.ru*

Проведен анализ составов различных эмульсий и установлен подходящий образец для использования его в условиях обводненных скважин.

Ключевые слова: нитронит, эмульсия, обводнённые скважины.

Переход на передовые технологии является текущим процессом на рынке промышленных взрывчатых веществ (ВВ). Рост рынка эмульсионных ВВ признаком стремительного снижения спроса на тротилсодержащие ВВ. Производственные мощности для эмульсионных ВВ регулярно увеличиваются. Основные характеристики эмульсионных ВВ, такие как безопасность, экологичность и стоимость, оказываются превосходящими по сравнению с тротилсодержащими ВВ. Использование тротила в промышленных целях запрещено в большинстве стран мира, но в странах СНГ уровень его потребления остается относительно высоким. Однако наблюдается тенденция к сокращению объемов потребления тротилсодержащих ВВ, и прогнозируется, что их доля постепенно сократится до 8–10 %. В свете этого, данное исследование остается актуальным. Предприятия стремятся производить эмульсионные ВВ непосредственно у мест их применения, и в настоящее время около 70 % потребляемых ВВ производится и используется на местах применения.

«Нитрониты[®]» являются промышленными ВВ, используемыми для взрывных работ на земной поверхности при разрушении горных пород, включая породы, содержащие серу, с коэффициентом крепости до 20 по шкале М.М. Протодяконова. Изготовление «Нитронитов[®]» осуществляется при помощи смесительно-зарядной машины непосредственно на месте применения, при зарядании сухих или обводненных скважин с рН среды от 4,0 до 9,0 и температурой окружающей среды от -40°С до +40 °С, с соблюдением требований «Правил безопасности при взрывных работах».

В ходе исследования были изучены составы различных эмульсий и был выбран подходящий образец для использования в условиях обводненных скважин. В лабораторных испытаниях рассматривались следующие образцы эмульсий: Э-20, Э-30, Э-50, Э-70 и Э-100.

Эмульсионные ВВ «Нитрониты[®]» марок Э-20, Э-30, Э-50 и Э-70 представляют собой механическую смесь эмульсии «Нитронита[®]»,

газогенерирующей добавки, пористой гранулированной аммиачной селитры (или плотной гранулированной аммиачной селитры для слабых пород) и дизельного топлива. Марка Э-100 содержит смесь эмульсии нитронита и газогенерирующей добавки.

Результаты испытаний указанных образцов были представлены в виде табличных данных и получены при проведении испытаний на базе лаборатории ООО «Азот Майнинг Сервис».

Массовые доли компонентов в ЭВВ «Нитрониты®» должны соответствовать нормам, указанным в таблице 1.

Таблица 1 - Нормы компонентов в ЭВВ «Нитрониты®»

Наименование компонента	Норма для марки нитронита, %				
	Э-20	Э-30	Э-50	Э-70	Э-100
1. Аммиачная селитра	75,6±4,5	66,2±4,5	47,3±4,5	28,4±4,5	-
2. Эмульсия нитронита	20±5,0	30±5,0	50±5,0	70±5,0	100
3. Дизельное топливо	4,4±0,5	3,8±0,5	2,7±0,5	1,6±0,5	-
4. ГГД, сверх 100% по отношению к количеству эмульсии	до 0,5	до 1,0	0,5-1,5	0,5-1,5	1,0-1,5
Примечание. Соотношение компонентов обеспечивается дозировкой. Правильность дозировки компонентов определяется точностью настройки при калибровке дозирующих устройств смесительно-зарядной машины и их работой.					

Контролируемые физико-химические и взрывчатые показатели нитронитов представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Контролируемые физико-химические и взрывчатые показатели нитронитов

Наименование показателей	Норма для марки «Нитронита®»					Метод испытаний
	Э-20	Э-30	Э-50	Э-70	Э-100	
1. Внешний вид	Сыпучая смесь гранул селитры с эмульсией		Плохо сыпучая смесь гранул селитры с эмульсией	Пластичная смесь эмульсии с гранулами селитры	Пластичная смесь эмульсии с ГГД	п. 4.1 ТУ
2. Плотность состава, г/см ³	0,90-1,05	1,0-1,2	1,05-1,25	1,05-1,25	1,05-1,25	п. 4.2 ТУ
3. Полнота детонации открытого заряда диаметром 100 мм	полная		полная	полная	полная	п. 4.3 ТУ

Неконтролируемые физико-химические и взрывчатые характеристики эмульсионных ВВ «Нитрониты®» приведены в таблице 3.

Таблица 3 Неконтролируемые физико-химические и взрывчатые характеристики эмульсионных ВВ «Нитрониты®»

Характеристики	Значение для марок нитронита				
	Э-20	Э-30	Э-50	Э-70	Э-100
Расчетные					
1. Теплота взрыва, кДж/кг (ккал/кг)	3550-3600 (847-859)	3450-3570 (823-842)	3280-3370 (782-804)	3090-3220 (737-768)	2810-2970 (668-708)
2. Удельный объем газообразных продуктов взрыва, дм ³ /кг	970-990	965-1000	960-1020	955-1030	950-1100
3. Объем вредных газов в пересчёте на СО, дм ³ /кг	64-76	64-81	57-94	69-106	73-125
4. Кислородный баланс, %	минус 0,4 – минус 1,6	минус 0,4 – минус 2,1	минус 0,6 – минус 3,4	минус 0,8 – минус 4,8	минус 1,3 – минус 7,0
5. Концентрация энергии в скважине, кДж/дм ³ (ккал/дм ³) (при указанной плотности заряда ρ)	3550-3600 (847-859) (ρ=0,90-1,05)	3800-3930 (905-926) (ρ=1,0-1,2)	3770-3880 (847-925) (ρ=1,05-1,25)	3550-3700 (848-883) (ρ=1,05-1,25)	3230-3420 (768-814) (ρ=1,05-1,25)
Экспериментальные					
6. Тротильный эквивалент по теплоте взрыва	0,85	0,84	0,80	0,76	0,70
7. Критическая плотность (по эмульсии нитронита®), г/см ³	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
8. Минимальный инициирующий импульс	Промежуточный детонатор – пентолитовая или тротил-гексогеновая шашка массой не менее 500 г.				
9. Термическая стойкость (температура начала термического разложения), °С	180				
10. Удельное объёмное электрическое сопротивление, Ом×м	90	90	90	90	90
11. Чувствительность к удару по ГОСТ 4545-88: - частота взрывов в приборе №1, %; - нижний предел в приборе №2, мм	0 500	0 500	4 500	4 500	0 500

Продолжение таблицы 3

Характеристики	Значение для марок нитронита				
	Э-20	Э-30	Э-50	Э-70	Э-100
12. Чувствительность к трению на приборе К-44-III по ГОСТ Р50835-95: -нижний предел, МПа (кгс/см ²)	900 (9000)	900 (9000)	900 (9000)	900 (9000)	900 (9000)
13. Совместимость с конструкционными материалами	Совместимы с нержавеющей сталью, полиэтиленом, полипропиленом				
14. Критический диаметр в стальной оболочке, мм	50	50	40	40	40
15. Скорость детонации, км/с (при указанной плотности заряда)	4,5-4,7 ($\rho=1,0$)	4,8-5,0 ($\rho=1,10$)	4,9-5,1 ($\rho=1,15$)	4,9-5,6 ($\rho=1,15$)	4,9-5,8 ($\rho=1,15$)
16. Совместимость с агрессивными средами	При ведении взрывных работ в сульфидных породах и зарядании обводнённых скважин с рН менее 4,0 должна применяться эмульсия нитронита®, состав которой содержит стабилизирующую добавку (карбамид).				
17. Чувствительность к первичным средствам инициирования: -к электродетонатору ЭД-8 -к детонирующему шнуру ДШЭ-12	Не чувствителен Не чувствителен				
18. Водостойчивость, суток	неводостойчив	2	не более 10	до 30	

Испытания показали, что различные марки «Нитронитов» справляются с разными степенями обводненности скважин. Марка Э-20 и Э-30 подходит для зарядания сухих и осушенных скважин, то есть тех, где содержание воды минимальное или отсутствует. Марка Э-50 подходит для частично обводненных скважин, где содержание воды выше, но еще не достигает критической точки. Марка Э-70 и Э-100 рекомендуется для использования при зарядании скважин с любой степенью обводненности, что означает очень высокий уровень воды.

Таким образом, на основании результатов испытаний можно сделать вывод о том, что для эффективного зарядания частично обводненных скважин рекомендуется использование «Нитронита» марки Э-50, а для обводненных скважин с любой степенью обводненности наиболее эффективной оказывается марка Э-70 и Э-100. Данные выводы позволяют оптимизировать процесс зарядания скважин в зависимости от их состояния и степени обводненности, что может привести к повышению производительности и экономической эффективности.

Из результатов испытаний следует, что все представленные образцы эмульсионных ВВ имеют высокую эффективность ведения взрывных работ

на земной поверхности при отбойке горных пород с коэффициентом крепости до 20. Однако, марки Э-20 и Э-30 обладают меньшей мощностью по сравнению с марками Э-50, Э-70 и Э-100.

Также следует отметить, что марки Э-20 и Э-30 содержат дизельное топливо в своем составе, что может повлиять на их экологичность. В то же время, марки Э-50, Э-70 и Э-100 не содержат дизельного топлива, что делает их более безопасными для окружающей среды.

Таким образом, на основе проведенного исследования можно сделать вывод о возрастающей популярности и предпочтительности эмульсионных ВВ, особенно марок Э-50, Э-70 и Э-100, на рынке промышленных ВВ. Учитывая стремительное сокращение спроса на тротилсодержащие ВВ и их запрет к использованию в большинстве стран мира, прогнозируется, что доля тротилсодержащих ВВ постепенно сократится до 8–10%. В связи с этим, предприятия все больше стремятся выпускать эмульсионные ВВ вблизи мест их применения, что обуславливает актуальность данного исследования.

Библиографический список

1. Ржевский В.В. Открытые горные работы: Технология и комплексная механизация: Учебник / В.В. Ржевский. - М.: ЛИБРОКОМ, 2013. - 552 с.
2. Ржевский В.В. Открытые горные работы: Производственные процессы: Учебник / В.В. Ржевский. - М.: ЛИБРОКОМ, 2013. - 512 с.

УДК 622.882

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОСУШЕНИЯ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ НА РАЗРЕЗЕ КИЙЗАССКОМ МЕТОДОМ ДРЕНАЖНОЙ СИСТЕМЫ

**Сунегин Д.Н., Дудник С.А., Ткаченко Д.Ю.,
Матвеев А.В., Чаплыгин В.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: chief.a.v@mail.ru*

Проведен анализ действующей системы осушения карьерного поля на разрезе Кийзасском.

Ключевые слова: дренажная система, водоотведение, карьерное поле.

При проведении горных работ необходимо учитывать негативное воздействие обводненных пород на все технологические процессы. Фактически, карьер в таких условиях превращается в "дремучую долину", что ведет к серьезным нарушениям условий поверхностного и подземного стока, а также формированию зоны фильтрационных деформаций. Обводнение вызывает поверхностный размыв и может приводить к образованию суффозных и оползневых деформаций на склонах и в отвалах. Наличие обводненных пород также существенно ухудшает условия для