

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

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 9 - 2023

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. Никитенко С.М.,
д.т.н. Павлова Л.Д. (технический редактор), д.т.н., проф. Домрачев А.Н.,
д.э.н., проф. Петрова Т.В.

Н 340 Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов : науч. журнал / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2023. - № 9. – 390 с.

Рассмотрены аспекты развития инновационных наукоемких 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 «Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов», проводимой в рамках специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» (Новокузнецк, 6-9 июня 2023 г.).

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

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР	11
ПОВЫШЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ДЕГАЗАЦИИ МЕТОДОМ ПОИНТЕРВАЛЬНОГО ГИДРОРАЗРЫВА	13
¹ член-корр. РАН Клишин В.И., ¹ к.т.н. Опрук Г.Ю., ¹ Связев С.И., ² Выщан С.С.	13
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия.....	13
2 – Филиал ПАО «Южный Кузбасс» Шахта Сибиргинская, г. Мыски, Россия	13
РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ВЫЕМКИ УГЛЯ ОЧИСТНЫМ КОМБАЙНОМ	18
^{1,2} чл.-корр. РАН Клишин В.И., ^{1,2} к.т.н. Стародубов А.Н., ^{1,2} Кадочигова А.Н., ^{1,2} Каплун А.В.	18
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	18
2 – Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия	18
О НЕЛИНЕЙНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ С ГЛУБИНОЙ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД	24
^{1,2} д.т.н. Ордин А.А.....	24
1 – Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия.....	24
2 – Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Новосибирск, Россия	24
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДОБЫЧИ УГЛЯ В КУЗБАССЕ.....	31
^{1,3} д.т.н. Ордин А.А., ^{1,2} д.т.н. Федорин В.А., ¹ д.т.н. Никольский А.М.	31
1 – Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия.....	31
2 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	31
3 – Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Новосибирск, Россия	31
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ВЫСОКОТОЧНОГО НАВИГАЦИОННОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ БУРОВЫХ СТАНКОВ	39
Федченко Д.В., Королев М.К., д.э.н. Никитенко С.М.	39
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	39
ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНАЯ ИМПУЛЬСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН.....	45
к.т.н. Абрамов И.Л.	45
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	45
О НАЛОГООБЛОЖЕНИИ ДОБЫЧИ УГЛЯ.....	48
Писаренко М.В., Шаклеин С.В.	48
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	48
МЕТОДИКА ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ШИХТЫ И ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕЙ	52
¹ д.т.н. Удовицкий В.И., ² Кандинский В.А., ¹ Костенюк А.И.	52
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	52
2 – ООО «БРЕНТ», г. Кемерово, Россия.....	52
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ УКРЕПЛЕННОЙ Рыхлой ПОРОДЫ ПРИ РАЗЛИЧНОМ РАСХОДЕ ДВУХКОМПОНЕНТНОГО ПОЛИМЕРНОГО СОСТАВА	55
к.т.н. Шилова Т.В., Сердюк И.М.	55
Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия.....	55

О ВОСТАНОВЛЕНИИ ГОРНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПОДРАБОТАННОЙ ТОЛЩЕ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ В СВИТЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ	59
д.т.н. Серяков В.М.	59
Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия	59
ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ	64
Максимов А.А., д.т.н. Фрянов В.Н.	64
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	64
ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЛИКВИДАЦИИ ПРОВАЛА НА УЧАСТКЕ «НОВЫЙ ШЕРЕГЕШ» ШЕРЕГЕШЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	70
д.т.н. Лобанова Т.В., Трофимова О.Л., Ижболдина С.В., Лобанов С.А.	70
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	70
ЭТАПЫ ПОДГОТОВКИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ	77
к.т.н. Исаченко А.А.	77
Филиал «Шахта «Ерунаковская-VIII» АО «ОУК «Южкузбассуголь», г. Новокузнецк, Россия	77
ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К БЕЗОПАСНОЙ ОТРАБОТКЕ ВЫСОКОГАЗОНОСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ГЛУБОКИХ ШАХТАХ КУЗБАССА	83
¹ к.т.н. Волошин В.А., ¹ к.т.н. Риб С.В., ² Черняк М.Г., ² Рахимкулов И.Р., ³ Фомин В.В.	83
1 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	83
2 – ООО «ДМТехнологии», г. Новокузнецк, Россия	83
3 – ООО «Метанэнергоресурс», г. Кемерово, Россия	83
АНАЛИЗ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ЗОНЫ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УГОЛЬНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ПО БЛОКОВОЙ СИСТЕМЕ	90
Герасимов А.В.	90
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия	90
КИЗЕЛОВСКИЙ УГОЛЬНЫЙ БАССЕЙН: ПРОШЛОЕ И БУДУЩЕЕ	96
д.т.н. Земсков А.Н.	96
ООО «Проекты и Технологии – Уральский Регион», г. Североуральск, Россия	96
УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЯМИ ОТКРЫТОЙ УГЛЕДОБЫЧИ НА ОСТРОВЕ ЮЖНАЯ СУМАТРА	100
^{1,2} д.т.н. Зеньков И.В., ³ Мулюшкина А.А.	100
1 – Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия	100
2 – Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия	100
3 – Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия	100
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ В УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРАХ НА ОСТРОВЕ КАЛИМАНТАН	104
^{1,2} д.т.н. Зеньков И. В., ³ Мулюшкина А.А.	104
1 – Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия	104
2 – Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия	104
3 – Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия	104
ОРГАНИЗАЦИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ ТАИЛАНДА	107
^{1,2} д.т.н. Зеньков И. В., ³ Мулюшкина А.А.	107

1 – Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия.....	107
2 – Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия	107
3 – Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия	107
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ	
ВЫСОКОГАЗОНОСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ	110
Крестьянинов А.В., Шмаков И.К.....	110
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	110
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ УГЛЕДОБЫЧИ НА КАЧЕСТВО	
УГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ	113
Мишин С.А., Горбунова А.Р.	113
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	113
ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ	
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ.....	119
РАСПОЗНАВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕДУКТОРОВ	
ГОРНОШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ПАРАМЕТРАМ ЭМИССИОННО-	
СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА МАСЛА.....	121
^{1,2} д.т.н. Герике Б.Л., ³ к.т.н. Кузин Е.Г., ¹ к.т.н. Герике П.Б.	121
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	121
2 – Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия.....	121
3 – Филиал Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева, г. Прокопьевск, Россия.....	121
ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ ГОРНЫХ МАШИН	
.....	127
д.т.н Герике Б.Л., Мокрушев А.А.	127
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	127
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОСТОЯННОГО АКУСТИКО-ЭМИССИОННОГО	
МОНИТОРИНГА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ КАРЬЕРНЫХ	
АВТОСАМОСВАЛОВ	130
Швыдкий С.А., д.т.н. Герике Б.Л.....	130
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	130
СРЕДНЕСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ДИСБАЛАНСА НА	
ГЕНЕРАТОРНЫХ ГРУППАХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ...	134
д.т.н. Герике Б.Л., к.т.н. Герике П.Б.	134
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	134
ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ЭКСКАВАТОРНО- АВТОМОБИЛЬНЫХ	
КОМПЛЕКСОВ С ИНТЕРАКТИВНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ГОРНЫМИ МАШИНАМИ.	139
^{1,2} к.т.н., Кузнецов И.С., ^{1,2} к.т.н., Зиновьев В.В., ^{1,2} к.т.н., Николаев П.И., ^{1,2} к.т.н., Стародубов А. Н.	139
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	139
2 – Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия	139
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО МАСЛА КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ НА	
ОСНОВЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ОБРАБОТКИ ПРОБ.....	145
Худогонов Д.Ю., Ефременкова М.В., к.т.н. Никитенко М.С., Кизилев С.А.....	145

Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	145
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ИЗ КОНСТРУКЦИОННОЙ И ТЕПЛОУСТОЙЧИВОЙ СТАЛИ	150
^{1,2} Абабков Н.В., ² Смирнов А.Н., ^{1,2} Пимонов М.В.	150
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия.	150
2 – ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», г. Кемерово, Россия.	150
ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАБОЧИХ КОЛЕС ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗАЦИИ ИНЕРЦИОННО-МАССОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК	159
к.т.н. Панова Н.В.	159
Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия	159
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КРИВИЗНЫ УПРУГОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА ВИБРОПИТАТЕЛЯ НА ПАРАМЕТРЫ ЕГО КОЛЕБАНИЙ	162
^{1,2} к.т.н. Куликова Е.Г.	162
1 – Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия	162
2 – Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия	162
ВОССТАНОВЛЕНИЕ И РЕИНЖИНИРИНГ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ	169
д.т.н. Чинахов Д.А., к.т.н. Чернухин Р.В., Алимов А.А., Филиппов В.В.	169
Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, Россия.....	169
ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ОРГАНА ЩЕЛЕОБРАЗОВАТЕЛЯ	173
Новик А.В.	173
ООО «Автостройкомплект», г. Новосибирск, Россия.....	173
АППАРАТ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ РЕЗКИ ПОРОД И РАСШИРЕНИЯ СКВАЖИН В ГОРНОМ МАССИВЕ	176
Альвинский Я.А., Григорьев А.А., Мананников С.Д., Никитина А.М.	176
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	176
ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ШАХТНОГО НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН.....	181
¹ к.т.н. Волошин В.А., ¹ к.т.н. Риб С.В., ² Рахимкулов И.Р., ² Гончаров Р.С., ² Черняк М.Г., ³ Галимов Р.Н.	181
1 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	181
2 – ООО «ДМТехнологии», г. Новокузнецк, Россия.....	181
3 – ПАО «Распадская», г. Междуреченск, Россия	181
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ГОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	189
¹ Дадынский Р.А., ² к.т.н. Никитина А.М., ² к.т.н. Риб С.В.	189
1 – ООО «УМГШО», г. Новокузнецк, Россия.....	189
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	189
ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДРОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ, РАБОТАЮЩЕЙ НА СДВИГ	192
д.т.н. Никитин А.Г., Демина Е.И., Курочкин Н.М.	192
Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия	192
РОБОТИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	197
УПРАВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТЬЮ СЛОИСТЫХ ПОРОД КРОВЛИ В ОКРЕСТНОСТИ ПОДЗЕМНОЙ ВЫРАБОТКИ	199

д.т.н. Павлова, д.т.н. Фрянов.....	199
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	199
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО КОНТРОЛЯ БУРОУГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА «АНГРЕНСКИЙ»	206
¹ к.т.н. Якубов С.И., ² Нигматуллин Ш.Н., ³ д.т.н. Прошунин Ю.Е.	206
1 – Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент, Узбекистан	206
2 – АО «Узбекуголь, г. Ташкент, Узбекистан	206
3 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	206
ЗАДАЧИ РАЗРАБОТКИ, ВНЕДРЕНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ.....	212
¹ д.т.н. Мышляев Л.П., ² к.э.н. Ивушкин К.А., ^{1,3} к.т.н. Макаров Г.В., ^{1,3} к.т.н. Грачев В.В.	212
1 – ООО «Научно-исследовательский центр систем управления», г. Новокузнецк, Россия	212
2 – ООО «Объединенная компании «Сибшахтострой», г. Новокузнецк, Россия.....	212
3 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	212
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ «УБИНСКАЯ».....	215
^{1,2} к.т.н. Грачев В.В., ¹ д.т.н. Мышляев Л.П., ^{1,2} Коровин Д.Е., ^{1,2} к.т.н. Макаров Г.В.....	215
1 – ООО «Научно-исследовательский центр систем управления», г. Новокузнецк, Россия	215
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	215
ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРА КАЛМАНА В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ ОБЪЕМА ГОРНОЙ МАССЫ ЛАЗЕРНЫМ ДАЛЬНОМЕРОМ В ПРОЦЕССЕ ВЫПУСКА УГЛЯ НА ЗАБОЙНЫЙ КОНВЕЙЕР	221
^{1,2} Черкасов П.В., ^{1,2} к.т.н. Никитенко М.С., ^{1,2} Кизилев С.А., ¹ Худоногов Д.Ю.	221
1 – Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	221
2 – Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия	221
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДОМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИАЦИОННЫХ СВОЙСТВ УГЛЯ И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД.....	228
Баловнев Е.А., Худоногов Д.Ю., Попинако Я.В., Кизилев С.А., Каменная А.В.....	228
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	228
РАСПОЗНАВАНИЕ ПРЕПЯТСТВИЙ МАШИНЫМ ЗРЕНИЕМ НА ОСНОВЕ ИСКАЖЕНИЯ СЕТКИ СВЕТОВЫХ МАРКЕРОВ	233
Верховцев Д.О., Попинако Я.В., к.т.н. Никитенко М.С., Худоногов Д.Ю., Кизилев С.А.	233
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	233
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РЕШЕНИЕ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЗАДАЧ В ГОРНО- ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ MICROMINE	238
Кряжевских А.Е., Тур К.А.....	238
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия	238
ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЛЯЦИОННОЙ СУБД ДЛЯ СОЗДАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК УГЛЕЙ.....	245
Павлова Л.Д., Корнева А.В., Корнев Е.С.....	245
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк.....	245

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМЫ 1С: ДОКУМЕНТООБОРОТ И СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК NAUMEN SERVICE DESK.....	253
Матюшкин Г.В., д.т.н. Кулаков С.М.	253
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	253
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПИРОЛИЗА И ГОРЕНИЯ ТОПЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА T-ENERGY	258
к.т.н. Сеченов П.А., д.т.н. Рыбенко И.А.	258
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	258
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ СКИПОВОГО ПОДЪЕМА ЦР6х3,2/0,75 АБАКАНСКОГО РУДНИКА	261
д.т.н. Островляничик В.Ю., к.т.н. Кубарев В.А., Маршев Д.А., к.т.н. Поползин И.Ю.....	261
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	261
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ С АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ И ДВУХЗОННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ СКОРОСТИ.....	267
д.т.н. Островляничик В.Ю., к.т.н. Кубарев В.А., Маршев Д.А., к.т.н. Поползин И.Ю.....	267
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	267
ИЗМЕРЕНИЕ ДВИЖУЩЕГО МОМЕНТА И МАССЫ ГРУЗА В АСИНХРОННОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ ДВУХСКИПОВОЙ ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ...	272
к.т.н. Поползин И.Ю.	272
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	272
О ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВЕЛИЧИНАМ ПРИВОДА С УЧЁТОМ ВЛИЯНИЯ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В КАНАТАХ	276
к.т.н. Кипервассер М.В., к. ф.-м.н., Хаимзон Б.Б., к.т.н. Симаков В.П.	276
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	276
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ MATLAB/SIMULINK ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	280
Стищенко К.П., к.т.н. Кипервассер М.В.	280
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	280
ПРОБЛЕМЫ ВЛИЯНИЯ МОЩНОЙ РЕГУЛИРУЕМОЙ АКТИВНОЙ НАГРУЗКИ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТЯХ 0,4 кВ.....	286
Бедарев М.А., Коновалов О.В., Мамонтов Д.Н., к.т.н. Кипервассер М.В.....	286
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	286
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УГОЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СТРАНАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ.....	291
^{1,2} д.т.н. Зеньков И. В., ³ Мулюшкина А.А.	291
1 – Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия	291
2 – Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия.....	291
3 – Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия	291
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ТРАНСФОРМАТОРА	294
к.т.н. Кузнецова Е.С., Усова Э.А., Комарова О.В., Качурин А.С.	294
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк.....	294
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	298
¹ к.т.н. Кузнецова Е.С., ² Кузьмина С.Ю., ³ Кузьмин С.А.....	298

1 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия	298
2 – ООО «Горэлектросеть», г. Новокузнецк, Россия.....	298
3 – ООО «Фаза», г. Новокузнецк, Россия	298
ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	301
ВЕРОЯТНОСТЬ САМОВОЗГОРАНИЯ УГЛЯ В ЗОНЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО НАРУШЕНИЯ	303
д.т.н. Греков С.П., к.т.н. Головченко Е.А., Карасёва В.В.	303
НИИ «Респиратор» МЧС ДНР, г. Донецк, Донецкая народная республика, Россия	303
РАСЧЁТ ИЗОЛИНИЙ ТЕМПЕРАТУР И КОНЦЕНТРАЦИЙ ВРЕДНЫХ ГАЗОВ НА ПОРОДНОМ ОТВАЛЕ	306
Пашковский О.П., к.т.н. Головченко Е.А.	306
НИИ «Респиратор» МЧС ДНР, г. Донецк, Донецкая народная республика, Россия	306
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ ШАХТ ПРИ ПОЖАРАХ	309
д.т.н. Агеев В.Г., к.т.н. Агарков А.В., Мавроди А.В.....	309
НИИ «Респиратор» МЧС ДНР, г. Донецк, Донецкая народная республика, Россия	309
ПОТЕРИ РАСХОДА АЗОТА ПРИ ИЗОЛЯЦИИ И ТУШЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ПОЖАРОВ	313
Коврижкин О.И.	313
Оперативный военизированный горноспасательный отряд МЧС ДНР, г. Донецк, Донецкая народная республика, Россия	313
СПОСОБ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ УВЛАЖЕНИЯ ПЛАСТА НА ИЗМЕНЕНИЯ ГАЗОКИНЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНОГО УГЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИННОВАЦИОННОГО ГОРНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТОДА	317
к.т.н. Плаксин М.С., Родин Р.И., Рябцев А.А., Альков В.И.....	317
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия	317
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ УДАРНОЙ ВОЗДУШНОЙ ВОЛНЫ ПО ВЫРАБОТКАМ И ЕЁ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ИНЖЕНЕРНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ	322
¹ к.т.н. Говорухин Ю.М., ^{1,2} д.т.н. Домрачев А.Н., ¹ к.т.н. Криволапов В.Г., ^{1,3} д.т.н. Палеев Д.Ю.	322
1 – Национальный горноспасательный центр, г. Новокузнецк, Россия	322
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	322
3 – Горный институт УрО РАН, г. Пермь, Россия	322
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТОЛЩИНЫ ИЗОЛИРУЮЩИХ ВЗРЫВОУСТОЙЧИВЫХ ПЕРЕМЫЧЕК	333
¹ к.т.н. Говорухин Ю.М., ^{1,2} д.т.н. Домрачев А.Н., ¹ к.т.н. Криволапов В.Г., ^{1,3} д.т.н. Палеев Д.Ю.	333
1 – Национальный горноспасательный центр, г. Новокузнецк, Россия	333
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	333
3 – Горный институт УрО РАН, г. Пермь, Россия	333
КОНТРОЛЬ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕТОДОМ ЕСТЕСТВЕННОГО ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ	336
Малышков С.Ю., к.т.н. Гордеев В.Ф., Поливач В.И.	336
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия	336
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ РАЗРЕЗА «АНГРЕНСКИЙ», КАК ОБЪЕКТЫ ПРОМЫШЛЕННО–ОХРАННОГО ЗНАЧЕНИЯ	341

¹ к.т.н. Якубов С.И., ² д.т.н. Прошунин Ю.Е., ³ к.т.н. Юнусова Ф.Р., ³ Фирлина Г.Л., ³ Фаёз Омонуллахонов Фаррух угли, ³ Атоев Ақобир Авар угли.....	341
1 – Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент, Узбекистан.....	341
2 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	341
3 – НИУ Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, г. Ташкент, Узбекистан.....	341
ИНИЦИАТИВЫ РОССИЙСКИХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ КОМПАНИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ	348
Нагайцев И.А., д.э.н. Петрова Т.В.....	348
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	348
К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ КАМЕННЫХ И БУРЫХ УГЛЕЙ.....	354
д.т.н. Прошунин Ю.Е., д.т.н. Мурко В.И.....	354
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	354
К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ НА ВЕЛИЧИНУ КОЭФФИЦИЕНТА ВНЕШНЕГО ТРЕНИЯ УГЛЕСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ.....	361
д.т.н. Прошунин Ю.Е., Гельгенберг И.О.	361
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	361
УПРАВЛЕНИЕ ГОРНЫМИ РАБОТАМИ И ПРОЦЕССАМИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ ВЬЕТНАМА	364
^{1,2} д.т.н. Зеньков И.В., ³ Мулюшкина А.А.	364
1 – Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия	364
2 – Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий, г. Красноярск, Россия.....	364
3 – Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва, г. Красноярск, Россия	364
ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ОТМЕТОК МЕСТНОСТИ ПРИ АНАЛИЗЕ ТЕХНОГЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ РЕЛЬЕФА	367
д.г.-м.н. Гутак Я.М., Андропова В.С.....	367
Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия	367
РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЭК КУЗБАССА.....	372
к.э.н. Новоселов С.В., г. Кемерово, Россия	372
ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ АСПЕКТ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ РОССИИ И КУЗБАССА.....	378
к.э.н. Новоселов С.В., г. Кемерово, Россия	378
КОНЦЕПЦИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ТЭК КУЗБАССА КАК ИНТЕГРАЦИОННОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ РАДИКАЛЬНЫХ ВЫЗОВОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ.....	382
к.э.н. Новоселов С.В., г. Кемерово, Россия	382
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЙ СТАЦИОНАРНЫХ И ПЕРЕДВИЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	386
Киприянов Д.А., к.т.н. Поползин И.Ю., Дробышев В.К.....	386
Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия.....	386

Харкевич, Ю.Н. Власенко, Е.А. Шубина // Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2019. – № 5. – С. 418–426.

14. Факторы изменения сейсмического режима и локализации опасных зон при крупномасштабном техногенном воздействии / А.А. Козырев, И.Э. Семенова, С.А. Жукова, О.Г. Журавлева // Горная промышленность. – 2022. – № 6. – С. 95-102. – DOI 10.30686/1609-9192-2022-6-95-102.

15. Ляпин Р.Л., Косинова И.И. Техногенная сейсмичность при массовых взрывах при горнодобывающей деятельности // Закономерности трансформации экологических функций геосфер крупных горнопромышленных регионов : материалы междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 17–19 ноября 2020 года. – Воронеж: Истоки, 2020. – С. 173-176.

16. Адушкин В.В. Развитие техногенно-тектонической сейсмичности в Кузбассе // Геология и геофизика. – 2018. – Т. 59. – № 5. – С. 709-724. – DOI 10.15372/GiG20180510.

17. Исаченко А.А., Петрова Т.В., Фрянов В.Н. Закономерности проявления динамических явлений при отработке свит угольных пластов // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2021. – № 2. – С. 311-323.

18. Исаченко А.А., Петрова Т.В. Закономерности проявления динамических событий и распределения локальных коллекторов метана в структурно неоднородном геомассиве при отработке угольных пластов с применением заблаговременной дегазации // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2022. – № 3 (151). – С. 54-63. – DOI: 10.26730/1999-4125-2022-3-54-63

УДК 622.243.2

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К БЕЗОПАСНОЙ ОТРАБОТКЕ ВЫСОКОГАЗОНОСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ГЛУБОКИХ ШАХТАХ КУЗБАССА

¹к.т.н. Волошин В.А., ¹к.т.н. Риб С.В., ²Черняк М.Г., ²Рахимкулов И.Р., ³Фомин В.В.

1 – Сибирский государственный индустриальный университет,

г. Новокузнецк, Россия

2 – ООО «ДМТехнологии», г. Новокузнецк, Россия

3 – ООО «Метанэнергоресурс», г. Кемерово, Россия

Аннотация. Обозначены перспективы применения скважин направленного бурения для дегазации на угольных шахтах. Представлен инновационный подход к выбору основных технологических схем и параметров дегазации с учетом передовых технологий мирового уровня. Приведены технологии и оборудование направленного скважинного бурения для дегазации, применяемые на шахтах Китая.

Ключевые слова: направленное бурение, дегазация, скважина, угольный пласт, шахта, подземная выработка, буровой станок.

Обеспечение метанобезопасности угольных шахт Кузбасса осуществляется на базе комплексных решений в технологии угледобычи, систем вентиляции, дегазации, утилизации и использования шахтного метана. Безаварийную работу шахт можно достичь за счет целевого управления газовыделением средствами вентиляции и дегазации, а также организационными методами, включающими мониторинг состояния шахтной атмосферы и массива горных пород, что имеет место в практике ведущих угледобывающих стран мира [1].

В период эксплуатации шахты проводится дегазация угольных пластов, что позволяет при выемке угля снизить опасный уровень содержания метана в рудничной атмосфере. При этом схема расположения и параметры заложения скважин, объединенные в единую

систему, определяются с учетом плана будущих горных работ. Эффективность подземной пластовой дегазации, как правило, составляет не более 10-20%, что при современном уровне механизации очистных работ недостаточно для обеспечения безопасной работы шахт [2, 3].

В связи с этим, в горной практике при ведении подготовительных и очистных работ на газовых угольных шахтах возникают проблемы. Анализ существующих нормативных документов [4-7] показал, что выполняемые мероприятия и рекомендации по снижению метановыделения не в полной мере соответствуют сложным условиям глубоких шахт.

Требуется инновационный подход к выбору основных технологических схем и параметров дегазации с учетом передовых технологий мирового уровня.

На сегодняшний день в Кузбассе накоплен богатый опыт проведения мероприятий по комплексной дегазации углеспородного массива (разрабатываемых угольных пластов, выработанных пространств), но применяемые схемы дегазации при высокоинтенсивной отработке газоносных пластов не обеспечивают необходимый коэффициент дегазации. Низкая эффективность способов пластовой дегазации обусловлена объективным характером, связанным с тем, что до 95-98% метана угольных пластов находится в связанном (сорбированном) состоянии, и его десорбция требует существенных энергетических затрат, связанных с разрушением угольного пласта [8-10].

В работе [11] авторами предложена методика расчета максимально допустимых нагрузок на очистной забой в зависимости от остаточной после осуществления пластовой дегазации газоносности пласта «Болдыревский», Кузбасс (рис. 1).

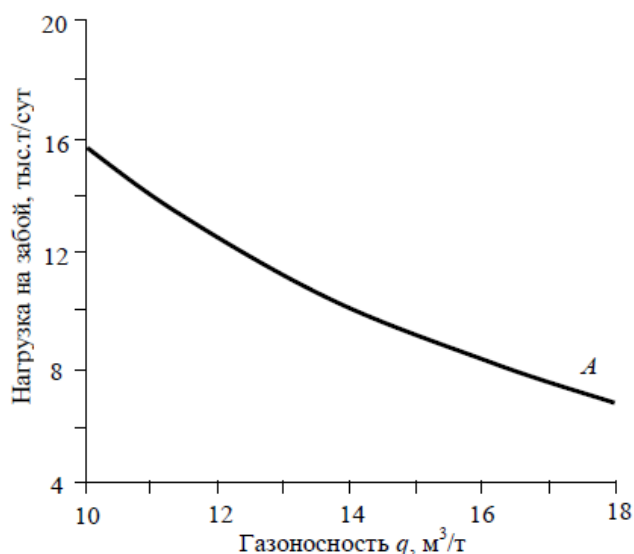
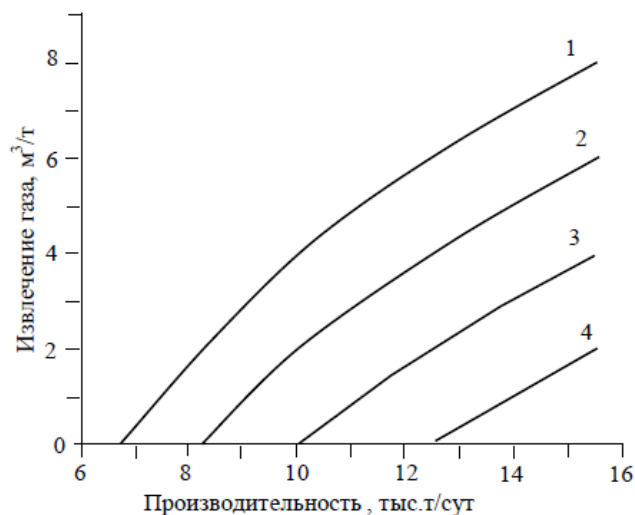


Рис. 1. Нагрузка на очистной забой в зависимости от газоносности пласта «Болдыревский», лава 24-58

Из рис. 1 очевидно, что при снижении газоносности пласта за счет комплексной дегазации до $11 \text{ м}^3/\text{т}$, предельно допустимая нагрузка на очистной забой в лаве 24-58 возрастет до 14 тыс. т/сут. Номограмма для определения необходимого извлечения метана в процессе пластовой дегазации (рис. 2) позволяет делать достоверный выбор пластовой дегазации в зависимости от требуемой нагрузки на очистной забой.

Например, если фактическая газоносность пласта «Болдыревский» на выемочном участке составляет $16 \text{ м}^3/\text{т}$ и нагрузка планируется на уровне 14 000 т/сут, то необходимая глубина дегазации (необходимое извлечение метана из разрабатываемого пласта в процессе пластовой дегазации) составит $5 \text{ м}^3/\text{т}$. Из известных данных о фактической достоверной эффективности различных схем пластовой дегазации в этом случае в качестве базовой схемы рекомендуется технология заблаговременной дегазации скважинами с поверхности с гидрорасчленением угольных пластов [11].



Начальная газоносность угольного пласта: 1 – 18 м³/т; 2 – 16 м³/т; 3 – 14 м³/т; 4 – 12 м³/т

Рис. 2. Необходимое извлечение метана для повышения производительности очистного забоя

При всех положительных моментах данной методики следует отметить, что применение заблаговременной дегазации скважинами с поверхности с гидрорасчленением угольных пластов требует значительных затрат и технически это не всегда возможно.

На шахтах Кузбасса и мира широкое применение получили способы бурения дегазационных скважин станками роторного действия (традиционное бурение). Станки просты в эксплуатации, довольно надежны и обеспечены требуемым количеством инвентарного оборудования, агрегатов и запасных частей. Инновационный, прогрессивный и относительно новый способ направленного бурения уже зарекомендовал себя с лучшей стороны, несмотря на относительно высокую эксплуатационную стоимость. Метод направленного бурения имеет существенные преимущества над традиционным способом.

1. Возможность проведения эксплуатационной доразведки на участках, где прогнозируются дизъюнктивные и пликативные нарушения.

2. Бурение разнонаправленных скважин с одного места установки бурового станка.

3. Высокая точность определения положения скважины в пространстве.

4. Способность оперативной корректировки направления бурения в случае встречи с геологическим нарушением, переслаивания твердых и мягких пород, обводненных (затопленных) зон.

5. Возможность проведения одной скважины по пласту, в почве и кровле выработки.

Буровая установка направленного бурения позволяет:

– бурить скважины по направленной траектории (трассе) в плоскости разрабатываемого пласта;

– обуривать дегазуемую часть угольного пласта как одиночными, так и веерными скважинами (рис. 3) из одной, двух или трех выработок;

– обуривать пласт угля на выемочном участке по специально разработанным схемам направленного бурения [12].

В результате технического прогресса созданы высокоэффективные средства и технологии проходки сложных полого-восстающих скважин, а также многоствольных скважин, поднявших уровень эффективности дегазации и извлечения метана угольных пластов. В настоящий момент предложены средства дистанционного формирования траектории скважин с контролем направления в режиме непрерывного мониторинга. И один из лидеров этих технологий является Китай.

На шахтах Китая широко распространена схема дегазации выемочного участка с извлечением метана из заблаговременно пробуренных скважин по обрабатываемому пласту,

а также проведение скважин по кровле и почве на удалении от пласта на расстоянии до 30 м.

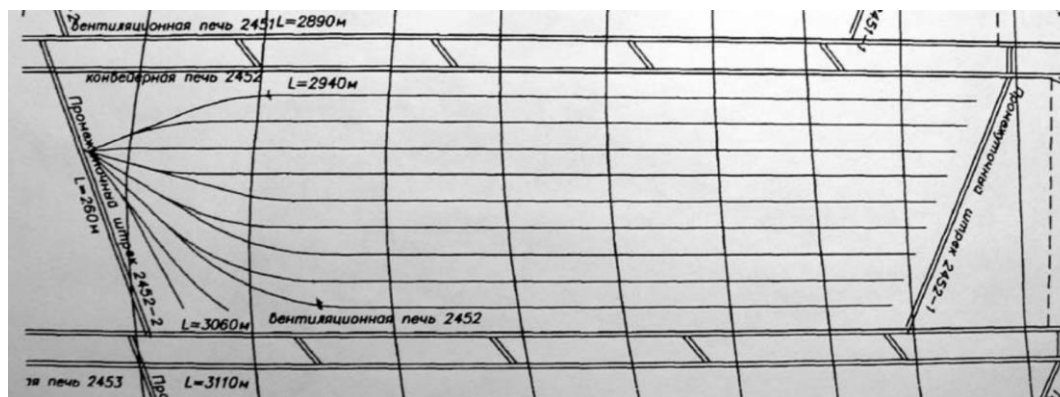


Рис. 3. Схема размещения в плоскости разрабатываемого пласта угля длинных направленной трассы скважин

Существенной проблемой проведения скважин являются трещиноватый мягкий уголь, в котором создается бесформенная полость, в результате чего буровой инструмент может заклинить. Это существенно снижает темпы строительства скважины. Кроме того, давление в угольном массиве приводит к преждевременному разрушению скважины. Решение данной задачи найдено на шахтах Китая. Специалистами Сианьского научно-исследовательского института предложена уникальная технология использования полимерных трубок, устанавливаемых сразу после бурения скважины (рис. 4).

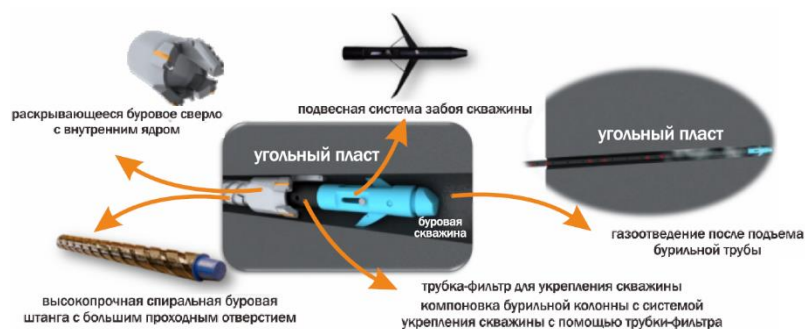


Рис. 4. Буровой инструмент для сохранения сечения скважины в слабых углях

Установка скважинных трубок после бурения скважины — эффективная технология укрепления газоотводных скважин в мягких угольных пластах. В конструкции используется буровое долото с механизмом открытия его центральной части. После бурения до заданной глубины буровой инструмент извлекается из скважины на длину одной штанги. Через центральное отверстие буровых штанг подается перфорированная пластмассовая трубка с якорным механизмом, который закрепляется в забое скважины, после чего из скважины извлекается буровой инструмент, а на его месте остается трубка в качестве канала газоотвода, чтобы обеспечить газоотведение по всей глубине, до которой произведено бурение.

Цель состоит в том, чтобы обеспечить бесперебойное отведение газа и эффективно решить технические проблемы, такие как уменьшение отвода газа с увеличением глубины ввиду разрушения стенок скважины.

Сианьский научно-исследовательский институт занимает лидирующие позиции в Китае в наземной полностью цифровой трехмерной сейсморазведке высокой плотности, детальном зондировании посредством метода становления электромагнитного поля, методе постоянного тока, геофизической разведке посредством бурения и других направлениях. Институт обладает уникальными особенностями в производстве «умного» оборудования

для разведки бурением, производство приборов для комплексной геофизической разведки, разработка и изготовления оборудования для буровой разведки, благодаря чему решает сложные инженерно-технические задачи.

Специалистами института предлагается целый ряд дегазационных мероприятий, имеющий практическую ценность и на шахтах Кузбасса в условиях газоносных угольных пластов на больших глубинах [13]. Эффективность схем дегазации, предложенных специалистами Сианьского института, доказана производственным опытом шахт Китая, где процентное содержание метана во всех выработках, оконтуривающих выемочный участок не превышает 0,5% при допустимых значениях до 1%. Месячная добыча угля из одного очистного забоя составляет более 1 млн. тонн.

С учетом положительного опыта использования направленного бурения на шахтах Китая в различных условиях были сформированы две системы направленного бурения: с гидравлического направленного бурения и пневматического – для мягкого угля.

Гидравлическая система направленного бурения включает установки направленного бурения, буровые насосы, системы измерения параметров бурения, гидравлические инструменты для направленного винтового бурения, опорные бурильные трубы и т.д. Средой для подачи энергии и извлечения буровой мелочи является вода, которая в основном используется для направленного бурения по горным породам и более твердым угольным пластам.

Система пневматического направленного бурения включает установку направленного бурения, воздушный компрессор (или генератор азота), систему измерения параметров бурения, пневматический инструмент для направленного винтового бурения, поддерживающую бурильную трубу и т.д. Средой для подачи энергии и извлечения буровой мелочи является шахтный воздух или азот, который в основном используется для направленного бурения по мягким угольным пластам.

Новая технология гидравлического направленного бурения (рис. 5) позволяет обеспечить точное управление траекторией бурения, наладить эффективное удлинение буровой скважины заданного залегания, осуществлять бурение на большие расстояния, а также выполнять многоотводное бурение скважин, которое широко применяется при отведении газа, разведке и ликвидации просачивания воды, точной цементации, зондировании геологического строения и др.

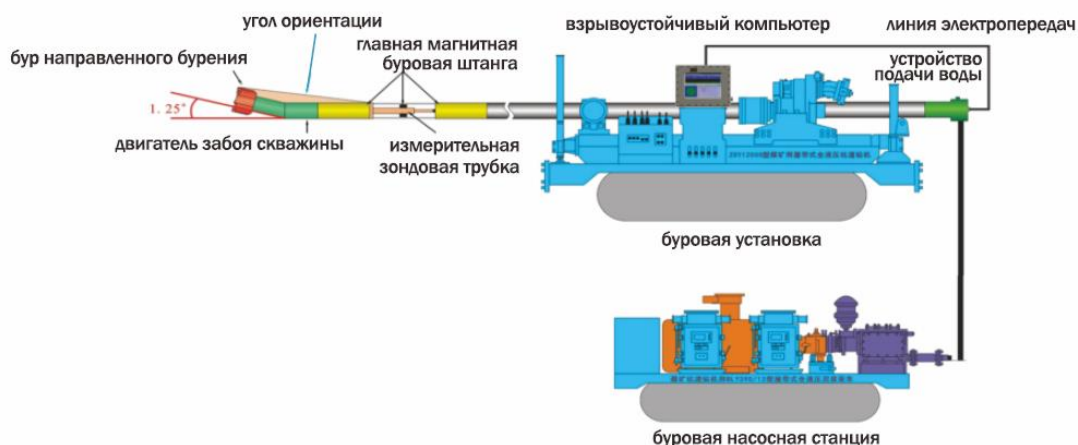


Рис. 5. Технологии и оборудование направленного скважинного бурения

Направленное бурение в породах кровли пласта для дегазации очистных работ. Данный способ дегазации относится к устройству направленных длинных скважин большого диаметра, заложенных (пробуренных) в зоне разрушения пород кровли в направлении движения очистного забоя. Он используется для дегазации и снижения давления газа в пласте, а также в прилегающих выработках во время работы очистного забоя, где происходит большое выделение газа (рис. 6).

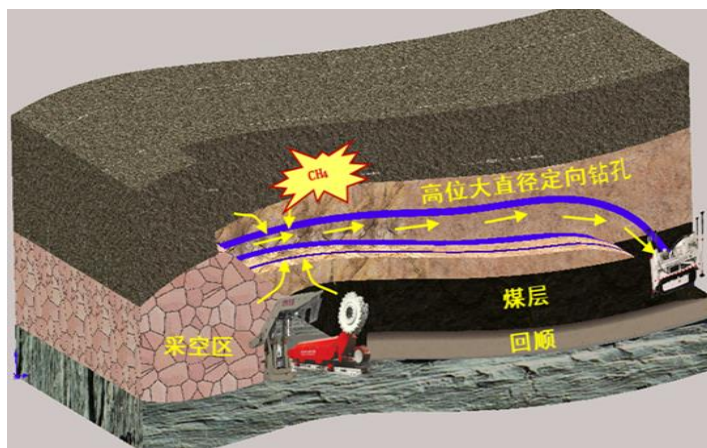


Рис. 6. Принципиальная схема расположения протяжённых скважин высокого заложения в кровле пласта, пробуренных навстречу движения очистного забоя

Схема проходки скважин для предварительной дегазации пласта. С одного места ведётся проходка ряда наклонно-направленных скважин, пройденных по восстанию пласта. Основная скважина проходится по почве пласта, а ответвления от неё заходят в угольный пласт. Это позволяет сохранить основную скважину на период подготовки и отработки выемочного столба, что обеспечивает эффективное газоотведение для ограждающей дегазации и предупреждения выбросов угля и газа в горные выработки (рис. 7).

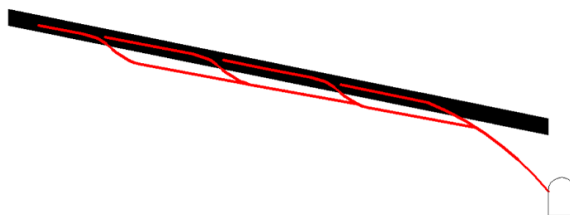


Рис. 7. Предварительная дегазация пласта

Данный способ направленного бурения скважин позволяет вести предварительную откачку газа и контроль за изменением дебита скважин и состоянием массива (прогноза).

Для обнаружения сложных целевых геологических объектов, таких как скрытые водосодержащие (водопроводимые) геологические структуры в массиве, в окрестности угольных забоев и т.д. применяется технология мгновенного электромагнитного зондирования и технология трехмерного зондирования с высокой плотностью постоянного тока, позволяющие выполнить комбинированную инверсию и интерпретацию многочисленных электрических параметров геологических тел в средних и поверхностных слоях (рис. 8).

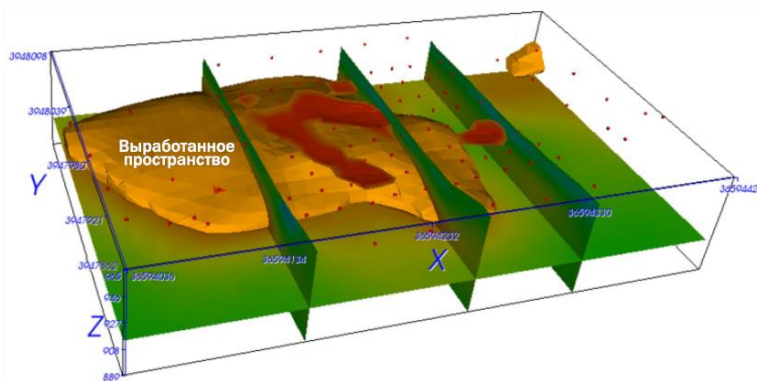


Рис. 8. Результат зондирования электрического поля участка выработанного пространства трехмерным методом постоянного тока высокой плотности

Разнообразная приборная база позволяет вести непрерывный контроль содержания метана не только в выработках, но и в скважинах, с автоматической передачей результатов замера на стойку диспетчера.

Выводы. Таким образом, использование положительного опыта из Китая и решение вопроса внедрения инновационных технологических схем строительства дегазационной сети в условиях газоносных пластов шахт Кузбасса предлагается в несколько этапов.

1. Анализ существующих методик расчета эффективности дегазационных мероприятий с адаптацией в лабораторных условиях.
2. Анализ нормативной базы проектирования и дегазации угольных шахт с учетом текущего уровня развития техники и технологии
3. Создание математической модели для сравнения эффективности разных предложенных схем дегазации и способов бурения.
4. Анализ вариантов схем дегазации на выбранный участок с учетом рекомендаций и использования практического передового опыта отечественных и зарубежных стран.
5. Разработка проекта дегазации на выемочный участок с получением заключения экспертизы промышленной безопасности.
6. Обучить персонал работе на высокопроизводительном станке направленного бурения; определить нормативы основных и вспомогательных процессов, объем работ и численность бригады буровиков для непрерывной работы по суткам.
7. Обеспечить инструментальный мониторинг фактического состояния газовой обстановки в границах выемочного участка с использованием существующей приборной базы.

Список литературы

1. Коликов К.С. Состояние метанобезопасности угольных шахт России // Уголь. – 2022. – № 7 (1156). – С. 5-6.
2. Сластунов С.В., Ермак Г.П., Ютяев Е.П. Дегазационная подготовка угольных пластов к интенсивной отработке как основа системного решения проблемы метанобезопасности угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2014. – № S1. – С. 107-119.
3. Разработка и совершенствование технологий пластовой дегазации для эффективной и безопасной отработки угольных пластов / С.В. Сластунов, Е.П. Ютяев, Е.В. Мазаник, А.П. Садов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2018. – № 11 (49). – С. 13-22.
4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Инструкция по аэрологической безопасности угольных шахт : утв. приказом Ростехнадзора от 8 декабря 2020, № 506.
5. РД-15-09-2006. Методические рекомендации о порядке дегазации угольных шахт. – М.: ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность», 2007.
6. Инструкция по дегазации угольных шахт : документы по безопасности, надзорной и разрешительной деятельности в угольной промышленности. – Москва: ЗАО НТЦ ПБ, 2012. – Вып. 22. – Серия 05.
7. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Правила безопасности в угольных шахтах : утв. приказом Ростехнадзора от 08.12.2020, № 507.
8. Baisheng Nie, Xianfeng Liu, Shaofei Yuan, Boqing Ge, Wenjie Jia et al. Sorption characteristics of methane among various rank coals: impact of moisture // Adsorption, 2016. Vol. 22.No. 3. P. 315–325.
9. Experimental study on the effect of moisture on low-rank coal adsorption characteristics / Haijun Guo, Yuanping Cheng, Liang Wang [et al.] // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2015. – Vol. 24. – P. 245–251.
10. Найданова А.В., Риб С.В., Никитина А.М. Повышение эффективности дегазации путем увеличения газоотдачи угольного пласта // Наука и молодежь : проблемы, поиски,

решения : тр. всерос. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 13–15 мая 2014 года / Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Сиб. гос. индустр. ун-т, 2014. – Том II. – С. 18-21.

11. Сластунов С.В., Ютяев Е.П. Обоснованный выбор технологии пластовой дегазации для обеспечения безопасности подземных горных работ при интенсивной добыче угля // Записки Горного института. – 2017. – Вып. 223. – С. 125-130.

12. Войтов М.Д., Усков А.В. Применение направленного бурения скважин для предварительной дегазации угольных пластов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2010. – № 3. – С. 33-34.

13. Каталог продукции / ООО «Сианьский научно-исследовательский институт при Китайской угольной инженерно-технологической корпорации (CCTEG)», 2022. – 62 с.

УДК 622.271

АНАЛИЗ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ЗОНЫ ПРИ ОТРАБОТКЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УГОЛЬНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ПО БЛОКОВОЙ СИСТЕМЕ

Герасимов А.В.

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово, Россия

Аннотация. Предложена систематизация проведения горно-геометрического анализа приповерхностной зоны угольных залежей в отношении блоковой системы разработки. Выявлена закономерность изменения мощности рыхлых отложений при различных формах рельефа, а также оценена взаимосвязь формы угольной залежи и рельефа поверхности.

Ключевые слова: горно-геометрический анализ, блоковый способ, форма залежи, рельеф поверхности, мощность рыхлых отложений.

Блоковый способ отработки карьерных полей [1] по своей сущности применяется к залежам с крутым или наклонным залеганием полезного ископаемого. Возможность применения блокового способа обусловлена рядом горно-геологических факторов, влияющих на эффективность отработки залежей полезного ископаемого. Без учета вида применяемого горнотранспортного оборудования, с увеличением глубины отработки прослеживается динамика увеличения затрат как на разработку месторождения, так и на последующую рекультивацию нарушенных при ведении горных работ земель. В условиях рыночной конкуренции необходимо снижать затраты на разработку месторождения.

Условия залегания месторождений оказывают значительное влияние на технологию и эффективность извлечения полезных ископаемых. Важным условием снижения затрат при разработке месторождения является уменьшение извлекаемых вскрышных пород на единицу добытого полезного ископаемого, так как вскрышные породы являются производной составляющей от основной деятельности предприятия – добычи полезного ископаемого и, как следствие, снижение затрат на их транспортировку.

Основным инструментом оценки эффективной отработки месторождения блоковым способом является горно-геометрический анализ месторождений, который позволяет установить экономически выгодный контур выемки с минимизацией разработки вскрышных пород, наиболее рационального способа формирования внешних и внутренних отвалов.

Одну из составляющих технической возможности применения блокового порядка отработки месторождений определяют следующие показатели: