

**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 Научно-технические 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 «Научно-технические 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

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

**ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ГОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**<sup>1</sup>Дадынский Р.А., <sup>2</sup>к.т.н. Никитина А.М., <sup>2</sup>к.т.н. Риб С.В.

1 – ООО «УМГШО», г. Новокузнецк, Россия

2 – Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, Россия

**Аннотация.** Представлена система онлайн мониторинга процесса бурения дегазационных скважин и транспортировки секций крепи из демонтажной камеры в монтажную камеру со смежными цифровыми продуктами, позволяющая выявлять узкие места (анализ простоев техники), осуществлять оперативный контроль работы буровых станков, визуально отслеживать движение секций механизированной крепи. Предложенные к внедрению цифровые технологии позволят ускорить вспомогательные процессы, тем самым повысив их эффективность при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

**Ключевые слова:** цифровой продукт, система позиционирования, оперативный контроль, буровой станок, секция крепи, простои техники.

Важным этапом развития подземной угледобычи являются решения задач оперативного управления технологическими процессами. Горнодобывающему предприятию в режиме реального времени необходимы сведения о производстве, качестве, продолжительности различных операций, состоянии машин и оборудования, а также других переменных, что обуславливает применение цифровых технологий. Развитие технической инфраструктуры является необходимым условием для цифровой трансформации предприятия [1]. Первостепенным направлением развития информационных технологий, применяемых при добыче полезных ископаемых, является повышение уровня безопасности. Примерами таких решений являются системы, включающие комплекс аппаратных устройств и программного обеспечения для сбора, передачи и обработки данных. При этом обеспечиваются [2]:

- контроль загазованности шахт, состояния выработок и работы горно-шахтного оборудования;
- позиционирование каждого шахтера;
- предупреждение о предвестниках и риске возникновения опасных ситуаций;
- ведение учета и контроля своевременной выдачи средств индивидуальной защиты;
- регистрация работников на контрольно-пропускных пунктах;
- информирование о результатах пройденного предсменного медицинского осмотра и т. д.

Комплексная обработка этих данных позволит определять оптимальные режимы выполнения, в том числе, и вспомогательные процессы при соблюдении параметров промышленной безопасности горных работ.

Совершенствование вспомогательных процессов для обеспечения требований к порядку производства работ в угольных шахтах является одним из направлений повышения безопасности труда шахтеров [3]. Не случайно в действующих «Правилах безопасности в угольных шахтах» [4] сформулировано требование по применению на каждой угольной шахте многофункциональной системы безопасности (МФСБ). Так в ООО «Распадская угольная компания» с января 2022 года изучен потенциал взаимодействия системы контроля бурения дегазационных скважин со смежными цифровыми продуктами. Использование системы позиционирования Flexcom для процесса бурения дегазационных скважин позволяет визуализировать станки на мнемосхеме и отслеживать их расположение с учетом объектов инфраструктуры для оперативного управления доступом к Wi-Fi. Для теста позиционирования использовалась иконка дизелевоза в условиях ООО «Шахта

«Осинниковская» (рис. 1). В дальнейшем планируется изменить иконку юнита и применить отдельный тег.

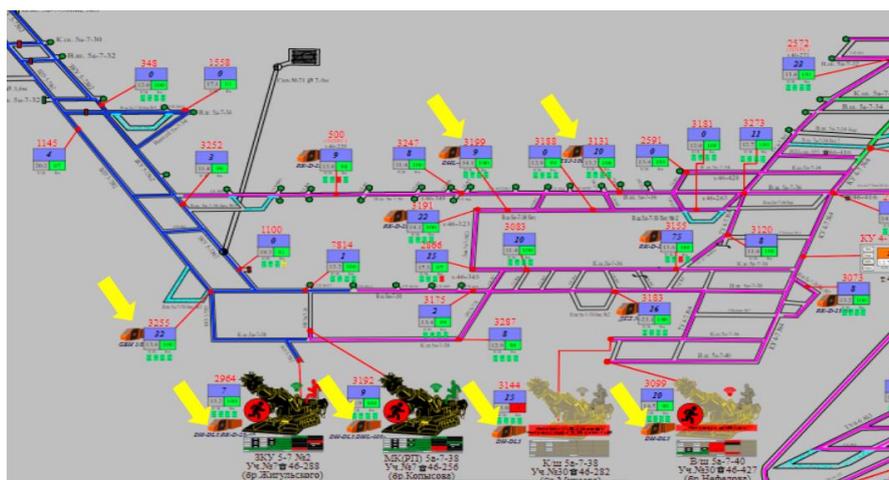


Рис. 1. Использование системы Flexcom для отслеживания расположения буровых станков DHL 1200 на ООО «Шахта «Осинниковская»

В рамках совершенствования продукта:

- усовершенствован в программном продукте и тестируется автоматический учет отбуренных штанг и расчет фактических метров (усложнение алгоритма позволило повысить точность расчета отбуренных штанг/метров с 60 до 90%);
- доработаны визуальные решения для информационной панели данных (zoom экрана)
- тестируется применение системы позиционирования буровых станков на базе МСБ Flexcom в условиях шахты «Распадская».

Достоинства от внедрения:

- увеличение производительности буровых станков;
- своевременная и качественная пластовая дегазация подготавливаемых очистных забоев.

Так, за счет оперативного контроля работы буровых станков, задействованных на пластовой дегазации в условиях ПАО «Распадская», за период реализации проекта удалось достичь перевыполнения плана бурения скважин на  $\approx 3$  км, рис. 2.

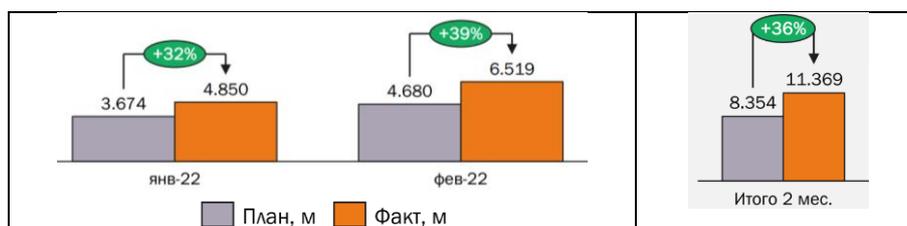


Рис. 2. Динамика достижения технического эффекта по отношению к планам бурения в условиях ПАО «Распадская» [5]

Динамика среднесуточных темпов бурения по станкам, оборудованным датчиками контроля в условиях АО «Распадская-Коксовая», представлена на рис. 3.

При сравнении среднесуточных темпов бурения скважин до установки датчиков контроля и после установки, наблюдается существенная динамика по росту темпов.

**Автоматизированная система планирования и диспетчеризации ремонтов, включая контроль за перемещением секций крепи.** На период ремонта очистного комплекса и транспортировки секции по горным выработкам при использовании подвесной или напочвенной техники происходят неучтенные или организационные простои техники.

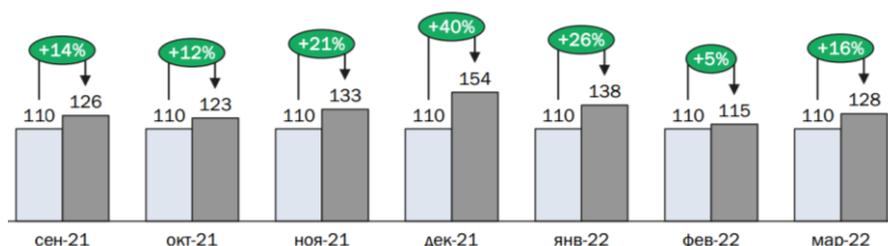


Рис. 3. Динамика среднесуточных темпов бурения по станкам, оборудованным датчиками контроля в условиях АО «Распадская-Коксовая» [5]

На сегодняшний день выявлен ряд «узких» мест:

- не ведется хронометраж цикла доставки секции;
- отчет по доставке секции можно узнать только у сменного руководителя по выходу из шахты;

- невозможность оперативно принять корректирующие меры;
- нет возможности понять, где находится секция в режиме реального времени;
- отсутствие точных данных по простоям для анализа.

С целью повышения эффективности перемонтажа очистных забоев предлагается к внедрению онлайн система мониторинга логистики секций компании Mine Radio Systems (MRS) (рис. 4), обеспечивающая выполнение следующих функций:

- наблюдение в режиме онлайн за перемещением секций крепи в выработках шахты по заданному маршруту;
- поиск на технологической маршрутной мнемосхеме местоположения любой секции;
- контроль за временем перемещения секций, учет и фиксация логистических простоев.

Получаемые преимущества от системы онлайн мониторинга:

- оперативный контроль руководителями за доставкой секций;
- визуальное отслеживание за движением секций диспетчерами;
- выявление «узких мест», анализ простоев;
- построение оптимального графика доставки с учетом полученных данных;
- ведение статистики с оформлением отчета для последующих улучшений по доставке.



Рис. 4. Местонахождение секции с rfid меткой [5]

В качестве направления развития системы онлайн мониторинга могут применяться инструменты автоматизации процесса планирования (построение и контроль критического пути), а также сбора и анализа статистики по выполнению ремонтных работ.

**Выводы.** Таким образом, внедрение системы онлайн мониторинга процесса бурения дегазационных скважин и транспортировки секций крепи с демонтажной камеры в монтажную камеру позволяют выявлять «узкие» места (анализ простоев техники), проводить оперативный контроль работы буровых станков, визуально отслеживать движение секций, выполнять цифровой автоматизированный сбор данных с оформлением отчета для последующих улучшений по доставке.

Цифровая трансформация вспомогательных процессов обеспечит рациональную загрузку парка горного оборудования и транспортных средств, оптимизацию параметров технологических схем, автоматизацию сбора данных в реальном времени, повышение безопасности и эффективности горного производства.

### Список литературы

1. Цифровая трансформация - условие и основа устойчивого развития горнотехнических систем / М.В. Рыльникова, К.И. Струков, Д.Н. Радченко, Е.Н. Есина // Горная промышленность. – 2021. – № 3. – С. 74-78.
2. Мацко Н.А. Опыт и перспективы использования цифровых технологий в добывающих отраслях // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2020. – №.6 (225). – С. 7-13.
3. Совершенствование технологии вспомогательных работ для обеспечения эффективной работы длинных очистных забоев / А.М. Никитина, С.В. Риб, Д.М. Борзых, Р.А. Дадынский // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2020. – № 6. – С. 113-118.
4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности в угольных шахтах": утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 08.12.2020, № 507; зарег. 18.12.2020, № 61587.
5. Технический отчет специалистов ООО «Распадская угольная компания» о системе контроля за перемещением секций крепи. – 2022. – 36 с.

УДК 621.926.22

## ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДРОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ, РАБОТАЮЩЕЙ НА СДВИГ

д.т.н. Никитин А.Г., Демина Е.И., Курочкин Н.М.

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

**Аннотация.** Приведено описание конструкции одновалковой дробилки, в которой обеспечивается процесс генерации в исходном разрушаемом куске сдвиговых деформации. Разрушение происходит за счет сил, действующих на дробимый кусок в одной плоскости навстречу друг другу, при этом в куске возникают только касательные напряжения, что позволяет уменьшить расход энергии на дробление.

**Ключевые слова:** дробилка, энергоэффективность, напряжение, деформация, сжатие, сдвиг.

Мировая потребность в различных видах раздробленного материала растет на 3 – 8 % в год [1], так как в качестве исходного продукта практически всех производств, в том числе и металлургической промышленности, требуется разрушенные до необходимой фракции куски, получаемый с использованием различных измельчителей, в том числе

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 23.05.2023 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.  
Усл.печ.л. 23,18 Уч.-изд. л. 24,74 Тираж 1000 экз. Заказ 114

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

Издательский центр СибГИУ