X МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

X Международная научно-практическая конференция

Инновационные перспективы Донбасса

X Международная научно-практическая конференция

Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса

XV Международная научно-техническая конференция

Информатика, управляющие системы, математическое и компьютерное моделирование

XXIV Всероссийская научно-техническая конференция

Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых

X Всероссийская научно-техническая конференция молодых ученых и студентов

Металлургия XXI столетия глазами молодых

Том 1. Проблемы и перспективы в горном деле и строительстве

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ДОННТУ)

СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ДОННТУ

ФГБОУ ВО «ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

НИЦ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПАРТНЕРСТВА ГОСУДАРСТВА И БИЗНЕСА

ИННОВАЦИОННЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ДОНБАССА

Материалы 10-й Международной научно-практической конференции
Том 1. Проблемы и перспективы в горном деле и строительстве

г. Донецк

28-30 мая 2024 года

Донецк – 2024

ББК 65.30
УДК 330.341 (477.61/62)

И Инновационные перспективы Донбасса, г. Донецк, 28-30 мая 2024 г. –
И 66 Донецк: ДонНТУ, 2024.
Т. 1: 1. Проблемы и перспективы в горном деле и строительстве. – 2024. – 204 с.

Представлены материалы 10-й Международной научно-практической конференции - Инновационные перспективы Донбасса‖, состоявшейся 28-30 мая 2024 г. в Донецке на базе ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», включающие доклады ученых и специалистов по вопросам приоритетных направлений научно-технического обеспечения инновационного развития Донбасса и формирования механизмов повышения социально-экономической эффективности развития региона.

Материалы предназначены для специалистов народного хозяйства, ученых, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений.

Редакционная коллегия

Ректор ДонНТУ А.Я. Аноприенко, ректор ДонГТУ Д.А. Вишневский, директор АНО «НИЦ стратегического партнерства государства и бизнеса» О.Ф. Шахов, проректор ДонНТУ С.В. Борщевский, канд. техн. наук А.Н. Корчевский, канд. техн. наук О.Л. Кизияров, канд. техн. наук А.А. Булгаков, канд.техн.наук Д.И. Морозов, д-р техн. наук С. П. Еронько, канд.техн.наук А.М. Зинченко, канд. хим. наук Ю.Н. Ганнова, канд.фарм.наук В.С. Федорова, канд. техн. наук А.А. Кравченко, д-р экон. наук Я.В. Хоменко, канд. техн. наук И.В. Филатова, канд.техн.наук Д.В. Пронский, председатель Совета молодых ученых ДонНТУ М.П. Руденко.

Под общей редакцией Мельниковой Виктории Владимировны

Контактный адрес редакции
НИЧ ДонНТУ, ул. Артема, 58, Донецк, 283001
Тел.: +7 (856) 305-35-67. Эл. почта: ipd.donntu.org@gmail.com Интернет: http://ipd.donntu.ru

© ФГБОУ ВО —Донецкий национальный технический университет‖
Министерство образования и науки ДНР, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

М.В. Секретов, М.Г. Рахутин Обоснование параметров зубьев долот перфоратора……..7

К.С. Коликов, И.П. Гусева, Н.В. Ледяев О необходимости совершенствования геоинформационного обеспечения отработки угольных пластов……..13

В.И. Башун О пожарной безопасности на объектах топливно-энергетического комплекса…….16

Д.М. Калабухов, Чень Цин, Си Тао, Ань Чао, Ву Гуанъюн Типы исполнительных приводов промышленных экзоскелетов……20

С.А. Амосов, А.А. Амосов, Р.Д. Козлов Обзор основных методов позиционирования на горных предприятиях осуществляющих добычу полезных ископаемых подземным способом…….23

А.П. Кирьян, А.Б. Серёгин Перспективы развития защиты горнорабочихи спасателей Донбасса при эрготермических нагрузках…29

О.Н. Бондаренко, О.Ф. Цуверкалова, Ю.В. Заяров Совершенствование системы управления строительством за счет внедрения системы «Дистанционный мониторинг» для объектов, реконструируемых и восстанавливаемых в Донбассе……...33

И.В. Дудка О совершенствовании способа охраны ходка № 8 шахты «Белореченская» для его повторного использования……...39

Н.И. Лобков, А.Г. Радченко Механизм сдвижения породных слоев над выработанным пространством……44

О.В. Бакаев Интеллектуальная система мониторинга структурных перестроек в углепородном массиве впереди очистной горной выработки……..50

И.Ю. Голик, О.Г. Кременев Рекомендации к инструкции по охране труда работников угольной промышленности……..55

Р.М. Богоудинов, М.Ф. Рыжков, А.Д. Бондаренко, А.Н. Цопа, А.А. Черниговцев Разработка информационно-аналитической программы регистрации выбросов породы и газа как перспектива перехода к цифровым технологиям в горном деле……..60

Н.И. Майбенко, Н.А. Белоносова, Н.А. Васильева, Р.В. Береговой Использование ксенона в качестве теплоизоляционного герметичного прослойка в металлическом трубопроводе с теплоносителем…….65

В.Ю. Деревянский, Р.Г. Сафин, И.Ю. Голик Оценка влияния нарушений инструкции по охране труда на травмирование трактористов на предприятиях угольной промышленности……70

В.Н. Гулейчук, Е.И. Красков, И.Н. Андрусенко Перспективы развития угледобывающей промышленности в Донецкой Народной Республике……75

Н.И. Лобков, А.Г. Радченко Закономерности изменения прочностных свойств породных слоев в условиях ПО «Макеевуголь»……80

И.В. Антипов Моделирование геомеханических процессов в горном массиве на основе результатов инструментальных наблюдений в очистном забое……85

Л.И. Ямнюк Совершенствование требований к инструкциям по охране труда для рабочих профессий и видов выполняемых ими работ..91

О.Г. Кременев, Н.А. Мартынова О требованиях к средствам индивидуальной защиты для инструкции по охране труда работников угольной промышленности……..95

А.Л. Скляров, Е.В Беляева., В.Н. Медведев Формирование информационной базы для разработки метода автоматического прогноза появления опасных по метану газовых ситуаций……100

Н.И. Лобков, А.Г. Радченко Влияние тектоники на распределение природной газоносности в угольных пластах……105

О.Г. Ролдугин, В.И. Домарев Устройство для измерения смещения краевой части угольного пласта с электронным измерителем часового типа и видеофиксацией снимаемых показаний в очистных забоях……..110

А.Н. Парфенов, И.С. Зайцева Сборные и монолитные железобетонные конструкции: преимущества и область применения…115

К.Е. Козлова, И.С. Зайцева Исследование распространенного и эффективного материала для строительства частного дома для постоянного проживания……120

А.Ю. Лазебник Опыт применения комплексного метода тампонажа при ликвидации горных выработок……...124

В.И. Домарев, О.Г. Ролдугин Роль методов физического моделирования в горной геомеханике……..129

А.О. Новиков Инновационная технология установки анкеров в выработках динамической нагрузкой……...134

П.Н. Шульгин Применение цифровых решений при подготовке горных инженеров……...138

В.В. Зушинская Общие требования по охране труда для машиниста установок обогащения и брикетирования……143

С.А. Фоменко Условия выбора и расчета конструкций жесткой ошиновки……148

Е.Н. Свечкаренко, Н.В. Полякова Перспективы развития угледобывающей промышленности в Донецкой Народной Республике..151

Р.Г. Сафин Предотвращение отравлений оксидом углерода машинистов (кочегаров) котельных на предприятиях угольной промышленности……155

Ю.А. Петренко, А.Л. Касьяненко, Я.Д. Зозуля Возможные пути реструктуризация угольной промышленности Донбасса и факторы на нее влияющие……..159

А.В. Агарков, Д.Ю. Малиновский, А.В. Махнев, Р.А. Плужник, В.В. Репешко, Л.С. Хохлова Прогнозирование и дистанционный контроль газовой обстановки в аварийных участках угольных шахт при ликвидации экзогенных пожаров……...163

А.В. Агарков, В.В. Репешко, Д.Ю. Малиновский Методика расчета численности работников оперативной и оперативно-медицинской служб военизированной горноспасательной части Донецкой Народной Республики……...168

Ю.А. Петренко, А.Л. Касьяненко Новые представления о механизме работы анкерной крепи……173

В.В. Мельникова, К.А. Подвигин, Е.В. Подвигина, Т.Ю. Горохова Повышение безопасности аварийных работ посредством оценки скорости загазования выработки при ликвидации пожара в шахте...177

С.В. Чуяшенко, Г.И. Соловьев, Ю.А. Петренко Комбинированный способ обеспечения устойчивости подготововительных выработок при сплошной системе разработки……...182

Е.Б. Николаев Оценка влияния различных возмущающих факторов на управление процессом проветривания угольных шахт.188

В.В. Мельникова, К.А. Подвигин, Е.В. Подвигина, Т.Ю. Горохова Повышение безопасности горных работ посредством снижения воздействия теплового потока на шахтеров…….192

Н.С. Торченко Совершенствование проветривания при захоронении отходов в горных выработках…….197

Н.С. Торченко Направления совершенствования методов борьбы с пучением пород почвы…….201

УДК 622.24.05

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗУБЬЕВ ДОЛОТ ПЕРФОРАТОРА

М.В. Секретов, М.Г. Рахутин
Университет МИСИС

Дан сравнительный анализ геометрических форм зубьев рабочего инструмента для разрушения горных пород ударом. На основании этого анализа рекомендованы рациональные параметры зубьев с точки зрения эффективности прохождения ударных волн через них.
A comparative analysis of the geometric shapes of the teeth of a working tool for the destruction of rocks by impact is given. Based on this analysis, rational parameters of the teeth are recommended in terms of the efficiency of shock waves passing through them.
Ключевые слова: рабочий инструмент для разрушения горных пород ударом, форма зубьев, ударная волна, зона контакта, угол наклона боковой поверхности зуба, радиус зуба, коэффициент эффективности формы зуба.
Keywords: the working tool for destruction of rocks by blow, the form of teeths, shock wave, contact zone, corner of an inclination of a lateral surface of a tooth, tooth radius, effectiveness ratio of the form of a tooth.

Введение

В основу работы, рассматривающей закономерности распространения ударных волн в зубьях ударного инструмента горных машин (долота и коронки бурильных машин ударно-поворотного и ударно-вращательного типов, пики и зубила отбойных молотков и т.д.) положен принцип Гюйгенса, описывающий закон отражения волн. Он свидетельствует о том, что «угол отражения волны равен углу падения по отношению к отражающей поверхности» и «падающий луч, луч отраженный и перпендикуляр, восставленный в точке падения, лежат в одной плоскости» [1].

Анализ эффективности прохождения ударных волн в зону контакта зубьев с различным профилем боковой поверхности

Всё разнообразие форм зубьев ударного инструмента горных машин можно классифицировать по типу боковой поверхности [2, 3, 4], которая может быть:

прямой наклонной (треугольный или трапецеидальный профиль (рисунок 1));

выпуклой (круговой или овальный профиль (рисунок 2));

вогнутой (шипообразный профиль);

комбинированной (трапецеидальный скруглённый у зоны контакта профиль);

сложнопрофильной (эвольвентный, параболический, гиперболический и т.д. профили).

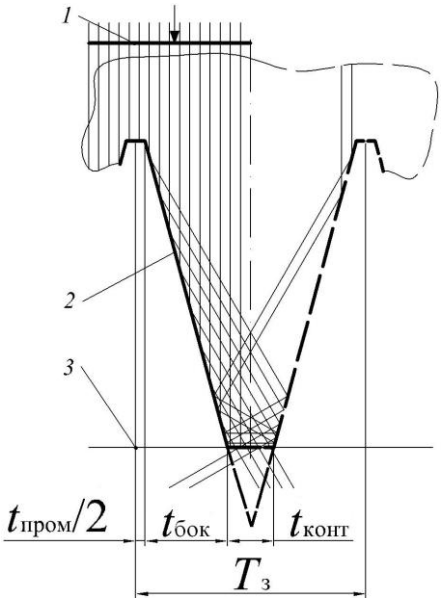


Рисунок 1 – Схема прохождения ударных волн в зубе с прямой боковой поверхностью и углом наклона 15°

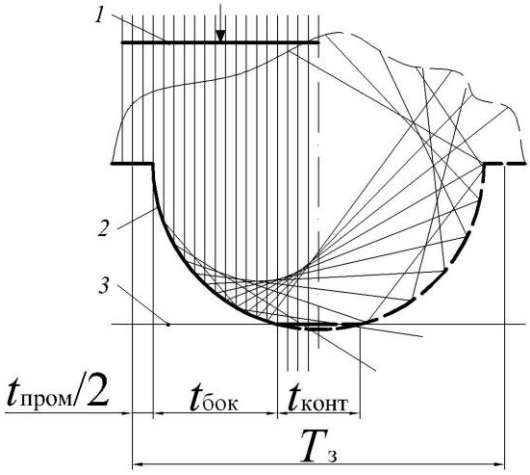


Рисунок 2 – Схема прохождения ударных волн в зубе с круговой боковой поверхностью

Для перечисленных типов боковой поверхности зубьев важно провести сравнительный анализ эффективности работы. Такой анализ был проведён для зубьев 1 и 2 класса (трапецеидального и кругового профиля), которые нашли самую широкую область применения. Эффективность работы зуба оценивалась по количеству сосредоточенных ударных волн в зоне контакта.

Если взять за основу анализа схемы распространения ударных волн в зубьях на рисунке 1 и 2, то на них можно выделить четыре характерные зоны [5]:

Зона контакта $t_{конт}$. Она характеризуется тем, что все ударные волны, попавшие в эту зону зуба проходят в породу под углом, равным 90° к контактирующей поверхности $t_{конт}$.

Часть проекции боковой поверхности зуба на ось x $t_{бок}$, характеризующаяся тем, что ударные волны, попавшую на эту

поверхность, отражаясь от неё, попадают в зону контакта $t_{конт}$. Эта часть проекции будет равна длине $t_{бок1}$. Для зубьев трапецеидального профиля участок $t_{бок1}$ будет состоять из одного отрезка, для зубьев кругового профиля – из нескольких.

Часть проекции боковой поверхности зуба на ось x $t_{бок}$, характеризующаяся тем, что ударные волны, попавшую на эту поверхность, отражаясь от неё, не попадают в зону контакта $t_{конт}$, а отражаются в корпус инструмента. Эту зону обозначим как $t_{бок0}$. Для зубьев трапецеидального профиля участок $t_{бок0}$ будет состоять из одного отрезка, для зубьев кругового профиля – из нескольких.

Промежуточная зона зуба $t_{пром}$, характеризующаяся тем, что ударные волны, попавшую на эту поверхность отражаются в корпус инструмента.

Таким образом, на основании описания характеристик зон можно сделать вывод о том, что на эффективность прохождения ударных волн в зону контакта при постоянных значениях $t_{конт}$, $t_{бок}$ и $t_{пром}$ будет влиять соотношение длин $t_{бок1}$ и $t_{бок0}$. Причём $t_{бок0} = t_{бок} - t_{бок1}$. Это соотношение выразим через коэффициент эффективности боковой поверхности зуба [5]

$$k_{эфф.бок} = \frac{t_{бок1}}{t_{бок}} \text{ или } k_{эфф.бок} = 1 - \frac{t_{бок0}}{t_{бок}}, \qquad (1)$$

где $t_{бок} = l_{бок} \sin\delta$, мм; $l_{бок}$ – длина боковой поверхности зуба, мм; δ – угол наклона боковой поверхности зуба, °. Коэффициент эффективности боковой поверхности зуба зависит от формы боковой поверхности зуба и является одним из основных показателей эффективности прохождения ударных волн в зубе.

На основании геометрического анализа прохождения ударных волн в зону контакта для зубьев трапецеидального профиля и анализа соотношения (1) была построена зависимость коэффициента эффективности боковой поверхности $k_{эфф.бок}$ от величины угла наклона боковой поверхности зуба δ при постоянной длине боковой поверхности зуба $l_{бок}$. Он представлен на рисунке 3. На графике цифрами с *1* по *8* показаны зоны с максимально возможным отражением ударной волны от боковой поверхности зуба равным: одному в зоне под цифрой *1*, двум в зоне под цифрой *2* и т.д. В зоне под цифрой *8* максимальное количество отражение может составлять *8, 9, 10* и более раз. Все волны, отражённые от боковой поверхности зуба с углом наклона более 45º, не будут попадать в зону контакта $t_{конт}$. Анализ этого графика показывает, что оптимальный угол боковой поверхности зуба δ составляет 10º.

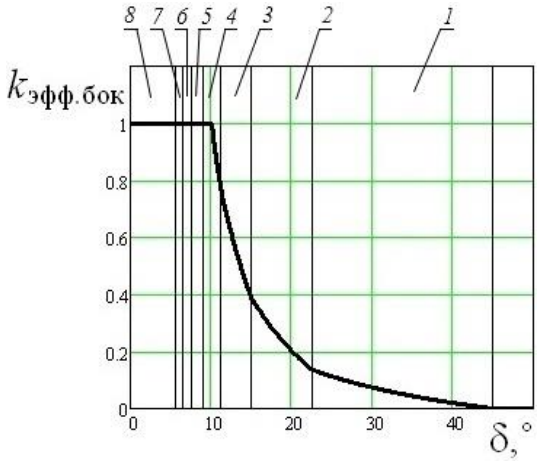


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента эффективности боковой поверхности зуба с трапецеидальным профилем от угла наклона δ.

Также на основании геометрического анализа прохождения ударных волн в зону контакта для зубьев трапецеидального профиля и анализа соотношения (1) была построена зависимость коэффициента эффективности боковой поверхности $k_{эфф.бок}$ от величины зоны контакта $t_{конт}$ при постоянном шаге зуба $T_з$. Она представлена на рисунке 4. Полученная зависимость свидетельствуют о том, что по мере притупления инструмента эффективность прохождения ударных волн в породу увеличивается. Однако экспериментальные исследования показали, что эффективность ударного процесса разрушения

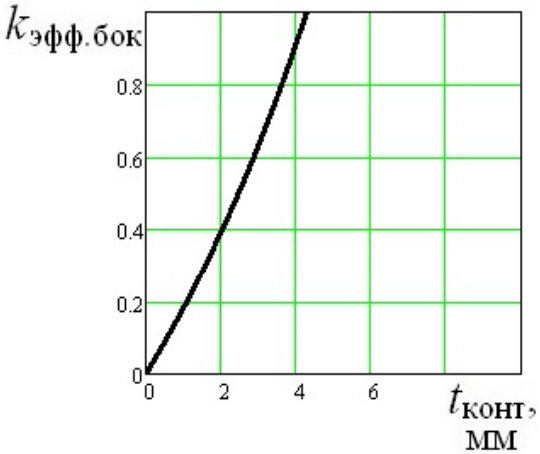


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента эффективности боковой поверхности зуба с трапецеидальным профилем от величины зоны контакта.

действительно повышается в связи с увеличением зоны контакта, но до определённого значения. Выше этого значения начинает постепенно снижаться эффективность рабочего процесса из-за

ухудшения условий (неравномерности) контакта инструмента с горной породой.

На основании геометрического анализа прохождения ударных волн в зону контакта для зубьев круглого профиля и анализа соотношения (1) была построена зависимость коэффициента эффективности боковой поверхности $k_{эфф.бок}$ от величины зоны контакта $t_{конт}$ при постоянном шаге зуба $T_з$. Она представлена на рисунке 5. На графике цифрами с *1* по *7* показаны зоны с числом отражений ударной волны от боковой поверхности зуба равным: одному в зоне под цифрой *1*, двум в зоне под цифрой *2* и т.д. В зоне под цифрой *7* число отражений может составлять *7, 8, 9* и более раз. График на рисунке 5 свидетельствует о том, что по мере притупления инструмента эффективность прохождения ударных волн в породу увеличивается. Экспериментальные исследования показали, что эффективность процесса ударного процесса разрушения действительно повышается в связи с увеличением зоны контакта, но до определённого значения. Выше этого значения эффективность рабочего процесса не возрастает из-за ухудшения условий (неравномерности) контакта инструмента с горной породой.

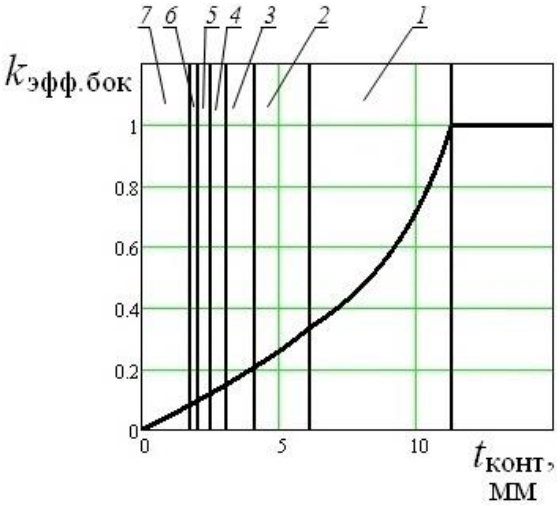


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента эффективности боковой поверхности зуба с круговым профилем от величины зоны контакта.

Выводы

Графический анализ различных форм зубьев ударного инструмента с точки зрения распространения ударных волн на основании полученных зависимостей выявил, что наиболее эффективной является схема с прямой боковой поверхностью (трапецеидальный профиль) и углом наклона $\delta = 10^o \ldots 20^o$ (меньший угол для крупных зубьев, больший – для мелких). Эффективность прохождения волн в зубьях с углом $\delta = 30^o$ снижается в 3 … 10 раз в зависимости от величины зуба (для мелких значение 3, для крупных – 10).

Эффективность процесса прохождения ударных волн в зубьях с круговым профилем сопоставима с эффективностью этого процесса для зубьев трапецеидального профиля с углом наклона боковой поверхности $\delta = 30^{o}$.

Одним из важных преимуществ инструмента с зубьями кругового профиля является их высокая прочность.

Список литературы

1. Гетопанов В.Н., Гудилин Н.С., Чугреев Л.И. Горные и транспортные машины и комплексы. М.: Недра, 1991. 304 с.

2. Иванов К.И., Латышев В.А., Андреев В.Д. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1987. 272 с.

3. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика: Учебник для 10 класса средней школы.: М.: Просвещение, 1987. 319 с.

4. Яцких В.Г., Имас А.Д., Спектор Л.А. Горные машины и комплексы. М.: Недра, 1974. 416 с.

5. Секретов М. В. Оптимальные геометрические формы рабочего инструмента для разрушения горных пород ударом. – Горное оборудование и электромеханика. – М.: 2011, №3, с.40 – 46. (ВАК)

УДК 622.33

О НЕОБХОДИМОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОТРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ*

К.С. Коликов[1], И.П. Гусева[1], Ледяев Н.В.[2]
1 - НИТУ МИСИС, 2 – АО «СУЭК-Кузбасс»
г. Москва, Россия

Аннотация. Для эффективного решения вопросов обеспечения метанобезопасности обоснована необходимость совершенствования геоинформационного обеспечения отработки угольных пластов. Корректный прогноз метановыделения при отработке угольных пластов должен базироваться на фундаментальных законах газовой динамики с учетом сорбционно-кинетических параметров угля.
Annotation. In order to effectively address the issues of ensuring methane safety, the need to improve the geoinformation support for mining coal seams is justified. A correct forecast of methane release during mining of coal seams should be based on the fundamental laws of gas dynamics, taking into account the sorption and kinetic parameters of coal.
Ключевые слова: прогноз, газовыделение, сорбция, кинетика, уголь, выброс
Keywords: forecast, gas release, sorption, kinetics, coal, emission

Непрерывное углубление и интенсификация ведения горных работ определяют рост газообильности подземной разработки газоносных угольных пластов. В настоящее время для обеспечения безопасности горных работ при высоких нагрузках даже на шахтах 2 категории применяется дегазация углепородных массивов. Эффективное решение данной проблемы невозможно без совершенствования требований к структуре и точности горно-геологической информации, обеспечивающей прогноз газовой и геомеханической обстановки при отработке газоносных угольных пластов. Прогноз газоносности выполняется на стадии геологоразведочных работ и считается удовлетворительным, если ошибка не превышает 30%, методические основы этого подхода заложены почти 50 лет назад [1] и практически не изменились.

Действующие методики прогноза газообильности, которые базируются на данных геологоразведки, по этой же причине допускают существенные погрешности. В условиях, когда

газоносность пласта может изменять от 7 до 13 $м^3$/т говорить о эффективном решении вопросов управления газовыделением не приходится. Это приводит к высоким технико-экономическим рискам на стадии проектирования. Кроме этого, прогноз газообильности базируется, как правило, на подходах изложенных еще в «Руководстве по проектированию вентиляции угольных шахт» [2], которые не отвечают современным нагрузкам, достигающим 15 тыс. т/сут и больше, и не учитывает влияния сорбционно-кинетических параметров угля на динамику газовыделения. Следует отметить, что сорбционно-кинетические параметры влияют не только на величину газовыделения и структуру газового баланса добычного участка, но и определяют опасность выбросов угля. Так, при разработке угольных пластов в Австралии уровень опасности оценивается на базе десорбционного индекса DRI (Desorption Rate Index) - количество газа выделяющегося при разрушении угля в течении 30 сек. 900DRI был принят в качестве уровня безопасности. Таким образом уровень безопасности определяется не только газоносностью угля, но и кинетикой газовыделения. С учетом этого для шахт определяется газоносность соответствующая 900DRI. Данный подход, на наш взгляд, является обоснованным с физической точки зрения. Следует отметить, что проф. Фейтом Г.Н. отмечалось влияние скорости снятия нагрузки (темпов ведения горных работ) на выбросоопасность [3], что говорит о более сложном характере взаимосвязи в системе «природная среда-технология».

Накопленные в фундаментальной науке знания позволяют решить эту прикладную задачу, базируясь на современных средствах компьютерного моделирования и средств измерений.

Ранее были разработаны методические основы прогноза газообильности, учитывающие сорбционно-кинетические параметры угля [4], однако для успешного их использования кроме традиционных характеристик требуется при проведении геологоразведочных работ определение таких параметров как: константы сорбции Ленгмюра, проницаемость угля и вмещающих пород, давление газа.

Проведенное моделирование процесса газовыделения показало, что с ростом скорости подачи комбайна возрастает роль газовыделения из отбитого угля, а кинетика десорбции метана может изменить величину газовыделения на 15-25%. При этом допустимая по газовому фактору нагрузка при использовании данного подхода на 10-30 % выше, чем определенная по действующим нормативам.

Необходимо отметить, что рядом специалистов выдвигается гипотеза о снижении абсолютного метановыделения из разрабатываемого угольного пласта при высоких скоростях подвигания очистного забоя [5]. Действительно при высоких нагрузках наблюдается снижение относительного метановыделения, однако абсолютное продолжает возрастать хотя с уже меньшей скоростью.

Таким образом, для эффективного решения вопросов метанобезопасности необходимо не только обеспечить повышение точности определения газоносности угольных пластов, но и обеспечить получение дополнительной информации по параметрам сорбции Ленгмюра, проницаемости угля, давлению газа.

Перечень ссылок

1. Инструкция по определению и прогнозу газоносности угольных пластов и вмещающих пород при геологоразведочных работах. -М.: Недра, 1977г., - 96 с.

2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. Утверждено Министерством угольной промышленности СССР 15 августа 1989 года. Макеевка-Донбасс, МакНИИ. 1989.

3. Пучков Л.А., Сластунов С.В., Фейт Г.Н. Способ дегазации угольного пласта. Патент 2159333. Заявка 2000111181/03 от 05.05.2000.

4. Сластунов С.В., Каркашадзе Г.Г., Коликов К.С. Программа расчета предельно допустимой нагрузки на очистной забой угольной шахты по газовому фактору. Св-во о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015614769 дата регистрации 23 июня 2015г.

5. Ордин А. А., Тимошенко А. М. О существовании экстремума метановыделения от скорости подвигания и производительности очистного забоя// ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ГОРНЫХ НАУК. - 2016. № 3, Т. 1, С. 142-149.

* - исследование выполнено в НИТУ МИСИС при поддержке Российского научного фонда, проект № 23-19-00398

УДК 614.841.263

О ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

В. И. Башун
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
г. Красноярск

Аннотация: Актуальность доклада обусловлена значительным количеством несчастных случаев, происходящих на объектах энергетики, использующих угольное топливо. Явление самовозгорания угля и угольной пыли при хранении и эксплуатации пылесистем, в случае нарушения требований охраны труда, может привести к тяжелым травмам и смерти работников предприятия.
Annotation: Topicality of problem is due to significant number of accidents at energy facilities using coal fuel. The phenomenon of spontaneous combustion of coal during storage and operation of dust preparation systems, in case of violation of Safety and Health requirements, can lead to severe injuries and death of enterprise workers.
Ключевые слова: пожарная безопасность, уголь, самовозгорание.
Key words: fire safety, coal, spontaneous combustion.

На тепловых электрических станциях, где в качестве основного или резервного топлива используется уголь, его хранение осуществляется на открытом угольном складе, обеспечивающем запас для работы станции, порядка одного месяца. Топливо укладывается в виде штабелей слоями, с послойным уплотнением. При длительном нахождении топлива в штабеле происходит естественный процесс - его окисление кислородом, что приводит к самонагреванию, и самовозгоранию - самопроизвольному процессу возникновения горения за счет внутренних экзотермических реакций. Данное явление приводит к потерям горючей массы угольного топлива, а также к загрязнению атмосферы из-за выделения продуктов сгорания в приземный слой. При хранении твердого топлива в бункерах сырого угля так же возможно его самопроизвольное воспламенение. Важно отметить, что повышенную опасность несет и эксплуатация пылесистем с промежуточными бункерами, где топливо хранится уже в готовом, пылевидном состоянии, в дисперсном составе, располагающем, при критической концентрации, к возникновению взрыва.

Помимо природной составляющей в данном аспекте играет роль и человеческий фактор. Нарушения правил эксплуатации угольных складов, топливоподач и пылесистем, с учетом склонности некоторых углей к активному самовоспламенению, ведет зачастую к серьезнейшим авариям и человеческим жертвам.

Например, нарушение производственных инструкций и правил техники безопасности, работниками котельного цеха, расположенной в Алтайском крае ТЭЦ, в 2021 году, осуществлявшим спуск на пол тлеющей в бункере угольной пыли через лючок, после ее зависания в течке, привело к вспышке и взрыву. Два человека в результате этого происшествия получили ожоги и скончались в больнице. Подобная ситуация произошла в 2022 году в городе Куйбышев Новосибирской области, когда машинист-обходчик по котельному оборудованию ТЭЦ, произвел вскрытие лючков на работающей пылесистеме для ревизии клапана-мигалки, тлеющая угольная пыль при контакте с кислородом мгновенно воспламенилась и произошла вспышка. Работник скончался в больнице.

Отсутствие своевременной уборки отложений угольной пыли так же может привести к серьезным последствиям. Конвейерная лента уникальной топливоподачи Березовской ГРЭС, длиной 14 километров, в 1999 году получила повреждения на участке более 100 метров, в результате возгорания угольных отложений. Авария привела к остановке электростанции и потребовала восстановительных работ, продолжавшихся более двух месяцев [1].

Существует множество факторов оценки склонности того или иного топлива к самонагреванию и самовозгоранию. Некоторые из этих факторов относятся к характеру его залеганию в пластах, такие как мощность пласта, глубина его залегания, нарушенность пласта и его форма. Другие факторы относятся к вмещающим породам, такие как, например, теплопроводность, состав вмещающих пород и также их физико-механические свойства. Однако, при хранении уже добытого топлива на временных складах, таких как склад резервного топлива на электростанциях, разностороннему анализу должно подвергаться именно вещество угля. Одним из важнейших свойств, влияющих на самовоспламенение, является содержание влаги. Например, при изменении влажности подмосковных углей в диапазоне 0-30% их химическая активность изменяется в 2-3 раза. Другим свойством угля, способствующим его самонагреванию, является его компонентный состав, например существует прямая зависимость между содержанием общей серы в угле и его склонности к самовозгоранию. Степень углефикации так же имеет важное значение в оценке сорта угольного топлива на склонность к

самопроизвольному загоранию. В ряду от бурых углей до антрацитов, имеется обратная зависимость между активностью и степенью метаморфизма. В целом подтверждается положение о снижении склонности топлива к самовозгоранию с возрастанием степени углефикации [2].

При возникновении пожаров изменяются некоторые физические свойства объекта: локальное повышение температуры, изменения влажности, появление характерных газообразных веществ и запаха. На начальном этапе, в областях низких температур, окисление протекает медленно, с незначительным выделением тепла. Если часть тепла при этом тратится на нагрев собственно топлива, то с ростом его температуры интенсивность окисления растет, что в свою очередь приводит к еще большему разогреву топлива. В момент, когда выделение теплоты превышает рассеивание ее в окружающую среду, угольное топливо может воспламениться. Температура, при которой самонагревание может перейти в самовозгорание, определена порядка 80 градусов Цельсия [3]. На начальной стадии самовозгорания топлива определить пожар в слое можно лишь при использовании специальной аппаратуры. Что касается топливоподач, их длинные конвейеры, протяжённостью до нескольких километров, зачастую физически не могут контролироваться в полной мере оперативным персоналом. При возникновении пожара или аварии важным является их раннее обнаружение и скорейшая ликвидации тления. Необходимо как можно быстрее определить место и размер локального повышения температуры. Для предотвращения эндогенных пожаров на разрезах и шахтах используется метод термического контроля местности, в том числе с использованием БПЛА. Тепловизионный контроль за открытым складом угольного топлива позволит оперативно распознать и устранить очаг самовозгорания, что снизит потери от окисления топлива, предотвратит загрязнение атмосферы и возможные последствия для людей, находящихся в непосредственной близости.

Список литературы

1. Амельчугов, С. П. Особенности теплофизических процессов при добыче, хранении, транспортировке и использовании бурого угля : специальность 01.04.14 "Теплофизика и теоретическая теплотехника" : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Амельчугов Сергей Петрович. – Красноярск, 2002. – 364 с. – EDN NMANSD.

2. Пащенко, Л. В. Особенности структуры склонных к самовозгоранию углей Донбасса / Л. В. Пащенко, В. И. Потапенко // Сборник научных трудов

Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2018. – № 51. – С. 66-84. – EDN VSFPTQ.

3. Голынская, Ф. А. Характеристика наиболее действенных факторов самовозгорания углей в пластах / Ф. А. Голынская // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – № 2. – С. 19-23. – EDN ONBJMP.

УДК 331.45

ТИПЫ СИСТЕМ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПРИВОДОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ

Калабухов Д.М.[1], студент гр. ПГс-201, IV курс
Чэнь Цин[2], студент гр.ГЭаи-211, III курс
Си Тао[2], студент гр.ГЭаи-211, III курс
Ань Чао[2], студент гр. МТаи-212, III курс
Ву Гуанъюн[2], студент гр.ГЭаи-211, III курс
Научный руководитель: Хорешок А.А.[1], д.т.н., профессор
[1]Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, г. Кемерово
[2]Чунцинский университет искусств и наук, г. Чунцин

Аннотация: Современные технологии предоставляют возможность повысить безопасность работников горнодобывающей отрасли благодаря применению промышленных экзоскелетов. Для успешного внедрения данной технологии на производство требуется тщательное изучение конструкции экзоскелета.
Abstract: Modern technologies provide an opportunity to improve the safety of mining workers through the use of industrial exoskeletons. For the successful introduction of this technology into production, a thorough study of the design of the exoskeleton is required.
Ключевые слова: промышленные экзоскелеты, исполнительный привод, горное дело, активные экзоскелеты, пассивные экзоскелеты.
Key words: industrial exoskeletons, actuator, mining, active exoskeletons, passive exoskeletons.

Проблемы со здоровьем сотрудников предприятий, ведущих подземную разработку угольных месторождений, чаще всего возникают от тяжелых физических нагрузок. Сегодня снизить риск возникновения профессиональных заболеваний, улучшить условия труда, а также повысить производительность работников возможно за счет внедрения на угледобывающие предприятия инновационных технологий, одними из которых являются промышленные экзоскелеты.

Промышленные экзоскелеты представляют собой технологии нового поколения, обеспечивающие безопасность трудового процесса горняков за счёт внешнего каркаса с определенным типом привода.

Внедрение на производство приведет к существенному улучшению условий труда и здоровья горняков, что подчеркивает актуальность исследований в области разработки промышленных экзоскелетов для горнодобывающей отрасли.

Задачей данного исследования является обзор исполнительных приводов, применяемых при разработке носимых экзоскелетов.

В ходе анализа научной литературы были выявлены две основные концепции разработки экзоскелетных устройств, предполагающие создание активных и пассивных экзоскелетов [1]. Различия между ними обусловлены источником энергии и принципом работы привода. Так, в качестве одного из источников энергии для активных экзоскелетов используют электрические двигатели. Внешние устройства преобразуют электрическую энергию в механическую, непосредственно приводящую в действие закрепленные на теле человека элементы конструкции. За счёт возможности программирования активные экзоскелеты с таким типом привода находят широкое применение в медицине: наличие системы управления позволяет решать задачи реабилитации людей с нарушением моторных функций. Помимо электрических, различают пневматические, гидравлические и механические системы исполнительных приводов. Источником энергии для пневмопривода служит пневмоцилиндр - двигатель, рабочим телом которого является сжатый до требуемого давления воздух. Преобразование энергии сжатого воздуха в механическую энергию движения объекта управления осуществляется путем воздействия давления питания на поверхность поршня в одной из полостей, при этом создается усилие, приводящее поршень в движение [2]. Подобно пневмоцилиндрам, в гидроприводах используются гидравлические цилиндры, которые вместо сжатого газа используют давление жидкости, поступающую из гидравлического насоса, для движения поршня [3]. Ещё одним перспективным направлением разработки экзоскелетов является применение приводов комбинированного типа. Так, работа экзоскелета с гидропневматическим приводом характеризуется сложными газодинамическими процессами, обусловленными сжимаемостью и режимами течения газа, а также воздействием переменных нагрузок на различных этапах движения [4].

Пассивные экзоскелеты независимы от источников внешнего питания. Подвижная и адаптированная система поддерживающих соединений, устанавливаемая на активные суставы и мышцы перераспределяет кинетическую энергию и остаточные силы человека. Перераспределение нагрузки на конструкцию экзоскелета

способствует выполнению тяжелых физических задач на производстве без риска для здоровья сотрудников [5]. На основании изученной научной литературы была составлена классификация экзоскелетов по концепции разработки (Рисунок 1).

Рисунок 1. Классификация экзоскелетов по концепции разработки

В рамках данного исследования были освещены основные концепции разработки экзоскелетов. Был проведен обзор исполнительных приводов, применяемых в конструкции носимых экзоскелетов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075-03-2024-082-2).

Перечень ссылок:

1. Суханов А. Н. Построение многосвязной мехатронной системы (экзоскелета) с полуавтоматическим управлением, использующим биоэлектрические потенциалы: Диссертация к. т. н. – М.:ИПМех РАН, 2021. – 177 с.

2. Камоцци Пневматика [Электронный ресурс]. – URL: https://www.camozzi.ru/ (дата обращения: 01.05.2024).

3. M. Mutuku and K. John, “Bond graph modeling of interactuator in teractions in a multi-cylinder hydraulicsystem,” World Academy of Science,” Engineering and Technology, vol. 74, pp. 32–41, 2011.

4. Оразов А. Т. Разработка и исследование гидропневматического привода экзоскелетного устройства: Авотреф. дис. канд. техн. наук. – М.: УГАТУ, 2018. – 19 с.

5. Воробьев А. А., Андрющенко Ф. А., Засыпкина О. А., Соловьева И. О., Кривоножкина П. С., Поздняков А. М. Терминология и классификация экзоскелетов // Безопасность труда в промышленности. – 2015. – № 3 (55). – С. 71–77.

УДК 527.621

ОБЗОР ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ДОБЫЧУ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

С.А. Амосов, А.А. Амосов, Р.Д. Козлов
ФГБОУ ВОК «КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»,
г. Кемерово, Кузбасс

Аннотация: В данной работе рассматриваются основные технологии, которые используются для позиционирования на горных предприятиях осуществляющих добычу полезных ископаемых подземным способом. Описывается принцип работы этих технологий, а также рассматриваются наиболее эффективные методы их совместного использования.

Annotation: This article discusses the main technologies that are used for positioning in mining enterprises engaged in underground mining. The principle of operation of these technologies is described, and the most effective methods of their joint use are considered.

Ключевые слова: позиционирование, безопасность, механизм определения местоположения, подземная угольная шахта

Keywords: positioning, safety, location engine, underground coal mine

На протяжении всего времени одним из основных приоритетов предприятий Кузбасса осуществляющих добычу полезных ископаемых подземным способом является обеспечение высокого уровня безопасности горнорабочих. Обеспечение безопасности горнорабочих на угольных шахтах Кузбасса достигается комплексом мероприятий, в число которых входит и внедрение новейших систем позиционирования рабочего персонала и горнодобывающего оборудования, способствующих более безопасной и эффективной работе предприятия. На сегодняшний день технология позиционирования широко применяется на открытых горных производствах. Последние 20 лет для этого используется Location-based service (LBS) на базе глобальных навигационных спутниковых систем Global Navigation Satellite System (GNSS). Использование данной системы позволяет контролировать изменения в структуре карьера и предупреждать обвалы. Эта технология также применяется для отслеживания и контроля расположения и использования оборудования на горнодобывающих предприятиях. Она помогает оптимизировать маршруты и планы работ, что способствует улучшению производительности операций и общей эффективности

производства [1]. Технологии позиционирования, на базе GNSS, не могут быть использованы в шахтах, из-за того, что спутниковые сигналы не могут проникнуть через толстые слои горной породы или земли. Даже если в некоторых случаях сигнал проникает внутрь шахты, точность позиционирования будет ограничена, сигналы будут отражаться от бортов, кровли и почвы выработанного пространства, приводя к искажениям и неточностям позиционирования (рисунок 1).

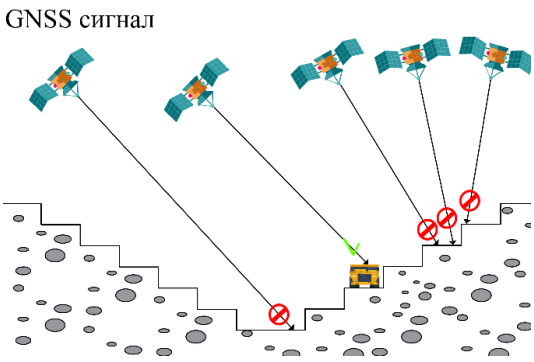


Рисунок 1 (а)
Сигнал GNSS в глубоком карьере

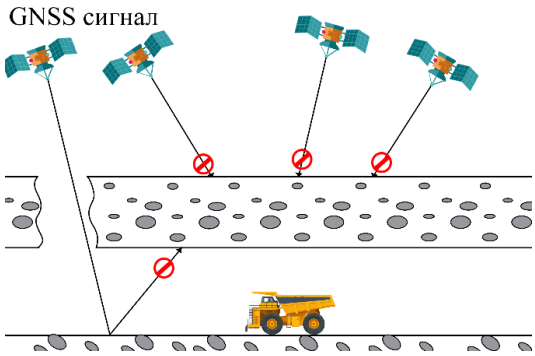


Рисунок 1 (б)
Сигнал GNSS в шахте

Поэтому в шахтах используются другие технологии позиционирования, такие как инерциальные навигационные системы (INS), радиочастотные, ультразвуковые, системы определения положения на основе сигналов Wi-Fi или Bluetooth, системы (RFID) (радиочастотной идентификации). Эти технологии позволяют обеспечить позиционирование и мониторинг внутри шахт, где GNSS не может быть использован [2, 3]. Рассмотрим данные системы более подробно.

INS – это системы, которые определяют положение и ориентацию объекта в пространстве без использования внешних навигационных сигналов. Они основаны на принципах инерциальной навигации и используют для этого акселерометры и гироскопы. Акселерометры измеряют линейное ускорение объекта в трех измерениях - вперед, назад, вверх, вниз, влево и вправо. Гироскопы, в свою очередь, измеряют угловую скорость объекта вокруг трех осей - тангаж (вперед, назад), рыскание (влево, вправо) и крен (вверх, вниз). Информация из акселерометров и гироскопов передается в центральный вычислительный блок INS, который интегрирует эти данные, чтобы определить изменение положения и ориентации объекта со временем.

INS имеют высокую точность и довольно быстро реагируют на изменение положения объекта. Однако при интегрировании данных со временем они накапливают ошибки, что приводит к неверным

расчетам положения объекта. В шахтах INS может быть использован для определения положения шахтных вагонеток или другого подземного транспорта, что обеспечивает более точный мониторинг и контроль их движения [4, 5]. Это может быть полезно для оптимизации логистики шахты и обеспечения безопасности всех рабочих процессов. Одним из важных аспектов применения INS в угольных шахтах является возможность определения и контроля геологических изменений, таких как сейсмические активности и движение земли. Это помогает в снижении риска и предотвращении аварийных ситуаций, связанных с обвалами или колебаниями земли.

Ультразвуковые системы навигации используют ультразвуковые сигналы для определения расстояния и положения объекта. Обычно такие системы работают на принципе эхолокации. Они отправляют ультразвуковой импульс, который отражается от объектов в окружающем пространстве и возвращается обратно к отправителю. Используя время прохождения сигнала, система может вычислить расстояние до объектов. Путем обработки данных о расстоянии до нескольких объектов, можно определить положение объекта в пространстве.

Ультразвуковые системы навигации могут быть применены в угольных шахтах для различных целей, включая определение положения персонала и оборудования, навигацию и обнаружение препятствий при прохождении выработок. Ультразвуковые датчики можно установить на шахтные вагонетки или другие транспортные средства для определения и контроля их положения. Ультразвуковые датчики отправляют импульсы, которые отражаются от ближайших объектов, таких как стены или другие вагонетки. Используя время прохождения сигнала, система может вычислить расстояние до объектов и определить их положение и ориентацию в пространстве.

Так же ультразвуковые датчики могут быть размещены вокруг оборудования и машин в шахте для обнаружения препятствий или потенциально опасных ситуаций. Датчики могут непрерывно контролировать окружающую среду и выдавать предупреждения или активировать системы безопасности в случае обнаружения угрозы [3]. Такие датчики могут использоваться для измерения уровня и потока вредных газов (метан, углекислый газ) в шахте. Это помогает в обнаружении и контроле потенциально опасных условий, связанных с газообразными выбросами.

Системы позиционирования на основе сигналов Wi-Fi или Bluetooth используют сигналы, получаемые от беспроводных точек доступа Wi-Fi или Bluetooth-устройств для определения положения

объекта. Для этого используются методы триангуляции или определение силы сигнала. Принимающее устройство измеряет время и силу сигнала от нескольких беспроводных точек доступа и использует эти данные для определения расстояния до них. Затем, по аналогии с GPS, определяется положение объекта в трехмерной системе координат. Если горнорабочие оснащены устройствами, которые отправляют сигналы Wi-Fi или Bluetooth.

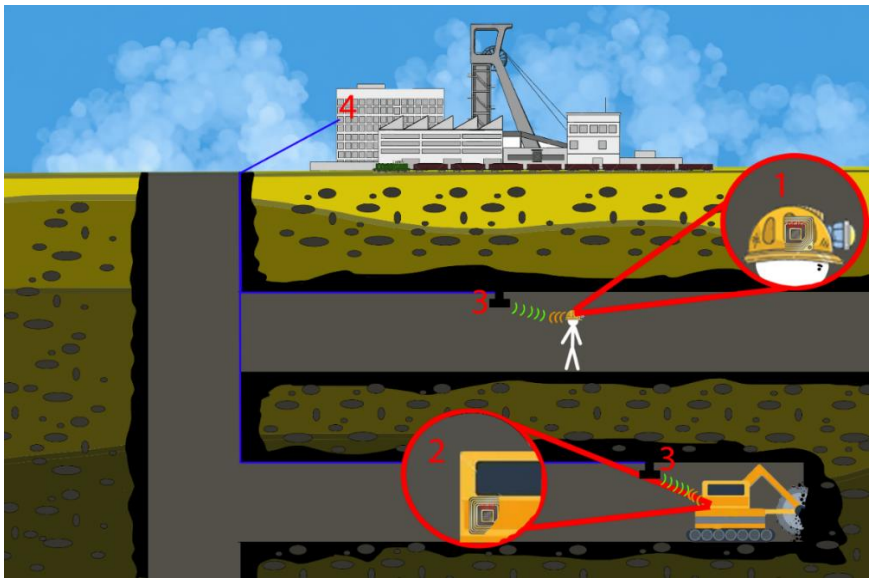
Эта система может использовать эти сигналы для определения местоположения каждого работника в режиме реального времени. Это может быть полезно для отслеживания безопасности и эффективности работников, а также для оказания помощи в случае чрезвычайной ситуации или инцидента.

Поскольку шахтные выработки могут быть сложными и запутанными, системы позиционирования на основе сигналов Wi-Fi или Bluetooth используются для улучшения навигации и маршрутизации внутри шахты. Например, они могут быть использованы для определения того, что горнорабочие, или оборудование входят в опасные зоны. В таких случаях можно сразу же предупредить или автоматически остановить работу, чтобы избежать потенциальных аварий или инцидентов.

Системы радиочастотной идентификации (RFID) в угольных шахтах используются для отслеживания и идентификации рабочих и оборудования в режиме реального времени. Они работают на основе использования RFID-меток, также называемых тегами, которые содержат информацию о конкретном объекте или человеке. RFID-метка состоит из микрочипа и антенны. Микрочип хранит уникальный идентификатор (ID) и другую информацию о метке или объекте, к которому она прикреплена. Антенна предоставляет метке возможность взаимодействия с читателями RFID [4]. В угольных шахтах метки могут быть прикреплены к шахтному оборудованию, инструментам и личным защитным средствам работников.

Такие метки обычно изготавливаются из материалов, устойчивых к экстремальным условиям, таким как пыль, грязь, влага и вибрации. Считыватели RFID устанавливаются в стратегических местах на участке выработки. Они могут быть фиксированными или портативными. Считыватели считывают информацию с меток через радиочастотный сигнал и передают ее в центральную систему управления. Центральная система управления собирает, обрабатывает и анализирует данные, полученные от считывателей. Центральная система управления использует эту информацию для отслеживания и идентификации объектов и персонала, определения их

местоположения и контроля их движений на участке шахты (рисунок 2).



1. RFID - метка, установленная в защитном средстве работника
2. RFID - метка, установленная на оборудовании
3. Считыватель RFID
Центральная система управления

Рисунок 2 - Принцип работы системы позиционирования на основе RFID

Выводы

Выбор определенной системы позиционирования зависит от конкретных требований и условий угольной шахты. Обычно различные системы комбинируются для достижения наилучших результатов позиционирования. Например, можно использовать комбинацию INS и ультразвуковых систем для обеспечения высочайшей точности позиционирования в реальном времени внутри шахты. Выбор системы позиционирования должен основываться на учете требований проекта, финансовых ограничений, среды шахты и других факторов, связанных с безопасностью и эффективностью работы предприятия.

Список литературы

1. Cui, S. Liu, J. Yao, C. Gu. Integrated positioning system of unmanned automatic vehicle in coal mines //IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. – 2021. – Т. 70. – С. 1-13.

2. F. Seguel, P. Palacios-Játiva, C. A. Azurdia-Meza, N. Krommenacker, P. Charpentier, I. Soto. Underground mine positioning: A review //IEEE Sensors Journal. – 2021. – Т. 22. – №. 6. – С. 4755–4771.

3. Лепешко С. А., Жданов Н. И., Сандаков В. В. Модернизация автоматической системы определения местоположения и аварийного оповещения персонала на шахте «им. В. И. Ленина» //Перспективы инновационного развития угольных регионов России. – 2020. – С. 37–39.

4. Андреев Р. А., Остроумов С. И., Федоров А. С. Методы позиционирования в сетях Wi-Fi //Экономика и качество систем связи. – 2021. – №. 3 (21). – С. 50-63.

5. Singh N. et al. IoT enabled HELMET to safeguard the health of mine workers //Computer Communications. – 2022. – Т. 193. – С. 1-9.

УДК [614.895.5: 621.5]:622 – 951

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЗАЩИТЫ ГОРНОРАБОЧИХ И СПАСАТЕЛЕЙ ДОНБАССА ПРИ ЭРГОТЕРМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

А. П. Кирьян
ФГКУ «Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России»,
г. Донецк, ДНР
А. Б. Серёгин,
ФГКУ «Донецкий институт ГПС МЧС России»,
г. Донецк, ДНР

Дана оценка условий работы горнорабочих и спасателей при ликвидации аварий. Приведены существующие, а также перспективные методы и средства индивидуальной их защиты при повышенных или высоких эрготермических нагрузках с использованием водоледяной и криогенной систем охлаждения, которые позволят обеспечить повышение их безопасности и эффективности.
Annotation. An assessment of the working conditions of miners and rescuers during the liquidation of accidents is given. The existing, as well as promising methods and means of their individual protection at elevated or high ergothermal loads using ice-water and cryogenic cooling systems are presented, which will ensure an increase in their safety and efficiency.
Ключевые слова: горнорабочий, спасатель, эрготермическая нагрузка, средства защиты, система охлаждения, безопасность, эффективность.
Keywords: miner, lifeguard, ergothermal load, protective equipment, cooling system, safety, efficiency.

Уголь – один из главных энергоносителей Донбасса, важнейшее сырье для металлургии и химической промышленности, вид топлива для населения и коммунально-бытовых потребителей, а соответственно – гарант энергетической, политической и экономической независимости страны.

Согласно «Правилам безопасности в угольных шахтах» температура воздуха в горных выработках не должна превышать 26°С. Однако в настоящее время в Донбассе на многих предприятиях горнорабочие ведут работы на глубинах (700…1400) м, где она, а также запыленность, значительно выше допустимых значений,

достигая 40 °С и 200 мг/м^3 [1]. Это приводит к перегреванию их организма, потере здоровья, иногда и жизни, большим затратам на лечение и выплаты по профессиональному заболеванию.

Однако из-за сложной шахтной вентиляционной сети, большой протяженности воздухоподающих выработок, применяемые способы и средства охлаждения рудничного воздуха, а также системы кондиционирования не позволяют достаточно нормализовать микроклимат в рабочей зоне до безопасных значений, причем системы кондиционирования являются дорогостоящими и энергоемкими, вследствие чего, приводят к значительному росту себестоимости добычи угля.

Разработанные ранее средства для нормализации микроклимата с помощью охлаждения воздуха в локальных зонах глубоких шахт на основе гидроэжекции [2], установки с использования водоледяных аккумуляторов холода (АХ) [3], а для спасателей костюма с водяной системой охлаждения [4], ввиду недостаточной эффективности, не нашли применения.

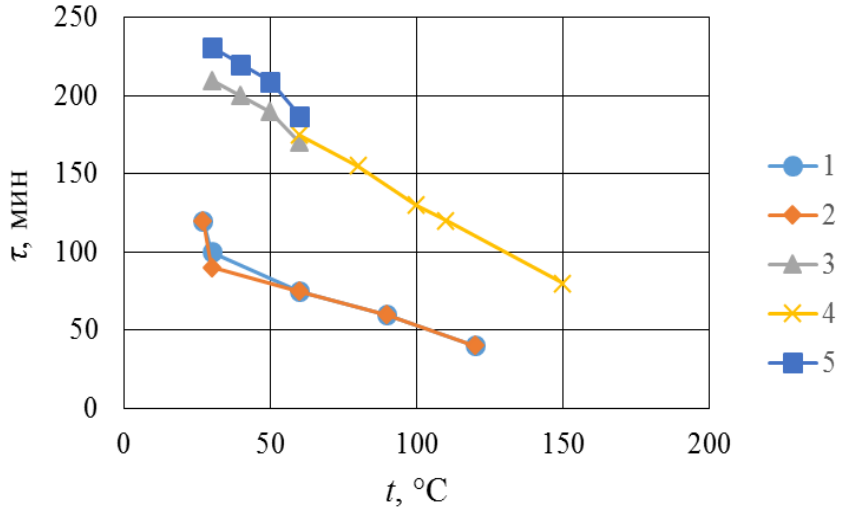
Спасатели ФГКУ «ВГСЧ ДНР» и МЧС ДНР работают, в основном, в экстремальных микроклиматических условиях, при тяжелой и очень тяжелой эрготермической нагрузке (от 300 до 1000 Вт), в непригодной для дыхания атмосфере окружающей среды. В настоящее время первые из них применяют средства индивидуальной противогазотепловой защиты с АХ, разработанными в 90-х годах прошлого столетия, которые, особенно при длительных ликвидациях аварий, требуют усовершенствования, что позволит повысить продолжительность работ и снизить их стоимость.

В тоже время на оснащении спасателей МЧС ДНР находится термостойкая одежда без аналогичного охлаждения, что при высоких эрготермических нагрузках увеличивает вероятность перегревания их организма, потери здоровья и жизни. Так, за последние пять лет тепловые поражения (ожоги) составляют 29% от общего количества травматизма.

В ФГКУ «НИИ «Респиратор» МЧС России усовершенствованы и разрабатывают новые методы и средства противотепловой защиты, в том числе для оказания помощи пострадавшим при перегревании и подготовки спасателей к эрготермическим нагрузкам: охлаждающий жилет (ОЖГ) с новыми АХ [5], предназначенный для защиты горнорабочих при температуре воздуха окружающей среды от 27 до 40 °С; куртку КПШ-40 до 40 °С и запыленности 200 г/м^3 с временем защитного действия (ВЗД) 120 мин ; для спасателей противотепловые, в том числе от ядовитых химических веществ, костюмы ТК-60М,

ПТК-80, ПТК-100, ГЗК с увеличенным сроком защитного действия ВЗД в 1,5, ТОК-200У, ТОК-800У – в 2,6 раза, костюм без респиратора с криогенной системой охлаждения КР-150 массой на 10 % меньше, с увеличенным ВЗД на 15 %, по сравнению с костюмом с АХ аналогичного назначения; изолирующий костюм от внешней среды для тренировки и определения тепловой устойчивости спасателей, использование которого существенно сократит время и стоимость по сравнению с тепловой камерой; теплоизолирующий переносной контейнер для доставки, хранения и оснащения противотепловой одежды АХ с увеличенным сроком службы в 1,6 раза; быстроразъемный костюм КЭОП с АХ и пакет химический охлаждающий ПХО для оказания экстренной (доврачебной) помощи пострадавшим при перегревании и механических травмах (снятие болевого синдрома); респиратор – защиты органов дыхания на химически связанном кислороде с ВЗД 6 часов; компьютерная информационно-обучающая система КИОС для ведения аварийно-спасательных работ при эрготермических нагрузках.

Зависимости ВЗД противотепловой для горнорабочих и противогазотепловой одежды – спасателей от температуры в горной выработке приведены на рисунке.



1 – жилет ОЖГ; 2 – куртка ТК-50; 3 – костюм ТК-60М;
– костюм ПТК-80; 5 – криогенный костюм КР-150

Рисунок – Зависимости времени защитного действия противотепловой для горнорабочих и противогазотепловой одежды – спасателей от температуры воздуха окружающей среды в горной выработке шахты

Технические характеристики разработанных в настоящее время противотепловых костюмов получены на основании уточненных математических моделей [6,7]

Выводы.

1. Отсутствие индивидуальной противотепловой защиты горнорабочих с водоледяной системой охлаждения в условиях повышенных температур и запыленности воздуха окружающей среды приводит к потере здоровья, иногда и жизни, большим затратам на лечение, и выплатам по профессиональному заболеванию.

2. Разработаны усовершенствованные средства противогазотепловой защиты горнорабочих и спасателей с увеличенным временем защитного действия.

4. Разработаны методы и средства для подготовки и определения тепловой устойчивости спасателей и компьютерная информационно-обучающая система для ведения аварийно-спасательных работ при эрготермических нагрузках.

5. Внедрение разработанных усовершенствованных методов и средств индивидуальной противогазотепловой защиты горнорабочих и спасателей обеспечит повышение их безопасности и эффективности ведения работ при эрготермических нагрузках.

Список литературы

1. Противогазотепловая защита спасателей и тушение пожаров азотом в тупиковых выработках шахт: монография. – Под общ. ред. С.В. Борщевского и И.Ф. Марийчука. – Донецк: НИИГД «Респиратор», 2023. – 250 с.

2. Тишин, Р.А. Обоснование способа и параметров установки охлаждения воздуха в локальных зонах глубоких шахт на основе гидроэжекции: дис…канд. техн. наук: 05.26.01 / Р.А. Тишин. – Макеевка, 2018. – 229 с.

3. Подвигин К.А. Нормализация температурного режима в локальной зоне горной выработки для обеспечения безопасных условий труда горнорабочих: автор. дис. … канд. тех. наук: 05.26.01 / К.А. Подвигин. – Донецк, 2022. – 21 с.

4. Завьялов Г.В. Обоснование параметров противотеплового костюма с водяным охлаждением: дис. … канд. техн. наук: 05.26.01/ Г.В. Завьялов. –Донецк, 2020. – 198 с.

5. Кирьян А.П. Параметры аккумулятора холода для индивидуальной противогазотепловой защиты спасателей / А.П. Кирьян, А.Б. Серёгин. – Журнал «Вестник Академии гражданской защиты». – Выпуск 3(31). – Донецк, 2022. – С. 15-21.

6. Теплообменные и гидравлические процессы в противогазотепловой одежде с системой охлаждения рук и ног спасателя / А.П. Кирьян, А.Б. Серёгин // Научный вестник НИИГД «Респиратор»: научно-технический журнал. – Донецк, 2023. – №2(60). – С. 95-102.

7. Кирьян А.П. Уточненная математическая модель теплообменных процессов в противогазотепловой одежде спасателей / А.П. Кирьян, А.Б. Серёгин // Научный вестник НИИГД «Респиратор»: научно-технический журнал. – Донецк, 2022. – № 4 (59). – С. 94-102.

УДК 69.055

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВОМ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ «ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ» ДЛЯ ОБЪЕКТОВ, РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ И ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ В ДОНБАССЕ

О.Н. Бондаренко, О.Ф. Цуверкалова, Ю.В. Заяров
Волгодонский инженерно-технический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Волгодонск.

Аннотация: В статье рассматривается система дистанционного мониторинга за ходом строительства, которая является более эффективной по сравнению с традиционными методами контроля за возведением зданий, что позволит обеспечить полноту и достоверность информации, ускорить строительные работы и снизить трудозатраты.
Annotation: The article discusses a system for construction progress remote monitoring, which is more effective compared to traditional methods of the construction buildings control and will ensure completeness and reliability of information, speed up construction work and reduce labor costs.
Ключевые слова: строительство, дистанционный мониторинг, традиционный контроль, НЛС, БАС.
Keywords: construction, remote monitoring, traditional control, radar, GBLS, UAS.

Учитывая большие временные, финансовые и материальные затраты, необходимые для восстановления Донбасса, очень важно подобрать такую систему контроля строительства, которая сможет предоставлять актуальные, достоверные данные в реальном времени на всех этапах строительства.

Современный уровень развития технологий обеспечил предпосылки для создания системы дистанционного мониторинга (ДМ), которая позволит значительно повысить эффективность контроля, обеспечить полноту информации о том, что происходит на строительной площадке, сократить трудозатраты и, как следствие, ускорить процесс строительства и обеспечить его качество.

Использование дистанционного контроля за ходом строительства становится одним из самых эффективных инструментов управления в строительной отрасли. Внедрение систем дистанционного мониторинга позволит оценивать состояние проектов, находясь на расстоянии, что избавит от необходимости ежедневных поездок и сбора данных из разных источников. [1]

Преимущества дистанционного контроля включают:

– возможность прогнозирования сроков строительства и выявления потенциальных рисков;

– доступ к актуальной и постоянно обновляющейся информации о состоянии строительной площадки;

– высокую точность и прозрачность получаемых данных;

– экономию средств;

– создание единого информационного пространства для всех участников проекта;

– повышение уровня охраны труда и безопасности на производстве. [2]

Использование методов удалённого мониторинга на разных этапах строительства подробно описано в таблице 1.

Таблица 1 – Использование методов удалённого мониторинга на разных этапах строительства с учётом основных получателей информации

№	Решение дистанционного мониторинга	Стадии строительства, на которых применяется метод мониторинга	Основные потребители данных мониторинга
1	Интегрированная система для сбора, обработки и анализа данных, полученных в результате ДМ строительных работ	Весь процесс, начиная с начальной стадии – инициирования строительного проекта.	Все участники управления проектом строительства
2	Применение спутниковых технологий для дистанционного контроля за процессом строительства	Разработка проекта в строительстве, включая выбор места для возведения объекта и подготовку всей необходимой документации.	− Застройщик; − Управляющий проектом (технический заказчик)
3	Использование	Подбор участка под	Все участники

	беспилотных летательных аппаратов для дистанционного контроля за ходом строительных работ	строительство и подготовка всех необходимых бумаг; все этапы строительного проекта, кроме пусконаладочных работ.	управления проектом строительства
4	Применение наземного лазерного сканирования для дистанционного контроля за процессом строительства	Весь процесс воплощения строительного проекта, начиная с возведения стен и заканчивая установкой кровли	− Управляющий проектом (технический заказчик); − Генподрядчик и субподрядчики; − Авторский надзор; − Строительный контроль
5	Применение технологий ДМ, основанных на анализе видеоданных, для оптимизации процессов наблюдения и контроля	Весь процесс воплощения строительного проекта, начиная с подготовки территории и заканчивая сдачей объекта в эксплуатацию	− Генподрядчик и субподрядчики; − Управляющий проектом (технический заказчик)
6	Применение методов дистанционного контроля за строительными работами, включающих идентификацию используемой техники и материалов	Весь процесс воплощения строительного проекта, начиная с подготовки территории и заканчивая сдачей объекта в эксплуатацию	− Генподрядчик и субподрядчики; − Поставщики оборудования и материалов; − Управляющий проектом (технический заказчик)

Платформа для сбора, обработки и анализа данных дистанционного мониторинга строительства может стать

незаменимым инструментом для всех участников строительного процесса. Современные технологии позволяют настроить уровни доступа, что делает такую платформу эффективным инструментом управления и контроля за строительством на всех его этапах. Особенно актуальным является создание единой платформы под управлением технического заказчика, которая будет координировать дистанционный мониторинг всех строительных объектов.

Данные спутникового мониторинга будут полезны застройщику и управляющему проектом (техническому заказчику) для планирования проекта и выбора площадки.

Практически все участники строительного процесса нуждаются в актуальных данных, полученных с применением беспилотных авиационных систем (БАС). Например, для генподрядчика, субподрядчиков и поставщиков материалов будет важна оценка проведённых земляных работ и объёма поставок сыпучих материалов, для строительного контроля, генпроектировщика и субпроектировщиков – результаты геодезических работ, для управляющего проектом (технического заказчика), застройщика и авторского надзора – объективные данные о ходе строительства. [3]

Наземное лазерное сканирование (НЛС) необходимо практически всем участникам строительства, в первую очередь управляющему проектом (техническому заказчику), генподрядчику и субподрядчикам, строительному контролю и авторскому надзору. Актуальные данные, полученные с использованием методов, связанных с использованием видеоаналитики, IoT-датчиков, способов идентификации техники и материалов, необходимы генподрядчику и субподрядчикам для повышения эффективности бизнеса и нормы прибыли. Они также являются заказчиками данных услуг. Поставщиками услуг и (или) оборудования и программного обеспечения являются специализированные компании.

Остановимся более детально на таких видах контроля как беспилотные авиационные системы и наземное лазерное сканирование.

НЛС – передовая технология, которая позволяет создавать точные трёхмерные модели объектов. Система работает со скоростью от нескольких тысяч до миллиона точек в секунду, измеряя расстояния от сканера до точек объекта и фиксируя вертикальные и горизонтальные углы. В результате получается детальная 3D-модель объекта в виде облака точек. Это облако точек содержит огромное количество информации об объекте, которую можно использовать для различных целей. Например, её можно применять в компьютерных

программах для планирования реконструкций, ремонтных и строительных работ. Такие модели могут быть использованы для создания виртуальной реальности, проведения анализа объектов и многого другого. Они позволяют сохранить подробную информацию об объекте в электронном виде и использовать её в будущем.

НЛС открывает широкие возможности для решения разнообразных задач. Вот некоторые из них:

проектирование и топографическая съёмка элементов инфраструктуры и промышленных сооружений.

создание точных 3D-моделей рельефа и сложных технологических объектов.

получение данных о количестве насыпей и выемок грунта для предприятий горной промышленности.

мониторинг деформаций готовых или строящихся объектов.

сбор информации для дальнейшего строительства, полной или частичной реконструкции или планового ремонта объекта.

БАС – летательные аппараты, которые могут работать в двух режимах: дистанционно управляемом и автономном. Они оснащены программно-управляемыми планами полёта, бортовыми датчиками и системой GPS. Профессиональные картографические беспилотники имеют геодезические приёмники, которые позволяют точно определять координаты центров фотографирования снимков. Это помогает строить точные цифровые модели местности и избавляет от необходимости проводить избыточные полевые геодезические работы.

С помощью БАС можно решать множество задач:

– готовить ортофотопланы, топопланы и 3D-модели (облака точек);

– отслеживать прогресс работ, сравнивать данные наземного лазерного сканирования (НЛС) за разные даты, сравнивать НЛС с BIM-моделью, включая график строительства;

– рассчитывать объём земляных работ, баланс земляных масс, оптимизировать террасирование и прокладку дорог;

– анализировать отклонения от проекта, сравнивая НЛС с BIM-моделью или 3D-моделью, расположение объектов;

– осуществлять детальное управление проектом; проводить инвентаризацию сыпучих материалов; контролировать безопасность на строительных площадках.

Исходя из вышесказанного, можно заключить, что традиционный метод контроля во многом проигрывает дистанционному, и поэтому предпочтительнее использовать именно

этот метод. Именно система дистанционного контроля позволит намного быстрее и качественнее восстановить инфраструктуру Донбасса.

Литература

1. Единые отраслевые методические рекомендации Госкорпорации «Росатом» по осуществлению строительного контроля [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://eosdo.rosatom.local/ - 08.11.2021.

2. Шестопалов Е.В., Суворова Е.В. Преимущества и недостатки дистанционного обучения // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 6.; URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=30349 (дата обращения: 01.05.2024).

3. Единые отраслевые методические рекомендации Госкорпорации «Росатом» по оценке экономической эффективности компонентов программы «Цифровой Росатом» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://eosdo.rosatom.local/ - 08.11.2021.

УДК 622.268.6

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СПОСОБА ОХРАНЫ ХОДКА № 8 ШАХТЫ «БЕЛОРЕЧЕНСКАЯ» ДЛЯ ЕГО ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

И.В. Дудка
ФГБОУ ВО «ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ» АИГиТ,
г. Антрацит, ЛНР

Аннотация. В статье выполнена оценка паспорта крепления и управления кровлей, применяемого на шахте, его техническая и технологическая совершенность. Разработаны рекомендаций по совершенствованию технологии крепления и способа охраны ходка в зоне сопряжения с очистным забоем.
Annotation. The article evaluates the passport of roof fastening and management used at the mine, its technical and technological perfection. Recommendations have been developed to improve the fastening technology and the method of protecting the walker in the interface area with the production face.
Ключевые слова: крепление, способ охраны, подготовительная горная выработка, горное давление.
Keywords: fastening, method of protection, preparatory mining, rock pressure.

Совокупность производственных затрат на добычу угля формирует его цену, которая в настоящих экономических условиях определяет уровень конкурентоспособности добываемого подземным способом топлива по сравнению с другими энергоресурсами. При этом одной из основных задач совершенствования подземной угледобычи является сохранение устойчивости пластовых подготовительных выработок, обслуживающих очистные забои с высокой производственной нагрузкой. Улучшить состояние выработок можно путём применения способов охраны, позволяющих влиять на напряжённо-деформированное состояние массива и использовать его несущую способность. Вместе с тем опыт применения таких мероприятий показывает, что технический эффект существенно зависит от своевременности их реализации [1].

Как правило, перекрепляются выработки, подвергшиеся значительным деформациям, в приконтурной зоне которых породы

интенсивно нарушены и не допускают даже небольшого обнажения и всякое воздействие на такой массив является опасным и требует особой осторожности и больших трудозатрат.

Основная часть. Ходок № 8 имеет в почве пучащие породы, что обуславливает большие сложности с подрывкой пород почвы и устойчивостью выработки.

Перед внесением изменений в паспорт крепления был произведен мониторинг состояния крепи и охранной полосы (работы выполнялись в 2018 г.). В ходе замеров параметров ниши установлено, что максимально допустимая длина (6 м) превышена на 2 м. Изучение высоты ниши по ее длине позволило установить, что она уменьшается от забоя ниши до лавы на 22 см.

В результате обследования применяемого способа охраны установлено, что полоса БЖБТ выкладывается под профиль СВП, который ее разрушает при возникновении давления. Крайняя секция механизированной крепи находится на расстоянии 2,5-3 м от бровки, что негативно влияет на охрану выработки и влечет за собой 2 ряда деревянной крепи не предусмотренных паспортом. Крайний ряд органной крепи (под профиль СВП) к выработке устанавливается на расстоянии 0,4-0,5 м от ножки крепи, которую демонтируют, а сама ножка устанавливается после съема (снимается сразу 6 ножек) со смещением в сторону выработки на 7-10 см. Все это приводит к четко наблюдаемому завалу органной крепи и охранной полосы в направлении выработанного пространства лавы (рисунок 1).

Рисунок 1 – Завал стоек органной крепи и первого ряда БЖБТ

Также был проведен анализ процесса доставки БЖБТ. После выгрузки рабочими из вагонетки железобетонных блоков в ходке № 8 они были обследованы на наличие повреждений. В результате установлено, что из блоков высотой 150 мм разрушено 22,5 % от общего числа блоков данного типа. Из блоков высотой 100 мм

разрушено 21,74 %. Таким образом, следует предположить, что основную часть повреждений блоки получают при погрузочно-разгрузочных работах. Кроме этого, для получения актуальных данных о смещении пород массива, был проведен мониторинг изменения сечения выработки (рисунок 2).

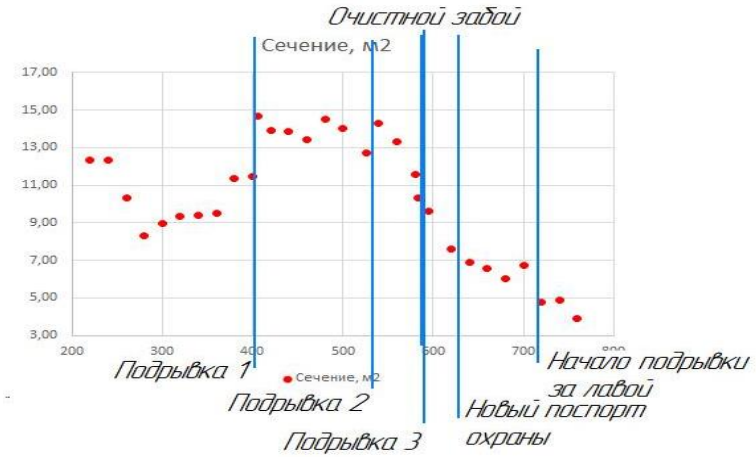


Рисунок 2 – Изменение сечения выработки по длине ходка

В ходе инструментальных измерений было установлено, что три подрывки почвы перед лавой не помогают сохранять сечение ходка за лавой, где оно составляет менее 5 м^2, что является недопустимым для его дальнейшей эксплуатации без очередной подрывки почвы.

Таким образом для улучшения состояния ходка были внесены ряд изменений в паспорт крепления и охраны выработки.

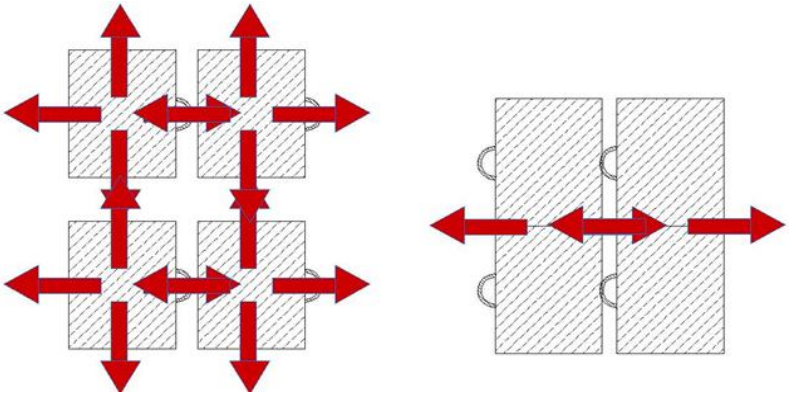
В результате тесного взаимодействия с коллективом шахты, рекомендации по совершенствованию технологии крепления сопряжения внедрялись за несколько этапов.

На первом этапе применили полосы БЖБТ, шириной 1,5 м с деревянными прокладками. Кроме этого, на данном участке осуществлялось начало подрывки почвы вслед за окном лавы, укорачивание снимаемой ножки крепи на 1 м и установка ремонтин под углом к очистному забою. Наблюдениями установлено, что после прохода лавы под влиянием сдвижения массива со стороны лавы ремонтины выравниваются в вертикальной плоскости не теряя работоспособности.

На втором этапе была апробирована технология выкладки тумб БЖБТ под профилем, при которой кривизна и количество линий профиля влияния на них не оказывают, что значительно облегчает их установку. Кроме этого, пространство между кровлей и тумбами заполнялось деревом. Таким образом, было разработано второе дополнение к паспорту крепления.

Прокладки из дерева удлинили до 1 м (параллельно очистному забою) для соединения двух смежных тумб. Таким образом, мы получаем одну тумбу с размерами 400 × 1000 мм. Выкладка прокладок из дерева производилась через каждые три ряда блоков. Следует отметить важность полной затяжки брусом между профилем и блоками.

Обследование показало, что спаренная тумба имеет большую устойчивость по сравнению с одиночной и практически не смещается в сторону лавы или выработки, однако она заваливается на другие тумбы вдоль выработки (рисунок 3).



а) б)

Рисунок 3 – Направления смещения одиночных (а) и спаренных (б) тумб (вид сверху)

В связи с тем, что тумба, размером 400 × 1000 ×1500 мм является неустойчивой, было принято решение формировать непрерывную полосу или более устойчивые спаренные тумбы.

Таким образом на следующем этапе при использовании стандартных блоков после рекомендаций начали выкладываться тумбы, состоящие из четырех. Размер одной такой составной тумбы 800 × 1000 × 1500 мм (рисунки 4, 5). Это достигается разнесением канатных ручек в соседних блоках в разные стороны и перевязыванием тумб и параллельно и вдоль выработки. Необходимо отметить, что перевязывать деревом стоит через 3 ряда блоков толщиной 0,1 м или через 2 ряда блоков 0,4 м. Последний мониторинг показал, что выкладка тумб осуществлялась без нарушения обговоренной технологии и перевязка выполнялась в двух направлениях с закладкой деревом под кровлю.

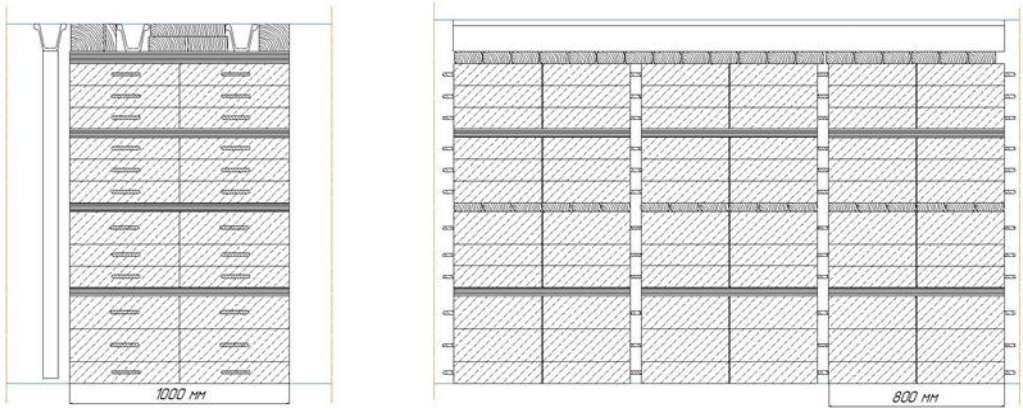


Рисунок 4 – Составная тумба с размерами 800 × 1000 × 1500 мм

Рисунок 5 – Составная тумба из четырех стандартных

Выводы.

В результате тесного сотрудничества с шахтой и выполнения наших рекомендаций выработана технология выкладки составных тумб, имеющих хорошую устойчивость и меньшую трудоемкость установки.

В ходе внедрения нового способа выкладки охранной полосы выработан ряд рекомендаций: перешивка тумбы досками должна осуществляться параллельно выработке и лаве не менее 2-х раз в каждом направлении (необходимо первоначально ориентироваться на верхнюю часть тумбы, где выкладка бруса всегда ориентирована параллельно лаве); выкладку бруса под профиль СВП необходимо выполнять всплошную, без разрывов; при выкладке тумб необходимо придерживаться одной осевой линии вдоль подготовительной выработки; составные тумбы в полосе необходимо располагать на минимальном расстоянии друг от друга.

Список литературы

1. Кошелев, К. В. Охрана и ремонт горных выработок [Текст] / К.В. Кошелев, Ю. А. Петренко, А. О. Новиков. – М.: Недра, 1990. – 218 с.

УДК 622.268.1

МЕХАНИЗМ СДВИЖЕНИЯ ПОРОДНЫХ СЛОЕВ НАД ВЫРАБОТАННЫМ ПРОСТРАНСТВОМ

Н. И. Лобков [1], А. Г. Радченко[1]

1 – Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела, ул. Челюскинцев, д. 291, г. Донецк, 283004, ДНР

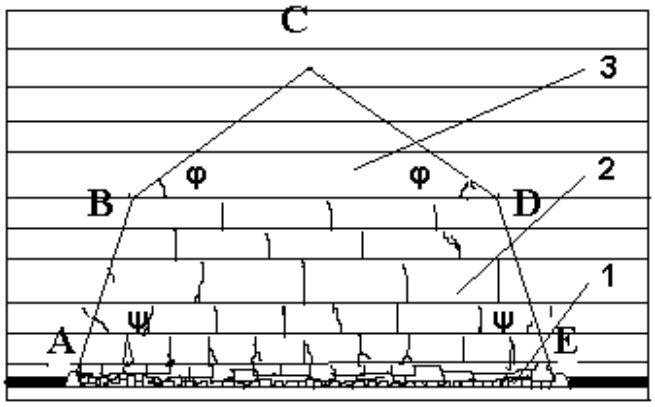
Аннотация: В статье приведены результаты исследований механизма сдвижения породных слоев над выработанным пространством в зоне влияния очистных работ, рассмотрена последовательность разрушения и обрушения слоев в результате изгиба.

Annotation. The article presents the results of studies of the mechanism of movement of rock layers over the worked-out space in the zone of influence of cleaning operations, the sequence of destruction and collapse of layers as a result of bending is considered.

Ключевые слова: углепородный масив, породный слой, опорное давление, очистной забой, вмещающие породы, посадка кровли, механизм сдвижения.

Key words: carbonaceous massif, rock layer, support pressure, cleaning face, host rocks, roof planting, sliding mechanism.

Исследования сдвижения породных слоев над выработанным пространством [1] позволили установить, что в процессе выемки угля, над выработанным пространством, непосредственно над пластом породы кровли беспорядочно обрушаются, упорядоченно обрушаются и изгибаются с потерей несущей способности и изгибаются без потери несущей способности (рис. 1). Зоны (1) и (2) ограничены линиями, проведенными под углом обрушения пород- ψ к плоскости залегания пласта, а зона (3) ограничена линиями, проведенными под углом изгиба пород - **φ**.



ABCDE – область сдвижения породного массива в выемочном поле действующей лавы;
1; 2; 3 – соответственно зоны беспорядочного обрушения, упорядоченного обрушения и прогиба слоев без потери несущей способности.

Рисунок 1 – Область сдвижения пород над выработанным пространством действующей лавы

Область сдвижения формируется, начиная с момента отхода лавы от разрезной печи. Максимальный изгиб породных слоев в пределах упругости происходит до их разрушения. Формирование опорного давления происходит при изгибе породных консолей зоны № 2 и изгиба слоев зоны № 3.

Породный слой изгибается над выработанным пространством, оказывая повышенное давление на краевую часть угольного пласта с последующим разрушением и обрушением породного слоя [2]. Основной причиной разрушения и обрушения слоя является формирование в породном слое разрушающих напряжений.

Поэтому установление условий формирования разрушающих напряжений и процесса разрушения породного слоя **является актуальной задачей.**

Горный массив осадочных пород является слоистым и при изгибе каждого слоя над выработанным пространством формирование напряжений в каждом слое будет различным.

На рисунке 2 приведены результаты аналитических исследований формирования горизонтальных напряжений при изгибе

слоистого породного массива, полученные с использованием программы «Ansys».

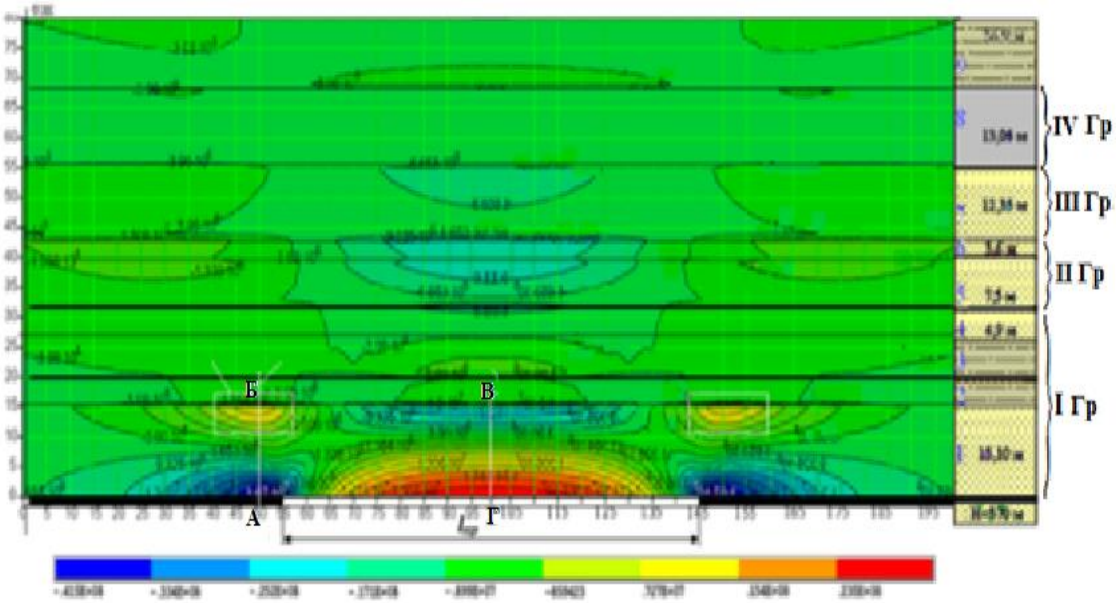


Рисунок 2 – Распределение горизонтальных напряжений в слоистом изгибающемся, породном массиве перед первичной посадкой кровли: 1…9 – очередность залегания породных слоев кровли; I…IV Гр – группы породных слоев кровли.

При отходе лавы от разрезной печи на величину предельного пролета ($l_{пр}$) в слое № 1 формируются горизонтальные растягивающие и сжимающие напряжения. На нижней кромке слоя в точке А и на верхней кромке в точке В формируются максимальные горизонтальные сжимающие, а на верхней кромке слоя в точке Б и на нижней кромке слоя в точке Г формируются максимальные растягивающие напряжения. Распространению трещины, образовавшейся в точке Г, по всей мощности слоя препятствуют возрастающие горизонтальные сжимающие напряжения у верхней кромки. Трещина, зародившаяся в точке Б, пересекает слой № 1 по всей мощности. Горизонтальные сжимающие напряжения над точкой А, не препятствуют пересечению слоя за счет сжатия и разрушения краевой части пласта за счет опорного давления. Происходит разрушение и обрушение слоя № 1.

Сдвижение породных слоев (изгиб в пределах упругости, разрушение и обрушение) над выработанным пространством

формируют области сдвижения пород. Вслед за подвиганием лавы происходит интенсивное сдвижение пород, образуя область интенсивных сдвижений. Результаты натурных замеров, произведенные в Карагандинском бассейне [3], свидетельствуют о плавном переходе зоны интенсивных сдвижений в зону пластических деформаций (рисунок 3). В зоне пластических деформаций формируется область замедленного сдвижения пород. Глубина ведения работ оказывает влияние на размер зоны интенсивных сдвижений каждого породного слоя.

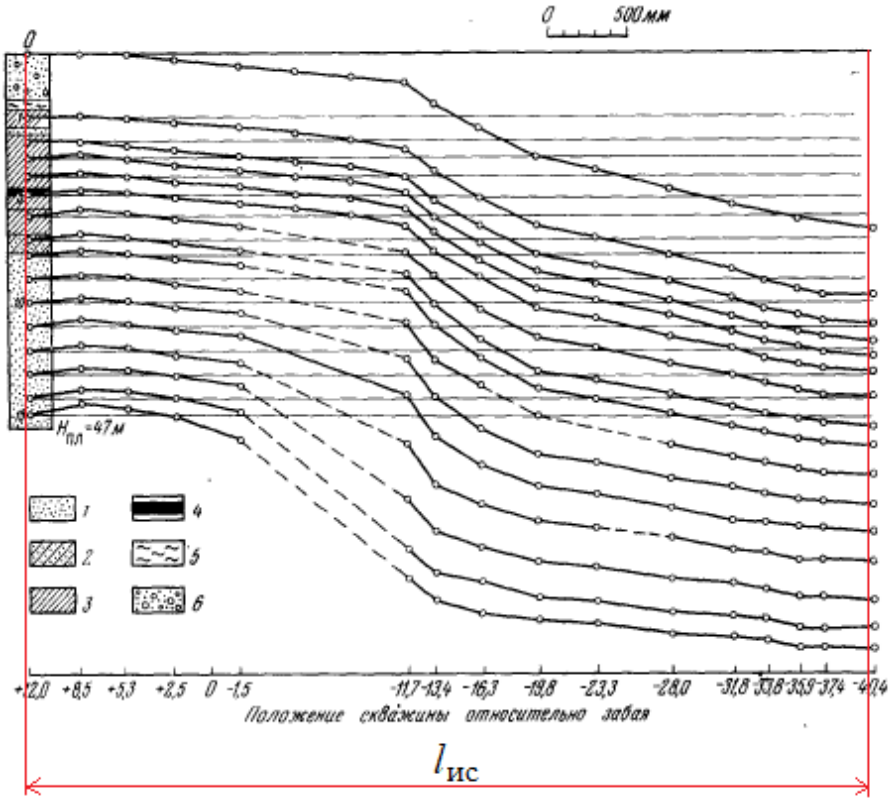


Рисунок 3 – Вертикальное сдвижение глубинных реперов скважины 7635 от положения относительно забоя [3]: $l_{ис}$ – длина области интенсивных сдвижений кровли.

Область интенсивных сдвижений кровли оказывает первостепенное влияние на безопасность ведения очистных работ и на выбор типа механизированной крепи. По мере отработки последовательно одной, двух и более лав формирование общей области интенсивных сдвижений происходит до выхода ее на

поверхность. Наличие в кровле угольного пласта прочных пород-мостов ограничивает скорость роста области полных сдвижений.

На рисунке 4 показано развитие области интенсивных сдвижения пород над выработанным пространством при последовательной отработке трех лав. С увеличением размера выработанного пространства при последовательной отработке лав растет область сдвижения породных слоев в массиве.

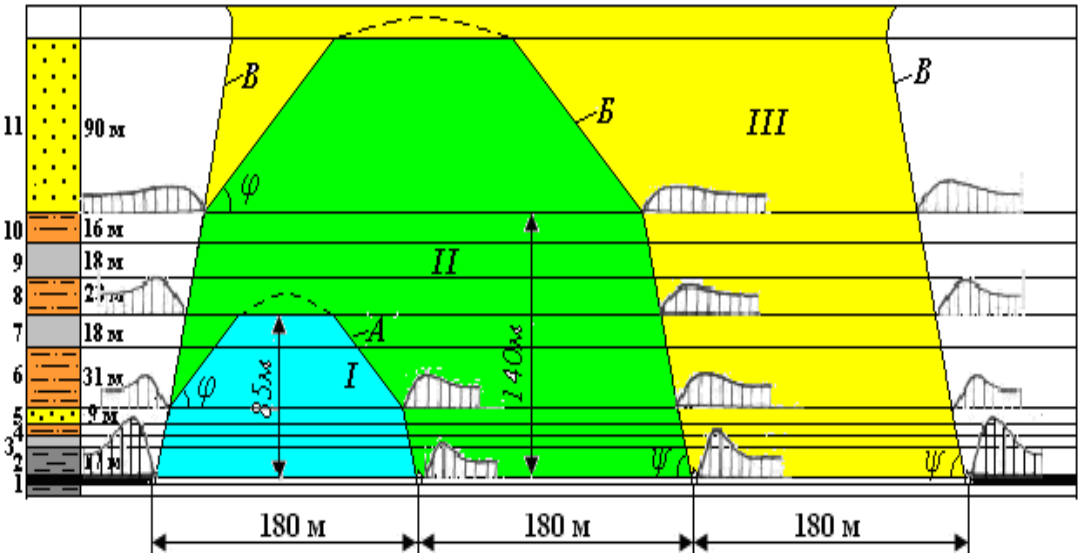


Рисунок 4 – Развитие области интенсивных сдвижения пород над выработанным пространством при последовательной отработке трех лав и управлением кровлей полным обрушением: *I,II,III* – области сдвижения пород при отработке одной, двух, трех лав соответственно; *А,Б,В*– линии, ограничивающие области сдвижения пород при отработке первой лавы, второй и третьей соответственно; 1…11 – номера слоев

При определенных размерах выработанного пространства область сдвижения выходит на поверхность. Рассчитав величины сдвижения групп породных слоев, можно прогнозировать сдвижения поверхности.

Выводы.

1. При изгибе, в породном слое, формируются горизонтальные растягивающие и сжимающие напряжения, под действием которых происходит образование разрушающей трещины на верхней кромке слоя в зоне опорного давления и ее распространение по всей мощности слоя. Происходит обрушение слоя.

2. По мере подвигания лавы от разрезной печи, формируется область интенсивных сдвижений пород и достигает максимума, при отходе лавы на расстояние равное ее длине. При отработке последовательно второй лавы, максимум высоты области интенсивных сдвижений образуется при отходе второй лавы от разрезной печи на величину, равную сумме длин двух лав.

Перечень ссылок.

1. Лобков, Н. И. Алгоритм прогнозирования максимального опорного давления в процесс работы лавы [Текст] / Н.И. Лобков, В. С. Маевский, А. А. Лобков // Журнал теоретической и прикладной механики № 2-75, ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», Донецк, 2021.– С. 74-82.

2. Лобков, Н. И. Формирование области сдвижения пород кровли при ведении очистных работ [Текст] / Н. И. Лобков, И. И. Клочко // Проблемы горного давления. ДонНТУ, Донецк, 2017. – Сб. № 1 (30).– С. 43-51.

3. Канлыбаева, Ж. М. Закономерности сдвижения горных пород в массиве [Текст] / Ж. М. Канлыбаева.– Изд-во «Наука», Алма-Ата, 1968.– 108 с.

УДК 622.838

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СТРУКТУРНЫХ ПЕРЕСТРОЕК В УГЛЕПОРОДНОМ МАССИВЕ ВПЕРЕДИ ОЧИСТНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

О.В. Бакаев
ФГБОУ ВО «ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
г. Алчевск, ЛНР

Предложена интеллектуальная система мониторинга интенсивности структурных перестроек в углепородном массиве в плоскости выемочного столба впереди очистной горной выработки и определения неоднородностей в этом пласте.
An intelligent system has been proposed for monitoring the intensity of structural changes in the coal rock massif in the plane of the excavation column in front of the mine working and for determining heterogeneities in this layer.
Ключевые слова: тинтеллектуальная система, структурные перестройки, акустическая и электромагнитная эмиссия.
Keywords: intelligent system, structural changes, acoustic and electromagnetic emissions.

Современное развитие угледобывающей промышленности неразрывно связано с освоением и разработкой месторождений на больших глубинах в сложных горногеологических и горнотехнических условиях.

Постоянное возрастание глубины разработок осложняется увеличением шахтопластов, склонных к газодинамическим явлениям, что служит одной из причин снижения дальнейшего роста добычи угля.

При разработке месторождений непрерывно изменяется горногеологическая и горнотехническая ситуация, которая обуславливает необходимость непрерывного контроля напряженного состояния краевой зоны углепородного массива. Известно, что параметры краевой зоны, распределение величины напряжений в ее пределах, а также динамические изменения во времени и пространстве определяют геомеханические и газодинамические процессы, которые сопровождают разработку полезного ископаемого: отжим угля, конвергенцию боковых пород, внезапные обрушения и высыпания, горные удары, выбросы угля и газа и обычное

газовыделение. К сожалению, не своевременное предсказание этих явлений сопровождается гибелью шахтеров и большими материальными потерями.

Как показывают анализ и практика [1, 2], безопасная и эффективная эксплуатация горных выработок, особенно в сложных горногеологических и горнотехнических условиях, к тому же на больших глубинах, возможна лишь при получении своевременной информации о состоянии углепородного массива (УГПМ) в плоскости выемочного столба впереди очистного забоя.

При ведении очистных работ призабойная часть угольного пласта испытывает дополнительные периодические нагрузки от зависания и разрушения пород кровли. В этой связи изменяются условия перераспределения напряжений, вызванные подвиганием угольного забоя, происходят структурные перестройки (скрытое трещинообразование) угля и вмещающих горных пород, сопровождающиеся выделением энергии в широком спектре частот.

Из-за существенных силовых и структурных неоднородностей в УГПМ возникает разнообразная динамика скрытого трещинообразования по мере подвигания угольного забоя.

Это, в свою очередь, приводит к разупрочнению углепородного массива, меняет динамику десорбции метана и его диффузию в искусственно образованные полости. Причем, вариации величин техногенных напряжений очень сильно зависят от скорости подвигания лавы и подготовительных горных выработок, а также от всевозможных технологических мероприятий, проводимых на добычных участках.

Таким образом, пласт угля и вмещающие горные породы служат своеобразными датчиками изменения во времени горного давления в рабочем пространстве выработки. Носителем достаточно полной и достоверной информации является пассивная акустическая и электромагнитная эмиссия, возникающая при структурных перестройках в углепородном массиве, зависящая, в первую очередь, от величины воздействующих напряжений на углепородный массив и его физико-механических свойств [3, 4]. На основании этого эффекта была предложена интеллектуальная система мониторинга интенсивности структурных перестроек в углепородном массиве в плоскости выемочного столба впереди очистного забоя и подготовительных горных выработках.

Кроме того, эта система, регистрируя активную составляющую сейсмоакустических сигналов, наведенную режущим органом комбайна или струга, позволяет определять структурные

неоднородности угольного пласта и скорость распространения сейсмоакустических сигналов, что приводит к получению дополнительной информации о углепородном массиве (УГПМ) и существенно уменьшает погрешность при мониторинге интенсивности структурных перестроек в углепородном массиве.

Комплексное использование данных методов и средств, способных в режиме реального времени измерять одновременно сейсмоакустическую и электромагнитную эмиссию, скорость газовыделения, температуру угольного пласта позволит создать эффективную интеллектуальную систему мониторинга геодинамических процессов в углепородных массивах шахты с несколькими добычными участками, архитектура которой представлена на рисунке 1.

Интеллектуальная система мониторинга состоит из трех комплексов: подземного, поверхностного и комплекса передачи информации. Подземный комплекс, в свою очередь, состоит из двух подсистем, которые устанавливаются соответственно в откаточном и вентиляционном штреках.

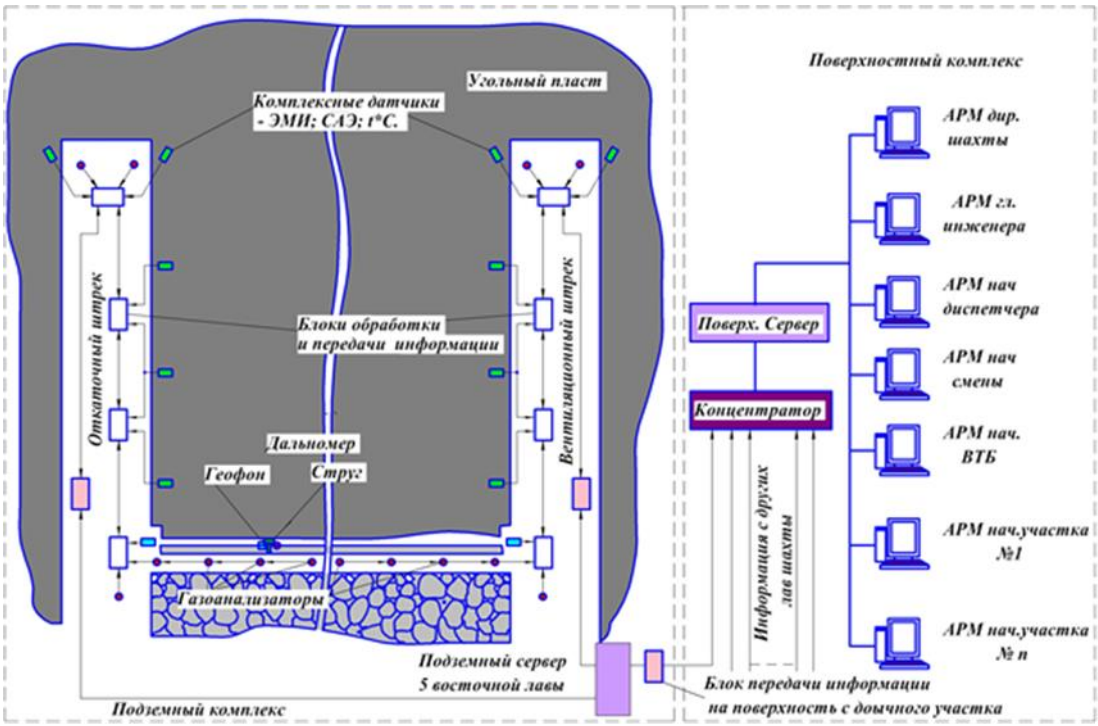


Рисунок 1 — Архитектура интеллектуальной системы мониторинга углепородного массива

В подземном комплексе в реальном масштабе времени функционируют одновременно все задействованные подсистемы, в

том числе и вышеперечисленные. Сбор данных является неотъемлемой частью мониторинга, поэтому в измерительной подсистеме задействованы различные датчики, которые обеспечивают соответствующие подсистемы текущей информацией. Комплексные датчики (КД) предназначены для регистрации пассивной электромагнитной и акустической эмиссии, возникающей при структурных перестройках в углепородном массиве, а также техногенных шумов, возникающих от взаимодействия режущего органа комбайна с углем. Кроме того, КД измеряет температуру угольного пласта в зоне установки, регистрируя тем самым возможные десорбционные процессы метана. Первичный спектр шумов регистрирует геофон, укрепленный на комбайне. Дальномеры определяют геометрическое положение режущего органа в лаве, тем самым позиционируя источник излучения акустической эмиссии.

Вся информация, предварительно обработанная на подземных блоках обработки, передается по соответствующим каналам на поверхностный комплекс, где осуществляется окончательная обработка информации, которая поступает на автоматизированные рабочие места (АРМ) соответствующих служб.

На рисунке 2 представлена визуализация интенсивности структурных перестроек в УГПМ добычного участка впереди очистного забоя на АРМ диспетчера шахты.

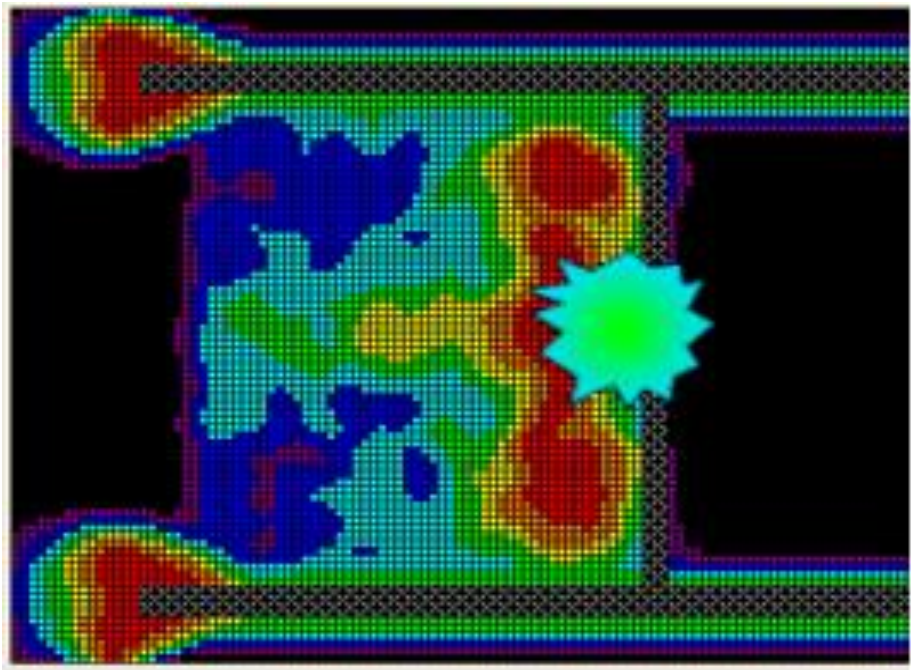


Рисунок 2 — Визуализация интенсивности структурных перестроек в УГПМ добычного участка впереди очистного забоя на АРМ диспетчера шахты

Выводы

Предложенная интеллектуальная система мониторинга геодинамических процессов в углепородном массиве в плоскости выемочного столба впереди очистного забоя и подготовительных горных выработках позволит в режиме реального времени определять:

– интенсивность структурных перестроек;

– определять структурные неоднородности угольного пласта;

– определять его температурный режим;

Мониторинг динамики изменения этих параметров позволит уже в ближайшем будущем обеспечить получение качественно новой информации о процессах и явлениях в массивах горных пород.

Перечень ссылок

1. Геофизический контроль массива при отработке угольных пластов / А. Ф. Булат, В. К. Хохолев; отв. ред. Зорин А. Н.; АН УССР. Институт геотехнической механики. — К.: Наук. думка, 1990. — 168 с.

2. Аксенов А. А., Ожиганов И. А., Исьянов О. А. Применение метода акустической эмиссии для прогноза удароопасности массива горных пород // Горный журнал. — 2014. — № 9. — С. 82—84.

3. О прогнозе разрушения горных пород на основе регистрации импульсов электромагнитного излучения // М. В. Курленя, А. Г. Вострецов, Г. Е. Кулаков, Г. Е. Яковицкая // ФТПРПИ. — 2001. — № 3. — С.41–52

4. Спожакин А.И., Бакаев О.В. Экспериментальные исследования электромагнитного и акустического излучения при деформации образцов горных пород. \\ Физико-технические проблемы горного производства: Сб. науч. трудов — 2006. — Вып. 9. — С. 71-81.

УДК 622.8

РЕКОМЕНДАЦИИ К ИНСТРУКЦИИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА РАБОТНИКОВ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

И.Ю. Голик, О.Г. Кременев
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «МАКЕЕВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
г. Макеевка, ДНР

Выполнен анализ законодательной и нормативной базы Российской Федерации и Донецкой Народной Республики, касающийся разработки инструкций по охране труда для работников угольной промышленности. Разработаны рекомендации по определению трудовой функции работника угольной промышленности применительно к инструкции по охране.
Annotation. The analysis of legislative and normative base of Russian Federation and Donetsk Republic of People's is executed, touching development of instructions on a labour protection for the workers of coal industry. Worked out to recommendation on determination of labour function of worker of coal industry as it applies to instruction on a guard.
Ключевые слова: инструкция, охрана туда, предприятия угольной промышленности, трудовая функция.
Keywords: instruction, guard there, enterprises of coal industry, labour function.

Основным локальным нормативным актом, применяемым в системе нормативного регулирования работодателя и регламентирующим жизнь и здоровье работников предприятий угольной промышленности, является инструкция по охране труда (ИОТ) для этих работников. За период 2014-2022 гг в Российской Федерации (РФ) произошло реформирование законодательства в сфере охраны труда, повлекшее за собой кардинальные изменения требований к порядку разработки и содержанию ИОТ [1]. Согласно этим изменениям ИОТ разрабатывается работодателем на основе установленных государственных нормативных требований охраны труда, требований правил, разработанных работодателем, а также на основе анализа трудовой функции работников по профессии, виду и составу выполняемой работы. Поэтому определение трудовой функции работника угольных предприятий актуальная задача охраны

труда отрасли.

Цель доклада – разработка рекомендаций по определению трудовой функции работника угольной промышленности применительно к инструкции по охране труда с учетом изменений законодательства РФ.

Для достижения данной цели были решены следующие задачи. 1. Выполнить анализ законодательной и нормативной базы РФ и ДНР касающийся разработки ИОТ для работников угольной промышленности. 2. Разработать рекомендации по определению трудовой функции работника угольной промышленности применительно к инструкции по охране.

Анализ законодательной и нормативной базы РФ показал, что в результате кардинальных изменений в сфере охраны труда, разработан и введен в действие новый порядок разработки ИОТ для профессий, должностей, видов и состава выполняемых работ, регламентируемый [1]. В соответствии с требованиями этого документа разработка ИОТ осуществляется работодателем с учетом результатов анализа трудовой функции работника. Согласно ст. 57 Трудового кодекса РФ «трудовая функция» – это работа по профессии, специальности с указанием квалификации; конкретный вид поручаемой работнику работы [2]. Определение трудовой функции работника конкретной профессии начинается с установления наименования профессии, соответствующей Общероссийскому классификатору профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОКПДТР) [3]. В соответствии с [3] устанавливаем точную формулировку наименования профессии, её код; диапазон тарифных разрядов (классов, групп); номер выпуска (из 27 выпусков) Единого тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих, содержащего информацию о виде и выполняемых работах (ЕТКС) [4]. Так, в выпуске 1 ЕТКС содержатся профессии рабочих, общие для всех отраслей народного хозяйства. В разделе «Тарифно-квалификационные характеристики», представлен перечень рабочих профессий, каждая из которых обозначена параграфом, включающим пункты: «Характеристика работ» и «Должен знать».

Тарифно-квалификационные характеристики (ТКХ), приведенные в справочнике, содержат описание основных, наиболее часто встречающихся работ по профессиям рабочих. ТКХ профессий рабочих разработаны применительно к шестиразрядной тарифной сетке, за исключением отдельных случаев, указанных в соответствующих характеристиках. Разряды работ установлены по их сложности, как правило, без учета условий труда. В необходимых

случаях условия труда (тяжесть, вредность и др.) учитываются путем установления повышенных тарифных ставок, утверждаемых соответствующими органами.

В пунктах «Должен знать» ТКХ всех профессий указана необходимость обладания знаниями в пределах выполняемых работ.

Наряду с ЕТКС трудовую функцию работника рекомендуется определять с помощью профессиональных стандартов (ПС) по искомой профессии. Для этого устанавливается необходимый ПС в реестре профессиональных стандартов Министерства труда РФ на 2024 г [5]. При наличии ПС для искомой профессии (или базовой группы должности (профессии) или специальности) устанавливаем трудовую функцию по информации этого ПС.

Каждый ПС содержит следующие разделы: «I. Общие сведения»; «II. Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)»; «III. Характеристика обобщенных трудовых функций».

В разделе «I. Общие сведения» содержатся: наименование вида профессиональной деятельности и код; основная цель вида профессиональной деятельности; группа занятий, код Общероссийского классификатора занятий (ОКЗ); отнесение к видам экономической деятельности.

В разделе «II. Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)» приводится таблица из двух колонок. В левой – перечень «Обобщенных трудовых функций» (код, наименование, уровень квалификации). В правой – перечень «Трудовых функций» (наименование, код, уровень квалификации) выполняемых работником данной профессии.

В разделе «III. Характеристика обобщенных трудовых функций» имеется два пункта. В первом пункте размещается три таблицы. Первая таблица содержит наименование обобщенной трудовой функции, код, уровень квалификации работника данной профессии; регистрационный номер профессионального стандарта. Вторая таблица содержит: возможные наименования должностей, профессий; требования к образованию и обучению; требования к опыту практической работы; особые условия допуска к работе; другие характеристики. Третья таблица «Дополнительные характеристики» содержит: наименование документа, код, наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности. Во втором пункте раздела III содержится информация о трудовых функциях из

перечня трудовых функций раздела «II. Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)».

Информация о каждой трудовой функции представлена виде трех таблиц. В первой приведена первая трудовая функция из перечня трудовых функций раздела II: её наименование, код, уровень (подуровень) квалификации. Во второй таблице данные о происхождении трудовой функции, оригинале документа, отметке о заимствовании данных из оригинала, код оригинала, регистрационный номер профессионального стандарта. В третьей таблице приведена информация по анализируемой трудовой функции, содержащая: «Трудовые действия» (перечень); «Необходимые умения» (перечень); «Необходимые знания» (перечень); «Другие характеристики». В строке таблицы «Другие характеристики» для предприятий угольной промышленности указываются условия труда (тяжесть, вредность, опасность работы на опасных производственных объектах).

По такому же алгоритму приведены сведения по остальным трудовым функциям из перечня всех трудовых функций раздела II. Таким образом, с помощью ПС можно сформировать исходные данные о трудовой функции конкретной профессии.

Анализируя данные, содержащиеся в тарифно-квалификационных характеристиках ЕТКС [3,4], и информацию, содержащуюся в профессиональных стандартах [5], получаем справочную информацию о трудовой функции искомой профессии.

При установлении трудовой функции кроме работ, предусмотренных ТКХ, рабочие должны также выполнять работы, связанные с приемкой и сдачей смены, своевременной подготовкой к работе и уборкой своего рабочего места, оборудования, инструментов, приспособлений и содержанием их в надлежащем состоянии; ведением установленной технической документации. В тех случаях, когда для той или иной профессии в справочнике предусматривается несколько разрядов, а, следовательно, и ТКХ, рабочий более высокой квалификации помимо работ, перечисленных в тарифно-квалификационной характеристике присвоенного ему разряда, должен обладать знаниями, навыками и умением выполнять работы, предусмотренные ТКХ рабочих более низкой квалификации этой же профессии. Поэтому те работы, которые приведены в ТКХ более низких разрядов, в характеристиках более высоких разрядов, как правило, не указываются. В характеристиках работ низших разрядов отдельных профессий исходя из условий производства или характера

выполняемой работы записано, что ведение технологического процесса или выполнение отдельных работ производится под руководством рабочего более высокой квалификации. В таких случаях рабочие более высоких разрядов должны уметь руководить рабочими более низких разрядов той же профессии и осуществлять это руководство. Рабочие высших разрядов, занятые ведением технологических процессов, должны руководить рабочими, участвующими в ведении этих процессов [4].

Конкретное содержание, объем и порядок выполнения работ на каждом рабочем месте устанавливаются на предприятиях, в организациях технологическими картами, рабочими инструкциями или другими документами.

Вывод. При разработке инструкций по охране труда для работников угольной промышленности, с учетом изменений в законодательстве РФ в сфере охраны труда, рекомендуется при установлении трудовой функции конкретной профессии использовать информацию тарифно-квалификационных характеристик из ЕТКС, данные о трудовых функциях из профессиональных стандартов Минтруда РФ, а также конкретное содержание, объем и порядок выполнения работ на каждом рабочем месте угольного предприятия.

Перечень ссылок

1. Основные требования к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем; утв. приказ Мин-ва труда и социальной защиты РФ от 29.10.2021 г. № 772н. Текст: электронный // Контур.Норматив. [сайт]. – 2021. – RTL https://normativ.kontur.ru/ (дата обращения 20.04. 2024).

2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30. Декабря 2001 г N 197ФЗ. Принят Государственной Думой 21.12.2001 г. Одобрен Советом Федерации 26.12.2001 г. Текст: электронный // Контур.Норматив. [сайт]. – 2021. – RTL https://normativ.kontur.ru/ (дата обращения 21.04. 2024).

3. Классификатор профессий и должностей 2024 с поиском по названию/ Текст: электронный // ОКПДТР 2024 Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов. Постановление Госстандарта РФ от 26.12.1994 N 367 (ред. от 19.06.2012) [сайт]. – 2023. – RTL http://okpdtr.ru/ (дата обращения 25.04. 2024).

4. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. Текст: электронный // Ассистентус [сайт]. – 2016. – RTL https:// assistentus.ru/etks/?ysclid=lw5zi7vpuj338403172. (дата обращения 25.04. 2024).

5. Профстандарты 2024 онлайн. Перечень обязательных профстандартов. Профессиональные стандарты Минтруда РФ. Текст: электронный // Класс Информ.ру [сайт]. – 2024. – RTL https://classinform.ru/profstandarty.html?ysclid= lw5z2mgy40857813644 (дата обращения 22.04. 2024).

УДК 622.831

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ РЕГИСТРАЦИИ ВЫБРОСОВ ПОРОДЫ И ГАЗА КАК ПЕРСПЕКТИВА ПЕРЕХОДА К ЦИФРОВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

Р.М. Богоудинов, М.Ф. Рыжков, А.Д. Бондаренко,
А.Н. Цопа, А.А. Черниговцев
Государственное учреждение «Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности»,
г. Макеевка, ДНР

Аннотация. Выполнена обработка данных из актов расследования выбросов породы и газа, произошедших на ряде шахт Донбасса. Разработана версия 1.0.1 информационно-аналитической программы регистрации выбросов породы и газа, применение которой будет способствовать повышению безопасности проведения горных выработок по выбросоопасным породам.
Annotation. Data were processed from acts of investigation of rock and gas emissions that occurred at a number of Donbass mines. Version 1.0.1 of the information and analytical program for recording rock and gas emissions has been developed, the use of which will help improve the safety of mine workings on hazardous rocks.
Ключевые слова: выброс породы и газа, информационно-аналитическая программа.
Keywords: rock and gas outburst, information and analytical program.

Процесс подземной разработки угольных пластов в сложных горно-геологических условиях шахт Донбасса нередко осложняется проявлением динамических явлений, к числу которых согласно действующей нормативной документации [1] относятся и внезапные выбросы породы и газа. Выбросы породы и газа (выбросы песчаников) могут сопровождаться травматизмом шахтеров, повреждением горношахтного оборудования, нарушением нормального режима проветривания выработок.

Анализируя динамику проявления динамических явлений (ДЯ) в шахтах Донбасса за последние 20 лет, можно отметить, что выбросы породы и газа с уровнем проявления 22,4% (от общего количества ДЯ) занимают второе место вслед за выбросами угля и газа,

произошедшими при сотрясательном взрывании (уровень проявления составляет 65%).

С начала 60-х годов прошлого столетия выбросы породы и газа стали происходить на разных шахтах Донбасса [2], что совпало по времени со строительством новых угледобывающих предприятий и подготовкой новых горизонтов. В МАКНИИ с 1960 года ведется систематический учет произошедших выбросов породы и газа и в настоящее время архивный фонд содержит порядка 5000 экземпляров актов расследования выбросов породы и газа.

Большая длительность хранения актов расследования ДЯ негативно сказывается на их состоянии. Для сохранения архивного фонда МАКНИИ и обеспечения технической возможности выполнения статистического анализа данных актов расследования ДЯ было начато выполнение научно-исследовательской работы по разработке информационно-аналитической программы регистрации выбросов породы и газа, произошедших на шахтах Донбасса за период с 1960 г. по 2023 г.

В настоящее время к приоритетам научно-технологического развития Российской Федерации относятся направления, которые обеспечивают переход к передовым цифровым технологиям (в науке и различных отраслях промышленности), создание систем обработки больших массивов данных. Поэтому, разработка информационно-аналитической программы регистрации выбросов породы и газа стала актуальной научно-технической задачей, поскольку она позволяет объединить бумажные носители информации (акты расследования) в единую программу, применение которой предоставит специалистам объективную информацию о реальной выбросоопасности пород.

С целью создания информационно-аналитической программы на сегодняшний момент была выполнена обработка данных из 1109 актов расследования выбросов породы и газа, произошедших за период с 1964 г. по 1970 г. на следующих шахтах Донбасса: № 4-21, им. Скочинского (ранее «Петровская-Глубокая»), им. Артёма, № 1-5 «Кочегарка», им. Дзержинского, «Красноармейская-Капитальная», «Октябрьский рудник», «Щегловская-Глубокая» и «Пролетарская-Глубокая».

Обработка данных актов расследования ДЯ включала в себя анализ геологической характеристики породы, горнотехнических и геомеханических условий проведения выработки, видов работ перед выбросом, анализ характеристики ДЯ, а также осложняющих факторов (наличие геологического нарушения, зон повышенного

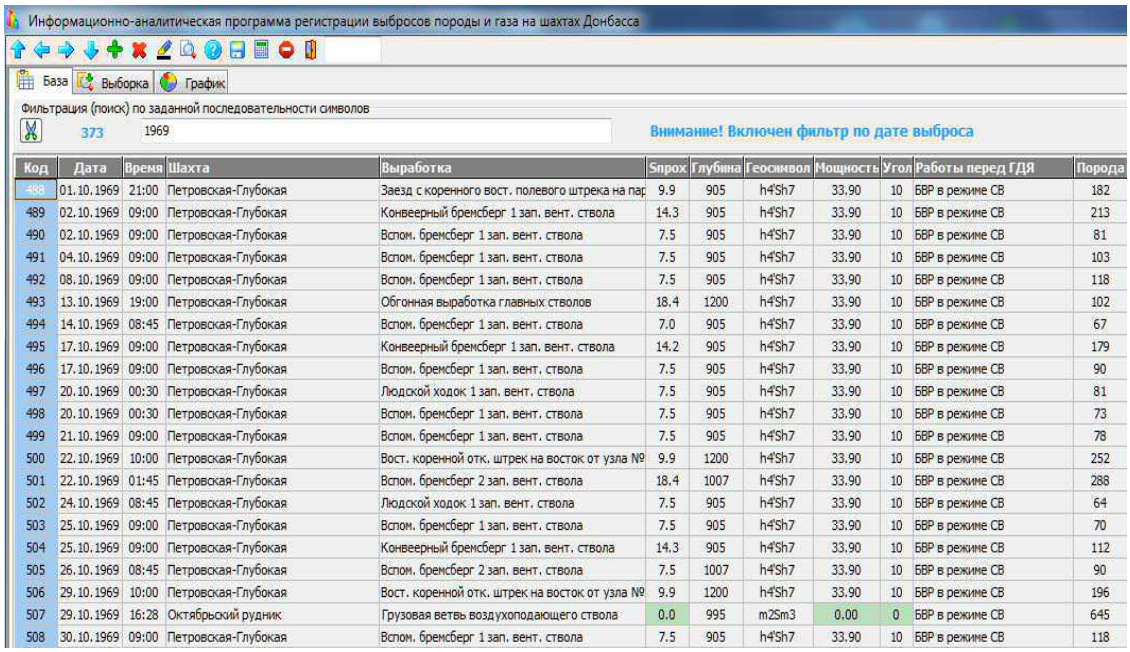
горного давления от влияющих пластов) и прилагаемой к акту графической части.

Обработанные данные были внесены в электронную базу. Параллельно с обработкой данных был выполнен перевод актов расследования выбросов породы и газа, произошедших на вышеуказанных шахтах, в электронный вид.

Таким образом, электронная база данных произошедших выбросов породы и электронные варианты актов стали основой для разработки информационно-аналитической программы регистрации выбросов породы и газа.

В настоящее время разработана версия 1.0.1 информационно-аналитической программы регистрации выбросов породы и газа, включающей в себя базу данных выбросов породы и газа, средство управления базой данных в виде десктопной компьютерной программы и скан-копии актов расследования ДЯ.

Данная программа создавалась с применением средства разработки приложений Delphi 2007 for Win32 в соответствии с [3]. Ниже на рисунке 1 приведен внешний вид главного окна программы.



Код	Дата	Время	Шахта	Выработка	Sпрох	Глубина	Геосимвол	Мощность	Угол	Работы перед ГДЯ	Порода
488	01.10.1969	21:00	Петровская-Глубокая	Заезд с коренного вост. полевого штрека на пар	9.9	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	182
489	02.10.1969	09:00	Петровская-Глубокая	Конвеерный бремсберг 1 зап. вент. ствола	14.3	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	213
490	02.10.1969	09:00	Петровская-Глубокая	Вспом. бремсберг 1 зап. вент. ствола	7.5	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	81
491	04.10.1969	09:00	Петровская-Глубокая	Вспом. бремсберг 1 зап. вент. ствола	7.5	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	103
492	08.10.1969	09:00	Петровская-Глубокая	Вспом. бремсберг 1 зап. вент. ствола	7.5	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	118
493	13.10.1969	19:00	Петровская-Глубокая	Обгонная выработка главных стволов	18.4	1200	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	102
494	14.10.1969	08:45	Петровская-Глубокая	Вспом. бремсберг 1 зап. вент. ствола	7.0	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	67
495	17.10.1969	09:00	Петровская-Глубокая	Конвеерный бремсберг 1 зап. вент. ствола	14.2	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	179
496	17.10.1969	09:00	Петровская-Глубокая	Вспом. бремсберг 1 зап. вент. ствола	7.5	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	90
497	20.10.1969	00:30	Петровская-Глубокая	Людской ходок 1 зап. вент. ствола	7.5	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	81
498	20.10.1969	00:30	Петровская-Глубокая	Вспом. бремсберг 1 зап. вент. ствола	7.5	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	73
499	21.10.1969	09:00	Петровская-Глубокая	Вспом. бремсберг 1 зап. вент. ствола	7.5	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	78
500	22.10.1969	10:00	Петровская-Глубокая	Вост. коренной отк. штрек на восток от узла №	9.9	1200	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	252
501	22.10.1969	01:45	Петровская-Глубокая	Вспом. бремсберг 2 зап. вент. ствола	18.4	1007	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	288
502	24.10.1969	08:45	Петровская-Глубокая	Людской ходок 1 зап. вент. ствола	7.5	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	64
503	25.10.1969	09:00	Петровская-Глубокая	Вспом. бремсберг 1 зап. вент. ствола	7.5	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	70
504	25.10.1969	09:00	Петровская-Глубокая	Конвеерный бремсберг 1 зап. вент. ствола	14.3	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	112
505	26.10.1969	08:45	Петровская-Глубокая	Вспом. бремсберг 2 зап. вент. ствола	7.5	1007	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	90
506	29.10.1969	10:00	Петровская-Глубокая	Вост. коренной отк. штрек на восток от узла №	9.9	1200	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	196
507	29.10.1969	16:28	Октябрьский рудник	Грузовая ветвь воздухоподающего ствола	0.0	995	m2Sm3	0.00	0	БВР в режиме СВ	645
508	30.10.1969	09:00	Петровская-Глубокая	Вспом. бремсберг 1 зап. вент. ствола	7.5	905	h4'Sh7	33.90	10	БВР в режиме СВ	118

Рисунок 1 – Главное окно версии 1.0.1 информационно-аналитической программы регистрации выбросов породы и газа

На основе данных информационно-аналитической программы получены предварительные результаты характеристики ДЯ и условий проявления выбросов породы и газа (выбросов песчаников). Так,

интенсивность проанализированных выбросов породы составила 8-3360 т, глубина возникновения выбросов – 703-1237 м, мощность слоев песчаников, давших выбросы – 1,2-62,0 м. Все выбросы были зарегистрированы при проведении подготовительных выработок буровзрывным способом в режиме сотрясательного взрывания.

В настоящее время выполнена обработка данных из актов расследования выбросов породы и газа, произошедших за период с 1964 г. по 1970 г., и данная работа будет продолжена за другие временные периоды (вплоть до 2023 г.). Параллельно с этим, будет осуществляться корректировка базы данных выбросов породы и отладка самой информационно-аналитической программы.

Следует отметить, что разрабатываемая информационно-аналитическая программа не только предоставит объективную информацию о реальной выбросоопасности пород в пределах конкретной шахты, но и позволит выполнять статистический анализ горно-геологических и горнотехнических условий проявления выбросов породы и газа с графическим отображением полученных результатов. Так, на рисунке 2 в качестве примера представлено полученное с помощью данной программы распределение количества выбросов породы и газа, произошедших на шахтах Донбасса за период 1964-1970 гг., по годам.

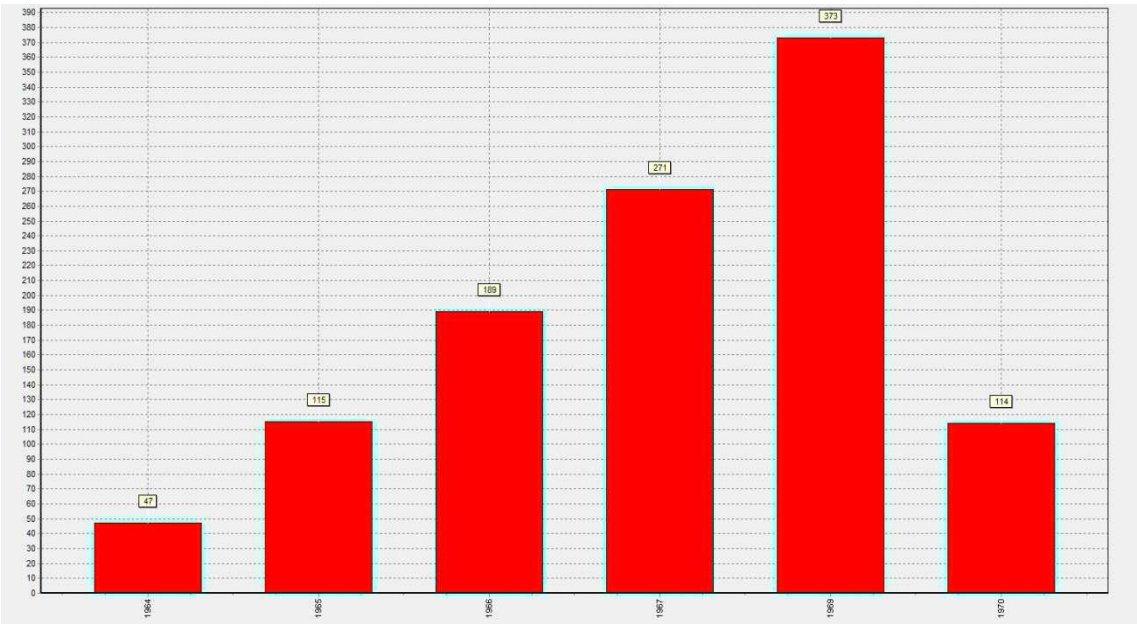


Рисунок 2 – Распределение количества выбросов породы по годам

Разработка и опыт применения информационно-аналитической программы регистрации выбросов породы и газа позволит в

дальнейшем разработать подобную программу для регистрации и статистического анализа условий проявления других видов ДЯ, произошедших на шахтах Донбасса, таких как внезапные выбросы угля и газа, внезапные выдавливания угля и др. Таким образом, может быть реализован комплексный подход к цифровизации в области регистрации и анализа происходящих ДЯ.

ВЫВОДЫ

Обработка данных актов расследования выбросов породы и газа и перевод актов в электронный вид позволили впервые разработать версию 1.0.1 информационно-аналитической программы регистрации выбросов породы и газа, включающей в себя базу данных выбросов, средство управления ею и скан-копии актов расследования ДЯ.

Информационно-аналитическая программа предоставит заинтересованным специалистам объективную информацию о реальной выбросоопасности пород в пределах конкретной шахты и тем самым будет способствовать выбору оптимальных мер по предотвращению ДЯ при проведении выработок по песчаникам.

Опыт применения данной программы и перспектива разработки в дальнейшем ее аналога для регистрации других видов ДЯ обеспечат переход к цифровизации в области регистрации и анализа ДЯ, происходящих в шахтах Донбасса.

Перечень ссылок

1. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 10 декабря 2020 г. № 515 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по прогнозу динамических явлений и мониторингу массива горных пород при отработке угольных месторождений». – URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=383031/(дата обращения: 13.05.2024).

2. Волошин Н.Е., Вайнштейн Л.А., Брюханов А.М., Кущ О.А., Бойко Я.Н., Рубинский А.А., Ризниченко А.И. Выбросы угля, породы в шахтах Донбасса (1906-2007 гг.) (Справочник). – Донецк: СПД Дмитренко, 2008. – 920 с.

3. Архангельский А.Я. Приемы программирования в Delphi на основе VCL. – М.: Бином-Пресс, 2006. – 944 с.

УДК 622.8:687.157

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КСЕНОНА В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО ГЕРМЕТИЧНОГО ПРОСЛОЙКА МЕТАЛЛИЧЕСКОМ ТРУБОПРОВОДЕ С ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ

Н.И. Майбенко, Н.А.Белоносова, Н.А.Васильева, Р.В.Береговой

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «МАКЕЕВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
г. Макеевка, ДНР

Изложены результаты исследований по использованию газа ксенона в качестве теплоизолятора в герметичном прослойке между наружной поверхностью трубопровода с теплоносителеми наружным воздухом для снижения теплопотерь при теплоснабжении поверхностных объектов.

Annotation. The paper presents the results of research on the use of xenon gas as a heat insulator in a sealed interlayer between the outer surface of a pipeline with external air coolants to reduce heat losses during heat supply to surface objects.

Ключевые слова: газ ксенон, герметичный прослоек, теплоноситель, металлический трубопровод, вода, теплообмен, теплопотери, теплотрасса.

Keywords: xenon gas, sealed interlayer, coolant, metal pipeline, water, heat exchange, heat loss, heat main.

Для обогрева поверхностных зданий в осенне-зимний период используется нагретая вода или пар, подаваемые к потребителям по металлическим трубопроводам. В настоящее время имеется эффективная теплоизоляция с малым коэффициентом теплопроводности, что позволяет существенно снижать теплопотери. Теплоизоляционное покрытие может наноситься непосредственно на поверхность трубопровода или с некоторым воздушным зазором (прослойком между ними).

Целью данной работы является сравнение теплоизоляционных свойств прослойка с газом ксеноном и воздушного прослойка.

В соответствии с данными таблицы[1] рекомендованных значений теплопроводности газообразного ксенона при P = 0,1 Мпа коэффициент теплопроводности ксенона в области температур

воздуха 100- (-30)^{0}С примерно в 5 раз меньше коэффициента теплопроводности воздуха, что является фактором увеличения теплоизолирующих свойств газа ксенона.

Для подтверждения данных свойств ксенона выполним тепловые расчеты для наиболее распространенного диаметра металлического трубопровода – 159 мм. В качестве теплоносителя используется нагретая вода со средней температурой 90^{0}С. Расчет выполним для прослойка, заполненным газом ксеноном, толщиной 10.

Прослоек предполагается полностью герметизированным на всем протяжении трубопровода с теплоносителем. Наружное металлическое покрытие соединяется с помощью сварки к металлическим буртикам, расположенным на наружной поверхности трубопровода с теплоносителем и прилегающих вплотную к внутренним частям фланцевых соединений трубопроводов. Высота буртика соответствует размеру прослойка, а толщина составляет 10 мм. Для заполнения прослойка ксеноном используется ниппельное устройство, расположенное в наружной части металлического покрытия возле внутреннего фланцевого соединения.

Исходные данные для расчета приняты в соответствии с рекомендациями [1-5]: внутренний и наружный диаметр трубопровода: $d_в$= 0,15м ; $d_н$= 0,159 м; внутренний и наружный диаметр трубопровода с прослойком с газом ксеноном и с воздушным прослойком: $d_{вк}$ =0,179м; $d_{вв}$ =0,179м; $d_{нк}$ =0,199м; $d_{нв}$ =0,199м; толщина стенки трубопровода $\partial_{тс}$= 0,0045 м; толщина прослойка ∂=0,01м; толщина стенки прослойка $\partial_{сп}$=0,002м; расход воды в трубопроводе$V_{тв}$= 0,5 м/с; средняя температура воды в трубопроводе $t_{тв}$= 90°С; температура наружного воздуха $t_в$ = - 6 ^{0}С; наружная температура стенки трубопровода без прослойка $t_{тс}$,^{o}С; наружная температура стенки трубопровода с прослойком с газом ксеноном и с воздушным прослойком $t_{пк}$,^{o}С; $t_{пв}$,^{o}С; коэффициент теплопроводности: стали $\lambda_с$ = 46 Вт/м^{o}С; воды $\lambda_{тв}$= 68х10^{-2} Вт/м^{o}С; наружного воздуха $\lambda_{нв}$ = 0,0241Вт/м^{o}С; газообразного ксенона $\lambda_к$=0,004915 т/м^{o}С; кинематическая вязкость воды $\nu_в$= 0,326 х 10^{-6} м^2/с; число Прандтля воды $P_{гв}$=1,95; кинематическая вязкость наружного воздуха $\nu_{нв}$=12,94·10^{-6} м^2/с; $Gr_{нв}$- число Грасгофа наружного воздуха; число Прандтля наружного воздуха $P_{гнв}$= 0,709; $\alpha_в$ – коэффициент теплоотдачи от внешней поверхности трубопровода к воздуху, Вт/м^2 ^{0}С; $\alpha_т$-коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стенке трубопровода, Вт/м^2 ^{0}С; удельный тепловой поток от стенок трубопровода $q_т$, Вт/м; удельный тепловой поток от стенок трубопровода с прослойком с газом ксеноном $q_к$ Вт/м; удельный

тепловой поток от стенок трубопровода с воздушным прослойком $q_в$, Вт/м; $\beta_в$- температурный коэффициент, $К^{-1}$.

Определяем удельный тепловой поток трубопроводов $q_т$ и $q_к$ [4-5]:

$$q_т = К_т \cdot \pi(t_{тс} - t_{тв}) Вт/м, \quad (1)$$

где: $К_т$– коэффициент теплопередачи без прослойка с газом ксеноном:

$$К_т = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{тв}} \cdot d_в + \left(\frac{1}{2} \cdot \lambda_с\right) \cdot L_n\left(\frac{d_н}{d_в}\right) + \frac{1}{\alpha_в d_н}}, \frac{Вт}{м\ ^0С} \quad (2)$$

$q_к = К_к \pi(t_{тс} - t_{тв})$ Вт/м,

где: $К_к$– коэффициент теплопередачи с прослойком с газом ксеноном:

$$К_к = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_{тв} d_в} + \frac{1}{2}\lambda_с L_n\left(\frac{d_н}{d_в}\right) + \frac{1}{2\lambda_с L_n\left(\frac{d_{нк}}{d_{вк}}\right)} + \frac{1}{2}\lambda_к L_n\left(\frac{d_{вк}}{d_н}\right) + \frac{1}{\alpha_в d_{нк}}\right)} \frac{Вт}{м\ ^0С;} \quad (3)$$

$\alpha_т$ - коэффициент теплоотдачи воды к внутренней стенке трубы:

$$\alpha_т = N_{u_т} \cdot \lambda_{тв}/d_в, Вт/м^2\ ^0С \quad (4)$$

$N_{u_т}$ – число Нуссельта для воды.

Определяем число Рейнольдса:

$$R_e = V_{тв} d_в / \nu_{тв} \quad (5)$$

Сначала выполним тепловые расчеты трубопровода без прослойка с газом ксеноном, учитывая среднюю температуру воды в трубопроводе 90^0С и задав температуру наружной поверхности трубопровода $t_{тс}=85^0$С:

Re = 0,5 x 0,15/0,326 x 10^{-6} = 230061, что больше 10^4, т.е. режим движения воды турбулентный, поэтому число Нуссельта определяется по формуле [4-5]:

$$N_{u_т} = 0{,}021 \cdot R_e^{0,8} \cdot (P_{r_{нв}})^{0,43} = 0{,}021 \cdot 230061^{0,8} \cdot 1{,}95^{0,43} = 545, \quad (6)$$

тогда из (4) $\alpha_т$ = (545 · 0,68)/0,15 = 2470 Вт/м^{2o}С.

Для наружной поверхности трубопровода число Нуссельта определяем по формуле (7) [4, 5]:

$$N_{u_н} = 0{,}5(G_{r_в} P_{r_{нв}})^{0,25}, \quad (7)$$

$N_{u_н}$= 0,5($G_{r_в}P_{r_{нв}}$) ^{0,25} = 0,5((g($t_{тс}$–$t_{нв}$) ($d_н$)^3$Pr_{нв}$)/$\nu_в^2\beta_в$ = 0,5((9,81(85 –(-6)) (0,159)^3 0,709)/267 · (12,94 x10^{-6})^2 = 0,5(56907320)^{0,25}= 43,4
$\alpha_в$=43,4· 0,0241/0,159 = 6,6 Вт/м^2°С.
Определяем коэффициент теплопередачи $K_т$ по формуле (2) [5]:

$$К_т = \frac{1}{(1/2470x0{,}15 + (1/2x46)Ln(0{,}159/0{,}150) + 1/6{,}6x0{,}159)} = 1{,}046 Вт/м\ ^0С$$

Определяем тепловой поток (1):
$q_т = K_т\pi(t_п - t_в)$ = 1,046 x 3,14(90-(-6) = 315 Вт/м.
С другой стороны, тепловой поток $q_т$ определяется по формуле(8)[5]:

$$q_т = (t_{тв} - t_в) \cdot \pi \cdot \alpha_в \cdot d_н, \frac{Вт}{м} \quad (8)$$

тогда температура поверхности трубопровода составит:
$t_{тс} = t_в + q_т/ \pi\ \alpha_в d_н$ =-6 + 315/3,14 x 6,6 x 0,159 =86,6°С

Выполним расчет температуры поверхности стального паропровода диаметром $d_н$ = 0,159 м с прослойком, с газом ксеноном:

Примем температуру наружной поверхности прослойка с газом ксеноном $t_{пк}$ = 4,5°С и произведем расчеты параметров.
$Gr_вPr_в$ = 9,81(5 –(-6)) (0,181)^3 0,709/267· (12,94 · 10^{-6})^2=56,4
тогда $Nu_в$ = 0,5($Gr_вPr_в$) ^{0,25} = 0,5(14761160)^{0,}25=28,2
$\alpha_в$=28,2· 0,0241/0,181 = 3,755 Вт/м^2°С,
$q_к = K_к\pi(t_{тв} - t_в)$ = 0,0736· 3,14(90-(-6) =22,185 Вт/м,
$t_{пк} = t_в + q_к/ \pi\ \alpha_в d_{низ}$ =-6 + 22,185/3,14 x 3,71 x 0,181 = 4,52°С.

Для сравнения теплоизолирующих свойств прослойка с газом ксеноном и воздушного прослойка примем температуру наружной поверхности воздушного прослойка $t_{вп}$ = 20°С и произведем расчеты:
$\alpha_в$=35· 0,0241/0,181 = 4,66 Вт/м^2°С,
$q_в = K_{пв}\pi(t_{тв} - t_в)$ = 0,23· 3,14(90-(-6) =69,5 Вт/м,
$t_{пв} = t_в + q_в/ \pi\ \alpha_в d_{нв}$ =-6 + 69,5/3,14 x 4,66 x 0,181 =20,2°С.

При сравнении величины теплового потока трубопровода $d_н$ = 159 мм с прослойком, заполненным газом ксеноном, уменьшение тепловых потоков составит: $q^1_{пк}$= $q_т$ –$q^1_к$ = 315 Вт/м –22,2 Вт/м = 292,8 Вт/м, или 93%,
На протяжении трубопровода L=1000 м экономия тепла составит:
с толщиной прослойка 0,01м:
Δq^1 = $q^1_{пк}$x L= 292,8 x 1000 = 292,8 кВт, или за период отопления 177дн:
$\Delta q^1_{год}$ = 292,8 x 177дн x 24ч = 1248140 кВт (1170 Гкал/год)

При сравнении величины теплового потока трубопровода $d_н$ = 159 мм с воздушным прослойком, уменьшение тепловых потоков

составит:
с прослойком толщиной 0,01м:
$q^1_{пв} = q^1_т - q^1_в$ = 315 Вт/м –69,5 Вт/м = 245,5 Вт/м, или 77,9%,
На протяжении трубопровода L=1000 м экономия тепла составит:
с толщиной прослойка 0,01м:
$\Delta q^1 = q^1_{пв} x L$= 245,5 х 1000 = 245,5 кВт, или за 177дн:
$\Delta q^1_{год}$ = 245,5 х 177дн х 24ч = 1042884 кВт (981 Гкал/год)

ВЫВОДЫ

Использование как теплоизолирующего элемента прослойка, заполненного газом ксеноном, позволит сэкономить на каждые 1000м трубопровода, с учетом нормы выработки тепла 3,195 Гкал/т угля [1-3], 366 т угля (1170 Гкал/год). В то же время, использование в качестве теплоизоляции воздушного прослойка, позволит сэкономить только 307 т угля (981Гкал/год). Таким образом, экономия составит 189 Гкал/год при использовании в прослойке, как теплоизолирующего слоя, газа ксенона вместо воздуха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по теплопроводности жидкостей и газов.-М. «Энергоатомиздат», 1990,-352 с.

2. Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 30 декабря 2008 года №323 «Об утверждении порядка определения нормативов

удельного расхода топлива при производстве электрической и тепловой энергии» (с изменениями на 30 ноября 2015 года).

3. «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» СНиП 2.04.14-88.-М.«Энергоатомиздат», 1989,-31 с.

4. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.

5. Краснощеков Е.А. Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. М.: «Энергия», 1975. – 280 с.

УДК 622.8:623.437.42

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАРУШЕНИЙ ИНСТРУКЦИИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА НА ТРАВМИРОВАНИЕ ТРАКТОРИСТОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.Ю. Деревянский, Р.Г. Сафин, И.Ю. Голик
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «МАКЕЕВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
г. Макеевка, ДНР

На основе анализа несчастных случаев определены опасные события (аварийные ситуации), приведшие к травмированию трактористов на предприятиях угольной промышленности. С помощью логико-вероятностного метода установлено, что одними из наиболее «весомых» нарушений, приводящих к несчастным случаям, являются нарушения инструкции по охране труда.

Annotation. Based on the analysis of accidents, dangerous events (emergency situations) that led to injury to tractor drivers at coal industry enterprises were identified. Using the logical-probabilistic method, it was established that one of the most "significant" violations leading to accidents are violations of labor protection instructions.

Ключевые слова: инструкция, нормативный документ, нарушение, охрана труда, тракторист, угольная промышленность.

Keywords: instruction, regulatory document, violation, labor protection, tractor driver, coal industry.

К травмированию работников приводят нарушения требований нормативных и других документов по вопросам охраны труда (ОТ). Как показывает практика, влияние разных нарушений на травматизм не является одинаковым. В настоящее время МАКНИИ разрабатывает требования в инструкцию по ОТ для тракториста, выполняющего работы на предприятиях угольной промышленности. Поэтому необходимо установить опасные события (аварийные ситуации), приведшие к травмированию трактористов и оценить влияние нарушений действующей инструкции по ОТ на возникновение несчастных случаев (НС) с этой категорией работников.

Цель – выполнить количественную оценку влияния нарушений инструкции по ОТ на травмирование трактористов на предприятиях угольной промышленности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить

следующие задачи:

выполнить анализ актов расследования НС и определить опасные события (аварийные ситуации), повлекшие травматизм, а также нормативные и другие документы, нарушения требований которых привели к травмированию трактористов;

осуществить количественную оценку влияния нарушений на травмирование трактористов и определить место инструкции по ОТ в ранжированном ряду нарушений нормативных и других документов.

В результате анализа было установлено, что травмирование трактористов на предприятиях угольной промышленности происходило вследствие семи основных опасных событий (аварийных ситуаций). Эти события (ситуации) и документы, требования которых были нарушены, сведены в таблицу.

Таблица

Результаты оценки влияния нарушений нормативных и других документов, содержащих требования по ОТ, на травмирование трактористов на предприятиях угольной промышленности

№ п/п	Опасное событие, аварийная ситуация, приведшие к НС	Нормативный и другой документ, требования которого были нарушены (x_i)	Результаты оценки	
			«весомость»	ранг
1	2	3	4	5
1	Наезд на пострадавшего в результате самопроизвольного скатывания трактора на наклонном участке пути	Правила дорожного движения (x_1)	0,09375	2
		Инструкция по охране труда для тракториста (x_2)	0,40625	1
		Руководство по эксплуатации трактора (x_3)	0,40625	1
2	Наезд на пострадавшего самопроизвольно движущегося трактора с включенным двигателем	Правила дорожного движения (x_1)	0,09375	2
		Инструкция по охране труда для тракториста (x_2)	0,40625	1
		Руководство по эксплуатации трактора (x_3)	0,40625	1
3	Наезд на пострадавшего при запуске гусеничного трактора пусковым двигателем	Правила дорожного движения (x_1)	0,09375	2
		Инструкция по охране труда для тракториста (x_2)	0,40625	1

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
		Руководство по эксплуатации трактора (x_3)	0,40625	1
4	Опрокидывание трактора при выполнении работ и движении в местах с пересеченным рельефом местности	Правила дорожного движения (x_1)	0,09375	2
		Инструкция по охране труда для тракториста (x_2)	0,40625	1
		Руководство по эксплуатации трактора (x_3)	0,40625	1
5	Опрокидывание трактора (дорожно-транспортное происшествие с участием трактора) при выполнении работ (движении) в зимний период	Правила дорожного движения (x_1)	0,09375	2
		Инструкция по охране труда для тракториста (x_2)	0,40625	1
		Руководство по эксплуатации трактора (x_3)	0,40625	1
6	Травмирование тракториста при выполнении ремонтных работ (в т.ч. замена траков, гусениц трактора на гусеничном ходу и колес на колесном тракторе)	Правила охраны труда при работе с инструментом и приспособлениями (x_4)	0,03125	3
		Положение о нарядной системе предприятия (x_5)	0,03125	3
		Инструкция по охране труда для тракториста (x_2)	0,40625	1
		Руководство по эксплуатации трактора (x_3)	0,40625	1
7	Пожар при выполнении работ по осмотру, обслуживанию и ремонту топливной системы, заправке трактора, разогреве в зимний период и т.д.	Правила пожарной безопасности (x_6)	0,09375	2
		Инструкция по охране труда для тракториста (x_2)	0,40625	1
		Руководство по эксплуатации трактора (x_3)	0,40625	1

Для количественной оценки влияния нарушений на травматизм был использован логико-вероятностный метод [1, 2]. В соответствии с указанным методом, к травмированию работника приводит комбинация из двух и более нарушенных документов, и ее можно представить в виде элементарной конъюнкции (логического произведения):

$$K = x_1 \wedge x_2 \wedge ,\ldots, \wedge x_r = \bigwedge_{i=1}^{r} x_i ,$$

где K – опасная ситуация, записанная в виде комбинации нарушенных нормативных и других документов;

$x_1, x_2, \ldots, x_r$ – документ, нарушение требований которого привело к травмированию работника;

r – количество нарушенных документов в комбинации K (ранг конъюнкции);

i – порядковый номер документа;

$\wedge$ – знак логического умножения (конъюнкции).

Данные таблицы позволили определить комбинации нарушенных нормативных и других документов, и составить логическую матрицу:

$$y(x_1, x_2, \ldots, x_6) = \begin{vmatrix} K_1 \\ K_2 \\ K_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} x_1 x_2 x_3 \\ x_2 x_3 x_4 x_5 \\ x_2 x_3 x_6 \end{vmatrix}.$$

С помощью этой матрицы и логико-вероятностного метода [1,2] были получены значения «весомости» нарушений нормативных и других документов, в соответствии с которыми им были присвоены порядковые номера (ранги). Результаты оценки «весомости» нарушений и ранжирования нормативных и других документов, содержащих требования по ОТ, приведены в таблице. Из нее следует, что наиболее «весомыми» являются нарушения трактористами требований инструкции по ОТ и руководства по эксплуатации трактора.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку требований в инструкцию по ОТ для тракториста на основе анализа причин травматизма.

Вывод. Анализ случаев производственного травматизма, происшедших с трактористами на предприятиях угольной промышленности, позволил определить опасные события (аварийные ситуации), приведшие к НС. С помощью логико-вероятностного метода установлено, что нарушение инструкции по ОТ для тракториста, наряду с руководством по эксплуатации трактора, является наиболее «весомым» нарушением.

Перечень ссылок

1. Рябинин, И. А. Логико-вероятностные методы исследования надежности структурно-сложных систем / И. А. Рябинин, Г. Н. Черкесов. – Москва: Радио и связь, 1981. – 264 с.

2. Деревянский, В. Ю. Оценка причин аварийности и травматизма логико-вероятностным и структурно-вероятностным методами / В. Ю. Деревянский // Научный журнал «Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования». – Донецк: ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2019. – № 3(4). – С. 54-62.

УДК 622.2

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

В. Н. Гулейчук, Е. И. Красков, И. Н. Андрусенко
ГБУ «ДОНГИПРОШАХТ»,
г. Донецк, ДНР

Аннотация. В данной работе дан анализ состояния угледобывающих предприятий Донецкой Народной Республики на текущее время, а также рассмотрен вопрос дальнейшей работы шахт и перспективы развития угледобывающей промышленности в регионе.
Abstract. This work provides an analysis of the state of coal mining enterprises of the Donetsk People's Republic at the current time, and also considers the issue of further operation of the mines and prospects for the development of the coal mining industry in the region.
Ключевые слова: ШАХТА, ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗАПАСЫ, ГОРНЫЕ РАБОТЫ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ, ПРИРЕЗКА
Key words: MINE, INDUSTRIAL RESERVES, MINING, RESTORATION, INTERMINATION

Современное состояние угольной отрасли в Донецкой Народной Республике остается неудовлетворительным. Угольные предприятия Донецкой Народной Республики еще до начала боевых действий характеризовались низким техническим уровнем добычи угля, значительной изношенностью основных фондов (80-90 %), недостатком финансирования на их обновление, неудовлетворительным материально-техническим обеспечением (более 95 % шахт эксплуатируются без реконструкции более 20 лет) [1].

Интенсивная отработка запасов углей в Донецком бассейне постепенно привела к их истощению и закрытию большей части угледобывающих предприятий в связи с полной отработкой запасов или по технико-экономическим причинам. На начало 2014 г. в шахтный фонд Донбасса входило 79 технических единиц. Из них – 55 государственных шахт, 15 частных шахт, а также девять шахт, намеченных к ликвидации [2].

В настоящее время на территории, подконтрольной Донецкой Народной Республике, находятся 27 шахт с запасами 922 млн. т угля,

из которых 488 млн. т составляют коксующиеся угли, 434 млн. т – энергетические угли, в том числе антрациты – 252 млн. т [3].

После начала боевых действий многие шахты Донецкой Народной Республики были остановлены и затоплены, поверхностные комплексы многих шахт были разрушены в результате обстрелов.

По всем шахтам Центрального района Донбасса (г. Горловка и г. Енакиево) принято решение о прекращении дальнейшей эксплуатации. В результате ведения боевых действий работы на шахтах полностью остановлены, горные выработки затапливаются с устройством водоотливных комплексов в шахтных стволах для поддержания определенного уровня подземных вод, исключающего отрицательное воздействие на объекты поверхности в данном районе.

Учитывая состояние горного хозяйства до начала боевых действий, а так же фактические повреждения поверхностных комплексов в результате обстрелов и затопление горных выработок в результате остановки водоотливов, из перспективных планов развития угольной промышленности можно исключить четыре крупные шахты, расположенные в городе Донецк. Это шахты «Октябрьский рудник», «Трудовская», имени Е. Т. Абакумова, имени Челюскинцев. Горные работы на данных шахтах осуществлялись на глубинах свыше 800 м. Мощности разрабатываемых пластов составляют 1,0-1,8 м. Состояние большей части горных выработок неудовлетворительное.

В городе Макеевка большинство действующих шахт осуществляли доработку запасов и должны перейти в разряд ликвидируемых. Это такие шахты, как ОП «Шахта «Калиновская Восточная», ОП «Шахта им. В. М. Бажанова», ОП «Шахта имени С. М. Кирова», ОП «Шахта Ясиновская-Глубокая», ОП «Шахта «Иловайская», ОП «Шахта «Холодная Балка». На данный момент добыча угля по данным шахтам остановлена. Можно исключить данную группу шахт из перспективных, так как при производственной мощности 250-300 тыс. т рядового угля в год невозможно обеспечить экономическую эффективность данных предприятий.

Шахты «Горняк-95» и «Щегловская-Глубокая» в городе Макеевка – частные предприятия, которые дорабатывает свои запасы. Перспективы прирезки запасов и возможностей доработки оставшихся запасов по горно-геологическим и горно-техническим факторам проблематичны.

ГУП ДНР «Торезантрацит» включает группу шахт в районе городов Торез, Шахтерск, Кировское, Снежное. Шахты города Снежное, а именно: ОП «Шахта им. Л. И. Лутугина», ОП «Шахта «Заря», ОП «Шахтоуправление «Волынское», имеющие реально

возможные к разработке промышленные запасы в объеме 3-6 млн. т, имеют перспективу работы до 2035-2040 г., возможностей прирезки дополнительных запасов не имеют и не могут быть учтены в перспективных планах развития угольной промышленности Донецкой Народной Республики.

Кроме того, имеется ряд частных угольных предприятий в данном районе, данные по которым отсутствуют и не могут рассматриваться в ряду перспективных шахт.

Таким образом, к числу реальных перспективных предприятий Донецкой Народной Республики могут быть отнесены восемь шахт, а именно: ОП «Шахта им. А. А. Скочинского» (г. Донецк), ГУП ДНР «Шахта им. А. Ф. Засядько» (г. Донецк), ОП «Шахта «Прогресс» (г. Торез), ОП «Шахта «Шахтерская-Глубокая» (г. Шахтерск), шахта «Ждановская» (г. Ждановка), шахта «Коммунарская» шахтоуправления «Донбасс» (пгт. Коммунар), ГУП ДНР «ШАХТА «КОМСОМОЛЕЦ ДОНБАССА» (г. Кировское), Шахта «Чайкино» ООО «Углеком» (г. Макеевка).

ОП «Шахта им. А. А. Скочинского» расположена на территории Кировского района города Донецк. Промышленные запасы угля марок «Г», «Ж», «К» по состоянию на 01.01.2024 г. в целом по шахте составляют 41,0 млн. т. Реально возможные к выемке промышленные запасы с глубиной отработки до 1400 м составляют 21 млн. т. В результате боевых действий частично повреждены комплексы поверхности шахты, что требует восстановления, а также дополнительных капиталовложений по комплексам Восточного блока. Производственная мощность шахты 520-700 тыс. т рядового угля в год при работе 2-3 лав. Период отработки запасов до 2050 г.

ГУП ДНР «Шахта им. А. Ф. Засядько» расположена в Киевском районе города Донецк. Промышленные запасы угля марок «Ж», «К» по состоянию на 01.01.2024 г. в целом по шахте составляют 51 млн. т. Реально возможные к выемке промышленные запасы составляют 12 млн. т. В результате боевых действий частично повреждены и требуют восстановления техкомплексы поверхности шахты. Горные работы на нижних горизонтах затапливаются. Уровень добычи может составить 600 тыс. т в год.

ОП «Шахта «Прогресс» расположена в пределах города Торез, в Шахтерском районе Донецкой Народной Республики. Горные работы ведутся на глубинах 1213-1340 м. Промышленные запасы угля марки «А» в целом по шахте составляют 89 млн. т. Реально возможные к выемке с учетом возможностей проветривания и температурного режима промышленные запасы составляют 26 млн. т. Главным

сдерживающим фактором по шахте является температурный режим рудничной атмосферы, достигающий 40° С. Мощность шахты при работе двух очистных забоев составит 660-750 тыс. т угля в год.

ОП «Шахта «Шахтерская-Глубокая» находится на территории Шахтерского района Донецкой Народной Республики. Ближайший город Шахтерск. Промышленные запасы угля марки «А» в целом по шахте составляют 128 млн. т. В связи с большой глубиной разработки и наличием существенных осложняющих факторов, а именно: высокой температуры вмещающих пород и рудничной атмосферы и повышенного горного давления, принято решение работы ниже глубины 1400 м не производить. В связи с этим, реально возможные к отработке запасы по пластам h_8 и h_7 составят 17 млн. т. Для увеличения количества запасов предлагается прирезка от шахты «Прогресс» по пласту h_8 в объеме 4,1 млн. т. На балансе шахты также числятся запасы по пластам $h_4^в$, h_3, h_2^1 в количестве 60 млн. т. Вопрос их вскрытия и отработки необходимо оценить дополнительно.

Шахта «Ждановская» расположена вблизи города Ждановка Шахтерского района Донецкой Народной Республики. Шахта является частным предприятием и отрабатывает угли марки «Т». Ориентировочные промышленные запасы составляют 34 млн. т. Шахта имеет ограничения по возможности прирезки запасов от соседних участков. Существенным сдерживающим фактором увеличения добычи является проветривание горных работ. Возможный уровень добычи составляет 600-750 тыс. т в год.

Шахта № 22 «Коммунарская» расположена на территории Шахтерского района Донецкой Народной Республики в 3 км южнее города Ждановка. Шахта «Коммунарская» входит в состав «Шахтоуправление «Донбасс». Шахта является частным предприятием и отрабатывает угли марки «Т». Ориентировочные промышленные запасы составляют 35 млн. т. Производственная мощность шахты составляет 600-750 тыс. т угля в год. В качестве резерва прирезки запасов служит нижележащий участок «Кировский Капитальный». Дальнейшая работа связана с ухудшением условий эксплуатации по фактору проветривания.

ГУП ДНР «ШАХТА «КОМСОМОЛЕЦ ДОНБАССА» расположена на территории Шахтерского района Донецкой Народной Республики в 3 км от города Кировское. Установленная производственная мощность шахты на 01.01.2023 г. – 2,6 млн. т угля в год. Шахта отрабатывает угли марки «Т». Ориентировочные промышленные запасы составляют 102,0 млн. т. Производственная

мощность шахты при дальнейшей работе составит 2,4-3,0 млн. т угля в год.

Шахта «Чайкино» ООО «Углеком» расположена в городе Макеевка и отрабатывает угли марки «ОС» и «К». Ориентировочные промышленные запасы составляют 79 млн. т. Производственная мощность шахты при дальнейшей работе может составить 750-1000 тыс. т угля в год.

Суммарные оставшиеся промышленные запасы группы шахт «Трудовская», имени Челюскинцев и имени Е. Т. Абакумова составляют 245 млн. т угля. Возможно рассмотрение вопроса частичного восстановления одной из шахт (например, шахты имени Челюскинцев) с целью строительства новой крупной шахты на базе объединенных запасов вышеупомянутых шахт с проектной мощностью 1,2-1,5 млн. т коксующегося угля в год. Ориентировочные промышленные запасы до глубины 1300 м на новой шахте могут составить 100-120 млн. т. Марки разрабатываемых углей – «Д», «ДГ» и частично «Гк». Направление использования – энергетика. Шахта имени Челюскинцев может использоваться в качестве базы подземного строительства новой шахты после откачки воды из затопленных горных выработок.

Выводы. Учитывая вышеизложенное, на территории Донецкой Народной Республики в перспективе возможна эксплуатация восьми угледобывающих предприятий, а также есть возможность строительства одной глубокой шахты в городе Донецк на базе трех недействующих шахт.

Суммарные промышленные запасы реально доступных к выемке углей составят 443 млн. т, в том числе:

– коксующиеся угли – 93 млн. т;

– энергетические угли – 350 млн. т.

Перечень ссылок

1. Махова Д. О. Материалы 16 Международной научно–практической конференции «Экономика и маркетинг в XXI веке: проблемы, опыт, перспективы» / Д. О. Махова. – Донецк, 2018. – С. 113 - 115.

2. Программа развития угольной промышленности на период до 2030 г. / Ведомости угольной промышленности Украины – 2013. – № 2 (80). – С. 5 – 45.

3. Запасы угля Донецкой Народной Республики. – Донецк: ГКНТ ДНР, ГБУ «ДОНГИПРОШАХТ», 2022. – 10 с.

УДК 622:556.3

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ПОРОДНЫХ СЛОЕВ В УСЛОВИЯХ ПО « МАКЕЕВУГОЛЬ»

Н. И. Лобков [1], А. Г. Радченко[1]

1 – Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела, ул. Челюскинцев, д. 291, г. Донецк, 283004, ДНР

Аннотация. В статье рассмотрены особенности изменения предела прочности вмещающих пород на сжатие и их мощностей по пластам ℓ_3 и ℓ_1 в условиях шахты «Калиновская–Восточная» ПО «Макеевуголь».

Annotation: The article considers the peculiarities of changes in the compressive strength of the host rocks and their capacities in layers ℓ_3 and ℓ_1 in the conditions of the Kalinovskaya–Vostochnaya mine at Makeevugol.

Ключевые слова: породные слои, предел прочности на сжатие, угольные пласты, мощности слоев, волнообразные изменения, очистные забои, максимум опорного давления.

Keywords: rock layers, compressive strength, coal seams, layer capacities, wave-like changes, treatment faces, maximum reference pressure.

В работах [1, 2] при определении расстояния до максимума опорного давления - L_{max}, образуемого при работе очистных забоев, горный массив для упрощения расчетов принимается сплошным. Расчеты величины L_{max} дают ошибку в 50 - 60 %. Недостатки такого подхода в работах [1, 2], когда горный массив принимается в качестве сплошного, приведены в работе [3]. Известно, что углепородный массив является неоднородным, слоистым и имеет блоковое строение [4]. Прочностные свойства породного слоистого массива, подрабатываемого лавами, оказывают существенное влияние на формирование величины L_{max}. Поэтому, **целью настоящей работы** является установление особенностей и закономерностей изменения прочностных свойств породных слоев в конкретных горно-геологических условиях.

В условиях шахты «Калиновская – Восточная» ПО «Макеевуголь» был выполнен статистический анализ изменения показателя предела прочности пород на сжатие – ($\sigma_{сж}$, МПа),

исходные данные по разным геологическим слоям были взяты из результатов выполненного акустического каротажа геологоразведочных скважин, результаты измерений приведены в работе [5]. На участке горного отвода шахты «Калиновская – Восточная» по пластам ℓ_3 ; ℓ_2^1 ; ℓ_1^1 и ℓ_1 были проанализированы изменения показателя $\sigma_{сж}$ для вмещающих пород непосредственной и основной кровли и почвы. При выполнении анализа изменения показателя $\sigma_{сж}$ для разных геологических слоев сравнивали следующие типы слоев по парам статистических выборок: 1) угли – аргиллиты; 2) аргиллиты – алевролиты; 3) алевролиты – песчаники. Сравнение пар статистических выборок осуществлялось по критерию Стьюдента согласно работе [6]. Статистические показатели по сравниваемым типам слоев приведены в таблице 1.

Таблица 1– Основные статистические показатели по сравниваемым типам слоев

Показатели	Типы геологических слоев			
	Угли	Аргиллиты	Алевролиты	Песчаники
Количество измерений, ед	31	58	62	38
Сред. арифметическое $\sigma_{сж}$, МПа	11,9	32,5	59,2	109,6

Сравнение анализируемых типов геологических слоев по критерию Стьюдента показало существенность различия слоев между собой по показателю предел прочности пород на сжатие- $\sigma_{сж}$. Далее анализ изменения показателя $\sigma_{сж}$ был выполнен по линии простирания разрабатываемого пласта ℓ_1 по следующему ряду геологоразведочных скважин: МС-395 → МС-396 → МС-322 → МС-320 → МС-316 → МС-305 (рисунок 1). На рисунке 1 приведены графики изменения показателя $\sigma_{сж}$ по следующим породным слоям: П1- график изменения $\sigma_{сж}$ в первом породном слое пород почвы; К 1-график изменения $\sigma_{сж}$ в 1-м породном слое пород кровли; К 2 - график изменения $\sigma_{сж}$ во 2-м породном слое пород кровли; К 3 - график изменения $\sigma_{сж}$ в 3-м породном слое пород кровли. Из рисунка 1 следует, что по линии простирания пласта ℓ_1 наблюдаются волнообразные изменения показателя $\sigma_{сж}$ во вмещающих породах. Так, по скважине МС-322 зафиксированы максимумы значений показателя $\sigma_{сж}$: а) в 1-м слое пород почвы (смотри график П 1, точка

1); б) в 1-м слое пород кровли (график К 1, точка 2); в) во 2-м слое пород кровли (график К 2, точка 3); г) в 3-м слое пород кровли (график К 3, точка 4, где $\sigma_{сж}$ = 106 МПа).

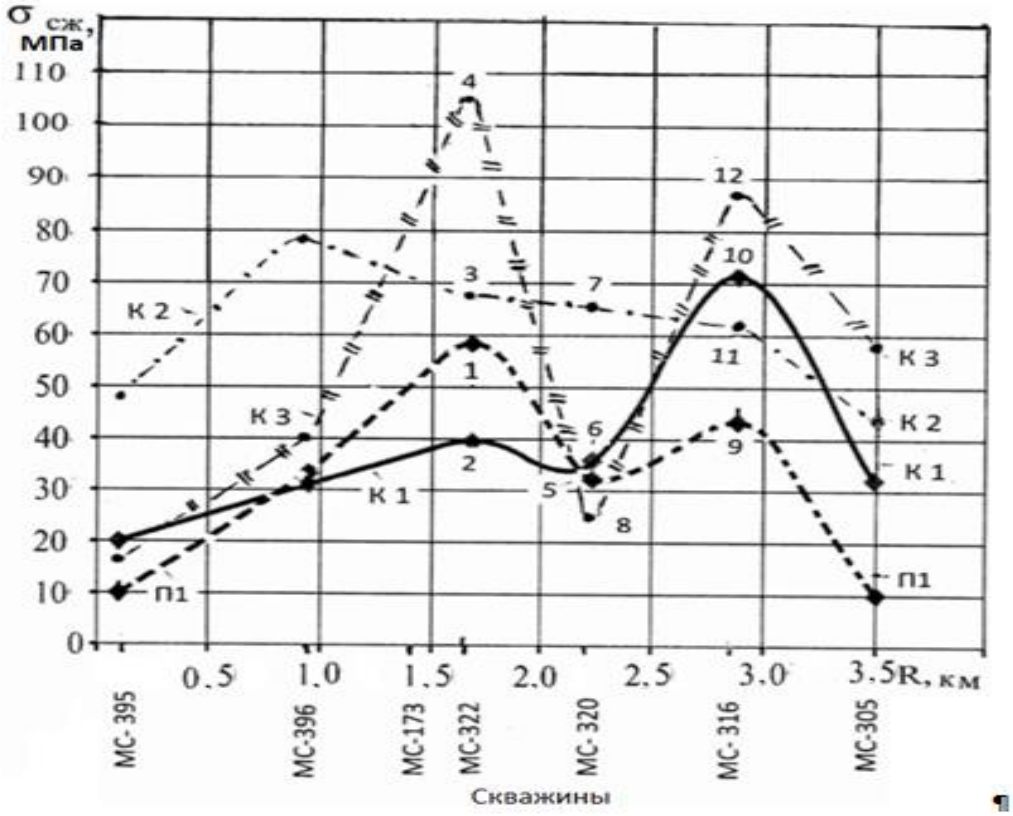


Рисунок 1 – Графики изменения показателя $\sigma_{сж}$ во вмещающих породах угольного пласта ℓ_1

Аналогичные максимальные значения показателя $\sigma_{сж}$ в породных слоях наблюдаются по скважине МС-316. Таким образом, по пласту ℓ_1 во вмещающих породных слоях фиксируются изменения: по мощности, углам падения, глубинам залегания; также происходит замещение одного породного слоя другим, наблюдается неравномерное изменение прочностных свойств. Далее в качестве примера на рисунке 2 показаны графики неравномерного, волнообразного изменения мощностей вмещающих пород по угольному пласту ℓ_3. Из рисунка 2 следует, что по линии простирания пласта ℓ_3 происходит неравномерное изменение его мощностей, часто мощности породных слоев из меняются в противоположных фазах (МС-395, МС-396, МС-322).

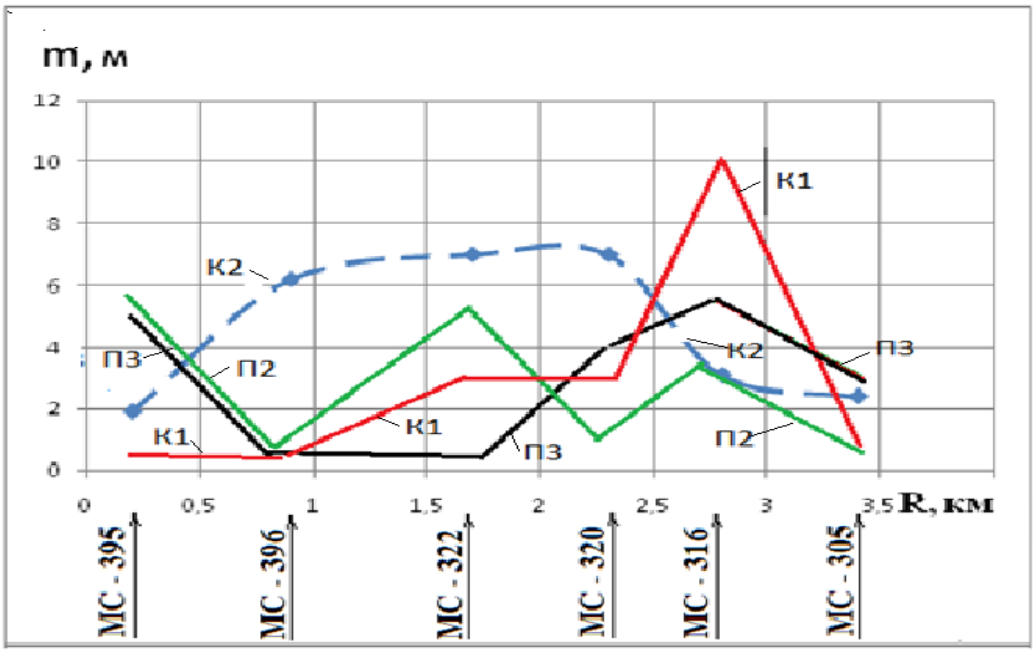


Рисунок 2 - Гафики изменения мощностей по пласту ℓ_3

Неравномерное, волнообразное изменение показателя $\sigma_{сж}$ наблюдается и во вмещающих породах пласта ℓ_3 (рисунок 3).

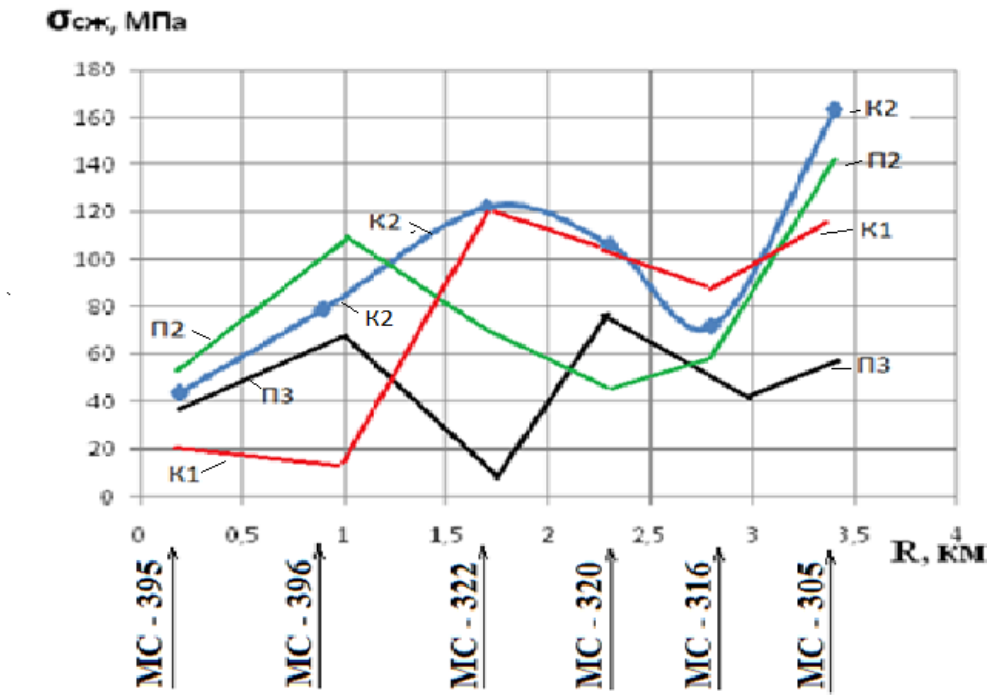


Рисунок 3 – Графики изменения показателя $\sigma_{сж}$. во вмещающих породах пласта ℓ_3

Из рисунка 3 следует, что по линии простирания пласта ℓ_3 происходит неравномерное, волнообразное изменение его прочностных свойств .

Выводы

Для разных типов геологических слоев в условиях шахты «Калиновская–Восточная» ПО «Макеевуголь» по линии простирания угольных пластов ℓ_3 и ℓ_1 установлен сложный, волнообразный характер изменения предела прочности вмещающих пород на сжатие - $\sigma_{сж}$.. При расчетах расстояния до максимума опорного давления, которое формируется в процессе проведения горных выработок, необходимо учитывать слоистое строение горного массива с обязательной дифференциацией слоев по их мощностям, прочностным свойствам и очередности залегания по отношению к угольному пласту. Неравномерные изменения мощностей, углов падения и прочностных свойств вмещающих породных слоев являются причиной изменения шага посадки основной кровли и непосредственно влияют на величину расстояния до максимума опорного давления - L_{max} .при работе очистных забоев.

Перечень ссылок.

1. Петухов, И. М. Механика горных ударов и выбросов [Текст] / И. М. Петухов, А. М. Линьков // М.: Недра, 1983.– 280 с.

2. Петухов, И. М. Теория защитных пластов [Текст] / И. М. Петухов, А. М. Линьков, В. С. Сидоров, И. А. Фельдман // М.: Недра, 1976.– 224 с.

3. Киселев, Н. Н. Анализ способа расчета величины опорного давления [Текст] / Н. Н. Киселев, Л. А. Камбурова, А. Г. Радченко, А. А. Радченко // Проблемы горного дела. – Донецк: Институт горного дела и геологии. ГОУВПО « ДонНТУ ». – 2021. – С.109 – 114.

4. Лобков, Н. И. Геодинамические основы формирования опорного давления в результате подвигания очистных забоїв [Текст] / Н. И. Лобков, А. Г. Радченко // Журнал теоретической и прикладной механики. – Донецк, ДонНУ, 2023.– № 3 (84).– С. 132–139.

5. Геологический отчет о переоценке запасов каменных углей поля шахты «Калиновская – Восточная» ПО « Макеевуголь» (подсчет запасов по состоянию на 01. 01. 1989 г.) в 10 книгах, четырех папках. Книга 2. МУП СССР, ПО «Укруглегеология», Макеевская геолого-разведочная экспедиция. Текст отчета, Донецк, –1989.– 166 с.

6. Лакин, Г. Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов – [Текст] / Г. Ф. Лакин, 4-е изд., перераб. и доп. – М., «Высшая школа», 1990. – 352 с.

УДК 622.834.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГОРНОМ МАССИВЕ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В ОЧИСТНОМ ЗАБОЕ

И.В. Антипов
ФГБНУ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ ГОРНОЙ ГЕОЛОГИИ, ГЕОМЕХАНИКИ, ГЕОФИЗИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА»,
г. Донецк, ДНР

На основании результатов инструментальных наблюдений в очистном забое шахты разработана геомеханическая модель породного массива и вычислены рациональные силовые параметры специальных средств крепления концевых участков лав.
Geomechanical model of the rock mass was developed and rational power parameters of special means of fastening the end sections of longwall were calculated, based on the results of instrumental observations in the longwall of mine.
Ключевые слова: очистной забой, геомеханические процессы, средства крепления
Keywords: longwall, geomechanical processes, fastening means

Инструментальные наблюдения в очистном забое. Шахтные инструментальные наблюдения являются наиболее достоверным методом исследования особенностей геомеханических процессов в горном массиве. Такие исследования выполняются с использованием специальной аппаратуры. Наилучшие результаты дает рациональное сочетанием методов визуальных и инструментльных наблюдений. Методика комплексных исследований в очистных забоях шахт разработана РАНИМИ [1]. Эта методика предполагает исследование особенностей взаимодействия механизированных крепей с породным массивом и установление закономерностей геомеханических процессов в горном массиве над очистным забоем.

Комплексные исследования были проведены в 9-й западной лаве пласта l_1 шахты им. А.Ф.Засядько [2].

Полезная мощность пласта изменяется от 1,7 до 2,0 м, составляя в среднем 1,8 м. Угол падения пласта – 10-18^0, объемный вес угля – 1330 кг/м^3 и сопротивление угля резанию – 250 кН/м.

Непосредственная кровля пласта мощностью от 0,1 до 3,0 м по классификации ДОНУГИ относится к категории $Б_3$ (средней устойчивости). Основная кровля состоит из твердых песчаников и классифицируется категорией $А_2$ (среднеобрушаемая). Лава длиной 230 м отрабатывается по столбовой системе разработки механизированным комплексом 3МКД90.

Для инструментальных замеров и визуальных наблюдений оборудовалась замерная станция на одной из секций механизированной крепи. На четырех стойках через предохранительные клапаны устанавливались манометры МП-3, показания которых дежурный наблюдатель фиксировал с интервалами 10 мин, а во время прохода комбайна и перемещения секций крепи в районе замерной станции каждую минуту. Кроме того, выполнялись измерения конвергенции вмещающих пород стойками СУИ-2 с индикаторами ИЧТ-0,01. Показания индикаторов и манометров фиксировались одновременно.

Первая замерная станция была оборудована на сопряжении 9-й западной лавы с конвейерным штреком. Затем ее перемещали вверх по лаве и в каждом месте дислокации замеры выполняли до и после прохода комбайна и передвижки секции крепи. Результаты наблюдений за смену заносились в специальные формуляры.

Средние значения сопротивления гидравлических стоек составляют около 63-69% номинального значения. Начальное сопротивление секций механизированной крепи изменяется от 181 до 250 кН/м^2. Среднее удельное сопротивление секций 278 кН/м^2, или около 85% от номинального значения [3].

Расстояние от консолей перекрытия до забоя изменялось от 0,3 до 0,7 м, т. е. превышало паспортное значение в 1,6 раза. Расстояние от забоя до места первого контакта перекрытия с кровлей составило в среднем 0,8 м. Причем контактирование в подавляющем большинстве случаев было не сплошным, а точечным, в основном через 3-4 точки передней части консоли. Рессорная и жесткая части перекрытия контактировали с кровлей через породную подушку толщиной от 30 до 100 мм.

Наиболее интенсивная конвергенция вмещающих пород происходит после прохода комбайна в средней части призабойного пространства на расстоянии 1,2-1,6 м от забоя, т. е. подтверждается гипотеза о s-образном опускании кровли и возникновении растягивающих напряжений в массиве при увеличении расстояния от забоя до первой стойки. При этом, линия опускания непосредственной кровли приближается к экспоненте, обуславливая образование растягивающих напряжений в нижних слоях, раскрытие трещин и вывалы

породы в призабойном пространстве лавы [4].

Моделирование геомеханических процессов в горном массиве. Моделирование, как метод познания действительности, широко применяется в различных областях науки. При решении задач горной геомеханики используются физические, аналитические и численные методы моделирования натуры.

Среди методов физического моделирования наибольшее распространение получили метод эквивалентных материалов и поляризационно-оптический. Иногда их используют с методами структурных моделей, электроаналогии и центробежного моделирования. Сущность этих методов заключается в замене естественных горных пород такими искусственными материалами в модели, физико-механические показатели которых находятся в определенных соотношениях с аналогичными показателями натуры. Такая замена действительности моделью осуществляется с помощью критериев и констант подобия.

Методы физического моделирования широко апробированы при решении широкого круга задач; они обладают высокой наглядностью, но позволяют получать только качественную картину физической природы изучаемых процессов. Наряду с преимуществами физическое моделирование имеет и недостатки: невысокая точность результатов, связанная со значительным искажением (масштабным уменьшением) действительности, получение результатов только в относительных показателях, высокая материалоемкость и трудоемкость изготовления моделей.

Этих недостатков лишены аналитические методы моделирования, существенное достоинство которых состоит в возможности получения количественных результатов в абсолютных показателях, более полном учете реальных свойств массива горных пород, геометрических размеров и внешних воздействий. К аналитическим относятся методы, в которых показатели представляются в явном виде и могут быть вычислены с любой степенью точности, а к численным - методы, в которых сплошная среда аппроксимируется квазидискретной моделью.

По сравнению с аналитическими, численные методы более гибкие, так как дают возможность моделировать неоднородность породного массива, различные включения и зоны ослабления трещинами, а также позволяют учитывать большее количество физико-механических характеристик пород.

Среди численных методов наибольшее распространение получил метод конечных элементов, обладающий значительным диапазоном

возможностей для решения различных задач горной геомеханики.

Для решения задачи имитирования взаимодействия механизированной крепи с породным массивом необходимо разработать геомеханическую модель. Разработка геомеханической модели включает в себя последовательное решение следующих вопросов: установление геометрических размеров расчетной схемы и способа разбиения ее на элементы с учетом исходной постановки задачи; вычленение в расчетной схеме интересующей области исследования путем вычисления внутренних сил на каждом этапе расчета и использования их в качестве внешних нагрузок в следующем этапе, то есть осуществление постепенного перехода от общего решения к частному.

Полагаем, что производится отработка пологого угольного пласта мощностью 1,8 м, залегающего на глубине около 1000 м. В основной кровле пласта залегают породы категории A_2 или A_3 (песчаники, мощностью от 5 до 20 м с шагом вариации в моделях 5 м), непосредственная кровля – сланец категории $Б_2$ или $Б_3$ имеющий мощность 0,1 до 3,0 м (мощность непосредственной кровли варьируется в моделях с шагом 0,1 м). В почве – однородный массив сланцев категории $П_{2\text{-}3}$.

Для горных пород характерны гравитационные, прочностные и деформационные свойства. Наиболее полно эти свойства отражают следующие физико-механические характеристики: плотность (Q, кг/м^3), сцепление (C, Па), угол внутреннего трения (φ, град.), модуль упругости (E, Па) и коэффициент Пуассона (υ).

Геомеханическая модель представляет собой вертикальный разрез от земной поверхности до глубины 1100 м. Горизонтальные размера модели также принимаются 1100 м. Размеры приняты априори при условии неизменности геостатических напряжений на границах. Если предполагаемые сдвижения будут выходить за границы модели, то ее размеры необходимо увеличить. Сетка треугольных элементов сгущается в районе угольного пласта, где предполагаются высокие градиенты напряжений. Общее количество элементов в расчетной схеме – 2900, количество узлов – 1607.

На первом этапе решения задачи проверяется условие равновесия модели. Расчеты выполняются для массива не подверженного влиянию горных работ и модель при этом должна сохранять геостатическое равновесие. Распределение напряжений в любом произвольном вертикальном сечении должно в точности повторять картину распределения внешних сил на границах модели.

На втором этапе моделируется проведение разрезной печи,

наличие которой вызывает незначительные смещения пород и перераспределения напряжений. На последующих этапах моделируется выемка угля путем увеличения пролета кровли в выработанном пространстве на величину подвигания забоя лавы ΔL. Расчеты выполняются до тех пор, пока не будет зафиксировано разрушение элементов, имитирующих основную кровлю, то есть, пока не произойдет первичное обрушение. Если первичная посадка кровли произошла на *n*-ом этапе расчетов, то предыдущее *n-1* решение принимается в качестве исходного в модели участка меньших размеров, а полученные напряжения являются граничными условиями для исследуемой области.

В исследуемой области моделируется призабойная крепь путем приложения противодействующих сил к узлам элементов, имитирующих породы кровли в призабойном пространстве.

Выводы. Установлено, что для повышения адаптивности крепи к условиям неустойчивых пород кровли необходимо обеспечить возможность ее работы в режиме оптимальных силовых параметров, соответствующих горно-геологическим условиям залегания пласта. Для условий неустойчивых пород кровли (категория $Б_2$) удельной сопротивление крепи должно изменяться от 250 до 300 кН/м^2, а для среднеустойчивых $Б_3$ – от 300 до 350 кН/м^2. Завышенное, или заниженное сопротивление крепи приводит к нарушению сплошности пород и вывалообразованиям в призабойном пространстве лавы.

Существующие гидравлические механизированные крепи в силу своих конструктивных особенностей не способны обеспечить оптимальные силовые режимы взаимодействия с вмещающими породами. Поэтому крепи очистных забоев, адаптивные к неустойчивым кровлям, должны базироваться на новых принципах взаимодействия с вмещающими породами, обеспечивающих энергетическую стабильность системы «крепь-породный массив» [5].

Исследования проводились в ФГБНУ «РАНИМИ» в рамках государственного задания (№ госрегистрации 1023020600011-0-2.7.5).

Перечень ссылок

1. Антипов, И.В. Методика комплексных инструментальных исследований в очистных забоях угольных шахт / И.В.Антипов, А.В.Савенко, С.В.Малиновский // Труды РАНИМИ : сб. науч. тр. – Донецк, 2018. – № 5. – С. 205-212.

2. Антипов, И.В. Натурные исследования в действующем очистном забое / И.В.Антипов // Труды РАНИМИ : сб. науч. тр. – Донецк, 2023. – № 22. – С. 148-156.

3. Антипов, И.В. Закономерности изменения напряженно-деформированного состояния горного массива в зоне выемки угля и крепления очистного забоя / И.В.Антипов // II Международная научно-практическая конференция Инновационные перспективы Донбасса, том 1 Проблемы и перспективы в горном деле и строительстве. – Донецк : ДонНТУ, 2016. – С. 25-30.

4. Антипов, И.В. Оценка протяженности концевых участок лав по

критерию ускорения конвергенции вмещающих пород / И.В.Антипов // Проблемы недропользования: рецензируемый сб. науч. статей. Выпуск 4 (7). – Екатеринбург : ИГД УрО РАН, 2015. – С. 54-58.

5. Антипов, И.В. Система двухступенчатого сопротивления для механизированных крепей нового технического уровня / И.В.Антипов, В.С.Маевский, В.И.Домарев // Труды РАНИМИ: сб. науч. тр. – Донецк, 2017. – № 3. – С. 7-14.

УДК 622.8

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ИНСТРУКЦИЯМ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ДЛЯ РАБОЧИХ ПРОФЕССИЙ И ВИДОВ ВЫПОЛНЯЕМЫХ ИМИ РАБОТ

Л.И. Ямнюк
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «МАКЕЕВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»,
г. Макеевка, ДНР

Проведен сравнительный анализ нормативных правовых актов ДНР и Российской Федерации, регламентирующих разработку инструкций по охране труда для рабочих профессий и видов выполняемых работ, и определены основные требования, ранее действовавшие в ДНР, которые целесообразно использовать при подготовке новой редакции нормативного документа РФ.
A comparative analysis of the regulatory legal acts of the Donetsk People's Republic and the Russian Federation regulating the development of labor protection instructions for blue-collar professions and types of work performed was carried out, and the basic requirements previously in force in the DPR were identified, which are advisable to use when preparing a new edition of the regulatory document of the RF.
Ключевые слова: инструкция, охрана труда, сравнительный анализ, нормативные требования.
Keywords: instructions, labor protection, comparative analysis, regulatory requirements.

Основными нормативными документами, регламентирующими требования по охране труда (ОТ) для рабочих, являются инструкции по ОТ по профессиям и видам выполняемых работ. До вхождения Донецкой Народной Республики в состав Российской Федерации разработка инструкций по ОТ осуществлялась согласно НПАОТ 0.00-6.01-16 Порядок разработки и принятия инструкций по охране труда [1], в настоящее время – в соответствии с утвержденными приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 29.10.2021 № 772н «Основными требованиями к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем» [2]. В целях дальнейшего совершенствования нормативного обеспечения по разработке инструкций по ОТ необходимо учесть опыт, накопленный в ДНР. Для этого был

проведен сравнительный анализ вышеуказанных документов и определены основные требования принятого в 2016 году в Донецкой Народной Республике НПАОТ 0.00-6.01-16 [1], которые целесообразно учесть при подготовке новой редакции «Основных требований…» [2].

Согласно «Основным требованиям…» [2], инструкция по ОТ должна содержать следующие разделы: «Общие требования охраны труда», «Требования охраны труда перед началом работы», «Требования охраны труда во время работы», «Требования охраны труда в аварийных ситуациях», «Требования охраны труда по окончании работы».

В разделе «Общие требования охраны труда» нормативным правовым актом [2] не предусмотрены сведения о сфере применения инструкций, а также отсутствуют следующие важные требования – условия и порядок допуска работников к самостоятельной работе по профессии или к выполнению соответствующего вида работ (требования по возрасту, стажу работы, полу, состоянию здоровья, прохождению медосмотров, профессиональному образованию и специальному обучению по вопросам охраны труда, инструктажам, проверке знаний и т.п.). В данном разделе помимо указаний о необходимости соблюдения требований правил внутреннего трудового распорядка должны быть отражены сведения о специфических особенностях организации труда и технологических процессов и о круге трудовых обязанностей работников данной профессии (выполняющих данный вид работ). В раздел не включены общие сведения об объекте разработки, которые отражены в инструкциях по ОТ, разрабатываемых согласно нормативному документу ДНР [1]: определение рабочего места работника данной профессии (вида работ) в зависимости от продолжительности его пребывания на нем в течение рабочей смены (постоянное или непостоянное); краткая характеристика технологического процесса и оборудования, применяемого на этом рабочем месте, производственном участке, в цехе. В данный раздел включен порядок уведомления о случаях травмирования работника и неисправности оборудования, приспособлений и инструмента (или ссылку на локальный нормативный акт), а порядок уведомления работодателя о выявленных неисправностях оборудования, устройств, приспособлений, инструмента, средств защиты и т.д. в инструкциях по ОТ, разрабатываемых согласно нормативному документу [1], включен в раздел «Требования безопасности перед началом работы».

Раздел «Требования охраны труда во время работы» инструкций по ОТ [2] не включает следующие требования аналогичного раздела «Требования безопасности при работе» [1]:

- правила безопасной эксплуатации внутрицеховых транспортных и грузоподъемных средств и механизмов, тары;
- требования безопасности при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировке груза;
- возможные виды опасных отклонений от нормального режима работы оборудования и технологического регламента и способы их устранения;
- условия, при которых работа должна быть прекращена (технические, метеорологические, санитарно-гигиенические и т.п.);
- требования по обеспечению пожаро- и взрывобезопасности;
- порядок уведомления работодателя о несчастных случаях или внезапных заболеваниях, фактах нарушения технологического процесса, выявленных неисправностях оборудования, устройств, инструмента, средств защиты и о других опасных и вредных производственных факторах, угрожающих жизни и здоровью работников.

В разделе «Требования охраны труда в аварийных ситуациях» отсутствуют:

- сведения о средствах и действиях, направленных на предотвращение возможных аварий;
- сведения о порядке применения средств противоаварийной защиты и сигнализации.

НПАОТ 0.00-6.01-16 Порядок разработки и принятия инструкций по охране труда [1] также содержит приложения, которых нет в «Основных требованиях…» [2]:

- форма титульного и заглавного листов примерной инструкции по охране труда;
- форма титульного листа, первой и последней страниц инструкции по охране труда, действующей на субъекте хозяйствования;
- форма журнала регистрации инструкций по охране труда на субъекте хозяйствования;
- форма журнала учета выдачи инструкций по охране труда на субъекте хозяйствования.

Использование перечисленных требований к содержанию инструкций по ОТ, имеющихся в нормативном правовом акте Донецкой Народной Республики [1], при подготовке новой редакции «Основных требований…» [2] позволит усовершенствовать

нормативную базу обеспечения ОТ рабочих за счет использования положительного опыта по данному вопросу, накопленного в ДНР.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку отвечающих современным требованиям инструкций по ОТ для рабочих профессий и видов выполняемых ими работ.

Выводы

В статье изложены результаты сравнительного анализа нормативных правовых актов Донецкой Народной Республики и Российской Федерации, регламентирующих разработку инструкций по охране труда для рабочих профессий и видов выполняемых ими работ, и определены основные требования ДНР, которые должны быть учтены при подготовке новой редакции действующих в РФ «Основных требований к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем».

Перечень ссылок

1. НПАОТ 0.00-6.01-16 Порядок разработки и принятия инструкций по охране труда [утвержден приказом Гортехнадзора ДНР от 23.12.2015 № 527, зарегистрирован в Министерстве юстиции ДНР 21.01.2016 под № 903] - Текст электронный // https://ohranatruda.ru/upload/iblock/723/Prikaz-o-razrabotke-instruktsiy-po-okhrane-truda-DNR.pdf?ysclid=lvap8qufid959422611 (дата обращения 22.04.2024).

2. Основные требования к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем [утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29.10.2021 № 772н, зарегистрированы в Минюсте России 26.11.2021 № 66015] – Текст электронный // https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/2183?ysclid=lvapb3fw2a880785307 (дата обращения 22.04.2024).

УДК 622.8:687.157

О ТРЕБОВАНИЯХ К СРЕДСТВАМ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ ИНСТРУКЦИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА РАБОТНИКОВ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

О.Г. Кременев, Н.А Мартынова
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «МАКЕЕВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
г. Макеевка, ДНР

Проведен анализ требований законодательной и нормативной правовой базы Донецкой Народной Республики и Российской Федерации к средствам индивидуальной защиты шахтеров. Обоснованы требования к СИЗ, учитывающие специфические условия шахт ДНР, для включения их в инструкции по охране труда работников угольной промышленности.
Annotation. The analysis of the legislative and regulatory framework of the Donetsk People's Republic and the Russian Federation for personal protective equipment of miners is carried out. The requirements for PPE, taking into account the specific conditions of the mines of the DPR, are justified in order to include them in the instructions on labor protection of workers in the coal industry.
Ключевые слова: инструкция, охрана труда, средство индивидуальной защиты, требования, угольная шахта.
Keywords: instructions, labor protection, personal protective equipment, requirements, coal mine.

После вхождения Донецкой Народной Республики (ДНР) в состав Российской Федерации

(РФ) средства индивидуальной защиты (СИЗ) работников угольной промышленности ДНР должны соответствовать требованиям законодательной и нормативной базы РФ. Включение в инструкции по охране труда (ИОТ) требований к СИЗ, отвечающих законодательной и нормативной правовой базе РФ – актуальная проблема обеспечения охраны труда в угольной отрасли.

Цель доклада – обоснование требований к средствам индивидуальной защиты, учитывающим специфические условия шахт ДНР, для включения их в инструкцию по охране труда работников угольной промышленности.

Для достижения цели были решены задачи: 1. Анализ и сравнение требований к СИЗ для работников угольных шахт, разработанных в ДНР и РФ. 2. Обоснование требований к СИЗ, включаемых в инструкции по охране труда для работников угольной промышленности.

Обеспечение работников угольных предприятий ДНР СИЗ проводилось в соответствии с действующими отраслевыми нормами [1]. Для защиты шахтеров применяются СИЗ в зависимости от наличия опасных и вредных производственных факторов. Работодатель обязан приобрести за счет собственных средств и бесплатно выдать работникам специальную одежду, обувь и другие СИЗ [2]. Нормы выдачи СИЗ определяются в соответствии с условиями труда работников угольной отрасли (подземные работы, работы на поверхности угольных шахт, работы на обогатительных и брикетных фабриках, на железнодорожном транспорте). В зависимости от условий работы установлен перечень необходимых СИЗ для работников угольных шахт.

Исследования эксплуатации СИЗ работников угольных шахт ДНР, разрабатывающих пласты глубокого залегания, показали, что используемая спецодежда, не учитывает специфику труда этой категории трудящихся. В условиях глубоких шахт, где температура окружающего воздуха поднимается до 40°С, горнорабочие должны дополнительно снабжаться костюмом из ткани "сетка". Ткани для пошива костюма СИЗ, должны обладать такими гигиеническими свойствами как: высокая воздухопроницаемость, гигроскопичность, паропроницаемость, влагоотдача.

При этом должно выполняться важнейшее требование к СИЗ – сохранение и поддержание защитных свойств на должном уровне в течение всего срока эксплуатации, регламентируемого нормами к СИЗ. Однако выполнение этого требования весьма затруднительно при использовании СИЗ в специфических условиях подземных выработок угольных шахт ДНР. Специфика ведения горных работ в шахтах ДНР заключается в добыче угля на больших глубинах (более 1000 м), отработке преимущественно маломощных угольных пластов, повышенных температурах воздуха рабочей зоны, разнообразии гидрогеологических характеристик шахтных полей и пластов (обводненность почвы, капеж воды с кровли); стесненности рабочего пространства, преимущественной позе работника: согнувшись, на коленях, лежа. В таких условиях эксплуатации СИЗ подвергаются интенсивному трению об острые грани кусков породы и угля, действию пыли и шахтных вод, а также стирке и сушке (с

периодичностью, определяемой санитарно-гигиеническими требованиями), что приводит к повышенному износу СИЗ и преждевременной потере их защитных свойств.

МАКНИИ были проведены исследования защитных свойств существующей спецодежды, применяемой в условиях шахт ДНР, в результате которых установлено, что износ происходит раньше нормативного срока. Наиболее быстро изнашиваются отдельные её части (область локтевых и коленных суставов, низ рукавов куртки, низ брюк, область сидения на брюках). Определено, что используемая спецодежда шахтера обладает недостаточными защитными свойствами и сроком службы, непривлекательным внешнем видом, отсутствием современного корпоративного стиля. Решение этой проблемы – использование современных материалов, а также применение для накладок в области локтей и колен тканей, устойчивых к большим истирающим нагрузкам. Применение таких материалов позволяет повысить срок эксплуатации костюма в 2-3 раза, обеспечить современный внешний вид и уровень защиты. Использование спецодежды из качественных тканей позволяет работодателю повышать эффективность используемых средств на приобретение спецодежды, сокращая издержки на ремонт и замену некачественной одежды.

Также исследования показали, что для изготовления СИЗ, используемых на шахтах ДНР, необходимо применять материалы, обладающие следующими свойствами: прочность на разрыв не менее 800 Н (по основе), 600 Н (по утку); стойкость к истиранию не менее 4500 циклов; водоотталкивание не менее 90 усл. ед; маслоотталкивание не менее 5 баллов. Для защитных накладок нужно применять ткани из химических волокон с показателями: стойкость к истиранию не менее 8000 циклов; стойкость к проколу не менее 13 Н; сопротивление порезу не менее 2 Н/мм; сопротивление раздиранию не менее 20 Н.

На основании проведенных исследований МАКНИИ были разработаны «Отраслевые нормы бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты для работников угольной промышленности» [3]. Эти нормы учитывают изменения условий труда шахтеров, новые более эффективные СИЗ, дополнительную выдачу их в зависимости от условий работы и результатов проведения аттестации рабочих мест.

Анализ нормативных требований в области охраны труда к СИЗ, разработанных в РФ, показал, что в результате кардинального реформирования законодательства РФ произведена замена 66

типовых отраслевых норм (ТОН) выдачи СИЗ на новые «Единые типовые нормы выдачи средств индивидуальной защиты по профессиям (должностям)» [4] и «Правила обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами» [5]. В этих документах используется новый принцип подбора спецодежды, спецобуви и других СИЗ. Ориентироваться будут на профессию (должность) работника, на опасности, представляющие угрозу жизни и здоровью работников, а также на факторы окружающей среды, которые существуют на его рабочем месте. В соответствии с новыми требованиями у работодателя появилась обязанность самостоятельно устанавливать правила обеспечения работников шахт СИЗ и дезинфицирующими средствами, руководствуясь типовыми нормами и правилами [4, 5]. Работодатели, устанавливая нормы и правила обеспечения персонала угольных шахт СИЗ, должны будут опираться на результаты специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков, а также согласовывать вводимые новшества с профсоюзом горного предприятия.

Разработанные в РФ новые типовые нормы бесплатной выдачи СИЗ и правила обеспечения СИЗ работников [4,5] актуальны для всех отраслей производства и зависят от наличия на рабочем месте вредных и опасных факторов. Однако проведенный анализ требований РФ к СИЗ показал, что они не полностью соответствуют специфическим горно-геологическим условиям шахт Донбасса. Поэтому работодателям угольных предприятий с условиями, подобными шахтам Донбасса, рекомендуется (наряду с нормами и правилами [4,5]) дополнительно применять нормы СИЗ для работников угольной промышленности, разработанные в ДНР [3].

Этими отраслевыми нормами в отдельных случаях предусмотрена дополнительная выдача СИЗ. Например, на подземных работах в шахтах работникам выдается: утепленный подшлемник к каске шахтерской в горных выработках, по которым проходит поступающая струя воздуха со скоростью свыше 6 м/с; костюм из ткани «сетка» на сухих участках горных работ при температуре + 26°С и выше; костюм с водоотталкивающей пропиткой и сапоги резиновые на мокрых работах и другие СИЗ. На работах, выполняемых на поверхности шахт, работникам выдается: шапка-ушанка и полушубок при температуре окружающей среды – 20°С и ниже; костюм сигнальный, плащ сигнальный непромокаемый, костюм сигнальный на утепляющей прокладке при работах, связанных с железнодорожным транспортом.

Для работников всех профессий и должностей дополнительно выдаются рубашки хлопчатобумажные (футболки), индивидуальная банная обувь и полотенце при посещении душевых. Работникам всех профессий и должностей, работающих со значительными нагрузками на поясничный отдел позвоночника, а также работающим при резко изменяющихся температурных режимах выдается пояс поясничный.

Вывод

Проведенные исследования показали, что в инструкции по охране труда работников угольной промышленности работодателям рекомендуется (наряду с нормами и правилами [4,5]) дополнительно включать требования к СИЗ, регламентируемые отраслевыми нормами [3], разработанными для шахт ДНР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отраслевые нормы бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты для работников угольной промышленности. – Киев: МакНИИ, 2005. – 218 с. – Текст: непосредственный.

2. Правила безопасности в угольных шахтах: (НПАОТ 10.0-1.01-16): официальное издание: утв. совместным приказом ГК Гортехнадзора ДНР и Минугля и энергетики ДНР от 18.04.2016 г № 36/208, зарегистрированы в Минюсте ДНР 17.05.2016 г под №1284; с изменениями: введены в действие 12.07.2017 г. – Донецк: ЧП Полипресс, 2016. – 218 с. – 1400 экз. – Текст: непосредственный.

3. Отраслевые нормы бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты для работников угольной промышленности» (НПАОТ 10.3-3.02-2022): утв. Приказом Гортехнадзора ДНР от 25.07.2022 г № 1596, зарегистрированы в Минюсте ДНР от 22.08.2022 г № 5264. – Текст: электронный // ГИС норм. правовых актов ДНР: официальный сайт. – 2023 URL https: //gisnpa-dnr.ru/npa/0105-1596-20220725/?ysclid =lvdnhka4mv737762373 (дата обращения 24.04.2024).

4. Единые типовые нормы выдачи средств индивидуальной защиты по профессиям (должностям): Приложение№1 к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 29.10.2021 г. №767н. Текст: электронный // Контур. Норматив [сайт]. – 2021. – URL https://normativ.kontur.ru/document? moduleId =1& documentId=419981&ysclid=lvew4j17ga439274218 (дата обращения 20.04. 2024).

5. Правила обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами: Приложение к Приказу Минтруда и соц. защиты РФ от 29.10.2021 г. № 766н. Текст: электронный // Контур.Норматив [сайт]. – 2021. – URL https://normativ.kontur.ru/document?moduleld=41891&ysclid=Lowh892sdt946863555 (дата обращения 20.04.2024).

УДК 622.412:622.817

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕТОДА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОГНОЗА ПОЯВЛЕНИЯ ОПАСНЫХ ПО МЕТАНУ ГАЗОВЫХ СИТУАЦИЙ

А.Л. Скляров, Е.В. Беляева, В.Н. Медведев
ГУ «МАКЕЕВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
г. Макеевка, ДНР

В данной работе рассмотрены ключевые вопросы создания информационной базы процессов изменения концентрации метана, которая является основой для разработки метода автоматического прогноза появления опасных по метану газовых ситуаций в атмосфере горных выработок угольных шахт ДНР.
In this research paper consideration is given to key matters in creation of a database for processes of change in methane concentration which forms the basis of development of a method for automatized prognosis of methane-hazardous gas situations appearance in mine working air of coal mines of DPR.
Ключевые слова: шахта, газовыделение, процесс изменения концентрации метана, безопасность, информация, прогноз.
Keywords: mine, gas emission, process of change in methane concentration, safety, information, prognosis.

При мониторинге газовой обстановки в угольных шахтах метанометрическая техника выдает информацию горнорабочим или осуществляет защитное отключение электроэнергии с некоторым запаздываением, обусловленным инерционными свойствами этой техники. Инерционность, в свою очередь, порождает появление динамической погрешности измерения, величина которой будет также зависеть от интенсивности контролируемого процесса. Особенно ощутима такая погрешность при экстремальных газовыделениях (внезапных выбросах угля и газа, прорывах метана, посадке кровли и т.п.) [1]. Все это существенным образом сказывается на оперативности обеспечения безопасности горных работ по газовому фактору.

Для решения указанной проблемы предложено осуществлять автоматическое прогнозирование значений концентрации метана, т.е. с помощью метанометрической техники получать сведения о будущих опасных газовых ситуациях и тем самым уменьшить информационное

запаздывание, а также предвидеть ход событий, связанных с газопроявлениями [2].

Разработка алгоритма прогнозирования требует наличия сведений об объекте прогноза, в полной мере отвечающих сущности контролируемых процессов. Для этого была поставлена задача по формированию базы данных, способной удовлетворить потребность в информационном обеспечении исследований, направленных на установление закономерностей метановыделения в атмосферу горных выработок.

Целью данной публикации является раскрытие путей формирования информационной базы данных о процессах изменения концентрации метана в угольных шахтах ДНР для разработки метода автоматического прогноза появления опасных по метану газовых ситуаций.

В качестве источников информации были использованы результаты теоретических и экспериментальных исследований процессов изменения концентрации метана, которые нашли отражение в литературных источниках, электронных ресурсах, отчетах о НИР, материалах расследования аварий и других носителях необходимых сведений.

При формировании базы было решено отказаться от приоритетов между результатами, носящими теоретический и экспериментальный характер. Весь набор сведений был максимально приближен к оригиналам без всякой предварительной обработки, способной оказать влияние на ход дальнейших исследований. Он внесен в компьютерную память отдела методов и средств контроля состава рудничной атмосферы МАКНИИ и может пополняться и тиражироваться.

Следует отметить, что представленные в базе результаты теоретических исследований чаще всего преследовали цель, направленную на решение определенных задач, которые не связаны с прогнозированием газовых ситуаций. Поэтому полученные математические модели затруднительно использовать непосредственно при прогнозировании, но они позволяют оценить общие тенденции, которые свойственны определенным процессам. Так, например, при исследованиях, представленных в [3] и ряде других работ, установлено, что во время сотрясательного взрывания и при появлении внезапных выбросов увеличение концентрации метана в тупиковых выработках можно рассматривать в виде линейной функции времени. Также была предложена методология расчета объема метана, который выделяется во время газодинамического явления и математическая модель процесса загазирования горных выработок.

Эта информация дополняется сведениями, представленными в [4], согласно которым максимальное значение концентрации метана C_{max} после проведения взрывных работ по углю в подготовительных выработках могут быть определены из выражения:

$$C_{max} = C_0 + \frac{180 \cdot G_{max}}{S \cdot L_T}\left(0{,}39\sqrt{\frac{S \cdot L_T}{Q_З}} - 0{,}1\right), \qquad (1)$$

где C_0 - концентрация метана в поступающем воздухе (перед вентилятором местного проветривания), % об.;

G_{max} - максимальная интенсивность выделения метана после взрывания по углю, определяемая по природной метаноносности угольного пласта или фактическому метановыделению с обнаженных поверхностей пласта, м^3/мин;

S - площадь поперечного сечения выработки в свету, м^2;

L_T - расстояние от конца вентиляционного трубопровода до забоя выработки, принимаемое равным 8 м;

$Q_З$ - количество воздуха, которое подается к забою выработки, м^3/мин.

Выражение (1) не описывает динамику процесса загазирования выработки, но позволяет установить, что G_{max} тесно связано с C_{max}. Учитывая связь между интенсивностью выделения метана и интенсивностью процесса изменения концентрации метана, а также то обстоятельство, что под интенсивностью подразумевается изменение параметра в единицу времени, можно выдвинуть гипотезу о наличии взаимосвязи между максимальной скоростью нарастания концентрации метана и максимальным значением концентрации при экстремальных процессах газовыделения.

Результаты экспериментальных исследований, которые вошли в информационную базу, были получены с применением автоматических пробоотборников и метанометрической техники. Однако эти средства обладают определенными недостатками, снижающими достоверность результатов.

Пробоотборники являются устройствами дискретного действия. Они не позволяют получать непрерывную информацию об исследуемом процессе. Сам забор пробы происходит за определенный промежуток времени, что приводит к усреднению данных на некотором временном промежутке. Поэтому, полученные таким путем сведения дают основание говорить лишь об определенных закономерностях процессов.

Наиболее представительная информация, внесенная в базу данных, получена с применением метанометрической техники. Хотя и здесь следует учитывать наличие статистических и динамических погрешностей, а, в некоторых случаях, ограничения по диапазону измерений и двузначность метанометров [5].

На рис. 1 и рис. 2 представлены типичные графики процессов изменения концентрации метана в горных выработках, которые зарегистрированы шахтными метанометрами.

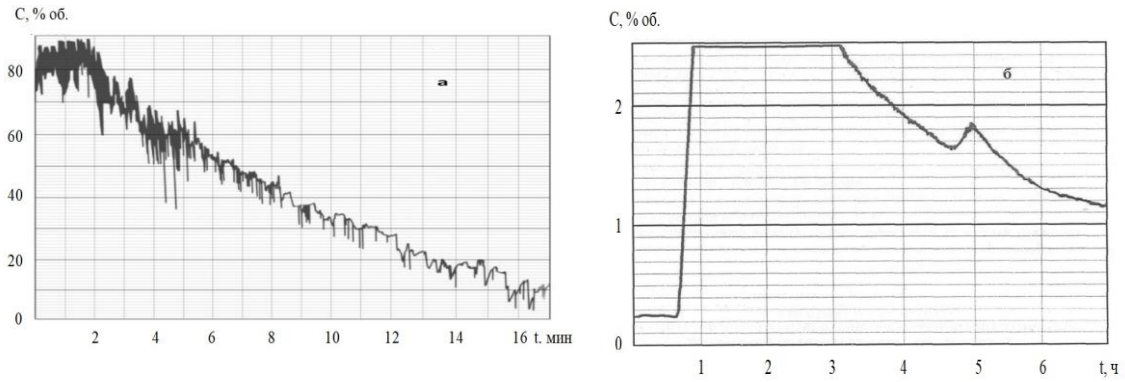


Рисунок 1 – Реализации процессов изменения концентрации метана, полученные в подготовительной выработке при выбросах угля и газа: а - на расстоянии 30 м от забоя; б - на расстоянии 660 м от забоя

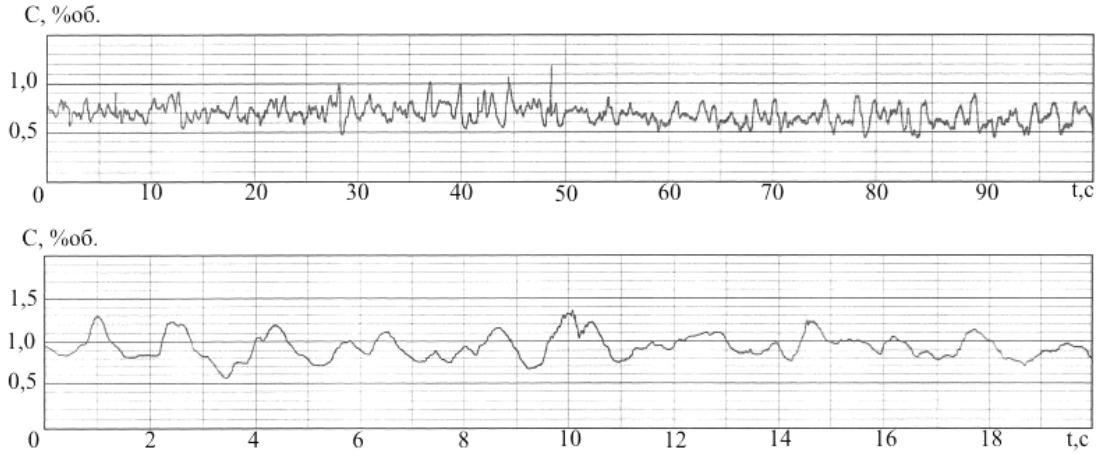


Рисунок 2 – Флуктуации концентрации метана в очистной выработке

Для оценки репрезентативности сформированной базы данных были проведены сравнительные исследования представленных в ней материалов, т.е. оценено насколько конкретные сведения о процессах изменения концентрации метана соответствуют выбранной

совокупности. Установлено, что база дает представление о генеральной совокупности, хотя использует при этом только материалы, отобранные случайным образом. Это утверждение вытекает из совпадения сведений, полученных теоретическими и экспериментальными путями. Следовательно, сформированная база данных является качественно и количественно репрезентативной.

ВЫВОДЫ

Опираясь на различные источники, которые содержат сведения о динамике метановыделений, сформирована информационная база данных о процессах изменения концентрации метана, являющаяся основой для разработки метода автоматического прогноза появления опасных газовых ситуаций в атмосфере горных выработок угольных шахт ДНР. Эта база указывает на необходимость комплексного рассмотрения всех событий, приводящих к загазированию контролируемых метанометрической техникой объектов, т.к. отдельно взятые источники информации не могут в полной мере удовлетворить требованиям задач прогнозирования.

Перечень ссылок

1. Медведев В.Н. Влияние динамических параметров метанометрической техники на результаты мониторинга рудничной атмосферы / В.Н. Медведев, Е.В. Беляева, Д.С. Романюк // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах : сб. науч. тр. / МакНИИ. – Макеевка. – 2023. – Вып. 2 (61). – С. 28-34.

2. Медведев В.Н. Концепция развития мониторинга содержания метана в шахтной атмосфере / В.Н. Медведев, М.Д. Азбель // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах : сб. науч. тр. / МакНИИ. – Макеевка. – 2017. – Вып. 1 (36). – С. 5-16.

3. Брюханов О.М. Розвиток теорії і вдосконалення практики попередження та локалізації вибухів у глибоких шахтах : автореф. дис. на здобуття ступеня докт. техн. наук : спец. 05.26.01 «Охорона праці» / О.М. Брюханов. – Дніпропетровськ, 2007. – 36 с.

4. Божко В.Л. Рекомендации по методике отнесения тупиковых выработок к особо опасным по метану при ведении взрывных работ / В.Л. Божко, К.К. Бусыгин, А.Ф. Клишкань // Борьба с газом и пылью в угольных шахтах : сб. науч. тр. / МакНИИ – Макеевка – Донбасс, 1970. – № 6. – С. 3-9.

5. Приборы шахтные газоаналитические. Общие технические требования. Методы испытаний: ГОСТ 24032:2009 (СТ СЭВ 6455:88) – М.: Издательство стандартов, 1989. – 36 с.

УДК 622:556.3

ВЛИЯНИЕ ТЕКТОНИКИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИРОДНОЙ ГАЗОНОСНОСТИ В УГОЛЬНЫХ ПЛАСТАХ

Н. И. Лобков [1], А. Г. Радченко[1]

1 – Республиканский академический научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела, ул. Челюскинцев, д. 291, г. Донецк, 283004, ДНР

Аннотация. В статье рассмотрены особенности изменения природной газоносности в угольных пластах: а) по площади угольного пласта k_4^1; б) с ростом глубины по скважинам МС-394 и МС-384.
Annotation: The article considers the peculiarities of changes in natural gas content in coal seams: a) by the area of the coal seam k_4^1; b) with increasing depth in wells MS-394 and MS-384.
Ключевые слова: угольные пласты, тектонические нарушения, природная газоносность, геологоразведочные скважины, глубина работ, коэффициенты изменчивости, закономерности изменения.
Keywords: coal seams, tectonic disturbances, natural gas content, exploration wells, depth of work, coefficients of variability, patterns of change.

Горный массив является сложной, неоднородной, слоистой системой и характеризуется блочным строением, обусловленным тектонической нарушенностью. Тектоническая нарушенность породных слоев и угольных пластов является причиной появления и усиления структурных неоднородностей в углепородном массиве. Зоны горно-геологических нарушений являются участками опасными по проявлению различных видов газодинамических явлений: суфляры, прорывы газа из угольных пластов, внезапные разломы кровли и почвы с повышенным газовыделением, внезапные выбросы угля и газа и т. д. В связи с этим, **целью настоящей работы** является анализ влияния тектонической нарушенности на распределение природной газоносности в угольных пластах.

В условиях шахты «Калиновская – Восточная» ПО «Макеевуголь» был выполнен анализ влияния крупных тектонических нарушений на перераспределение природной газоносности в угольных пластах - $X_{пр}$., м ^{3}/т. с. б. м. Исходные данные по $X_{пр}$ были взяты из работы [1]. Шахта «Калиновская – Восточная» расположена в северо-западной части г. Макеевки Донецкой области. Шахта сдана в

эксплуатацию в 1957 году. Общая площадь шахтного поля составляет 14 км ^{2}. Горный отвод шахты характеризуется сложным геологическим и тектоническим строениями. Крупными тектоническими структурами в пределах горного отвода шахты являются: Итальянский; Калиновский; Первомайский; Французский надвиги; надвиги Каменский, № 9 и № 10; сброс Западный; Калиновский сброс и т. д. Например, протяженность Итальянского надвига на участке шахтного поля составляет L =5,5 км; углы падения α = 12– 40 ^{o}; надвиг имеет 6 ветвей с амплитудами A = 5 –120 м; надвиг проходит от земной поверхности до отметки минус 1467 м. На балансе шахты состоит 18 угольных пластов, в настоящее время горные работы ведутся только по пласту ℓ_1. Анализ изменения показателя $X_{пр}$ по площадям был выполнен по пласту k_4^1 шахты «Калиновская- Восточная». Схема расположения геологоразведочных скважин по пласту k_4^1 дана на рисунке 1.

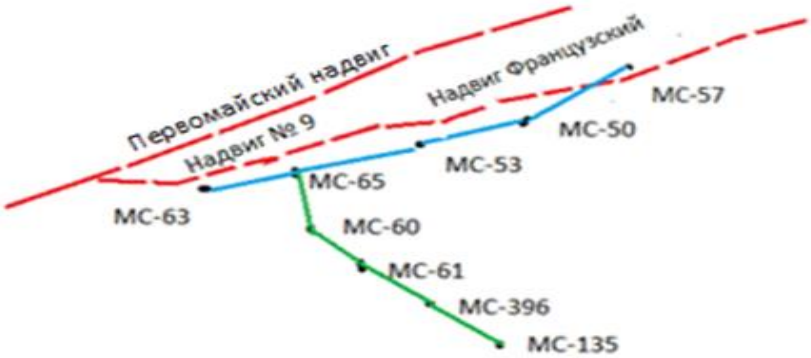


Рисунок 1– Схема расположения скважин по пласту k_4^1

Изменение $X_{пр}$ по простиранию пласта k_4^1 показано на рисунке 2.

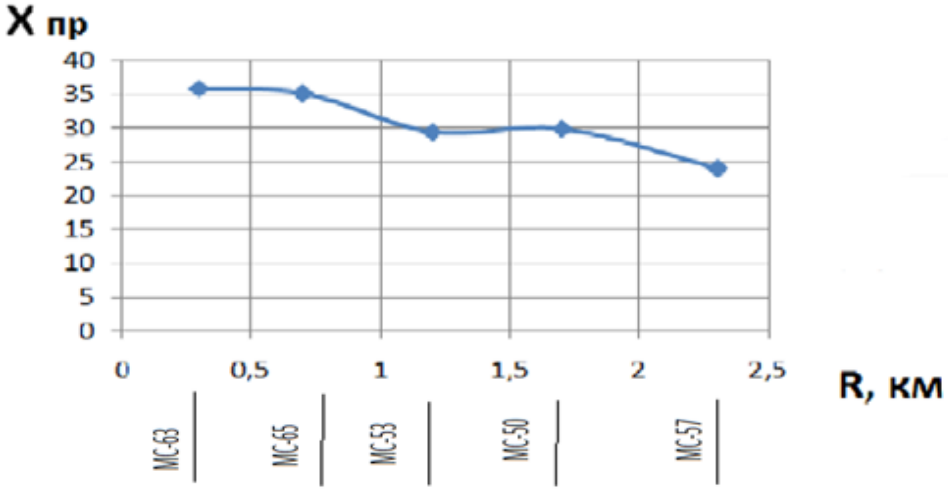


Рисунок 2 – График изменения показателя $X_{пр}$ по простиранию пласта k_4^1.

Изменение показателя $X_{пр}$ по линии падения пласта k_4^1 показано на рисунке 3.

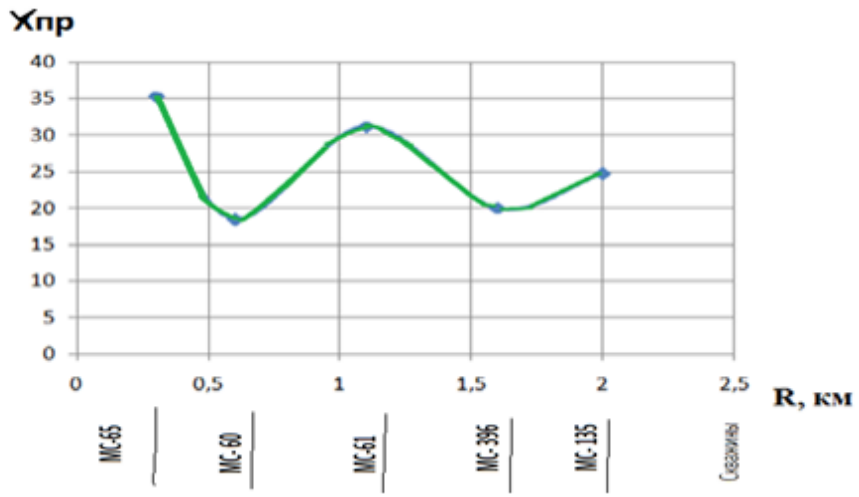


Рисунок 3 – График изменения $X_{пр}$ по линии падения пласта k_4^1

Анализ рисунков 1 и 2 показал, что показатель $X_{пр}$ по линии простирания пласта k_4^1 в зоне влияния надвига № 9 и Французского надвига имеет повышенные значения, среднее арифметическое значение составило $X_{пр\ ср}$ = 31 м ^{3} / т. с. б. м. Надвиг № 9 на участке шахтного поля имеет протяженность L = 3,5 км; углы его падения α = 15 – 42 ^{o} ; амплитуда надвига A = 18 – 70 м. Французский надвиг на участке шахтного поля имеет протяженность L = 6,0 км; углы его падения α = 30 – 70 ^{o} ; амплитуда надвига A = 57 – 232 м. Таким образом, указанные крупные тектонические нарушения обусловили повышенные значения $X_{пр}$ на данном анализируемом участке угольного пласта k_4^1 . Коэффициент изменчивости показателя $X_{пр}$ по линии простирания пласта k_4^1 рассчитывался по формуле, приведенной в работе [2] :

$$К_{из}(Х_{пр}) = \frac{\Sigma|\Delta'|}{L_{,км}}. \qquad (1)$$

где: $\Sigma|\Delta'|$ – сумма первых разностей показателя $X_{пр}$ по линии простирания пласта k_4^1; L, км – длина исследуемого профиля.

Из рисунка 2 следует, что коэффициент изменчивости показателя $X_{пр}$ в данном случае имеет небольшое значение: $К_{из}(Х_{пр})$= 5,68. Анализ рисунка 3 показал, что по линии падения пласта k_4^1 с ростом глубины происходит снижение значений $X_{пр}$: а) в скважине МС-396 (H = 1058 м и $X_{пр}$ = 20, 0 м ^{3} / т. с. б. м.) ; б) в скважине МС-135 (H=1106 м и $X_{пр}$= 24, 8 м^3 / т. с. б. м.). Среднее арифметическое значение $X_{пр}$ по

линии падения пласта k_4^1 составило $X_{пр}$ = 26 м ^{3} / т. с. б. м., а коэффициент изменчивости $К_{из}(Х_{пр})$= 23, 95; т. е. изменчивость показателя $X_{пр}$ по линии падения пласта k_4^1 возросла в 4 раза. На снижение значений показателя $X_{пр}$ по скважинам МС- 396 и МС- 135 по пласту k_4^1 оказал дегазирующее влияние Итальянский надвиг.

Изменение показателя $X_{пр}$ с ростом глубины по скважине МС- 394 в зоне влияния Итальянского надвига показано на рисунке 4.

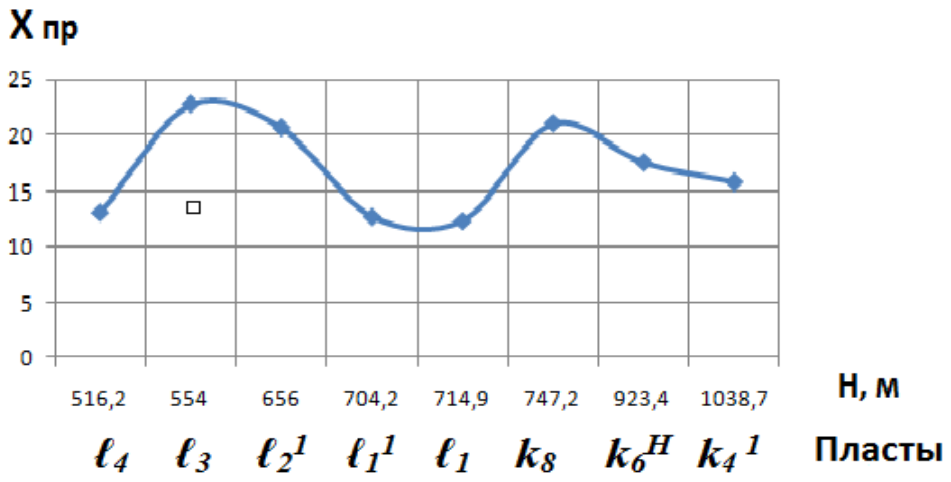


Рисунок 4 – Изменение показателя $X_{пр}$ с ростом глубины по скважине МС- 394

Из рисунка 4 следует, что в зоне влияния Итальянского надвига по скважине МС- 394 наблюдается повышенная изменчивость природной газоносности угольных пластов, фиксируются нелинейные, волнообразные изменения показателя $X_{пр}$ с ростом глубины.

Количественные изменения показателя $X_{пр}$ с ростом глубины по скважине МС- 384 в зоне влияния Калиновского надвига и Калиновского сброса приведены на рисунке 5. Марочный состав углей *К* и *ОС*,
V^{daf} = 24, 0–16,0 %.

Анализ рисунка 5 показал, что в зоне влияния Калиновского надвига и Калиновского сброса по скважине МС- 384 наблюдаются волнообразные изменения показателя $X_{пр}$ с ростом глубины. Коэффициент изменчивости показателя $X_{пр}$ по скважине МС- 394 составил: $К_{из}(Х_{пр})$= 66, 1; (влияние Итальянского надвига). А по скважине МС- 384 коэффициент изменчивости показателя $X_{пр}$ имеет более высокие значения: $К_{из}(Х_{пр})$= 103,6 ; (в данном случае сказывается влияние двух крупных тектонических нарушений- Калиновского надвига и Калиновского сброса).

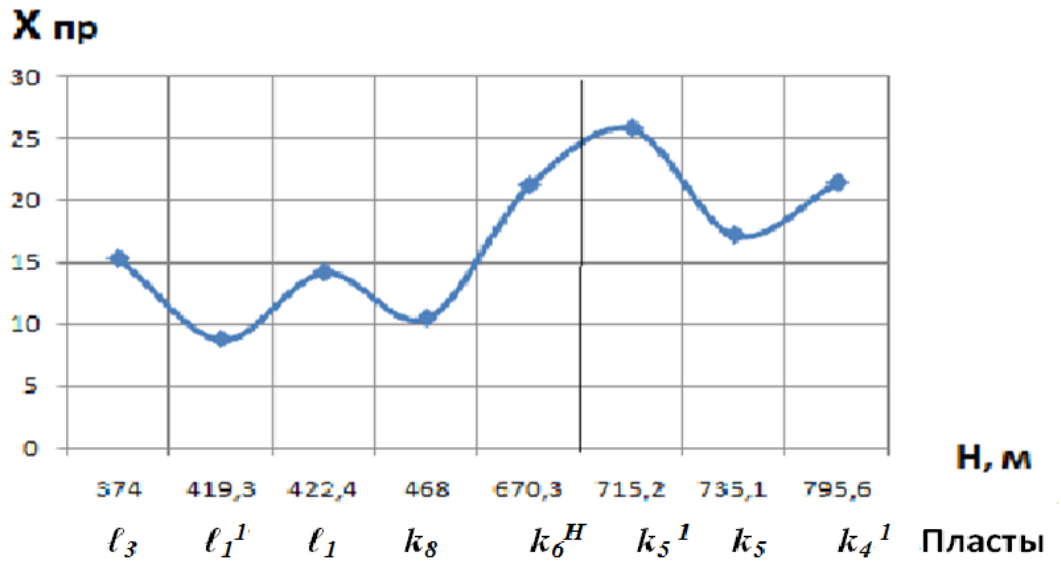


Рисунок 5 – Изменение показателя $X_{пр}$ с ростом глубины по скважине МС- 384

Выводы

В зонах влияния геологических нарушений изменяются физико-механические, газокинетические свойства и напряженно-деформированное состояние углепородного массива, происходит перераспределение природной газоносности в угольных пластах и вмещающих породах. По площади пласта $k_4{}^1$ в зоне влияния надвига № 9 и Французского надвига значения природной газоносности углей - $X_{пр}$ возрастают, а по площадям по пластам $\ell_1{}^1$; ℓ_1 и $k_8{}^B$ в зоне влияния Итальянского надвига значения $X_{пр}$ снижаются. С ростом глубины залегания пластов под влиянием тектонических нарушений наблюдается высокая изменчивость показателя $X_{пр}$, например: а) по скважине МС-394, находящейся в зоне влияния Итальянского надвига; б) по скважине МС-384, находящейся в зоне влияния Калиновского надвига и Калиновского сброса .

Перечень ссылок.

1. Геологический отчет о переоценке запасов каменных углей поля шахты «Калиновская – Восточная» ПО «Макеевуголь» (подсчет запасов по состоянию на 01. 01. 1989 г.) в 10 книгах, четырех папках. Книга 2. МУП СССР, ПО «Укруглегеология», Макеевская геолого-разведочная экспедиция. Текст отчета, Донецк, –1989.– 166 с.

2. Минеев, С. П. Горные работы в сложных условиях на выбросоопасных угольных пластах: [монография], [Текст] / С. П. Минеев, А. А. Рубинский, О. В. Витушко, А. Г. Радченко // Донецк: ООО «Східний видавничий дім», 2010.– 603с.

УДК 622.834.1

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СМЕЩЕНИЯ КРАЕВОЙ ЧАСТИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА С ЭЛЕКТРОННЫМ ИЗМЕРИТЕЛЕМ ЧАСОВОГО ТИПА И ВИДЕОФИКСАЦИЕЙ СНИМАЕМЫХ ПОКАЗАНИЙ В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ

О.Г. Ролдугин, В.И. Домарев
ФГБНУ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ ГОРНОЙ ГЕОЛОГИИ, ГЕОМЕХАНИКИ, ГЕОФИЗИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА»,
г. Донецк, ДНР

Представлены результаты инструментальных наблюдений в действующем очистном забое. Предложен новый способ, и устройство измерения смещения краевой части угольного пласта.
The results of instrumental observations in the operating working face are presented. A new method and device for measuring the displacement of the edge part of a coal seam is proposed.
Ключевые слова: очистный забой, измерительное устройство, смещение угольного пласта
Keywords: breakade stoping, measuring device, coal seam displacement

Известен способ измерения отжима угольного пласта [1]. Наблюдения производились в заранее пройденном впереди забоя просеке. В различных пачках угля, в одной вертикальной плоскости бурились два-три шпура длиной 1,5-2,0 м. В шпуры вставляли длинные деревянные пробки с утолщенными концами (рис. 1).

Утолщенная часть пробки (0,15 м) прилегала к забою шпура и его стенкам, тонкая часть стенок шпура не касалась, чем устранялось действие нарушенного угля на пробку. Концы пробок, выступающие из шпуров, имели прикрепленные к ним металлические линейки с ценой деления 0,5 мм, проходящие сбоку нити отвеса, укрепленного вблизи забоя ниши.

Снятие показаний производилось одновременно по всем точкам, заложенным в угле, и шлангам, регистрирующим смещение пород в районе наблюдений.

Недостатки этого способа – большой объем подготовительных работ (проведение просика, бурение шпуров), необходимо

оборудование для бурения, показания производятся с глубины угольного пласта, что не обеспечивает точность показаний.

Для измерения смещения краевой части угольного пласта было разработано устройство, не имеющее аналогов описанных в научной литературе. Данным изобретением производятся замеры смещения краевой части угольного пласта на небольшом расстоянии от измеряемого места [2].

Недостатком данного способа является ручное снятие показаний с механического индикатора часового типа при помощи работника шахты, который с определенным промежутком времени фиксировал и заносил показания в специальный журнал.

Разработан новый вариант снятия показаний, который не требует постоянного участия работника при замерах.

На стойке СУИ расположена горизонтальная съемная полка, на которой размещается электронный индикатор часового типа с точностью измерения 0,01 мм (рис. 2).

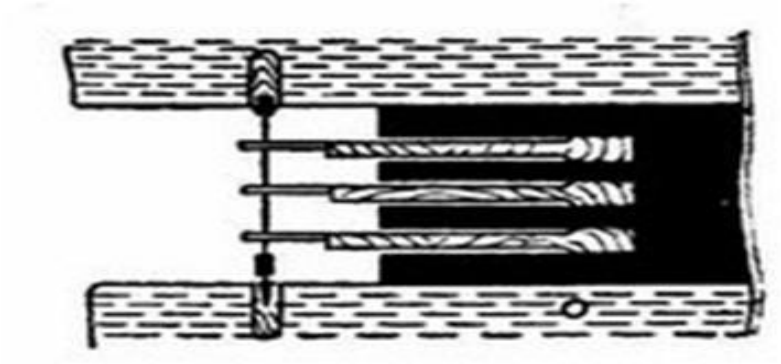


Рис. 1 – Расположение шпуров и приспособлений для измерения смещения угля

После индикатора установлена направляющая, изготовленная из стекловолоконной трубки диаметром 20 мм и длиной 50 см, в которую вставляется телескопический толкатель, состоящий из стекловолоконных колен (по типу телескопического толкателя). Материал телескопического толкателя выбран с учетом веса и прочности. Малый вес толкателя позволяет без усилия передвигаться в направляющей, не искажая измеряемых показателей.

Рис. 2 – Электронный измерительный индикатор часового типа

Диаметр широкой части телескопического толкателя 18 мм, который вставляется в направляющую с зазором 2 мм, и, без усилия может передвигаться в данной направляющей. Длина телескопического толкателя 220 см, что позволяет более чем на 2 метра отодвинуть от измеряемой поверхности прибор, предоставляя возможность фиксировать показания, не приближаясь к движущимся частям конвейера (рис. 3)

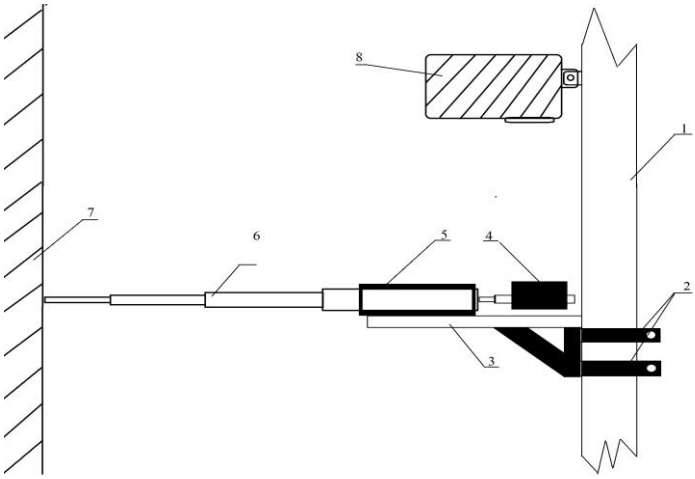


Рис. 3 – Измеритель смещения краевой части угольного пласта

1 - Стойка СУИ; 2 - Хомуты крепления полки; 3 - Полка;
4 – Электронный индикатор измерения часового типа;
5 - Направляющая; 6 – Телескопический толкатель; 7 -Угольный пласт; 8 – Герметичный бокс для камеры видеофиксации снимаемых показаний.

Телескопический толкатель упирается в угольный пласт дальним концом, а второй конец, который находится в направляющей, упирается в электронный индикатор измерения часового типа, на

котором имеется подстроечный винт, позволяющий подвести шток электронного индикатора вплотную под телескопический толкатель. Таким образом, распереть его между угольным пластом и индикатором.

Снятие показаний фиксируются автоматически при помощи камеры видеофиксации, установленной выше электронного индикатора часового типа, что позволяет получать полную картину изменений смещений краевой части угольного пласта с дальнейшим сохранением видеофиксации измеряемых показаний.

Все показания электронного индикатора часового типа при измерении фиксировались на видеозапись при помощи установленного герметичного бокса для видео камеры, находящимся выше электронного индикатора часового типа, что позволило иметь полную картину всего происходящего в любой момент снятия данных с устройства.

Республиканский академический научно-исследовательский институт (РАНИМИ) провел инструментальные наблюдения в действующем очистном забое на шахте им. М.И. Калинина.

Устройство для измерения смещения краевой части угольного пласта распирается между кровлей и почвой в лаве (рис. 4) на расстоянии 30 м от комбайна на пути его следования. При работе по выемки угля комбайн подходит ближе к измерительному устройству, от чего происходит смещение краевой части угольного пласта. Чем ближе комбайн к устройству измерения смещения краевой части угольного пласта, тем интенсивнее изменения показания индикатора часового типа (рис. 5). Если в 30 метрах от комбайна не происходит значительных изменений, то при приближении показания смещений краевой части угольного пласта, существенно увеличиваются.

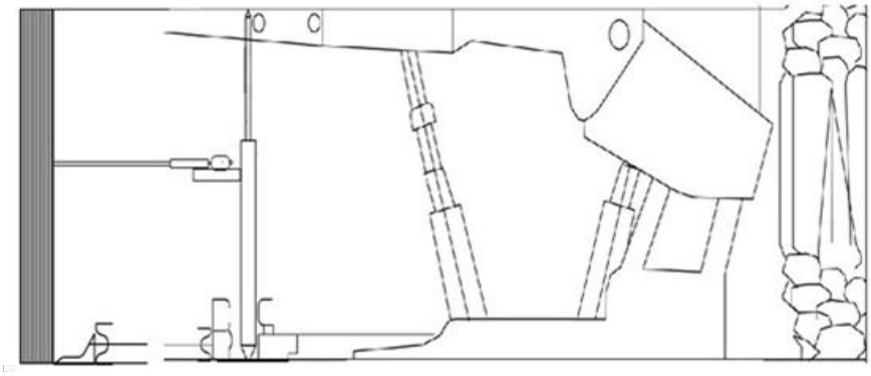


Рис. 4 – Расположение устройства для измерения смещения краевой части угольного пласта в лаве

При замере смещения краевой части угольного пласта, замерная станция размещалась в 30 метрах от комбайна, который двигался в направлении к месту установки устройства для измерения смещения краевой части угольного пласта. Как показывает график (рис. 5), изменение смещения краевой части угольного пласта в первые минуты движения комбайна практически не изменялось. Начиная с пятой минуты отжим начал интенсивно увеличиваться. С десятой по пятнадцатую минуту замера, когда комбайн был в 20 метрах от замерной станции, наблюдалось более интенсивное изменение показаний электронного измерителя часового типа (рис.5). Далее, с 15 минуты до прохода комбайна показания практически не изменялись. С 25 минуты замера, когда комбайн прошел замерную станцию, резко увеличился отжим угля.

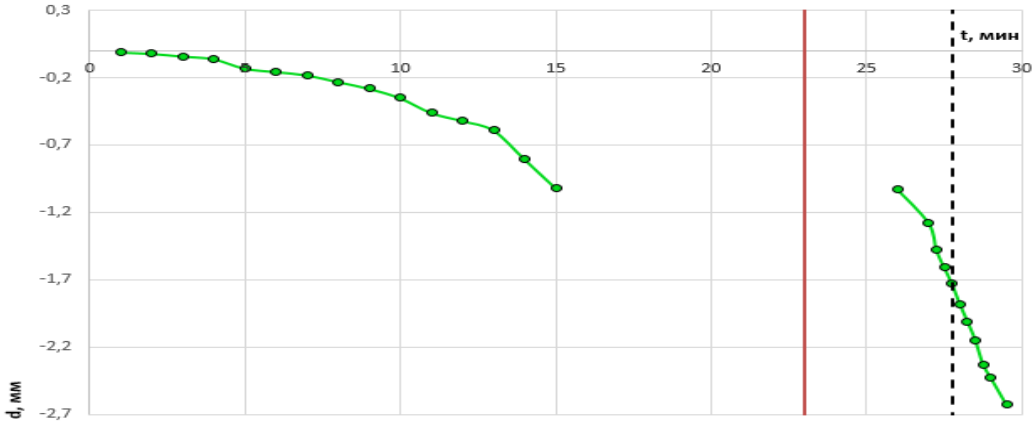


Рис. 5 – График смещения краевой части угольного пласта во 2-й разгрузочной лаве, пласта h_{10} шахты им. М.И. Калинина

Результаты исследований позволят обосновать оптимальную скорость подвигания очистного забоя для предотвращения скопления метана в зоне опорного давления и снижения вероятности газодинамических явлений, предотвращению вывалов пород, повышению безопасности труда шахтеров и увеличению добычи угля.

Перечень ссылок

1. Кравченко В.И. Отжим угля при разработке пологопадающих пластов Донбасса / В.И. Кравченко. - Москва-Харьков, 1951. - 57с.

2. Патент на полезную модель РФ № 223680 Устройство для измерения смещения краевой части угольного пласта / Ролдугин О.Г. Заявл. 07.07. 2023. Опубл. 28.02.2024.

УДК 624.012.3/.4

СБОРНЫЕ И МОНОЛИТНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

А.Н. Парфенов, И.С. Зайцева
КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Т.Ф. ГОРБАЧЕВА
г. Кемерово

Аннотация: Проанализированы преимущества и недостатки сборных и монолитных железобетонных конструкций.
Annotation: The advantages and disadvantages of prefabricated and monolithic reinforced concrete structures are analyzed.
Ключевые слова: сборные железобетонные конструкции, монолитные железобетонные конструкции.

Сборные железобетонные конструкции являются одним из самых распространенных способов строительства, благодаря своей прочности, долговечности, универсальности и простоты в использовании (рис.1).

Одним из самых главных преимуществ является то, что сборные железобетонные конструкции изготавливаются на заводе и приезжают на строительную площадку в готовом виде, что увеличивает скорость монтажа конструкции, а за счет этого уменьшаются затраты и время необходимые на постройку здания или сооружения.

Рисунок 1 – Элементы сборных железобетонных конструкций

Вторым по важности преимуществом является их высокая прочность, долговечность и устойчивость к различным видам воздействия, таким как температура, влажность, выветривание, а так же сейсмическая устойчивость и другие. Это играет важную роль при строительстве зданий и сооружений, требующих повышенной надежности.

Еще несколько преимуществ железобетонных конструкций: они не горят, не гниют, устойчивы к агрессивным средам, дешевые и экологичные, так как бетон является на 100% натуральным материалом, который можно перерабатывать и использовать повторно.

Из минусов стоит отметить, что для возведения сборных железобетонных конструкций требуется тяжелая техника, которая зачастую является дорогостоящей, а также при возведении таких конструкций нужно учитывать, что есть некоторые ограничения по массе и размерам. И еще одним минусом является необходимость заделки стыков и швов между элементами конструкций.

Сборные железобетонные конструкции используются повсеместно благодаря своему преимуществу в скорости монтажа. В гражданском строительстве используются железобетонные сваи, плиты перекрытия, блоки фундамента, стеновые панели, а также элементы лестницы, такие как пролеты, ступени и площадки.

Для промышленного строительства используются фундаментные балки, фермы, арки, многоуровневые колонны, стропильные балки и другие элементы, используемые для строительства больших многопролетных зданий.

Для инженерных сооружений используют элементы: колодцы, накладки, поддоны, мостовые трубы, мосты, опоры ЛЭП, шпалы, быстровозводимые здания, напорные и безнапорные трубы.

Также есть сборные железобетонные конструкции специального назначения, название которых говорит само за себя. Они изготавливаются по отдельному заказу и примером таких конструкций могут послужить кислотостойкие и жаростойкие бетоны.

Монолитные железобетонные конструкции, в отличие от сборных, представляют собой единое сооружение, но к нему так же относятся все свойства железобетонных конструкций – устойчивость к разному роду воздействий, дешевизна и экологичность (рис.2). Для строительства монолитного ж/б сооружения необходимо просто соорудить каркас и залить его бетоном. Но у данного способа так же есть ряд преимуществ и минусов.

Рисунок 2 – Строительство монолитного здания

Преимущества данного способа строительства:

- проектирование здания любой планировки и этажности, а также не имеет значения выбор стиля здания;
- использование наружных стен в качестве несущих, за счет чего можно осуществлять перепланировку в уже готовом здании;
- выигрыш в площади полезного пространства (в среднем 10%), так как толщина стен меньше, чем в аналогичных кирпичных зданиях;
- эксперты гарантируют что данному типу зданий капитальный ремонт понадобится не меньше чем через 100 лет;
- высокая сейсмоустойчивость сооружения, благодаря монолитности конструкции;
- у каркасных ж/б сооружений достаточно низкая усадка, что дает возможность производить чистовой ремонт сразу после строительства.

Как и у любого способа строительства, у этого присутствует ряд минусов:

- высокие трудозатраты при строительстве, необходимо большее количество человека-часов, нежели при панельном строительстве;
- низкие температуры (ниже +5° С) требуют затрат на подогрев бетона или на добавление морозостойких присадок, из-за чего строительство лучше вести в летний период;
- заливка монолитного здания должна быть непрерывна и вести постоянный темп до конца строительства, это поможет уменьшить количество стыков-швов и увеличить прочность конструкции;

- тонкие стены придется дополнительно утеплять и прокладывать шумоизоляцию;
- железобетон «не дышит», из-за чего необходима принудительная система вентиляции;
- так как монолитные стены имеют очень высокую прочность, коммуникации необходимо проектировать и прокладывать до самого строительства;
- для строительства более прочных зданий необходимо использовать специализированную технику для уплотнения бетонов.

Область применения у данного способа строительства, так же как и у сборных ж/б конструкций, достаточно велика, например: строительство военных объектов – бункеры, тоннели, объекты находящиеся на полигонах для испытания оружия, ракетные шахты; жилые здания и многоквартирные дома – монолитные железобетонные конструкции используются для строительства несущих стен, перекрытий, лестниц и других элементов зданий; офисные здания и коммерческие центры – такие конструкции обеспечивают прочность и надежность строения, а также позволяют создавать большие свободные пространства без лишних опор; промышленные сооружения – монолитные железобетонные конструкции используются для строительства заводских зданий, складов, цехов и других промышленных объектов; мосты и тоннели – железобетонные монолитные конструкции широко применяются в строительстве мостов, эстакад и тоннелей благодаря своей прочности и устойчивости к нагрузкам; инфраструктурные объекты – к монолитным железобетонным конструкциям относятся также станции метро, аэропорты, космодромы, гидротехнические сооружения и другие объекты инфраструктуры.

В целом, выбор между монолитными и сборными железобетонными сооружениями зависит от требований к объекту, бюджета, сроков строительства и архитектурных задач. Каждый тип конструкции имеет свои преимущества и ограничения, которые необходимо учитывать при проектировании и строительстве.

Перечень ссылок:

1. Сборные и монолитные железобетонные конструкции/Сергей плотников – 2021. – [Электронный ресурс] – URL :https://stroyka.ru/articles/sbornye-i-monolitnye-zhelezobetonnye-konstrukcii,

2. Ахматов, М.А : «О новых тенденциях в сейсмостойком строительстве», ФГБОУ ВПО « Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова, 2017.

3. Дворов, В. : «Конструктивные особенности монолитно-каркасных домов», [Электронный ресурс] - URL : https://proekt-tyumen.ru/2018/03/06/konstruktivnye-osobennosti-monolitno-karkasnyh-domov/, 2018.

УДК 691

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕННОГО И ЭФФЕКТИВНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЧАСТНОГО ДОМА ДЛЯ ПОСТОЯННОГО ПРОЖИВАНИЯ

К.Е. Козлова, И.С. Зайцева
КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Т.Ф. ГОРБАЧЕВА,
г. Кемерово

Аннотация: были рассмотренны различные строительные материалы для индивидуального или массового строительства коттеджей.
Annotation: Various building materials for individual or mass construction of cottages were considered.
Ключевые слова: строительство, дом, кирпич, газобетон, дерево, СИП-панель.

Строительство частного дома для постоянного проживания является ответственным и важным решением. В таком доме мы проводим большую часть нашей жизни, поэтому выбор материала для его строительства играет ключевую роль. Необходимо найти и использовать материал, который сочетает в себе не только эффективность, но и долговечность.

Целью данного исследования является изучение распространенных и эффективных материалов, которые могут быть использованы для строительства частного дома для постоянного проживания. Это позволит определить лучший вариант материала, который обладает высокими техническими характеристиками, экономической эффективностью и пригодностью для долгосрочного использования.

Кузбасс славится суровыми зимними и непредсказуемыми летними условиями, ведь наш регион находится в резко континентальном климате. Частые перепады температуры, повышенная влажность доставляет трудности для использования того или иного материала в строительстве.

Для того, чтобы узнать какому материалу отдают предпочтения кемеровчане, был проведен социологический опрос с помощью Яндекс Форм. В нем приняли участие 30 человек, из них 18 мужчин (60,7%) и 12 женщин (39,3%) в возрасте до 18 лет – 4 человека

(14,3%), от 18 до 35 лет – 19 человек (64,3%), от 35 и выше – 7 человек (21,4%). Большинство проживает в настоящее время в квартирах (76,7%), меньшая часть в частных домах (23,3%).

Результаты опроса показали, что кирпичу отдали свое предпочтение 47,6% кемеровчан, газобетонный блок получил 21,4% голосов, клееный брус – 14,3%, оцилиндрованное бревно – 9,5 %, каркасная панель – 4,8%.

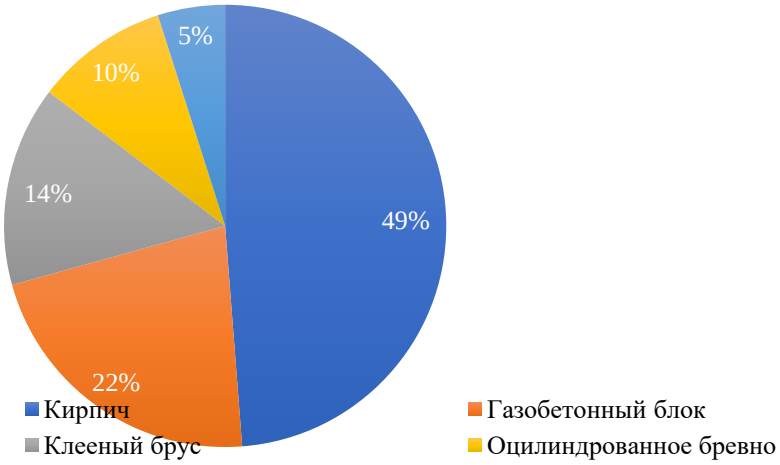


Рисунок 1 – Предпочтения респондентов при выборе строительных материалов

При выборе материала для строительства частного дома для постоянного проживания, необходимо учитывать и сравнивать преимущества и недостатки различных опций. В настоящее время существует широкий ассортимент материалов, таких как кирпич, дерево, металл, бетон и другие.

Кирпич является одним из самых популярных материалов для строительства. Он имеет высокую прочность и долговечность, способен выдерживать различные погодные условия и обладает хорошими звукоизоляционными свойствами. Однако кирпичный дом требует значительных финансовых затрат на строительство и может быть неэкологичным, если используется красный кирпич, содержащий токсичные вещества.

Деревянный дом является экологически чистым и имеет приятную атмосферу. Дерево обладает низкой теплопроводностью, что позволяет сохранять комфортную температуру в помещении. Однако деревянный дом требует регулярного ухода и защиты от гниения, пожароопасен и может быть подвержен вредителям и грибку.

Исследования, проведенные в области строительства частного дома для постоянного проживания, выявили различные материалы, которые обладают надежностью, долговечностью и эффективностью.

Одним из таких материалов является кирпич. Кирпичные дома считаются одними из самых прочных и стабильных строений. Они отличаются высокой теплоизоляцией, что обеспечивает комфортное проживание в любое время года.

Другим распространенным материалом является дерево. Строительство домов из дерева считается экологически чистым и энергосберегающим. Деревянные конструкции обладают отличными теплоизоляционными свойствами и обеспечивают приятный микроклимат внутри помещений.

Также стоит отметить использование каркасно-панельных систем. Этот тип строительства отличается быстрым и экономичным сбором конструкции. Каркасно-панельные дома обладают хорошей теплоизоляцией, а благодаря использованию различных утеплителей могут быть адаптированы под любые климатические условия.

Таблица 1

Характеристики строительных материалов

Материал наружных стен	Долговечность, лет	Время строительства, месяцев	Дополнительное утепление	Необходимость и тип наружной отделки	Затраты, % (за 100 взят кирпичный дом)
Строительный кирпич	Более 100	В среднем около 12	Необходимо	Желательная, паропроницаемая	100
Газобетон	До и более 100 (при уходе)	Не менее 6	Не обязательно, зависит от толщины блока и региона строительства	Обязательна, паропроницаемая	70
Дерево (бревно, брус)	До и более 100 (при уходе)	2-6	Не требуется	Не требуется, требуется ежегодная обработка антисептиками	60-70
СИП-панели (пенополисирол в обшивке из ОСП)	Не менее 25	от 1	Не требуется	Обязательна, любая	30

По данным таблицы можно выделить две категории строительства: быстрое строительство и долгосрочное. Перед выбором строительных изделий стоит учитывать множество нюансов, потому что каждый из рассмотренных материалов имеет не только достоинства, но и недостатки. На основе мнения опрошенных самым распространенным остается кирпич. Однако не нужно забывать про современные материалы, которые не только придадут другой облик зданию, но и помогут решить некоторые проблемы. Со своей стороны хочу отметить каркасное строительство. SIP-панель не только легче при транспортировке, но и проще при проведении монтажных работ. Достоинство таких панелей и в том, что в процессе проживания в каркасном доме, можно сделать перепланировку, которая улучшит условия и эргономику жилища. И все же выбор должен быть основан на индивидуальных предпочтениях и потребностях. Важно помнить, что строительство коттеджа – это долгосрочное вложение, и правильный выбор материалов способствует созданию комфортного и надежного здания на долгие годы.

Перечень ссылок

1. Искусство кирпичной кладки. — Ростов н/Д: Феникс, Москва: Цитадель-трейд, 2005. - 176 с. / ISBN 5-222-04998-1 / ISBN 5-7657-0170-1. URL: https://www.kaminsnab.ru/getfile.aspx?id=38&DBCode=UploadedFile

2. Красовский, П.С. Новые строительные материалы и технологии: учеб. пособие в 2 частях Ч. 1 / П.С. Красовский. – Хабаровск: ДВГУПС, 2020. – 205 с. – URL:https://lk.dvgups.ru/public/upload/img_tpls/aaf6a0dfb9ac47fc476dc20d25a94213/images/Krasovskij_UP_Ch_1_82815.pdf

3. ecopan10.ru : ЭкоПан Современное строительство: сайт. – г. Петрозаводск, 2013. URL: http://ecopan10.ru/technology/history-sip (дата обращения: 19.02.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Сат, Д.Х. Долговечность деревянных зданий и сооружений/ Д.Х. Сат; Тувинский государственный университет. – Текст: электронный // Вестник Тувинского государственного университета. – 2022. – №4. – С. 48-55. – URL: https://reader.lanbook.com/journalArticle/963992#8 (дата обращения: 28.02.2024)

УДК 550.822:622.838

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДА ТАМПОНАЖА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

А.Ю. Лазебник
ФГБОУ ВО «ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ» АИГиТ,
г. Антрацит, ЛНР

Аннотация. В статье приведены примеры успешного применения комплексного метода тампонажа для ликвидации горных выработок на ряде объектов горнорудной промышленности. Обоснована оптимальная рецептура глиноцементных растворов при закладочных работах аварийных затопленных выработок.
Annotation. The article provides examples of the successful application of the complex grouting method for the elimination of mine workings at a number of mining facilities. The optimal formulation of clay-cement mortars for backfilling work in emergency flooded workings has been substantiated.
Ключевые слова. Комплексный метод тампонажа, закладочная скважина, глиноцементные растворы, каолиновая глина.
Keywords. Complex method of grouting, filling well, clay cement solutions, kaolin clay.

Состояние вопроса. Одним из способов закладки затопленных горных выработок, представляющих опасность с точки зрения, как активации процессов сдвижения горного массива, так и влияния на безопасную работу нижелещащих горизонтов, является их ликвидация способом тампонажа. Как правило, предусматривается полное заполнение всего пространства самой горной выработки и прилегающих ниш и камер, что исключает возможность прорыва подземных вод в другие горизонты.

При разработке основных технических решений по закладке аварийных горных выработок использован многолетний успешный опыт НПО «Спецтампонажгеология». Данный опыт получен в проектировании и выполнении: тампонажных и закладочных работ при ликвидации горных выработок угольной промышленности в Донбассе и Ростовской области [1]; гидроизоляции крупных (до 10 м и более) зон тектонических нарушений и разломов при строительстве Северо-Муйского тоннеля БАМа; ликвидации тектонических

нарушений и крупных карстовых пустот на различных объектах горнорудной промышленности и др.

Основной текст. Технические и технологические решения по закладе аварийных горных выработок базируются на доставке закладочного материала через тампонажные скважины, пробуренные с поверхности земли.

В качестве закладочного материала используются твердеющие смеси, характеризующиеся заданными прочностными и гидроизоляционными свойствами. Подбор оптимальной рецептуры закладочного тампонажного раствора разрабатывается на базе местных материалов и используемого специального бурового и тампонажного оборудования.

Наиболее распространенными материалами, используемыми для приготовления закладочных тампонажных растворов, являются цементы различных марок: портландцемент, пуццолановый портландцемент, шлакопортландцемент, сульфатостойкий портландцемент. В целях экономии цемента в раствор вводятся различные наполнители, такие как: песок, глина, зола уноса электростанций ТЭЦ, молотый шлак и ряд других материалов. Для улучшения реологических свойств и регулирования сроков твердения раствора в него вводятся дополнительно химические ускорители схватывания. В качестве химической добавки в зависимости от ее назначения используются силикат натрия, хлористый кальций и др.

Наибольшее распространение в отечественной практике горного дела, гидротехники и подземного строительства получили цементные, цементо-глинистые, цементно-песчаные, цементно-зольные, глиноцементные и глиносиликатные растворы.

Практика выполнения закладочных работ для ликвидации затопленных горных выработок, не имеющих выхода на дневную поверхность, показала низкую эффективность применения цементных растворов с наполнителями и бетонных смесей по целому ряду причин. Главными из которых являются:

– сложности технологических операций по приготовлению большого объема раствора и его доставки через скважины в горные выработки;

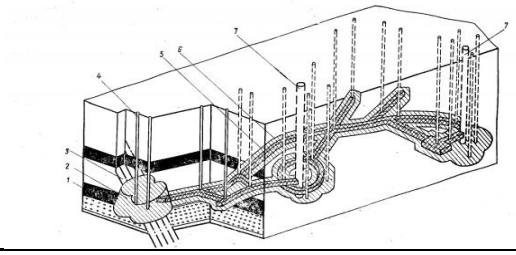
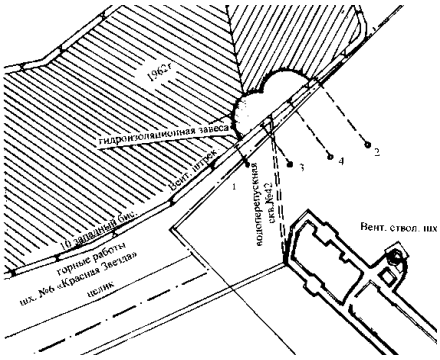
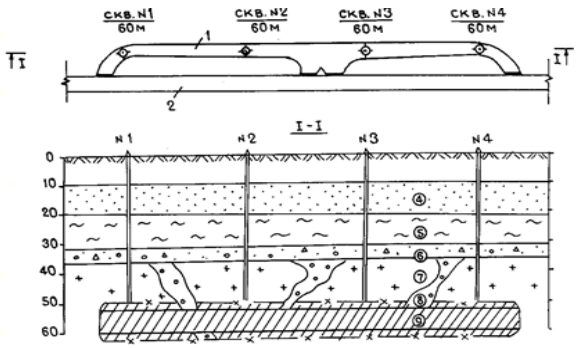
– необходимость сооружения большого числа закладочных скважин при ограниченном распространении по горным выработкам;

– седиментационная устойчивость и высокая водоотдача закладочных растворов на базе цемента в результате чего в кровле выработки остаются пустоты, наличие и размеры которых сложно проконтролировать.

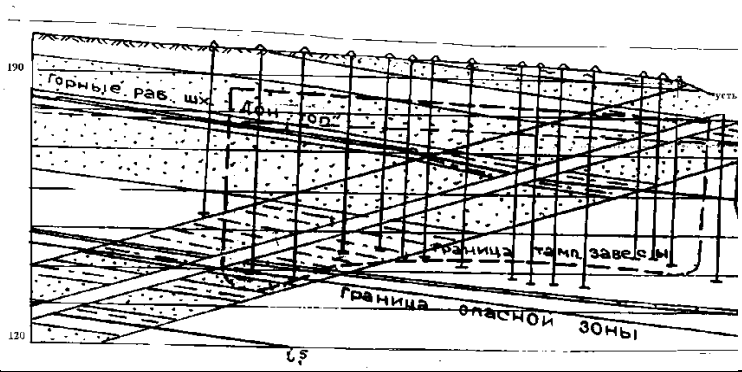
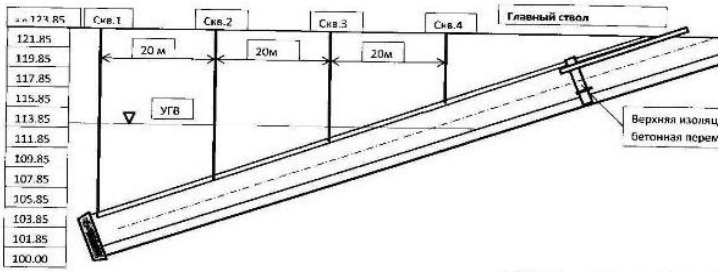
Безусадочные глиноцементные растворы являются неотъемлемой частью комплексного метода тампонажа обводненных трещиноватых горных пород [2].

Примеры успешного применения НПО «Спецтампонажгеология» глиноцементных растворов для закладки горных выработок, с целью обеспечения безопасности действующих горных работ, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Примеры успешного применения комплексного метода тампонажа при ликвидации горных выработок

№ п/п	Схемы тампонажа	Параметры скважин и объем раствора, м^3
1	3	4
Тампонаж старых горных выработок шахты Марии Майеровой, 1990 г.		
1		5 скважин глубиной 250-410 м, глиноцементный раствор в объеме 8500 м^3
Тампонажные работы по гидроизоляции горизонтальной водоперепускной скважины на поле закрываемой шахты №6 «Красная Звезда», г. Донецк, 2003 г.		
2		4 скважины глубиной по 340 м, глиноцементный раствор плотностью 1280-1340 кг/м^3 в объеме 1680 м^3
Тампонаж подходных выработок Днепропетровского метрополитена, 1996 г.		
3		4 скважины на глубину 70 м на каждую выработку между станциями, объем раствора плотностью 1280 кг/м^3 20638 м^3

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Тампонаж затопленных горных выработок при проходке через них наклонного ствола шахты имени Кирова ГП «Макеевуголь»		
4		4 скважины на выработку, объем раствора плотностью 1230 кг/м^3 5621 м^3
Ликвидация двух наклонных стволов при закрытии угольной шахты Кадамовской в Ростовской области, 2016 г.		
5		4 скважины на выработку, объем раствора плотностью 1250 кг/м^3 1177 м^3

Таким образом в ходе выполнения работ и последующего мониторинга была выведена рецептура глиноцементного раствора с оптимальными показателями (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристики типовых глиноцементных растворов

№ п/п	Состав 1 м^3 тампонажного раствора	Плотность, кг/м^3	Структурная пласт. прочность, кПа				Динамическое напряжение сдвигу, Па	Допуст. пласт. прочн., МПа
			Время стабилизации, час					
			1	4	24	286		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Глиноцементный раствор на основе каолиновой глины								
1	Глинистый раствор – 1200 кг Сульфатостойк. портланд цемент М400м – 100 кг Силикат натрия – 10кг	1250	0,3	0,5	1,6	45	50-200	0,02

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Глиноцементный раствор на основе бентонитовой глины								
2	Глинистый раствор - 0,96 м^3 плотностью 1050 – 1190 кг	1300	0,4	1,6	1,8	2,6	50-200	0,03
	Сульфатостойк. портландцемент М400м – 150 кг							
	Силикат натрия 10кг							

Таким образом в ходе длительного практического опыта обоснованы оптимальные структурно-механические и реологические характеристики глиноцементных тампонажных растворов, разработанных на базе качественных каолиновых и бентонитовых глин, которые возможны для их применения при ликвидации горных выработок, не имеющих непосредственного выхода на земную поверхность.

Выводы.

1. Выполненные закладочные работы на аварийных выработках с использованием глиноцементных растворов обеспечивают технико-экономическую эффективность и геомеханическую надежность ликвидации аварийных выработок.

2. Данная технология выполняется безлюдным способом и обеспечивает высокую производительность работ

Список литературы.

1. Полозов, Ю. А. Ликвидация затопленных наклонных стволов угольных шахт [Текст] / Ю. А. Полозов, А. Ю. Лазебник // Сборник научных трудов ДонГТУ. – 2023. – № 30 (73). – С. 19–26.

2. Тампонаж обводненных горных пород [Текст] : Справочное пособие / Э.Я. Кипко, О. Ю. Лушникова, Ю. А. Полозов и др. — М. : Недра, 1989. — 318 с.

УДК 622.834.1

РОЛЬ МЕТОДОВ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКЕ

В.И. Домарев, О.Г. Ролдугин
ФГБНУ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ ГОРНОЙ ГЕОЛОГИИ, ГЕОМЕХАНИКИ, ГЕОФИЗИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА»,
г. Донецк, ДНР

Рассмотрен метод моделирования из эквивалентных материалов в горной геомеханике, включая и другие методы физического моделирования. Подчеркнута значимость подбора материалов для моделей, имитирующих свойства горных пород, и использование различных методов для изучения процессов деформации и разрушения пород.
The method of modeling from equivalent materials in rock geomechanics, including other physical modeling methods, is considered. The importance of selecting materials for models that simulate the properties of rocks and the use of various methods to study the processes of deformation and destruction of rocks is emphasized.
Ключевые слова: физическое моделирование, эквивалентные материалы геомеханические процессы
Keywords: physical modeling, equivalent materials, geomechanical processes

При добыче полезных ископаемых и подземном строительстве исследователь имеет дело со средой весьма сложной по строению, различающейся по механическим свойствам и законам деформирования. Для достижения своих целей он вынужден использовать широкий набор технологических схем и типов горных выработок. Все это настолько осложняет проблему освоения недр что, несмотря на огромные масштабы и опыт ведения горных работ до сих пор не установлены единые законы поведения массива горных пород, нарушенного выработками, и взаимодействия его с инженерными сооружениями. Во всем мире продолжаются исследования этих процессов разными методами - от натурных наблюдений до теоретического осмысливания и аналитического описания. В их числе особое место до 90-х годов прошлого века занимало физическое моделирование на эквивалентных материалах. Метод этот,

обоснованный и предложенный Кузнецовым Г.Н. в 1936 г., получил широкое развитие в послевоенные годы, вплоть до 80-х годов прошлого века. Сущность его заключается в том, что для исследования указанных выше процессов разрабатывают модель части горного массива с выработками. Для построения моделей используют материалы-эквиваленты, механические свойства которых подбивают с учетом критериев подобия и таким образом отражают механические свойства пород в натурных условиях.

Метод эквивалентных материалов получил широкое международное признание и получил распространение во многих областях горной геомеханики в прошлом веке. Его применение позволило решить некоторые геомеханические задачи.

Однако, более 30 лет этот метод в научных исследованиях не применяется. Его используют только в учебных целях для демонстрации студентам горных специальностей процессов, происходящих в горном массиве при выемке полезного ископаемого.

Необходимость прогнозных оценок диктуется не только исследовательскими задачами, но и тем обстоятельством, что вынужденный простой современного высокомеханизированного забоя или неудовлетворительная работа его оборудования наносят гораздо больший ущерб, чем 15-20 лет назад. Прогноз основан на результатах физического моделирования методом эквивалентных материалов и их широкой проверки в натурных условиях. Такая проверка ведется на базе многочисленных данных накопленных шахтных исследований в широком диапазоне изменения условий многих частных наблюдений. Физическое моделирование позволяет в ряде случаев глубже исследовать геомеханические процессы, уточнять существующие или предлагать новые теоретические описания этих процессов.

В работе ВНИМИ, посвященной этим вопросам и вышедшей в свет в 1968 г. [1], было приведено теоретическое обоснование, описаны методические приемы моделирования и даны примеры решения частных горных задач. В этой работе обобщен опыт исследований ВНИМИ на моделях за последние 20 лет. Работа состоит из двух разделов. В первом кратко изложены теоретические основы метода и новые методические и технические разработки, позволяющие расширить круг решаемых на моделях геомеханических задач. Второй раздел посвящен изложению результатов прогнозных исследований ВНИМИ, проблем геомеханики, возникающих при подземной добыче угля и подземном строительстве, причем в основном таких, которые трудно решить теоретически и невозможно практически путем шахтных наблюдений. В заключительной части

приведены сведения об актуальных задачах геомеханики и степени их изученности, а также предложены пути их решения на моделях из эквивалентных материалов.

Моделирование методом эквивалентных материалов основано на замене естественных горных пород натуры такими искусственными материалами, показатели физико-механических свойств которых находятся в определенных соотношениях с аналогичными показателями тех же свойств пород натуры. Эти соотношения, определяемые на основании общих положений теории механического подобия, обеспечивают достижение близкой аналогии в протекании геомеханических процессов, происходящих в натуре и в модели под действием гравитационных сил.

Метод эквивалентных материалов позволяет воспроизводить в модели различное строение толщи пород и полезного ископаемого и осуществлять, в достаточном приближении к натуре, проведение всех основных горнотехнических операций по выемке полезного ископаемого и креплению выработок.

Подбор материалов моделей, удовлетворяющих условиям подобия в отношении их прочностных и деформационных свойств, создание аналогичного натуре структурного строения моделируемой толщи пород, а также применение приборов, имитирующих работу крепей в моделях, позволяют изучать на моделях из эквивалентных материалов широкий комплекс процессов деформирования и разрушения пород, а также взаимодействия их с крепью при образовании и проведении горных выработок.

На моделях из эквивалентных материалов можно проводить измерения при состояниях массива от упругого до запредельного, при воспроизведении основных стадий технологии горных работ. Измерениями во всех случаях должны быть охвачены изучаемые области, включая их границы. Обычно производят измерения деформаций, перемещений, напряжений (распределенных давлений) и нагрузок на элементы крепи. Точки и число устанавливаемых измерительных приборов определяются конкретной горно-геомеханической задачей. Для измерения деформаций крепи и ее перемещений на плоских моделях измерительные приборы устанавливают на боковой поверхности модели. Используют рычажные приборы, шкивы со стрелками, измерительные скобы

Моделирование методом эквивалентных материалов является необходимым звеном в общем комплексе методов исследования, применяемых в горной геомеханике. Результаты моделирования облегчают и уточняют интерпретацию шахтных наблюдений,

способствуют более точной их постановке и проведению с меньшими затратами. Раскрывая механизм изучаемых процессов, исследования на моделях позволяют во многих случаях построить наиболее правомерную и надежную расчетную схему для решения соответствующих задач горной практики, а рациональное сочетание методов моделирования с методами аналитических расчетов - значительно упростить эти задачи и максимально приблизить расчетные схемы к действительности.

Для исследования и решения задач горной геомеханики могут быть использованы и другие физические методы моделирования: фотоупругости, центробежный, структурных моделей. Принципиальные основы этих методов и области применения при решении задач механики горных пород различны. Каждый из них имеет преимущественное значение при изучении определенных аспектов процесса [2].

Методом фотоупругости можно получить подробную картину поля напряжений в рассматриваемой механической системе [3].

Центробежный метод, основанный на замене гравитационных сил инерционными, позволяет обеспечить механическое подобие при исследовании моделей, изготовленных из пород натуры. Однако при его применении возникают большие трудности в воспроизведении в модели значительных по размеру массивов пород и подвигания выработок [4].

Под методами структурных моделей понимают все приемы построения моделей, в которых воспроизводятся основные элементы общей формы и структуры исследуемой механической системы и изучается влияние геометрической формы системы на ее механическое состояние и характер взаимодействия структурных элементов, слагающих данную систему. При этом механические свойства испытываемой системы и ее структурных элементов могут отличаться от показателей определяемых теорией подобия [5].

При составлении таких моделей из набора заранее изготовленных структурных элементов, которые можно многократно использовать в разных моделях, значительно снижается трудоемкость построения и испытания моделей, следовательно, обеспечивается массовость их испытания.

Применение структурных моделей, элементы которых изготовлены из материалов-эквивалентов с соблюдением подобия механических свойств пород, позволяет исследовать влияние характеристик породных блоков на механические свойства массива.

Высокое качество исследований при моделировании методом эквивалентных материалов может быть обеспечено лишь квалифици-

рованным персоналом, имеющим соответствующую теоретическую подготовку и опыт работы в данной области, при наличии в лаборатории специальных испытательных установок и измерительной аппаратуры.

Перечень ссылок

1. Моделирование проявлений горного давления / Г.Н.Кузнецов, М.Н.Булько, Ю.И.Васильев и др. - М.: Недра, 1968. - 279 с.

2. Булычёв Н.С. Проектирование и расчет крепи капитальных выработок / К.С.Булычёв, Н.Н.Фотиева, Е.В.Стрельцов. - М.: Недра, 1986. - 288 с.

3. Глушихин Ф.П. Трудноуправляемые кровли в очистных забоях / Ф.П.Глушихин. - М.: Недра, 1974. - 192 с.

4. Глушихин Ф.П. Эквивалентные материалы для моделирования горного давления / Ф.П.Глушихин, М.С.Злотников. - М.: ЦНИЭИуголь, 1979. - 33 с.

5. Глушихин Ф.П. Влияние жёсткости крепи на характер ее взаимодействия с массивом пород в одиночной выработке / Ф.П.Глушихин, М.Ф.Шклярский. - Шахтное строительство, 1982, № 8. - С. 5-8.

УДК 622.28.044:622.261.2

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УСТАНОВКИ АНКЕРОВ В ВЫРАБОТКАХ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ

А.О. Новиков

ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,

г. Донецк, ДНР

Аннотация. Описаны результаты исследований, проведенные в ФГБОУ ВО «ДонНТУ», позволившие разработать инновационную технологию установки анкеров в выработках динамической нагрузкой, позволяющую снизить в 1,5 – 2,0 раза затраты на материалы.

Annotation. The results of research carried out at the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "DonNTU" are described, which made it possible to develop an innovative technology for installing anchors in workings under dynamic loads, which allows reducing material costs by 1.5 - 2.0 times.

Ключевые слова: выработка, анкер, установка, передовой шпур, динамическая нагрузка.

Keywords: working, anchor, installation, advanced hole, dynamic load

Введение

Повышение эффективности работы шахт в Донбассе невозможно без внедрения принципиально новых технологических решений, обеспечивающих ускоренную подготовку и введение в работу механизированных очистных забоев, рост объемов добываемого угля, и снижение его себестоимости. Добиться всего этого возможно в свою очередь увеличивая темпы проведения подготовительных выработок, снижая затраты на их поддержание. Практическое достижение выше названных задач серьёзно затруднено тем, что горно-геологические и горнотехнические условия на большинстве шахт существенно сложнее, чем на предприятиях ведущих угледобывающих стран.

Так, каждый год на шахтах в Донбассе на крепление и ремонт выработок закрепленных металлическими податливыми крепями выделяется до 100 тыс. т металлопроката, а нормальное их эксплуатационное состояние обеспечивают не менее 30 тысяч подземных рабочих. Решить эту проблему возможно применяя в выработках анкерные и анкерно-рамные крепи. При их возведении преимущественно используются сталеполимерные анкеры. Вместе с тем, их недостатком является высокая стоимость ампул со смолой и отвердителем, которые требуются при установке анкера. В этой связи, разработка инновационных технологий установки анкеров в породном массиве без использования химических закрепителей является **актуальной** научной задачей.

Состояние вопроса

В научно-технической литературе представлены сотни конструкций анкеров и способов их установки [1]. Конструкций же, которые имеют большой объем применения на шахтах и рудниках в развитых горнодобывающих странах намного меньше. Область и объем применения каждой из них зависит от способности обеспечить безопасность труда в конкретных горно-геологических условиях, простоты изготовления и установки, надежности, технических характеристик, стоимости изготовления и т.д. С учетом названных выше факторов на шахтах наиболее распространены химические анкера. Половину стоимости материалов для установки такого анкера составляют на ампулы для закрепления его в шпуре. Попытка разработать технологию установки без использования дорогостоящих закрепителей была сделана в США. Технология предусматривала устанавливать анкера, вдавливая их в породу силовым статическим воздействием, наподобие забивания сваи в грунт. Способ не нашел применения из-за того, что анкер терял устойчивость в начале установки и отклонялся от намеченного направления – при дальнейшем вдавливании в массив.

Решить техническую задачу удалось в способе установки, предложенном в ФГБОУ ВО «ДонНТУ»[2]. В нем, для устранения вышеописанных недостатков предыдущего способа установки, предложено использовать предварительно пробуренный направляющий шпур с меньшим, чем у анкера диаметром и динамическую нагрузку.

Основные результаты

Сущность способа установки анкеров заключается в бурении в породном массиве шпура с диаметром меньшим, чем у анкера, в который с помощью отбойного молотка устанавливается анкер.

Для обоснования технологии и параметров способа были выполнены комплексные исследования (теоретические, лабораторные и натурные) [3,4,5].

В ходе теоретических исследований [3] были разработаны математические модели, позволяющие оценить устойчивость анкера на изгиб в начале процесса установки, а также напряженно-деформированное состояние в системе «анкер - массив». Были рассчитаны требуемые для установки статические нагрузки и деформации анкера и породы. Затем, с помощью положений теории упругого удара определялась динамическая нагрузка, необходимая для установки. В частности, была теоретически обоснована возможность установки анкера из Ст4 длиной до 2,5 м и диаметром более 22 мм в слабые и средней крепости породы динамической нагрузкой.

В ходе лабораторных исследований [4] на физических моделях из реальных горных пород были установлены нагрузки и время для установки, а также усилия для извлечения анкеров. Экспериментально была подтверждена адекватность математического моделирования и возможность реализации способа.

Шахтные (натурные) исследования [5] позволили отработать технологию реализации способа и установить его параметры для конкретных горно-геологических условий.

Способ рекомендуется для применения при креплении выработок рамно-анкерными крепями для закрепления боков и почвы выработок, проводимых в породах I и II категории устойчивости с прочностью на одноосное сжатие от 20 до 50 МПа при водопритоках до 3 $м^3$/ч.

Параметрами способа являются: диаметры анкера и направляющего шпура, длина анкера, несущая способность анкера, плотность установки анкеров на закрепляемой поверхности.

Исходными данными для расчета являются:

– физико-механические свойства вмещающих выработку пород;

– горнотехнические условия проведения выработки.

Определение параметров способа осуществляют на основании

горно-геологических и горно-технологических условий проведения выработки, с учетом требований действующих нормативных документов.

Выводы.

1. Разработанный способ установки анкеров динамической нагрузкой позволяет повысить эффективность и снизить материалоемкость крепления выработок.

2. Разработана технология реализации предложенного способа установки анкеров, обеспечивающая устойчивость как самого анкера в начальной стадии его установки, так и системы «анкер – массив».

3. Разработана методика определения параметров способа, которая согласована с Госгортехнадзором ДНР и утверждена ГУП ДНР «ДУЭК».

4. Ожидаемый экономический эффект от внедрения способа установки анкеров составляет для анкера диаметром 22 мм и длиной 1,5 м – 205 руб. 28 коп. по сравнению с технологией установки сталеполимерных анкеров.

Перечень ссылок

1. Мельников, Н. И. Анкерная крепь / Н. И. Мельников – М.: Недра, 1980. – 252 с.

2. Патент на корисну модель № 55763 Україна, МКИ E21D 20/00. Спосіб встановлення анкера, М.М. Касьян, О.О. Новіков, Ю.А. Петренко, П.С. Дрипан, І.М. Шестопалов, С.Ю. Гладкий, Д.Д. Виговський; заявл. 04.06.2010; опубл. 27.12.2010, Бюл. № 24, 6 с.

3. Новиков, А. О. Математическая модель внедрения анкера в породный массив под нагрузкой / А. О. Новиков, П. С. Дрипан // Научный вестник НИИГД «Респиратор». – 2018. – № 3 (55). – С. 91-101.

4. Новиков, А. О. Физическое моделирование закрепления анкера в породном массиве под действием статической нагрузки [Электронный ресурс] // А. О. Новиков, П. С. Дрипан // Проблемы горного давления: сборник научных трудов; Донецкий национальный технический университет. – Донецк: ДонНТУ, 2019. – № 1 (36-37). – С. 10-21.

5. Новиков, А. О. Результаты шахтных исследований способа установки анкера в направляющий шпур под действием динамической нагрузки [Текст] / А. О. Новиков, И. Н. Шестопалов, П. С. Дрипан // Сборник научных трудов ГОУВО ЛНР «Донбасский государственный технический институт» – Алчевск, 2021. – № 24 (67) – С. 18-24.

УДК 622.02

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ

П. Н. Шульгин
ФГБОУ ВО «ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», г. Алчевск, РФ

Статья посвящена разработке оригинальной виртуальной лабораторной работы по определению плотностных свойств горных пород, которая может использоваться при подготовке специалистов по горным специальностям. Показана структура программы, ее возможности и условия применения
The article is devoted to the development of an original virtual laboratory work to determine the density properties of rocks, which can be used in the training of specialists in mining specialties. The structure of the program, its capabilities and conditions of application are shown
Ключевые слова: обучение, горная порода, свойства, виртуальная лаборатория, плотность
Keywords: training, rock, properties, virtual laboratory, density

Важнейшей составляющей учебного процесса, особенно при подготовке горных инженеров, являются лабораторные работы, задача которых формирование у обучающихся практических навыков проведения исследований, работы с оборудованием, обработки экспериментальных данных, планирования эксперимента. Для формирования у обучающихся необходимых компетенций очень важно использовать в учебном процессе лабораторные работы, что вызывает потребность в использовании специального оборудования или программного обеспечения.

В настоящее время одним из главных направлений информатизации учебного процесса является использование различных электронных видов и форм обучения. В России принято применять такие понятия, как дистанционное обучение, обучение с применением компьютеров, сетевое обучение, виртуальное обучение и т.д. С развитием компьютерных технологий обучения все больше поднимается вопрос о необходимости создания виртуальных лабораторных работ и частичном или полном переводе практикумов из лабораторий в компьютерные классы [1,2].

В данной работе рассмотрен пример разработки и использования программного обеспечения, позволяющего проводить виртуальные лабораторные работы для обучающихся горных специальностей, при определении свойств горных пород.

Данная программный продукт [3] позволяет проводить виртуальные лабораторные работы по определению плотностных параметров горных пород.

При проведении лабораторной работы непосредственно в учебных аудиториях обучающимся необходимо определить удельный и объемный вес пород, их плотность, объемную массу и общую пористость. Определение этих параметров производится пикнометрическим методом. Для этого проводятся измерения массы, объема образцов горных пород с применением высокоточных электронных весов, пикнометров (мерных колб точного объема) [4].

При выполнении виртуальной лабораторной работы обучающимся достаточно запустить программу на домашнем компьютере и следуя ее подсказкам выполнить ту же самую работу (рисунок 1).

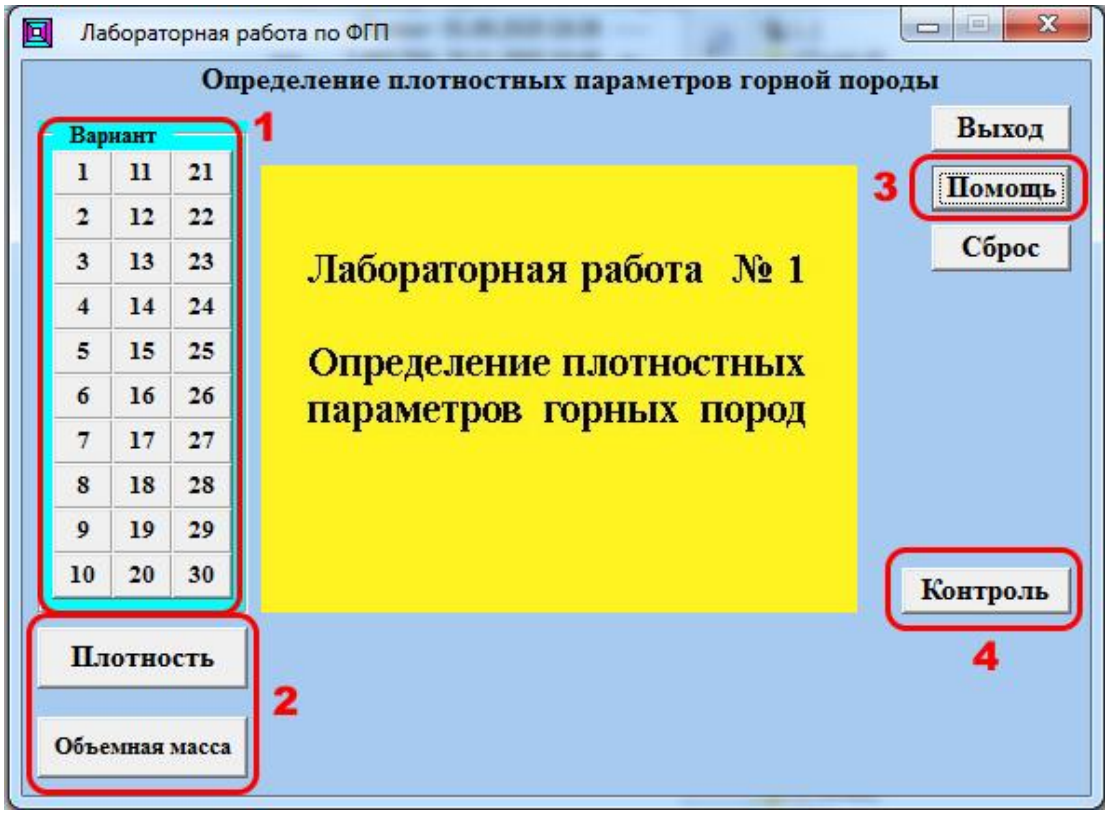


Рисунок 1 – Начальный экран программы

После запуска программы обучающемуся доступны все блоки программы: 1 – выбор варианта; 2 – выполнение практической работы (по определению плотности или объемной массы заданной горной

породы); 3 – методические указания по выполнению работы и обработке полученных данных; 4 – контрольный тест, позволяющий проверить уровень подготовки к выполнению работы.

Для успешного выполнения любой лабораторной работы студент должен тщательно проработать теоретический материал по теме работы, поэтому в виртуальной лабораторной работе имеется раздел, содержащий всю необходимую информацию. В разделе «Помощь» сформулирована цель лабораторной работы, дана теоретическая часть, приводится методика проведения, расчетные формулы, описывается работа.

В разделе «Выбор варианта» обучающийся выбирает свой индивидуальный вариант, согласно которому ему задается та горная порода, которую он будет испытывать при выполнении работы. Пока обучающийся не выбрал свой вариант ему не доступно выполнение самой работы.

В разделе «Выполнение практической работы» обучающемуся доступно определение плотности и объемной массы горной породы. При выборе определения любого из показателей обучающийся получает инструкции выполнения работы, описание порядка определения требуемого параметра. После выбора варианта и начала выполнения работы обучающийся имеет возможность пошагово выполнить лабораторную работу, причем каждый шаг имеет подробное описание и визуализацию требуемого оборудования и процесса его использования (рисунок 2).

В ходе проведения работы у обучающегося есть возможность изучить оборудование, методику проведения и получить все необходимые данные, для дальнейшей математической обработки. Программа построена таким образом, что для каждого варианта имеется определенный разброс данных – это позволяет сделать каждое испытание уникальным и произвести статистическую обработку полученных данных.

Аналогичным образом построено определение объемной массы горной породы: обучающийся выбрав необходимый материал, приступает к его испытанию (рисунок 3). Управление лабораторной работой осуществляется при помощи клавиши мыши (кнопка «дальше) или с помощью клавиатуры – клавиша пробел.

После выполнения всех шагов работы обучающийся видит перед собой результаты проведенных испытаний и расчетные формулы, по котором необходимо выполнить дальнейшую обработку данных.

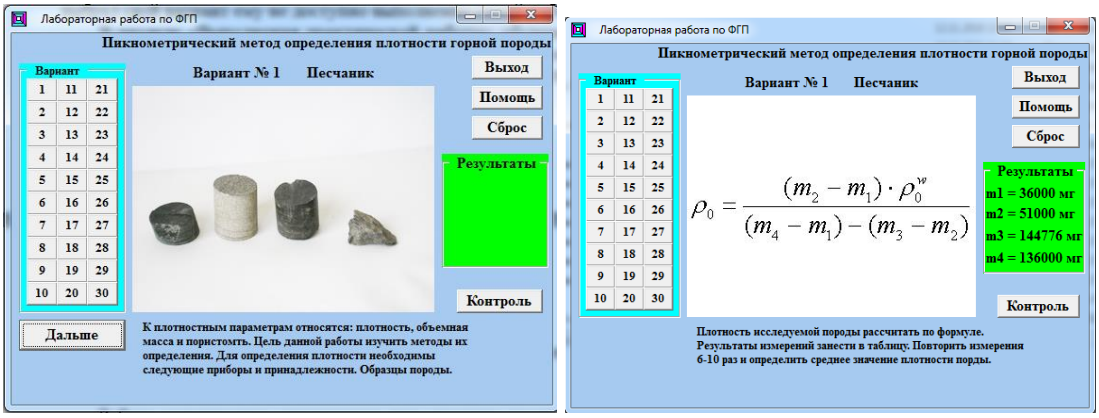


Рисунок 2 – Определение плотности горных пород с использованием виртуальной лабораторной работы

Каждое неверное действие контролируется программой, для чего были продуманы типичные ошибочные действия, а также обозначены те главные моменты, которые должны быть выполнены обучающимся при выполнении лабораторной работы. Например, перед началом испытания горной породы обязательно должен быть выбран испытываемый образец, согласно варианту. Невыполнение определенных условий не позволяет продолжить проведение работы.

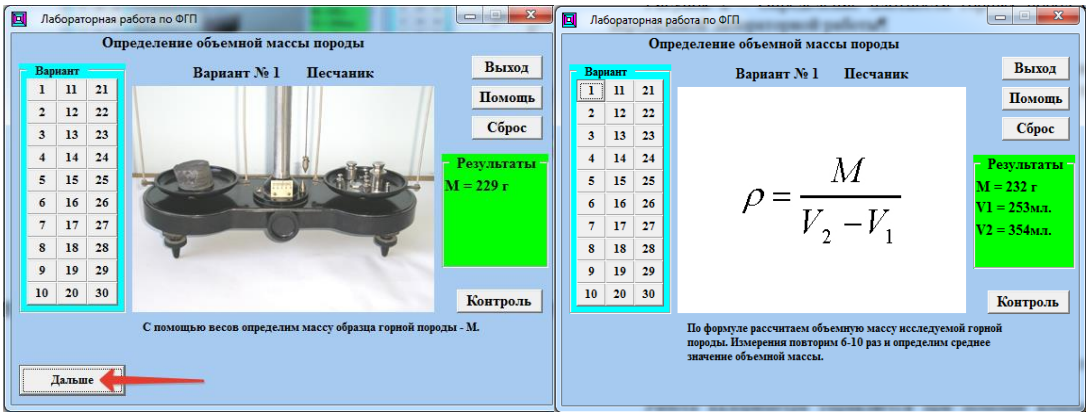


Рисунок 3 – Определение объемной массы горных пород с использованием виртуальной лабораторной работы

В блоке «Контроль» (рисунок 4) данной программы у обучающегося есть возможность проверить уровень подготовки к лабораторной работе, а также степень освоения изученного материала. В этом блоке обучающемуся доступен проверочный тест, который позволяет проверить свои знания и подготовиться к защите лабораторной работы. Вопросы теста разного уровня и требуют основательных знаний по дисциплине, и умений анализировать материал. После прохождения тестирования, в зависимости от его

результатов, обучающийся может увидеть свой уровень подготовки. Программой предусмотрено несколько вариантов, показывающих уровень подготовки. Таким образом обучающийся понимает свой уровень подготовки, и может сделать соответствующие выводы.

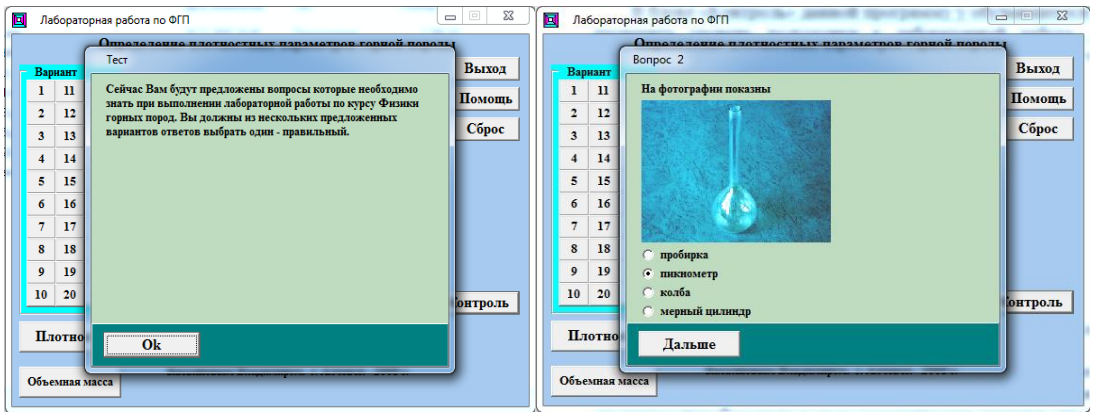


Рисунок 4 - Проверка уровня подготовки к выполнению работы при помощи виртуальной лабораторной работы.

Выполнение лабораторных работ по техническим дисциплинам возможно проводить с помощью виртуальных лабораторий и симуляторов, удаленных виртуальных лабораторий и удаленных реальных лабораторий. Использование таких методов обучения позволяет упростить доступ к учебному материалу, заниматься в удобное время, является доступным и независимым от места проживания, состояния здоровья. На этапе внедрения таких разработок важно тщательно исследовать методику проведения дистанционных лабораторных работ, оценивать эффективность усвоения знаний и навыков, таким образом, чтобы результаты не отличались от традиционных форм подготовки.

Перечень ссылок

1. Князева Е. М., Лабораторные работы нового поколения / Е. М. Князева // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 6-3. – С. 587-590

2. Михайлова М. Ю., Применение виртуальных лабораторных работ в учебном процессе высших учебных заведений: за и против / М. Ю. Михайлова, Т. А. Приставка, С. В. Килин // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 5–2. – С. 97–100.

3. Касьянов В. А., Методические указания для выполнения лабораторных работ по курсу «Физика горных пород» (для студентов горных специальностей всех форм обучения). / сост. В. А. Касьянов. – Алчевск: ДонГТУ, 2009. – 18 с.

4. Практикум к выполнению лабораторных работ по курсу «Физика горных пород» (для студ. напр. подготовки 21.05.04 «Горное дело» 2 курса всех форм обучения) / сост.: П. Н. Шульгин. - Алчевск: ДонГТУ, 2019 - 120 с.

УДК 622.8:662.8.05

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ДЛЯ МАШИНИСТА УСТАНОВОК ОБОГАЩЕНИЯ И БРИКЕТИРОВАНИЯ

В.В. Зушинская
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «МАКЕЕВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
г. Макеевка, ДНР

Выполнен анализ нормативных документов, содержащих требования по охране труда для машиниста установок обогащения и брикетирования. На их основе разработаны общие требования в инструкцию по охране труда для машиниста установок обогащения и брикетирования.

Annotation. The analysis of regulatory documents containing occupational safety requirements for the operator of enrichment and briquetting plants has been performed. On their basis, general requirements have been developed in the occupational safety instructions for the operator of enrichment and briquetting plants.

Ключевые слова: машинист, установка, обогащение и брикетирование, требование, охрана труда, инструкция.

Keywords: machinist, installation, enrichment and briquetting, requirement, labor protection, instructions

Важным направлением профилактики травматизма на предприятиях угольной промышленности является разработка и внедрение инструкций по охране труда (ОТ) для рабочих. В настоящее время МАКНИИ осуществляет разработку требований в инструкцию по ОТ для машиниста установок обогащения и брикетирования (далее – машинист). Согласно действующим «Основным требованиям к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем» [1], инструкции по ОТ должны содержать раздел «Общие требования охраны труда».

Цель статьи – разработка общих требований в инструкцию по ОТ для машиниста установок обогащения и брикетирования.

Общие требования включают порядок допуска машиниста к работе, требования к его поведению, а также к его рабочим местам.

При разработке общих требований использовались нормы действующего законодательства РФ, Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при переработке, обогащении и брикетировании углей» [2], а также требования ранее действовавшего НПАОП 10.0-1.03-90 «ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ОБОГАЩЕНИЮ И БРИКЕТИРОВАНИЮ УГЛЕЙ (СЛАНЦЕВ)» [3].

Права и обязанности по охране труда, безопасному выполнению работ и поведению машиниста определены действующим законодательством, «Правилами безопасности в угольных шахтах», «Правилами безопасности при переработке, обогащении и брикетировании углей», «Правилами противопожарного режима в Российской Федерации» и другими нормативными правовыми актами, правилами внутреннего трудового распорядка, трудовыми соглашениями, технической документацией, распоряжениями (приказами) руководителя (собственника) предприятия и инструкцией по ОТ.

Инструкция по ОТ является локальным нормативным актом, и содержит обязательные при выполнении работ и нахождении на территории предприятия общие и специальные требования охраны труда.

К самостоятельной работе машиниста допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие:

– обязательные предварительный (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры (обследования), а при необходимости – внеочередные медицинские осмотры (обследования);

– обязательное психиатрическое освидетельствование;

– обучение по профессии и имеющие соответствующее удостоверение;

– вводный инструктаж по охране труда (в т.ч. по оказанию первой помощи пострадавшим вследствие несчастного случая или острого заболевания);

– первичный инструктаж по охране труда на рабочем месте;

– стажировку на рабочем месте под руководством опытного машиниста;

– инструктаж по пожарной безопасности;

– инструктаж по электробезопасности в объеме, соответствующем выполняемым работам;

– проверку знаний по охране труда.

Обязательные медицинские осмотры.

Машинист должен проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры, другие обязательные медицинские осмотры и обязательные психиатрические освидетельствования, а также внеочередные медицинские осмотры по направлению работодателя, и (или) в соответствии с нормативными правовыми актами, и (или) медицинскими рекомендациями. Финансирование медицинских осмотров и психиатрических освидетельствований осуществляет работодатель.

Работника, не прошедшего в установленном порядке обязательные медицинский осмотр и (или) психиатрическое освидетельствование, работодатель обязан отстранить от работы (не допускать к работе) без сохранения заработной платы.

Машинист перед началом и в конце работы (смены) проходит контроль состояния здоровья согласно действующему законодательству.

При необходимости машинист может быть подвергнут освидетельствованию на нахождение в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения.

За время прохождения медицинского осмотра и психиатрического освидетельствования за машинистом сохраняются место работы и средний заработок.

Машинисту не может предлагаться работа, которая по медицинскому заключению противопоказана ему по состоянию здоровья.

Обучение, инструктажи и проверка знаний по вопросам охраны труда.

При приеме на работу и в процессе трудовой деятельности за счет средств работодателя машинист проходит в установленном порядке обучение по охране труда, в том числе обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, обучение по оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, обучение по использованию (применению) средств индивидуальной защиты, правилам поведения в случае возникновения аварии, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте и проверку знания требований охраны труда. Работник, не прошедший обучение, инструктаж и проверку знаний по охране труда, к работе не допускается.

Ежегодно за счет средств работодателя осуществляется плановое обучение и проверка знаний по безопасным методам и приемам выполнения работ повышенной опасности, к которым предъявляются дополнительные требования в соответствии с

нормативными правовыми актами, содержащими государственные нормативные требования охраны труда, соответствующих профессии машиниста.

В процессе трудовой деятельности проводятся:

– повторный инструктаж по охране труда на рабочем месте – не реже одного раза в шесть месяцев;

– внеплановый инструктаж по охране труда в случаях, обусловленных: изменениями в эксплуатации оборудования, технологических процессах, использовании сырья и материалов, влияющими на безопасность труда; изменениями обязанностей, непосредственно связанных с осуществлением производственной деятельности, влияющими на безопасность труда; изменениями нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда, затрагивающими непосредственно трудовые функции работника, а также изменениями локальных нормативных актов организации, затрагивающими требования охраны труда в организации; выявлением дополнительных к имеющимся на рабочем месте производственных факторов и источников опасности в рамках проведения специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков соответственно, представляющих угрозу жизни и здоровью работников; требованиями должностных лиц федеральной инспекции труда при установлении нарушений требований охраны труда; произошедшими авариями и несчастными случаями на производстве; перерывом в работе продолжительностью более 60 календарных дней; решением работодателя;

– целевой инструктаж по охране труда в следующих случаях: перед проведением работ, выполнение которых допускается только под непрерывным контролем работодателя, работ повышенной опасности, в том числе работ, на производство которых в соответствии с нормативными правовыми актами требуется оформление наряда-допуска и других распорядительных документов на производство работ; перед выполнением работ на объектах повышенной опасности, связанных с прямыми обязанностями работника, на которых требуется соблюдение дополнительных требований охраны труда; перед выполнением работ, не относящихся к основному технологическому процессу и не предусмотренных производственными инструкциями; перед выполнением работ по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций; в иных случаях, установленных работодателем.

Плановое и внеплановое обучение и инструктажи по охране труда завершаются проверкой знания работником требований охраны труда.

Машинист, показавший неудовлетворительные знания требований охраны труда, не допускается к самостоятельному выполнению трудовых обязанностей и направляется работодателем в течение 30 календарных дней повторно на проверку знания требований охраны труда.

Разработанные требования в инструкцию по ОТ позволят повысить безопасность работ машиниста установок обогащения и брикетирования.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку других требований в инструкцию по ОТ для этой категории работников.

ВЫВОДЫ

В статье изложены результаты разработки общих требований в инструкцию по ОТ для машиниста установок обогащения и брикетирования, которые должны быть учтены при подготовке новой редакции документа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные требования к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем [утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29.10.2021 № 772н, зарегистрированы в Минюсте России 26.11.2021 № 66015] – Текст электронный // https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/2183?ysclid=lvapb3fw2a880785307 (дата обращения 07.05.2024).

2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при переработке, обогащении и брикетировании углей» [утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 28 октября 2020 года N 428, зарегистрировано в Министерстве юстиции Российской Федерации 21 декабря 2020 года, регистрационный N 61627] – Текст электронный // https://minjust.consultant.ru/documents/25186 (дата обращения 07.05.2024).

3. НПАОП 10.0-1.03-90 «ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ОБОГАЩЕНИЮ И БРИКЕТИРОВАНИЮ УГЛЕЙ (СЛАНЦЕВ)» [утверждены Министерством угольной промышленности СССР 30 июня 1990г. Госгортехнадзором СССР 24 мая 1990 г., СОГЛАСОВАНЫ Госстроем СССР 20 марта 1990 г. ЦК профсоюза рабочих угольной промышленности 4 декабря 1989 г ГУПО МВД СССР 12 января 1990 г.]. – Текст электронный // https://soc-mine.ru/ot/section/info-file.php?id=483 (дата обращения 07.05.2024).

УДК 624.042.1

УСЛОВИЯ ВЫБОРА И РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ ЖЕСТКОЙ ОШИНОВКИ

С.А. Фоменко
ФГБОУ ВО «ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»
г. Макеевка, ДНР

Аннотация. Конструкции жестких токопроводов широко применяются в России, так и за рубежом. Оптимизация параметров конструкций жестких токопроводов является трудоемкой многокритериальной задачей. В качестве целевой функции приняты приведенные затраты. Приведена методика расчета ежегодных издержек.
Annotation. Rigid bus structures are widely used in Russia and abroad. Optimization of the parameters of rigid bus structures is a time-consuming multi-criteria task. The above costs are taken as the target function. The method of calculating annual costs is given.
Ключевые слова: жесткая ошиновка, открытые распределительные устройства, расчет конструкций
Keywords: rigid bus, outdoor switchgears, structural analysis

Конструкции жестких токопроводов широко применяются в России, так и за рубежом. Открытые распределительные устройства напряжением 500 кВ и выше выполняются только с жесткими токопроводами.

Шинные конструкции должны обладать высокой надежностью в рабочих и аварийных режимах при ожидаемых климатических условиях (скоростных напорах ветра, гололедно-изморозевых отложениях, атмосферных давлениях, температурах воздуха, уровнях солнечной радиации, загрязнении атмосферы). При выборе и расчете жесткой ошиновки учитываются следующие факторы: номинальное напряжение установки, нагрев шин рабочим (длительным) током, термическая стойкость шин; условия образования короны; электродинамическая стойкость конструкций, механическая прочность при ветровых и гололедных нагрузках, наибольший прогиб шин от собственного веса. Кроме того, в соответствии с Правилами устройства электроустановок [1] должны быть выдержаны минимальные расстояния от токоведущих частей конструкции до различных элементов открытых распределительных устройств,

определяемые пробивными напряжениями, а также требованиями техники безопасности.

Оптимизация параметров конструкций жестких токопроводов является трудоемкой многокритериальной задачей. Внешними (неуправляемыми) параметрами оптимизируемого объекта являются напряжение установки, токи рабочего режима и короткого замыкания (КЗ), климатические условия, параметры грунта открытых распределительных устройств. К внутренним (управляемым) параметрам относятся размеры (иногда и формы) поперечного сечения токопроводов, характеристики материалов, конструктивное исполнение и геометрические размеры шин, шинодержателей, строительных элементов, параметры изоляционных опор и др. Система ограничений включает допустимые температуры нагрева токопроводов в рабочих режимах и при КЗ, допустимые механические напряжения в шинах и строительных конструкциях, а также допустимые нагрузки на изоляторы при электродинамических, ветровых и гололедных воздействиях, максимальные по условию короны напряженности электрического поля, допустимые статические прогибы, шаг ячейки, минимальные расстояния в свету от токоведущих частей шинной конструкции до различных элементов открытых распределительных устройств (в том числе междуфазные расстояния, расстояния между фазой и заземленными частями, между токоведущими частями разных цепей).

Оптимизация жесткой ошиновки проводится для выбранной схемы электрических соединений. В широком плане – это структурно-параметрическая оптимизация компоновки оборудования открытых распределительных устройств и конструкции ошиновки. К внутренним параметрам здесь целесообразно отнести также характеристики разъединителей и площадь открытых распределительных устройств. В систему ограничений могут быть включены минимальные размеры площадки открытых распределительных устройств, наибольшая высота расположения ошиновки и другие требования. В узком плане оптимизация конструкции и параметров ошиновки может проводиться для принятых компоновок открытых распределительных устройств и типов разъединителей. В частном случае, при использовании типовых конструктивных решений возникает необходимость оптимизации только параметров жестких токопроводов.

В качестве целевой функции оправдано принять приведенные затраты, которые в соответствии с [2] равны

$$З = E_н K + И , \qquad (1)$$

где $E_н$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; K – суммарные капитальные вложения в строительство объекта; $И$ – ежегодные издержки при эксплуатации в нормальном режиме.

При определении капитальных вложений каждого рассматриваемого варианта должны быть учтены стоимость конструкций жестких токопроводов и ее строительной части, расходы на транспорт, монтаж конструкций жестких токопроводов, а также капиталовложения в оборудование с управляемыми параметрами (например, разъединители, кабели, кабельные каналы, заземление, освещение, дороги, молниезащиту) и др.

Ежегодные издержки – это сумма амортизационных отчислений на реновацию и капитальный ремонт $И_a$, расходов на эксплуатацию (включающих в себя текущий ремонт, заработную плату и общецеховые расходы) $И_э$, стоимости потерь энергии $И_п$:

$$И = И_a + И_э + И_п.$$

Методика расчета отдельных составляющих ежегодных издержек приводится, например, в [3].

Выводы.

1. Представлена оценка технико-экономической эффективности принятого конструктивного решения конструкций жесткой ошиновки. Более совершенную оценку технико-экономической эффективности принятого конструктивного решения можно получить, если учесть в (1) ущерб из-за отказов и ремонтов, вызванных повреждениями ошиновки (или варьируемого оборудования). Однако обоснованных показателей надежности элементов жесткой ошиновки открытых распределительных устройств пока не получено.

2. Оптимальным считается вариант, для которого приведенные затраты *З* минимальны. Для равноэкономичных вариантов, отличающихся только на 5-10%, определяющими для выбора являются качественные показатели: лучшие условия для монтажа и эксплуатации, хорошая обозреваемость, меньшее число оборудования, лучшее эстетическое исполнение и др. Здесь может оказаться удобным использование квалиметрического метода принятия решений.

Перечень ссылок

1. Правила устройства электроустановок : (все действующие разделы). – 6-е и 7-е изд. – Новосибирск : Сибирское университетское изд-во, 2011. – 464 с.

2. Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в развитие энергетического хозяйства (генерирование, передача и распределение электрической и тепловой энергии) : Утв. 20/VI 1972 г. / М-во энергетики и электрификации СССР. Главниипроект. – Москва : Энергия, 1973. – 55 с.

3. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / [В. В. Ершевич, А. Н. Зейлигер, Г. А. Илларионов и др.]; Под ред. С. С. Рокотяна, И. М. Шапиро. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Энергоатомиздат, 1985. – 349 с.

УДК 622.2

РАЗВИТИЕ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ В ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ – ОДИН ИЗ КЛЮЧЕВЫХ АСПЕКТОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА

Е. Н. Свечкаренко, Н. В. Полякова
ГБУ «ДОНГИПРОШАХТ»,
г. Донецк, ДНР

Аннотация. В данной работе рассмотрен вопрос о перспективе развития углеобогащения в Донецкой Народной Республике.
Abstract. In this paper, the issue of the perspective of the development of coal enrichment in the Donetsk People's Republic is considered.
Ключевые слова: УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, ОБОГАЩЕНИЕ
Key words: COAL PROCESSING PLANT, TECHNOLOGICAL SCHEME, ENRICHMENT

Для Донецкого региона уголь является основным источником энергоресурсов. Важной проблемой обеспечения энергетической безопасности Донецкой Народной Республики является развитие ее топливно-энергетического комплекса, в том числе угледобывающей и углеперерабатывающей отраслей. Основным критерием, определяющим развитие угольной промышленности, является рациональное планирование угледобычи в соответствии с генеральной схемой развития отрасли.

Запасы энергетического угля в границах Донецкой Народной Республики составляют 742709,0 тыс. т, коксующегося угля – 233670,0 тыс. т.

Топливно-энергетический комплекс Донецкой Народной Республики представлен предприятиями по добыче, обогащению и генерации электроэнергии.

За период с 2014 г. в угольной промышленности Донецкой Народной Республики отмечается снижение угледобычи, обусловленное физической ликвидацией шахт, эксплуатация которых технически и экономически нецелесообразна, переводом работы шахт в водоотливной режим для обеспечения гидробезопасности соседних действующих шахт и прилегающих территорий, военными действиями и изменившимися в связи с этим условиями

эксплуатации: остановкой добычи на ряде шахт, сокращением штата трудящихся, аварийными ситуациями и др.

В настоящее время особую актуальность приобретают мероприятия, позволяющие воплотить в жизнь планы по возрождению угольной отрасли Донбасса, намеченные Правительством России в концепции реформирования промышленности вновь присоединенных регионов. В свете решения этой проблемы на шахтах, добывающих энергетические угли, в 2023 г. введены в эксплуатацию семь новых лав на шахтах «Прогресс», «Комсомолец Донбасса», «Горняк-95» и др. Объем угледобычи за 2023 г. составил 2135,655 тыс. т.

Одним из актуальных аспектов, рассматриваемых при развитии угольной промышленности является углеобогащение добываемого угля.

Углеобогатительные фабрики, расположенные на территории Донецкой Народной Республики представлены фабриками, обогащающими коксующиеся и энергетические угли [1] (таблица 1).

Таблица 1 – Перечень углеобогатительных фабрик Донецкой Народной Республики

Наименование	Производственная мощность, тыс. т/год	Назначение
1. ЦОФ «Шахтёрская»	1620,0	Теплоэнергетика
2. Шахта «Комсомолец Донбасса» Обогатительная установка	3600,0	Теплоэнергетика
3. «Моспинское УПП»	2000,0	Теплоэнергетика
4. Шахта им. А. Ф. Засядько ЦОФ «Киевская»	4000,0	Коксование
5. ГОФ «Красная звезда»	3500,0	Теплоэнергетика
6. ЦОФ «Пролетарская»	2650,0	Коксование
7. ЦОФ «Колосниковская»	1450,0	Коксование

Производственная мощность обогатительных фабрик для переработки коксующихся углей, расположенных на территории Донецкой Народной Республики, составляет 8100 тыс. т в год.

Производственная мощность обогатительных фабрик для переработки углей для энергетики, расположенных на территории Донецкой Народной Республики, составляет 10720 тыс. т в год.

По причине отсутствия сырья в настоящее время на фабриках Донецкой Народной Республики отмечается низкий процент использования производственной мощности. Однако данные предприятия имеют высокий производственный потенциал и возможность обеспечить выпуск необходимых объемов продуктов обогащения требуемого качества при минимальных капитальных вложениях. Существующие технологические схемы обогащения на фабриках Донецкой Народной Республики основаны на использовании мокрых методов, обеспечивающих эффективное обогащение машинных классов угля.

Основные принципы и направления восстановления и развития углеобогащения Донецкой Народной Республики на период до 2030 г. основываются на:

– поддержании существующего технического уровня действующих обогатительных фабрик;

– усовершенствовании технологической схемы обогащения и ее отдельных технологических узлов, реконструкции приемных устройств привозного угля и др. [2].

При этом необходимо отметить, что поддержание существующего технического уровня действующих обогатительных фабрик до 2030 г. путем замены изношенного оборудования обеспечит объем переработки коксующегося угля 4900,0 тыс. т.

Дальнейшее увеличение объема переработки коксующегося угля возможно при реконструкции комплекса привозных углей на ЦОФ «Киевская» для обеспечения приема на переработку привозных углей, что позволит увеличить объем переработки на 1500 тыс. т в год.

Поддержание существующего технического уровня действующих обогатительных фабрик на этапе развития до 2030 г. обеспечит объем переработки энергетического угля на фабриках 9800 тыс. т.

Для увеличения объема переработки энергетического угля на ЦОФ «Шахтерская» необходимо осуществить реконструкцию комплекса привозных углей и усовершенствование технологической схемы обогащения путем установки с существующем здании оборудования для обогащения мелких классов угля. На обогатительной установке шахты «Комсомолец Донбасса» осуществить усовершенствование водно-шламовой схемы с установкой дополнительного оборудования для обогащения и обезвоживания шламов для обеспечения замкнутой водно-шламовой схемы. Реализация данных мероприятий позволит увеличить объем

переработки энергетических углей до 10720,0 тыс. т, улучшить качество товарной продукции и экологическую обстановку в регионе.

Выводы. Учитывая вышеизложенное, основные направления восстановления и развития углеобогащения в Донецкой Народной Республики обеспечат:

– выпуск коксового угольного концентрата для обеспечения потребностей черной металлургии;

– выпуск коммунально-бытового топлива;

– производство угольного топлива для предприятий теплоэнергетики.

Реализация намеченных мероприятий обеспечит переработку до 17000 тыс. т в год рядового угля, что позволит составить конкуренцию на рынке углепереработки и, как следствие, создать благоприятные условия для дальнейшего роста и развития производства.

Перспективное развития углеобогащения в Донецкой Народной Республике возможно рассматривать в рамках инвестиционных проектов развития отрасли, направленных на внедрение альтернативных и менее затратных методов обогащения при строительстве новых обогатительных фабрик, обеспечивающих снижение себестоимости выпуска продуктов обогащения.

Перечень ссылок

1. Технико-экономический анализ работы углеобогатительных фабрик Украины за 2012 г. // ГП «УКРНИИУГЛЕОБОГАЩЕНИЕ» // Технический комитет Украины по стандартизации ТК 92 «Уголь и продукты его переработки». – Луганск, 2013. – 113 с.

2. Полулях А. Д. Технологические регламенты углеобогатительных фабрик / А. Д. Полулях. – Днепропетровск, 2002. – 855 с.

УДК 622.8:621.181

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ОТРАВЛЕНИЙ ОКСИДОМ УГЛЕРОДА МАШИНИСТОВ (КОЧЕГАРОВ) КОТЕЛЬНЫХ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Р.Г. Сафин
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «МАКЕЕВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»
г. Макеевка, ДНР

Проведен анализ причин отравлений оксидом углерода машинистов (кочегаров) котельных, работающих на твердом топливе, и обеспечивающих теплоснабжение производственных и социально-бытовых помещений предприятий угольной промышленности. Разработаны необходимые требования для инструкции по охране труда для машинистов (кочегаров) котельных.
Annotation. An analysis of the causes of carbon monoxide poisoning of drivers (stokers) of boiler houses operating on solid fuel and providing heat supply to production and social premises of coal industry enterprises was carried out. The necessary requirements for labor protection instructions for boiler room operators (firemen) have been developed.
Ключевые слова: охрана труда, инструкция, требования, оксид углерода, машинист (кочегар) котельной.
Keywords: labor protection, requirements instructions, carbon monoxide, boiler room operator (firemen).

Государственный Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности (МАКНИИ) осуществляет разработку требований в инструкции по охране труда (ОТ) для рабочих угольной промышленности. Одним из направлений такой работы является анализ причин произошедших несчастных случаев и разработка на основе полученных результатов требований в вышеуказанные инструкции [1]. В число рабочих профессий угольной промышленности, для которых необходимо разработать требования по ОТ, входит профессия машиниста (кочегара) котельной, работающей на твердом топливе.

Цель – анализ причин травматизма и разработка требований в инструкции по ОТ для машиниста (кочегара) котельной, направленных на предотвращение отравлений оксидом углерода.

Приведем два характерных примера отравлений машинистов

(кочегаров) котельной оксидом углерода.

1. Согласно полученному наряду, кочегар котельной должен был обслуживать котел, работающий на твердом топливе и подающий тепло в помещения административно-бытового комбината, в здания подъемных установок шахты, в здания вентиляторов главного проветривания и к калориферам, обогревающим воздухоподающие стволы. В течение рабочей смены кочегар котельной не обеспечил необходимую тягу в топке путем включения дополнительного вентилятора поддува топки котла, а также не включил вытяжную вентиляцию в помещении котельной. В результате произошло загазирование помещения, и пострадавший получил отравление оксидом углерода.

В результате проведенного анализа были установлены следующие причины данного несчастного случая:

недостаточная тяга в топке котла из-за несвоевременной очистки дымохода от сажи;

отсутствие или неисправность дутьевого вентилятора топки котла и дымососа;

неисправность (отключение) вытяжной вентиляции в помещении котельной;

отсутствие системы автоматического контроля за тягой в топке котла;

отсутствие системы автоматического контроля за содержанием оксида углерода в помещении котельной.

2. Пострадавший во время дежурства в котельной находился в нетрезвом состоянии, и эксплуатировал котел без включения вытяжной вентиляции. В результате произошло загазирование помещения котельной оксидом углерода, и машинист получил смертельное отравление оксидом углерода.

Причины несчастного случая:

недостаточная тяга в топке котла из-за несвоевременной очистки дымохода от сажи;

отсутствие (неисправность) вентилятора поддува топки котла;

неисправность (отключение) вытяжной вентиляции в помещении котельной;

отсутствие системы автоматического контроля за тягой в топке котла;

отсутствие системы автоматического контроля за содержанием оксида углерода в помещении котельной;

нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного опьянения;

допуск к работе работника в состоянии алкогольного опьянения.

На основе проведенного анализа случаев отравлений оксидом углерода машинистов (кочегаров) котельных, работающих на твердом топливе, и обеспечивающих теплоснабжение производственных и социально-бытовых помещений предприятий угольной промышленности, были разработаны следующие требования в инструкцию по ОТ для машиниста (кочегара) котельной, направленные на предотвращение подобных случаев.

1. Перед началом работы машинист (кочегар) котельной обязан проверить исправность контрольно-измерительных приборов, арматуры, питающих устройств, дымососов и вентиляторов, а также наличие естественной тяги.

2. Перед тем как приступить к дежурству, машинист (кочегар) котельной должен ознакомиться с записями в сменном журнале и проверить исправность обслуживаемых котлов и относящегося к ним оборудования, а также исправность аварийного освещения и сигнализации.

3. При обнаружении неисправности оборудования, угрожающей жизни и здоровью людей, остановить оборудование и сообщить диспетчеру предприятия.

4. Машинисту (кочегару) котельной запрещается проносить на территорию предприятия и рабочее место, а также распивать спиртные напитки, принимать наркотические и токсические вещества, а также находиться на территории предприятия и рабочем месте в состоянии алкогольного опьянения, под действием наркотических и токсических веществ.

Дополнительные требования для руководителей участков (служб).

1. Произвести очистку дымоходов от налетов сажи и установить графики очистки дымоходов.

2. Отремонтировать, а при необходимости установить дополнительный или более мощный дутьевой вентилятор топки котла и дымососы.

3. Установить в котельной систему автоматического контроля за тягой в топке котла с выводом звуковой сигнализации.

4. Установить систему автоматического контроля за содержанием оксида углерода в помещении котельной, с выводом звуковой сигнализации.

5. Установить порядок обязательного освидетельствования машинистов (кочегаров) котельной перед началом работы на наличие алкогольного, наркотического или токсического опьянения.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на анализ и профилактику других случаев производственного травматизма машинистов (кочегаров) котельных, работающих на твердом топливе, на предприятиях угольной промышленности.

Вывод

Проведен анализ причин травматизма и разработаны требования в инструкцию по ОТ для машиниста (кочегара) котельной, соблюдение которых позволит предотвратить отравления оксидом углерода этой категории работников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные требования к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем [утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29.10.2021 № 772н, зарегистрированы в Минюсте России 26.11.2021 № 66015] – Текст электронный // https://mintrud.gov.ru/docs/mintrud/orders/2183?ysclid=lvapb3fw2a880785307 (дата обращения 07.05.2024).

УДК 622.012

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ РЕСТРУКТУРИЗАЦИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДОНБАССА И ФАКТОРЫ НА НЕЕ ВЛИЯЮЩИЕ

Ю. А. Петренко, А.Л. Касьяненко, Я.Д. Зозуля
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР

Аннотация. В статье проведен обзор методов закрытия горнодобывающих предприятий, а также определены основные факторы, влияющие на их выбор.
Annotation. The article reviews the methods of closure of mining enterprises and identifies the main factors influencing their choice.
Ключевые слова: реструктуризация, закрытие шахт, сухая консервация, мокрая консервация
Keywords: restructuring, mine closure dry conservation, wet conservation

Несмотря на то, что угольная промышленность всегда являлась одной из приоритетных отраслей экономики Донбасса, на сегодняшний день просматривается тенденция сокращения количества действующих шахт в ДНР. В связи с кризисом в угольной промышленности республики, вызванным различными факторами внутренней и внешней среды, остро стоит вопрос ее реструктуризации, которая сопровождается как модернизацией потенциально прибыльных угледобывающих предприятий, так и ликвидацией или консервацией низкорентабельных объектов. Впервые с такой проблемой столкнулась Англия, потом Германия и Франция, сейчас подобные проблемы испытывает Польша и Россия. Угольная промышленность Донбасса подошла к этому тупику, в основном, в последнее десятилетие, военные действия же ускорили этот процесс.

Опыт проектирования, а также анализ проектов консервации горнодобывающих объектов свидетельствует о недостатке необходимой нормативно-технической документации, определяющей способы, технологию и параметры консервации. Отсутствуют методики расчета целесообразных сроков консервации, которые в проектах принимаются ориентировочно 5-10 лет. Объемы работ по консервации в проектах устанавливаются минимальные, что с

экологической точки зрения вряд ли следует считать рациональным [1]. Таким образом разработка такой методологии является актуальной и необходимой.

В практике закрытия шахт используется три основных способа:

- Ликвидация – полное и окончательное прекращение работ по добыче угля и проведению горных выработок с осуществлением мероприятий, исключающих доступ в горные выработки
- Сухая консервация – водоотливные и вентиляционные средства остаются в действии, горные выработки поддерживаются в состоянии пригодном для эксплуатации и возобновления приостановленных работ;
- Мокрая консервация – работа водоотлива прекращается и горные выработки затапливаются.

Выбор способа закрытия шахт необходимо осуществлять индивидуально и комплексно для каждого предприятия исходя из различных факторов.

Проведя анализ литературы по данной тематике, выделены следующие факторы, влияющие на выбор способа закрытия шахт, которые представлены на рисунке 1.

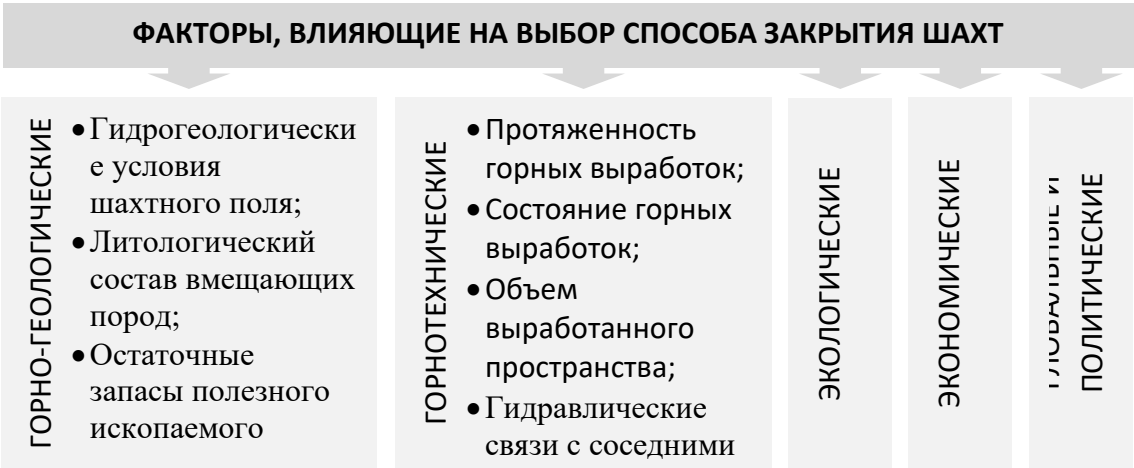


Рисунок 1 – факторы, влияющие на выбор способа закрытия шахт.

В большинстве случаев основной причиной ликвидации угледобывающих предприятий решающим является экономические факторы. Из-за высокой себестоимости многие шахты стали дотационными, и государству просто невыгодно их содержать.

На первый взгляд, при закрытии угледобывающего предприятия предпочтительней выглядит именно его полная ликвидация либо же его мокрая консервация ввиду своей экономичности. Действительно, сухая консервация шахты требует больших затрат на содержание

водоотливного комплекса. Однако учитывая тенденцию к увеличению стоимости угля на мировых рынках, динамику изменения цен можно увидеть на рисунке 2 [2], нерентабельные шахты становятся прибыльными, в этом случае предпочтительнее становится сухая консервация. Особенно это касается закрывающихся угледобывающих предприятий, на балансе которых остаются значительные запасы каменного угля.

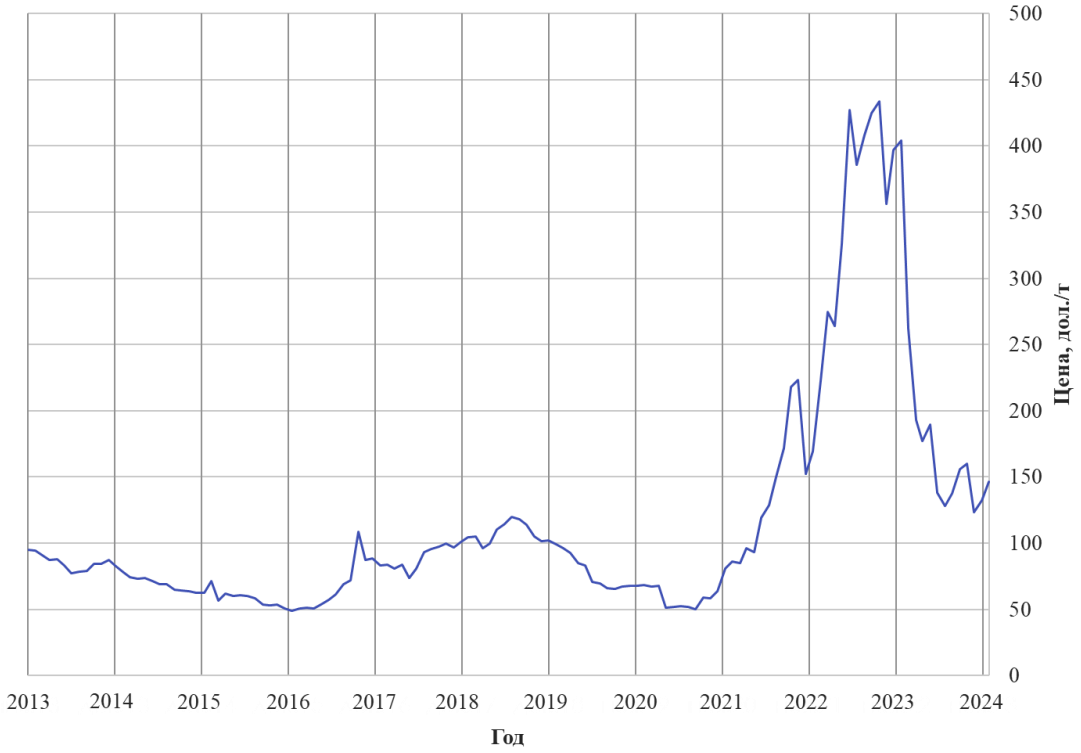


Рисунок 2 – Динамика изменения цен на уголь с 2013 по 2024 гг., $.

Сухая консервация выглядит более предпочтительной также и с экологической точки зрения. В результате длительного периода угледобычи произошли практически необратимые техногенные изменения состояния горного массива, смещение границ зон активного, замедленного и затрудненного обмена подземных вод, изменение степени и областей взаимосвязи их с гидрографическими поверхностными объектами и условий миграции [3]. Закрытие нерентабельных шахт сопровождается изменением характера проявления негативных процессов, действовавших при эксплуатации шахт, и активизацией некоторых из них. При мокрой консервации изменяются факторы формирования шахтных вод, ухудшающие эколого-гидрогеологическую обстановку региона. Происходит усиление взаимодействия поверхностных и подземных вод, формируются зоны просадок, увеличивается водонасыщение почв,

растет риск химического загрязнения водозаборов, накопление потенциальной энергии в затопленных выработках с формированием гидро-геомеханических напряжений и снижением стойкости породных массивов, а также изменяются пути миграции взрывоопасных газов, что в целом увеличивает экологическую опасность для региона.

При постепенном ухудшении горно-геологических условий разработки месторождений через определенный промежуток времени законсервированные объекты вновь могут эффективно эксплуатироваться, в связи с изменением государственных кондиций на разрабатываемое полезное ископаемое, таким образом, актуальность как консервации, так и расконсервации становится очевидной [1]. При этом в случае большой протяженности горных выработок и неудовлетворительном их состоянии затраты на содержание шахты в режиме сухой консервации будут значительными.

В связи с этим особую актуальность обретает разработка метода выбора сохраняемой сети горных выработок при консервации шахты, что определяет стратегию дальнейших научных исследований.

Перечень ссылок

1. Обоснование геотехнологических параметров и продолжительности консервации неглубоких угольных разрезов : специальность 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая, строительная)» : Автореферат на соискание кандидата технических наук / Коробкова Елена Ананьевна ; Иркутский государственный технический университет. — Иркутск, 2011. — 24 с.

2. Уголь - Фьючерсный контракт - Цены / [Электронный ресурс] // tradingeconomics.com : [сайт]. — URL: https://ru.tradingeconomics.com/commodity/coal (дата обращения: 30.04.2024).

3. Техногенные последствия закрытия угольных шахт Украины / Гавриленко Ю.Н., Ермаков В.Н., Кренида Ю.Ф., Улицкий О.А. – Донецк, Изд-во "НОРД-ПРЕСС", 2004.-632с.

УДК [622.82:622.411.3]:[62-543.27.05]-519

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ГАЗОВОЙ ОБСТАНОВКИ В АВАРИЙНЫХ УЧАСТКАХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЭКЗОГЕННЫХ ПОЖАРОВ

А.В. Агарков, Д.Ю. Малиновский, А.В. Махнев, Р.А. Плужник, В.В. Репешко, Л.С. Хохлова
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР

Аннотация. Разработана математическая модель процесса массопереноса в аварийном пожарном участке угольной шахты, позволяющая получать данные о распространении газов по длине горных выработок. Приведены конструктивные особенности новой системы дистанционного контроля газовой обстановки в аварийном участке шахты при ведении горноспасательных работ.
Annotation. A mathematical model of the mass transfer process in an emergency fire section of a coal mine has been developed, which makes it possible to obtain data on the distribution of gases along the length of mine workings. The design features of a new system for remote monitoring of the gas situation in an emergency section of a mine during mine rescue operations are presented.
Ключевые слова: угольная шахта; аварийный участок; экзогенный пожар; газовая обстановка; пожарные газы; прогнозирование и контроль, отбор и анализ проб воздуха.
Keywords: coal mine; emergency area; exogenous fire; gas situation; fire gases; forecasting and control, air sampling and analysis.

Эффективное функционирование угольной промышленности – одна из ключевых ветвей развития экономики России [1]. Однако, несмотря на ежегодное повышение уровня промышленной безопасности, подземные пожары – наиболее распространенный вид аварий, ликвидация которых сопряжена с высокой вероятностью взрыва газовоздушной смеси и возникновением других опасных условий для горноспасателей МЧС России [2].

Соответственно, получение достоверных данных о шахтной среде в аварийном участке путем прогноза и дистанционного контроля газовой обстановки в течение всего периода ликвидации

аварии – одно из главных условий безопасного и эффективного ведения аварийно-спасательных работ.

Недостатком применяемых сегодня средств является отсутствие достоверности газового контроля аварийных участков [3 – 4], так как в практике ликвидации пожаров имеют место случаи взрывов газовоздушных смесей, в то время как по результатам анализа отобранная смесь газов была не взрывчатой, а также обратная ситуация.

Анализ ранее проводимых теоретических исследований [5 – 8] позволил установить, что предлагаемые методы прогноза газовой обстановки при авариях не позволяют осуществлять оценку динамики концентраций газов с учетом условий проветривания, геометрических размеров выработки, коэффициентов массопереноса и др.

Цель настоящей статьи – разработка метода прогнозирования газовой динамики и повышение эффективности дистанционного контроля газовой обстановки при ликвидации пожаров в шахтах.

При разработке метода газового прогноза в выработках шахт при авариях для описания процессов массопереноса используем уравнение нестационарной конвективной диффузии газов [8]:

$$\frac{\partial \tilde{C}}{\partial t} + \frac{\partial (u\tilde{C})}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}(D_{\text{x}} \frac{\partial \tilde{C}}{\partial x}) - j\tilde{C}, \qquad (1)$$

где $\tilde{C}$ – средняя по сечению выработки концентрация газа, кг/м^3;

t – время с момента начала отсчета, с;

u – проекция скорости воздуха на ось координаты x, м/с;

x – продольная координата в горной выработке, м;

D_{x} – коэффициент турбулентной диффузии газов по выработке, м^2/с;

j – коэффициент интенсивности поглощения газов, 1/с.

Для решения уравнения (1) применим численный конечно-разностный метод. Рассмотрим процесс переноса газов в горной выработке при возникновении в её начале источника газовыделения с одним начальным и двумя граничными условиями:

$$\tilde{C}(x, 0) = 0; \qquad \tilde{C}(0, t) = 1; \qquad \frac{\partial \tilde{C}(L, t)}{\partial x} = 0, \qquad (2)$$

где L – длина горной выработки, м.

Выполним сравнение результатов расчета загазования выработки при постоянно действующем источнике газовыделения (по разностной схеме) с аналитическим решением уравнения (1) при начальном и граничных условиях (2):

$$C(x,t) = 0{,}5\{1 + \Phi\left(\frac{ut - x}{2\sqrt{D_x t}}\right) + \exp\left(\frac{ux}{D_x}\right)[1 - \Phi\left(\frac{ut + x}{2\sqrt{D_x t}}\right)]\}, \quad (3)$$

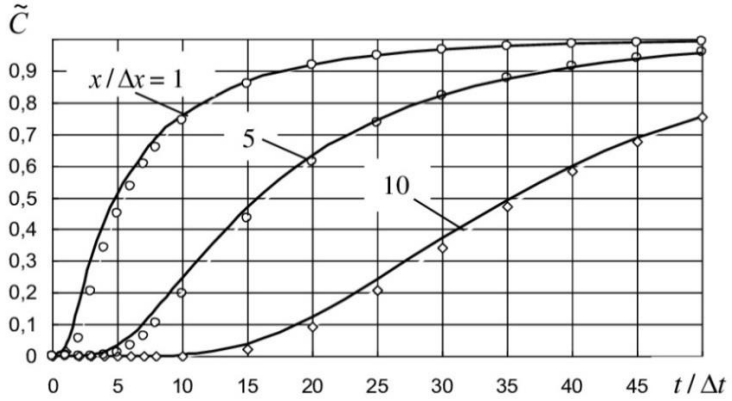
где C – концентрация газа, кг/м^3;

Φ – интеграл вероятности, 1.

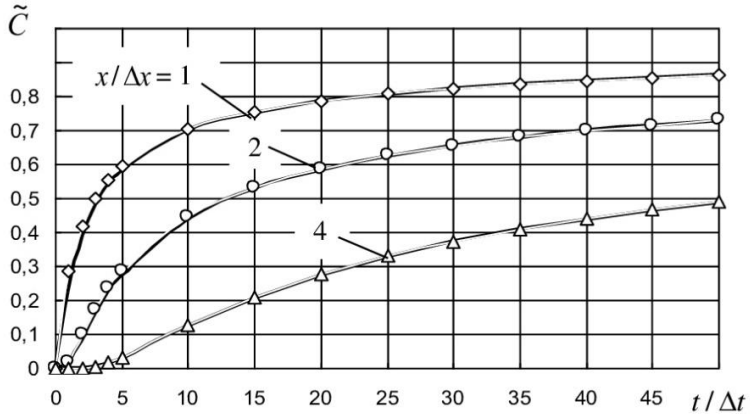
При отсутствии проветривания выработки ($u = 0$) решение (3) принимает вид

$$C(x,t) = 1 - \Phi\left(\frac{x}{2\sqrt{D_x t}}\right). \quad (4)$$

Результаты численного моделирования и аналитических расчётов чистой диффузии газов в проветриваемой и непроветриваемой горных выработках представлены на рис. 1.



а



б

Рис. 1. Результаты численного моделирования (маркеры ◊, ○, Δ) и аналитические зависимости концентрации метана от времени на различных расстояниях от источника газовыделения в проветриваемой (а) и непроветриваемой (б) горных выработках угольной шахты

Сравнение результатов теоретических исследований с экспериментальными данными, полученными при изучении динамики развития пожаров [9], показало, что максимальная относительная погрешность не превышает 14 %. Соответственно, предлагаемая расчетная схема позволяет получать численным методом достоверные данные о нестационарных процессах переноса газов в горных выработках с источниками газовыделения при пожарах.

С целью повышения эффективности контроля газовой обстановки дистанционным способом при ликвидации пожаров в шахтах разработана система «УСДОП» (рис. 2) с питанием от пневмо- или электросети. Изделие позволяет осуществлять отбор проб шахтного воздуха по сечению горных выработок аварийного участка, имеет в комплекте фильтрующие элементы для снижения скапливания влаги в трубопроводе и осушения откачиваемого воздуха перед попаданием в газоаналитический прибор для экспресс-анализа проб непосредственно в шахте.

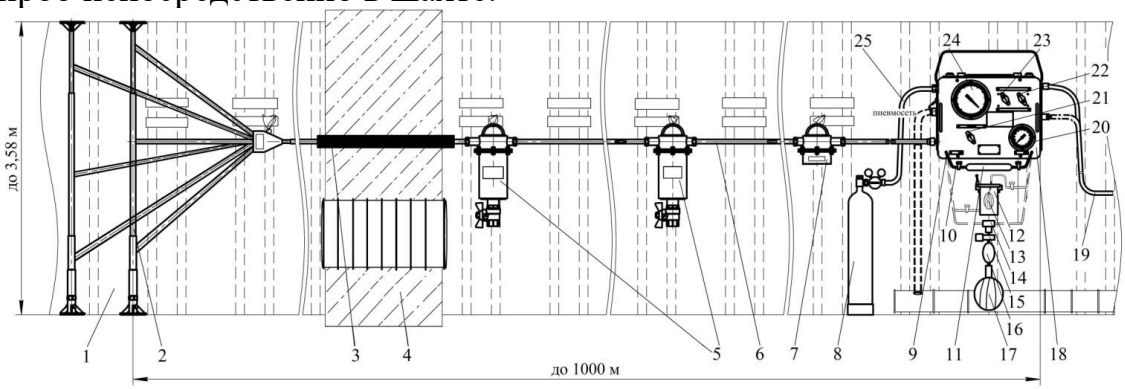


Рис. 2. Общий вид системы «УСДОП»:
1 – изолированное пространство выработки; 2 – многоточечный пробоотборник; 3 – труба; 4 – перемычка (в случае изоляции выработки); 5 – влагоотделители; 6 – пробоотборный трубопровод; 7 – осушитель; 8 – баллон со сжатым воздухом; 9 – штуцеры; 10 – трубки с зажимами; 11 – бюретка; 12 – буферный резервуар; 13, 17 – камеры для отбора проб; 14 – Т-образный соединительный тройник; 15 – кран; 16 – ручной насос; 18 – эжектор (вакуумный насос); 19 – отводной трубопровод; 20 – манометр; 21, 22, 23 – краны выбора режимов работы и питания эжектора; 24 – вакуумметр; 25 – соединительный шланг

После газового анализа проб для оперативного расчета треугольника взрываемости смеси горючих газов целесообразно использовать программное обеспечение. Результаты испытаний системы «УСДОП» подтвердили ее работоспособность

и эффективность за счет повышения достоверности и оперативности дистанционного контроля газовой обстановки.

Выводы. Таким образом, симбиоз предварительного прогнозирования газовой динамики и использования разработанного изделия позволяет эффективно определять состав шахтной среды на всем протяжении аварийных горных выработок угольных шахт для повышения безопасности ведения горноспасательных работ в угольных шахтах.

Перечень ссылок

1. Яновский, А.Б. Основные тенденции и перспективы развития угольной промышленности России / А.Б. Яновский // Уголь : ежемесяч. науч.-техн. и производ.-эконом. журн. – Москва : ООО «Редакция журнала «Уголь», 2017. – № 8. – С. 10-14.

2. Агарков, А.В. Об аварийности в угольных шахтах и применении системы дистанционного контроля состава шахтной среды при проведении горноспасательных работ / А.В. Агарков // Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых : сб. науч. тр. по мат. междунар. науч.-практ. конф. – Донецк : ГОУВПО «ДОННТУ», 2019. – № 5. – С. 294-313.

3. Пат. 30843 U1 МПК, E 21 F 5/00. Устройство для отбора проб рудничного воздуха / Б. В. Чубаров, Д. М. Пинаев, А. Е. Чуприков, О. В. Чижов, А. К. Серогодский, О. С. Токарев (Российская Федерация). – № 2003107290/20 ; заявл. 24.03.2003 ; опубл. 10.07.2003. – 6 с. : ил.

4. Tube bundle system for monitoring of coal mine atmosphere / NCBI. – Режим доступа: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4545479/, свободный.

5. Ушаков, К.З. Газовая динамика шахт / К.З. Ушаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – 481 с.

6. Греков, С.П. Прогноз параметров пожара по данным мониторинга на исходящих струях в горных выработках / С.П. Греков, И.Н. Зинченко, В.З. Брюм // Научный вестник УкрНИИПБ. – 2013. – № 2 (28). – С. 69-73.

7. Пашковский, П. С. Опасность образования конвективных потоков при подземных пожарах в шахтах. Математическое моделирование и расчет параметров / П.С. Пашковский, Н.М. Кравченко, М.В. Кравченко // XXIV Междунар. науч.-практ. конф. по проблемам пожарной безопасности : тез. докл.: в 3 ч. Ч. 3. – М. : ВНИИПО, 2012. – С. 387-390.

8. Агеев, В.Г. Закономерности формирования взрывоопасной среды в горных выработках при газодинамических явлениях / В.Г. Агеев, И.Н. Зинченко // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности : науч.-техн. журн. – Кемерово. – 2013. – № 1-2. – С. 30-37.

9. Симонов, А.М. Экспериментальные исследования дистанционного контроля шахтной среды в условиях штольни и подземного полигона / А.М. Симонов, А.В. Агарков // Вестник Академии гражданской защиты : науч. журн. – Донецк : ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2021. – № 2 (26). – С. 74-83.

УДК 622.867.1:614.842.862

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТНИКОВ ОПЕРАТИВНОЙ И ОПЕРАТИВНО-МЕДИЦИНСКОЙ СЛУЖБ ВОЕНИЗИРОВАННОЙ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

А.В. Агарков, В.В. Репешко, Д.Ю. Малиновский
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР

Аннотация. Предложена методика расчета оптимальной штатной численности оперативной и оперативно-медицинской служб военизированной горноспасательной части Донецкой Народной Республики, которая может стать основой нового нормативного правового акта кадровой службы ФГУП «ВГСЧ».
Annotation. A methodology for calculating the optimal staffing level of the operational and operational medical services of the paramilitary mine rescue unit of the Donetsk People's Republic is proposed, which can become the basis for a regulatory legal act of the personnel service of the Federal State Unitary Enterprise "Militarized Mining Rescue Unit".
Ключевые слова: горноспасательная служба; оптимальная штатная численность; оперативная и оперативно-медицинская службы; методика расчета.
Keywords: mine-rescue service; optimum manpower number; operational and operational-medical service; methodology for calculating.

При пересмотре структуры военизированной горноспасательной части Донецкой Народной Республики (далее – ДНР) с целью приведения штатной численности к оптимальным значениям для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на горных предприятиях актуальность приобретает разработка методики расчета численности работников оперативной и оперативно-медицинской служб.

В ходе анализа нормативных правовых актов Российской Федерации, регламентирующих порядок определения необходимого количества горноспасательных подразделений для обслуживания промышленных объектов [1; 2], было установлено, что:

– критерии дислокации взводов горноспасательной службы Российской Федерации существенно отличаются от условий дислокации горноспасательных подразделений ДНР;

– расчет количества отделений выполняют с учетом аварийности на обслуживаемых объектах за последние 10 лет, среднегодовой нагрузки на отделение по объему выполнения работ, а также удаленности объектов от подразделений соседних отрядов.

В связи с неравномерным распределением нагрузки на горноспасательные подразделения, одним из решений для условий ДНР может стать разделение ее территории на агломерации [3].

Цель настоящего исследования – разработка методики расчета штатной численности оперативной и оперативно-медицинской служб.

Определение штатной (списочной) численности работников горноспасательных подразделений, которая позволяет круглосуточно, эффективно и качественно выполнять конкретную работу с условием обеспечения режимов труда и отдыха, необходимо осуществлять по каждой должности и профессии отдельно, исходя из явочной численности работников с учетом коэффициента списочного состава:

$$Ч_ш = Ч_я \cdot К_{сп}, \quad (1)$$

где $Ч_ш$ – штатная (списочная) численность работников, чел.;

$Ч_я$ – явочная численность работников, чел.;

$К_{сп}$ – коэффициент списочного состава.

Определение явочной численности работников при организации круглосуточного дежурства предлагаем рассчитывать по формуле

$$Ч_я = \frac{Н_ф \cdot С}{Н_р} Ч_с, \quad (2)$$

где $Н_ф$ – номинальный фонд рабочего времени (при круглосуточном дежурстве равен количеству календарных дней в году), дн.;

С – количество часов в сутки, 24 ч;

$Н_р$ – норма продолжительности рабочего времени на год в часах при 40-часовой рабочей неделе, ч;

$Ч_с$ – количество работников в одну смену, чел.

Коэффициент списочного состава $K_{сп}$ следует определять по формуле

$$К_{сп} = \frac{Ф_н}{Ф_р}, \quad (3)$$

где $Ф_н$ – номинальный фонд рабочего времени, равный количеству рабочих дней в году, дн.;

$Ф_р$ – планируемое количество рабочих дней для отдельной должности, которое определяют количеством рабочих дней в году, дн.

Расчет количества отделений при обслуживании одной агломерации следует выполнять для первоначального момента ликвидации аварии в соответствии с планами мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на обслуживаемых объектах (продолжительностью до 6 ч). При этом среднее количество отделений на один обслуживаемый объект в пределах одной агломерации предлагаем рассчитывать по формуле

$$N_{ср.отд} = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_i}{К_{объект}}, \quad (4)$$

где $N_{ср.отд}$ – среднее количество отделений на один обслуживаемый объект в пределах одной агломерации, ед.;

N_i – количество отделений при вызове на аварию в первоначальный момент, которое зависит от группы опасности обслуживаемых объектов, ед.;

$К_{объект}$ – суммарное количество обслуживаемых объектов, которые расположены в пределах одной агломерации, ед.

Общее количество отделений для выполнения аварийно-спасательных работ с учетом круглосуточного дежурства при явочной численности работников необходимо рассчитывать по формуле:

$$N_{деж} = N_{ср.отд} \cdot N_{смен}, \quad (5)$$

где $N_{деж}$ – общее количество отделений для выполнения аварийно-спасательных работ с учетом круглосуточного дежурства, ед.;

$N_{смен}$ – количество смен, необходимых для круглосуточного дежурства отделений (следует принимать равным 4-м сменам), ед.

Основное количество отделений для выполнения аварийно-спасательных работ с учетом круглосуточного дежурства при штатной (списочной) численности работников необходимо рассчитывать по формуле

$$N_{шт} = N_{деж} \cdot Ч_{я.от} \cdot К_{сп}, \quad (6)$$

где $N_{шт}$ – штатная численность работников отделений, ед.;

$Ч_{я.от}$ – явочная численность работников в одном отделении (один командир отделения и пять респираторщиков), ед.

Количество отделений для выполнения аварийно-спасательных работ на обслуживаемых объектах с учетом круглосуточного дежурства необходимо рассчитывать следующим образом:

$$N_{\text{осн}} = \frac{N_{\text{шт}}}{\text{Ч}_{\text{ш.от}}}, \tag{7}$$

где $N_{\text{осн}}$ – основное количество отделений для выполнения аварийно-спасательных работ на обслуживаемых объектах, ед.;

$\text{Ч}_{\text{ш.от}}$ – численность работников в одном отделении для выполнения аварийно-спасательных работ (один командир отделения и пять респираторщиков), ед.

На современном этапе немаловажен расчет среднего количества отделений для выполнения дополнительных работ в пределах одной агломерации, который предлагаем осуществлять по формуле

$$N_{\text{доп}} = \frac{N_{\text{сумм}}}{N_{\text{вызов}}} + \left(\frac{\text{Ч}_{\text{др}}}{\text{Ч}_{\text{ш.от}}} / L \right), \tag{8}$$

где $N_{\text{доп}}$ – среднее количество отделений для выполнения дополнительных работ в пределах одной агломерации, ед.;

$N_{\text{сумм}}$ – суммарное количество отделений, задействованных на выполнение дополнительных работ, ед.;

$N_{\text{вызов}}$ – общее количество вызовов на выполнение дополнительных работ, ед.;

$\text{Ч}_{\text{др}}$ – численность работников (водитель автомобиля, заместитель командира отряда, помощник командира отряда, командир взвода, помощник командира взвода), участвующих в выполнении дополнительных работ, ед.;

L – количество лет, ед.

Примечание: значения коэффициентов следует определять согласно учету вызовов за последние 5 лет в пределах агломерации.

Общее количество отделений для выполнения аварийно-спасательных и дополнительных работ, а также для задействования специализированной горноспасательной техники в пределах одной агломерации следует рассчитывать по формуле

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{осн}} + N_{\text{доп}} + N_{\text{спец}}, \tag{9}$$

где $N_{\text{общ}}$ –количество отделений для выполнения аварийно-

спасательных и дополнительных работ в пределах агломерации, ед.;

$N_{спец}$ – количество отделений для обслуживания специализированной горноспасательной техники, ед. При наличии специализированной техники количество отделений равно 1 ед.

Общее количество взводов для обслуживания объектов в пределах одной агломерации следует рассчитывать по формуле

$$N_{взв} = \frac{N_{общ}}{N_{отд}}, \tag{10}$$

где $N_{взв}$ – общее количество взводов для обслуживания объектов в пределах одной агломерации, ед.;

$N_{отд}$ – минимальное количество отделений в одном взводе – 6 ед.

Выводы. Таким образом, предложенная методика расчета оптимальной штатной численности оперативной и оперативно-медицинской служб военизированной горноспасательной части ДНР отличается от существующих [1; 2] тем, что учитывает оптимальную численность работников, поддержание постоянной круглосуточной готовности к немедленному выезду необходимого количества отделений и лиц командного состава на обслуживаемые объекты для спасения людей и ликвидации последствий аварий, соблюдение для каждого работника месячной нормы рабочего времени, а также соблюдение в аварийный и межаварийный периоды режимов труда и отдыха.

Перечень ссылок

1. Российская Федерация. Постановления. Об утверждении Положения о профессиональных аварийно-спасательных службах, профессиональных аварийно-спасательных формированиях, выполняющих горноспасательные работы, и Правил расчета стоимости обслуживания объектов ведения горных работ профессиональными аварийно-спасательными службами, профессиональными аварийно-спасательными формированиями, выполняющими горноспасательные работы: Постановление Правительства Российской Федерации от 27.04.2018 № 517 // КонсультантПлюс: сайт. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297183/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/ (дата обращения: 15.05.2024).

2. Российская Федерация. Об утверждении Нормативов организации военизированных горноспасательных частей, находящихся в ведении Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: Приказ МЧС России от 29.11.2012 № 707 // Гарант: сайт. – URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70231448/ (дата обращения: 15.05.2024).

3. Гвоздева, М.А. Подходы к определению агломерации / М.А. Гвоздева, М.В. Казакова, Е.А. Поспелова // Российское предпринимательство: науч.-практ. журн. – 2016. – Т. 17. – № 24. – С. 3505-3514.

УДК 622.281.742

НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕХАНИЗМЕ РАБОТЫ АНКЕРНОЙ КРЕПИ

Ю. А. Петренко, А. Л. Касьяненко
Донецкий национальный технический университет

Аннотация. Дан анализ факторов, сдерживающих применение анкерного крепления в горных выработках. Рассмотрены основные направления совершенствования технологии анкерного крепления в условиях глубоких шахт.
Annotation. The analysis of the factors constraining the use of anchors for fastening mine workings is given. The main directions of improving anchorage technology in deep mines are considered.
Ключевые слова: анкерная крепь, параметры крепи, нагрузка на крепь, способы охраны.
Keywords: roof bolting, support parameters, support load, methods of protection.

Анализ известных в отечественной и зарубежной практике технологических разработок в области крепления и поддержания выработок показывает, что одним из перспективных направлений является применение анкерного крепления, позволяющих достичь высоких темпов проведения выработок, снижение травматизма, обеспечить высокие технико-экономические показатели эксплуатации выработок.

В настоящее время на большинстве шахт Донбасса применяется податливая металлическая арочная крепь. На наш взгляд, такое положение связано с осторожным отношением технического руководства шахт к широкому применению анкерного крепления и объясняется рядом объективных причин.

Во-первых, для обеспечения высоких темпов проведения выработок необходимо использовать несколько единиц бурового оборудования, обеспечивающего установку анкерной крепи по всему периметру выработки совместно с ее проведением.

Во-вторых, основная причина, сдерживающая широкое применение анкерной крепи – отсутствие общепризнанной методики расчета параметров анкерной крепи, отражающей реальные геомеханические процессы, происходящие в породном массиве в окрестности выработок.

В-третьих, не достаточное понимание роли анкерной крепи в процессе поддержания выработки и как следствие, отсутствие нормативной базы по обоснованию параметров анкерной крепи.

По действующим в настоящее время нормативным документам [1, 2] параметры анкерной крепи горных выработок рассчитываются исходя из нормативной нагрузки на 1 м^2 поверхности выработки, величина которой определяется на основании статистической зависимости между нагрузкой на крепь и смещением пород на контуре выработки. Плотность (количество анкеров на 1 м^2 поверхности выработки) установки анкерной крепи определяется путем деления величины нормативной нагрузки, скорректированной эмпирическими коэффициентами, отражающими конкретные горно-геологические условия, на несущую способность анкера.

Такой методический подход к определению параметров анкерной крепи основывается на использовании ее в качестве чисто силового элемента, когда реализуются схемы работы: «сшивка» или «подшивка». Смещение пород в этом случае является результатом их расслоения.

В глубоких шахтах деформирование пород контура выработок связано с образованием зоны разрушенных пород (ЗРП), которая составляет 3-10 м [3]. В таких условиях применение анкерных систем с расположением анкеров в радиальном направлении не является эффективным, так как зона влияния анкера ограничивается размером фрагментов разрушенных пород. Результаты шахтных испытаний жесткой анкерной крепи, устанавливаемой в качестве усиления рамной крепи (6 анкеров под каждую раму), в радиальном направлении показывают, что обрыв анкеров происходит при смещении контура выработки на 200 мм. Это объясняется тем, что размер области пород, укрепляемых жестким анкером намного меньше расстояния между анкерами и разрушенные породы обыгрывают анкерную крепь.

Поэтому для использования жесткой анкерной крепи как армирующего элемента, в условиях образования вокруг выработки ЗРП, необходима разработка новой концепции ее применения с учетом особенностей поведения пород внутри ЗРП. Так как объектом армирования являются разрушенные породы под термином «армировка» следует понимать связывание с помощью анкерной крепи отдельных фрагментов разрушенных пород в определенные группы, формирующие грузонесущую оболочку вокруг выработки.

Результаты лабораторных испытаний моделей породных оболочек с различными схемами их армировки показали, что наиболее эффективным является пространственное расположение анкерной крепи, позволяющее наряду с увеличением зоны влияния отдельного анкера создать максимальное препятствие перемещению разрушенных пород в полость выработки [4].

Очевидно, что роль анкеров сводится не только к восприятию нагрузки. Если проанализировать опыт применения анкеров на шахтах Донбасса можно заметить такую важную закономерность, что в выработках, закрепленных анкерной крепью, уменьшилось или вообще отсутствует пучение пород почвы, хотя в аналогичных условиях с рамной крепью это явление наблюдается.

На наш взгляд, механизм работы анкерной крепи заключается не в представлении об анкерах, как о несущей конструкции типа рамы, а как о элементах, изменяющих структуру массива, и препятствующих его разрушению, т.е. формированию вокруг выработки зоны разрушенных пород. С этих позиций легко объясняется отсутствие пучения в выработках, закрепленных анкерной крепью.

В ДонНТУ проведены поисковые исследования [5], позволяющие разработать принципиально новую методику расчета параметров анкерной крепи. Исходя из научной концепции предлагаемой методики, применяемое в настоящее время радиальное расположение анкеров является самым не рациональным, т.к. область влияния анкеров на массив в этом случае минимальная. В этой связи, разработанные и испытанные в ДонНТУ пространственные схемы анкерования массива позволяют при минимальном количестве анкеров максимально использовать несущую способность породного массива.

Такое расположение анкерной крепи позволяет использовать ее не только в качестве силового элемента, препятствующего расслоению пород и смещению их в полость выработки, но и элемента, обеспечивающего связь между отдельными фрагментами разрушенных пород по всем направлениям (радиальном, тангенциальном и вдоль оси выработки). Этим обеспечивается значительное повышение грузонесущей способности заанкерованной оболочки разрушенных пород за счет повышения их остаточной прочности.

Вышеизложенное позволяет сделать заключение о том, что для широкого применения анкерных систем на шахтах Донбасса необходимо в первую очередь разработать методические положения по обоснованию параметров анкерной крепи, учитывающие характер

геомеханических процессов, определяющих состояние выработок. Необходимо четко определить условия эффективного применения анкерных систем в «чистом» виде и в сочетании с рамными крепями, в качестве силовых или армирующих элементов. Наряду с этим необходима разработка дешевых вяжущих составов, основанных на материалах производимых в РФ и поиск альтернативных способов закрепления анкерной крепи.

Перечень ссылок

1. Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах России. - СПб: ВНИМИ, 2000. - 70 с.

2. Приказ Ростехнадзора от 08.12.2020 №507 (ред. от 23.06.2022) Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности Правила безопасности в угольных шахтах (Зарегистрировано в Минюсте России 18.12.2020 №61587).

3. Касьян, Н.Н. Влияние схем расположения анкеров в слоистом массиве на его деформационные характеристики / И.Н. Касьян, И.Г. Сахно // Вести Донецкого горного института. - 2005. - №2. - С. 84-86.

4. Касьян, Н. Н. О перспективах применения анкерной крепи на угольных шахтах Донбасса / Н. Н. Касьян, Ю. А. Петренко, А. О. Новиков // Научные труды ДонНТУ. Серия «Горно-геологическая». - 2009. - Вып. 10(151). - С. 109-115.

5. Усовершенствование способов поддержания выработок глубоких шахт на основе инновационных технологических решений : отчет о НИР : Н-10-18 / Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет» ; ГОУВПО «ДонНТУ» ; рук. Петренко Ю.А. ; исполн.: Касьяненко А.Л. [и др.]. - Донецк, 2020. - 238 с. - Инв. № О0009879. - Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=48317010 (дата обращения: 03.05.2024).

УДК 621.565.53

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ АВАРИЙНЫХ РАБОТ ПОСРЕДСТВОМ ОЦЕНКИ СКОРОСТИ ЗАГАЗОВАНИЯ ВЫРАБОТКИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРА В ШАХТЕ

В.В. Мельникова (ассистент)
ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет»,
ДНР, г. Донецк
К.А. Подвигин (доцент)
Е.В. Подвигина (научный руководитель)
Т.Ю. Горохова (доцент)
ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет»,
г. Череповец

Аннотация: на основе разработанной математической модели изучены процессы загазования тупиковой выработки до взрывоопасной концентрации с учетом влияния температуры в выработке на коэффициент диффузии газа.
Abstract: *Based on the developed mathematical model, the processes of gasification of a dead-end mine to an explosive concentration were studied, taking into account the influence of temperature in the mine on the gas diffusion coefficient.*
Ключевые слова: безопасность, авария, пожар, метан, взрыв.
Key words: safety, accident, fire, methane, explosion.

Подземная добыча полезных ископаемых в России характеризуется сложностью горно-геологических условий и технологических процессов выемки угля. Несмотря на принимаемые меры по совершенствованию правил безопасности, повышению уровня охраны труда горняков, угольные шахты остаются одними из наиболее опасных в отношении производственного травматизма.

На сегодняшний день Россия занимает одно из лидирующих мест в мире по добыче полезных ископаемых, но, к сожалению, и на ее территории происходят несчастные случаи. Согласно статистическим данным за предыдущее 5 лет в нашей стране пострадало 220 человек, из них погибло 129, а 91 получили тяжелые травмы. На рис. 1 представлен результат анализа и сопоставления причин аварийности в горной промышленности за 2017 – 2022 гг. в процентном соотношении от общего количества происшествий [1].

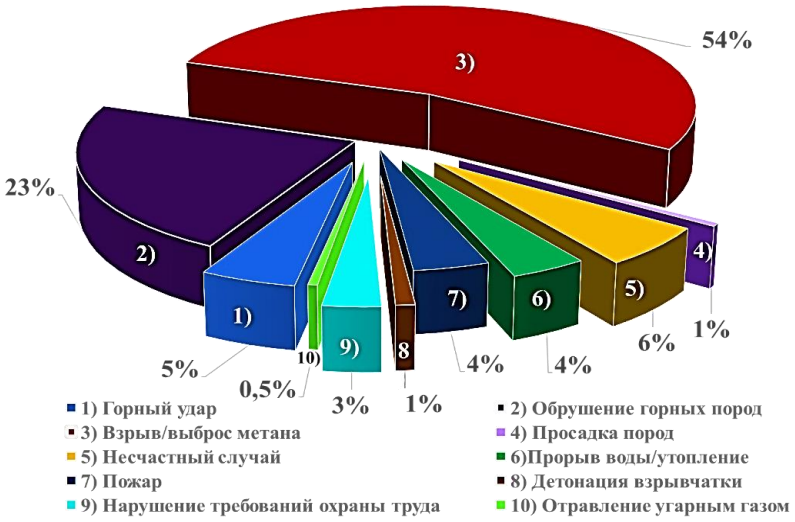


Рисунок 1 – Распределение причин аварийности в горнодобывающей промышленности России в процентном соотношении за 2017 – 2022 гг.

В следствии нарушения проветривания тупиковых выработок и недостаточной турбулентности воздушной струи часто образуются местные и слоевые скопления метана у забоев, происходит загазование куполов, «кутков», тупиков и других слабо обдуваемых участков выработок (забоев). Нередко из-за недостаточного проветривания, отсутствия дегазации и орошения рабочего органа комбайна возникают скопления метана высокой концентрации в местах воздействия рабочего органа проходческих и добычных комбайнов на угольный массив, происходит искрение, которое в некоторых случаях приводит к взрыву метана (54% от общего числа аварий в горнодобывающей промышленности, рис. 1).

Еще одной из причин взрывов и воспламенения метана является недостаточная изученность закономерностей его выделения в горные выработки. Источниками газовыделения в шахтах, как правило, являются вмещающие пласт породы, угольные пласты, буровзрывные работы. Газоносные породы представляют собой распределенные источники с существенно изменяющейся во времени интенсивностью выделения метана. Кроме того, интенсивность выделений и диффузионных процессов распределения метана по выработке зависит от внешних условий, в первую очередь от температуры окружающей среды.

Авторы научного исследования [2] рассмотрели причины и возможные способы предотвращения пожаров и взрывов метана на шахтах России, в том числе и в тупиковых выработках. В монографии В.Г. Агеева [3] рассмотрен случай формирования взрывоопасной среды в тупиковой выработке при внезапном выбросе породы, угля и газа.

Однако полученные в этих работах аналитические и эмпирические зависимости очень упрощены или наоборот слишком усложнены и не дают возможности рассчитать необходимые параметры в оперативной обстановке. Например, открытым остается вопрос о времени загазования тупиковой выработки, что подвергает работников ликвидирующих пожар быть застигнутыми взрывом.

Рассмотрим вопрос определения времени загазования призабойного пространства тупиковой выработки (рис. 2). Предполагаем, что пожар ушел на расстояние L_x от забоя. Будем считать, что на интервале $0 < x < L_x$ горючая нагрузка выгорела и поступление газового потока идет только от забоя. Вентиляция аварийного участка нарушена.

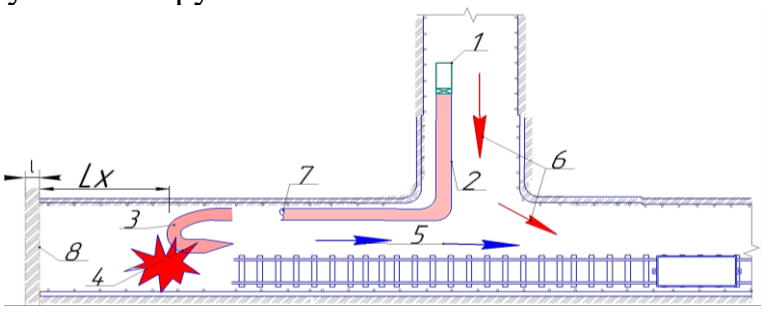


Рисунок 2 – Схема аварийной тупиковой выработки
1 – ВМП; 2 – вентиляционный трубопровод; 3 – направление движения воздуха в аварийном участке ГВ; 4 – место пожара; 5 и 6 – исходящая и свежая струя воздуха соответственно; 7 – место перегорания вентиляционного трубопровода; 8 – забой подготовительной ГВ.

Для оценки складывающейся обстановки используем математическую модель (1), описывающую закономерность формирования взрывоопасной среды в забое тупиковой выработки.

$$C(L_x,t) = C_0 + \frac{2}{\sqrt{\pi}} e^{\frac{vL_x}{2D}} (1 - C_0) \left[\int_{\frac{L_x}{2\sqrt{Dt}}}^{\infty} e^{-u^2 - \frac{v^2 L_x^2}{16 D^2 u^2}} du - e^{-\frac{v^2 t}{4D}} \int_{\frac{L_x}{2\sqrt{Dt}}}^{\infty} e^{-u^2} du \right]. \quad (1)$$

Интегральные члены существенно влияют на величину $C(L_x,t)$ при условии, что

$$\chi = \frac{4D}{vL_x} \ll 1. \quad (2)$$

Если измерять время в единицах

$$t = \frac{1}{1+\sqrt{\chi y}} \frac{L_x}{v}, \quad (3)$$

где y – безразмерная величина, то приближенное решение (1) имеет вид

$$C(L_x, y) = C_0 + \left[\sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}}(1 - C_0)\right] e^{-y}. \quad (4)$$

Критическое значение концентрации метана $C(L_x, y) = C_{\text{крит}}$ достигается при значениях y

$$y = \ln\left[\frac{1 - C_0}{C_{\text{крит}} - C_0}\sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}}\right]. \quad (5)$$

Данные расчетов по времени загазования выработки до критического значения $C_{\text{крит}} = 0{,}04$ приведены в табл. 1.

При этом коэффициент диффузии метана рассчитываем по зависимости

$$D = \sqrt{\frac{\pi k T_0}{M}} \frac{\sqrt{\theta}}{4\pi G_0 n_0}, \quad (6)$$

где M – молярная масса метана, кг/моль;

k – постоянная Больцмана, Дж·К$^{-1}$;

G_0 – эффективное сечение столкновения молекул, м^2;

n_0 – число Лошмидта, м$^{-3}$;

$\theta = T/T_0$;

T – температура газа, К;

T_0=300 К.

Принимаем по нормам [39] Q_M^0=0,05 м^3/с; площадь сечения выработки

S=5 м^2; тогда $v = 0{,}01$ м/с.

Результаты расчетов времени загазования призабойного пространства тупиковой горной выработки с площадью сечения S = 5 м^2 в зависимости от интенсивности метановыделения представлены на рис. 3.

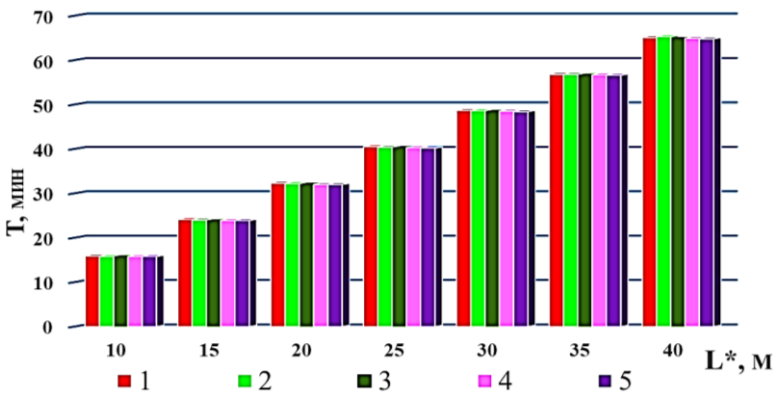


Рисунок 3 – Зависимость времени загазования призабойного пространства Т, мин выработки от дальности продвижения пожара L*, м в зависимости от температуры в выработке 1 – 500 °С; 2 – 600 °С; 3 – 700 °С; 4 – 800 °С; 5 – 900 °С.

Из рисунка 3 видно, что время загазования при учете влияния температуры только на коэффициент диффузии газа практически не изменяется.

Выводы:

Изучен процесс загазования призабойного пространства тупиковой выработки при пожаре. Рассмотренная математическая модель, позволяет в оперативной аварийной обстановке определить время загазования тупиковой выработки до взрывоопасной концентрации. На основании полученных результатов можно рассчитать параметры профилактической обработки воздушно-механической пеной тупиковой горной выработки для предотвращения возникновения взрывоопасной среды

Перечень ссылок

1. Ломов, М.А. Аварии в горной промышленности в России, произошедшие в следствие динамических проявлений в горном массиве. Контроль горного давления на месторождении «Южное» (Приморский край) / М.А. Ломов // Проблемы недропользования: сетевое периодическое научное издание. – 2023. – №1 [Электронный ресурс]. URL: https://trud.igduran.ru/index.php/psu/issue/view/37/1.

2. Колесниченко, Е.А. Анализ причин и возможные методы предотвращения взрывов метана и пожаров в шахтах России / Е.А. Колесниченко, И.Е. Колесниченко // Горный информационно-аналитический бюллетень: науч.-техн. журн.– 2004. – №8. – С. 130 – 137.

3. Агеев, В.Г. Взрывозащита при изоляции пожаров в угольных шахтах/ В.Г. Агеев. – Донецк: Арпи, 2014. – 338 с.

© В.В. Мельникова, К.А. Подвигин, Е.В. Подвигина, Т.Ю. Горохова 2024

УДК 622.831

КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДГОТОВОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ СПЛОШНОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ

Чуяшенко С.В.,
ФИЛИАЛ №2 "ШАХТОУПРАВЛЕНИЕ "ДОНБАСС"
ООО "ДОНЕЦКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД"
Соловьев Г.И., Петренко Ю.А.
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», г. Донецк, ДНР

Аннотация. Рассмотрены особенности поддержания конвейерного штрека при использовании комбинированного способа обеспечения его устойчивости при сплошной системе разработки. Представлены результаты применения комбинированного способа в условиях 1-й восточной лавы пласта l_8^1 шахты «Щегловская-Глубокая».
Ключевые слова: сплошная система разработки, конвейерный штрек, устойчивость, смещение
Annotation. The features of maintaining a conveyor drift when using a combined method to ensure its stability with a continuous development system are considered. The results of the combined method application in the conditions of the 1st eastern lava of the l_8^1 formation of the Shcheglovskaya-Glubokaya mine.
Keywords: longwall mining system, conveyor drift, stability, displacement

Актуальность работы. Охрана подготовительных выработок в зоне влияния очистных работ является одной из основных проблем подземной угледобычи в условиях больших глубин разработки.

Опыт работы глубоких шахт Донбасса показывает, что ежегодно ремонтируется и перекрепляется около 40% общего количества поддерживаемых выработок. При этом уровень механизации ремонтных работ не превышает 15% [1].

Анализ последних исследований и публикаций. Поддержание подготовительных выработок позади лав в значительной степени осложняется интенсивными и неравномерными смещениями пород кровли, почвы и боков выработок, что приводит к необходимости проведения дорогостоящих ремонтов и их перекрепления.

Механические процессы в массиве пород рассматриваются, главным образом, без детального учета неравномерности проявления

горного давления как по длине, так и по периметру выработки, вследствие чего возможности совершенствования средств обеспечения устойчивости выработок используются не полностью.

Целью настоящей работы является установление особенностей механизма проявления горного давления в конвейерном штреке, поддерживаемом при сплошной системе разработки вслед за лавой при использовании комбинированного способа обеспечения устойчивости выработки.

Материалы и результаты исследований. Для обеспечения устойчивости подготовительных выработок глубоких шахт сотрудниками кафедры "Разработка месторождений полезных ископаемых" ФГБОУ ВО был разработан новый способ обеспечения устойчивости выработок посредством применения продольно-балочной консолидации рам основной крепи, который был успешно апробирован на ряде шахт Донбасса [2, 3].

Для обеспечения устойчивости конвейерного штрека первой восточной лавы пласта l_8^1 шахты «Щегловская-Глубокая» (рис. 1) был применен комбинированный способ поддержания и охраны выработки, включающий применение одинарной продольно-балочной крепи (ПБКУ), жесткой полосы на бровке лавы из породных полублоков шириной 2,0 м и опережении лавы забоем конвейерного штрека не более, чем на 6 м.

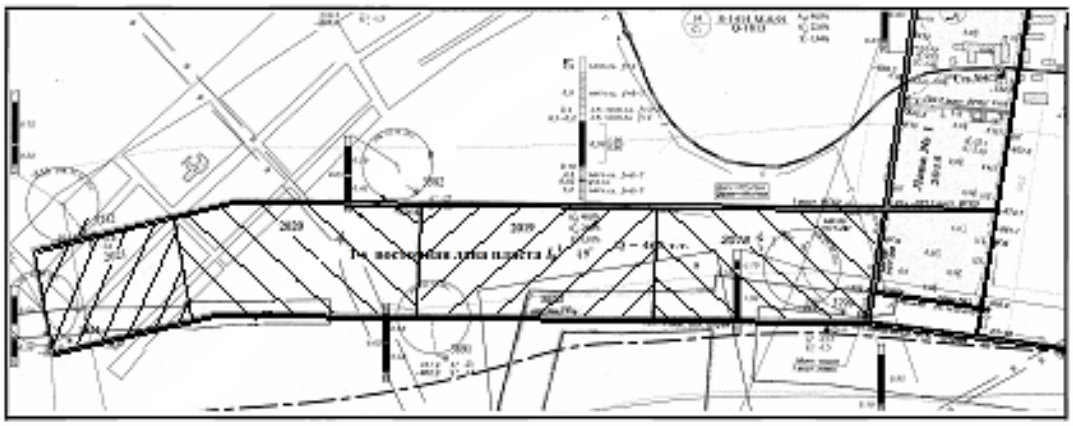


Рис. 1. Схема 1-й восточной лавы на плане горных выработок пласта l_8^1

Лава была оборудована механизированным комплексом КМС-98 со стругом УСТ-2М и конвейером УСТК. Длина лавы 215 м. Длина выемочного поля – 1550 м, глубина ведения работ - 1150 м. (рис. 1, 2).

Проведение 1-го восточного конвейерного штрека проводилось буровзрывным способом в режиме сотрясательного взрывания с

опережением забоя лавы до 6,0 м (рис. 2). Крепление штрека осуществлялось арочной крепью КМП-А5К12,8 из СВП-33. Затяжка кровли – железобетонная, боков – металлическая сетка. Плотность крепи на 1 п.м. – 1,66 рам. Шаг установки крепи – 2х0,5+1х0,8 м.

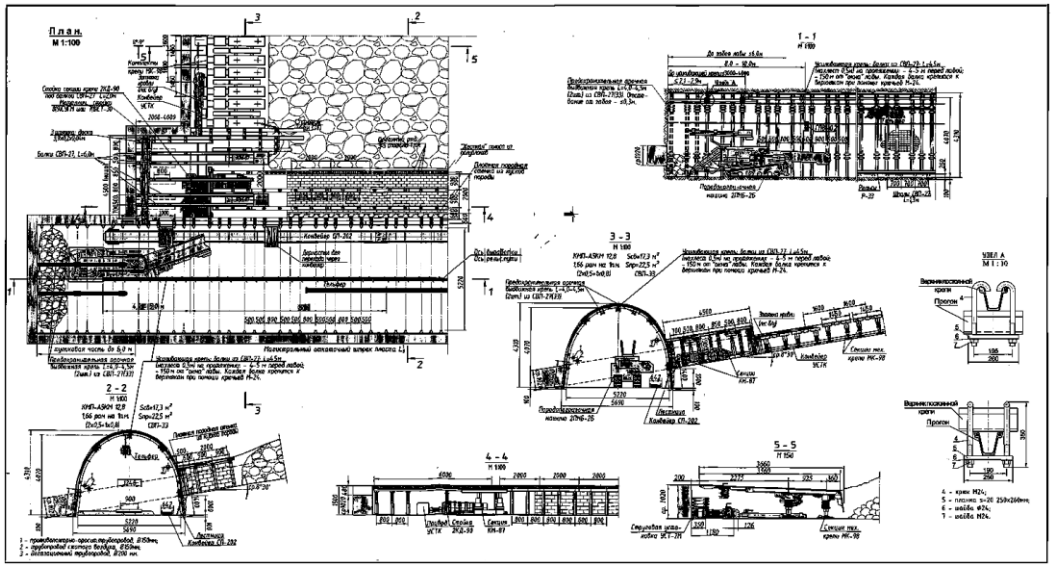


Рис. 2. Технологическая схема сопряжения 1-й восточной лавы с конвейерным штреком

Выработка охранялась «жесткой» полосы из породных полублоков шириной 2,0 м (рис. 3).

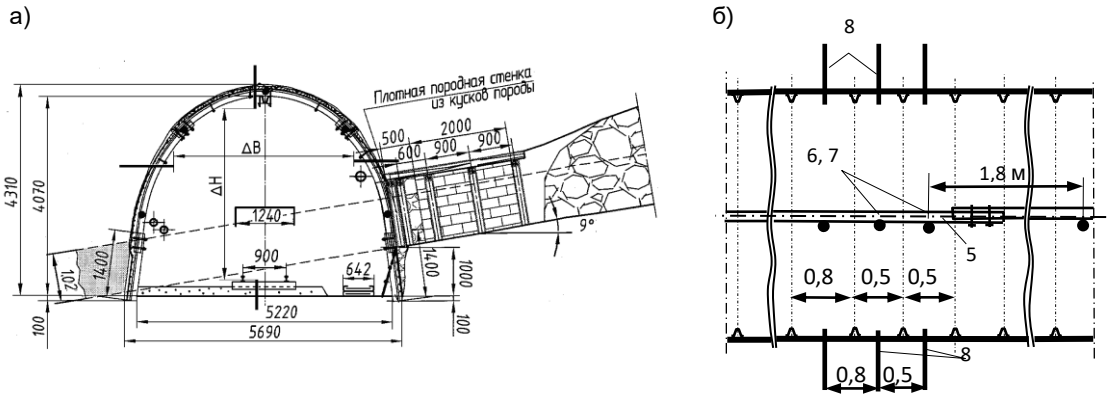


Рис. 3. Схема контурной замерной станции в конвейерном штреке 1-й восточной лавы пласта l_8^1 в разрезе (а) и плане (б) выработки

На отдельных участках штрека из-за деформирования арочной крепи и выдавливания почвы пласта производились перекрепление выработки и поддирка ее почвы вслед за подвиганием лавы.

На рис. 4 представлены результаты замеров смещений боковых пород конвейерного штрека 1-й восточной лавы пласта l_8^1 шахты "Щегловская-Глубокая", выполненные по контурным замерным станциям (рис. 3). Замеры вертикальных и горизонтальных смещений по контурным реперам производились рулеткой конструкции ВНИМИ. Замеры выполнялись с частотой 2 раза в неделю.

Из представленных на рис. 4 графиков видно, что при опережении лавы забоем конвейерного штрека на 40 м, вертикальные смещения кровли на расстоянии 120 м за очистным забоем на контрольном участке при традиционной технологии поддержания выработки (бутовая полоса и металлические стойки крепи усиления из двух отрезков СВП-27) составили 1,92 м, а при использовании одинарной продольно-балочной крепи усиления в сочетании с бутовой полосой смещения составили 1,23 м, что на 0,69 м или 1,56 раза меньше, чем на контрольном участке (рис. 4, а). При использовании одинарной ПБКУ и охране конвейерного штрека жесткой полосой из породных полублоков величина вертикальных смещений составила 0,95 м, что на 0,97 м или в 2,02 раза меньше, чем на контрольном участке и 0,28 м или в 1,29 раза меньше, чем при использовании бутовой полосы с ПБКУ. При опережении лавы забоем конвейерного штрека на 6 м вертикальные смещения кровли на расстоянии 120 м за очистным забоем на контрольном участке при традиционной технологии поддержания выработки составили 1,65 м, а при использовании одинарной ППБКУ в сочетании с бутовой полосой смещения составили 1,0 м, что на 0,65 м или 1,65 раза меньше, чем на контрольном участке (рис. 4 а, б). При использовании одинарной ПБКУ и жесткой охранной полосы из породных полублоков величина вертикальных смещений составила 0,75 м, что на 0,9 м или в 2,02 раза меньше, чем на контрольном участке и 0,25 м или в 1,33 раза меньше, чем при использовании бутовой полосы с ПБКУ (рис. 4 а, б).

Из приведенных на рис. 4 графиков видно, что при опережении лавы забоем конвейерного штрека на 40 м и применением обычной технологии поддержания боковые смещения выработки со стороны лавы составили 0,74 м. При использовании одинарной ПБКУ и бутовой полосы на бровке лавы боковые смещения составили 0,5 м, что на 0,24 м или в 1,48 раза меньше, чем на контрольном участке. которые при бутовой полосе и жесткой полосе из породных Применение в конвейерном штреке одинарной ПБКУ и охране штрека жесткой полосой из полублоков боковые смещения составили 0,38 м, что на 0,36 м или в 1,95 раза меньше, чем на контрольном участке и на 0,12 м или в 1,32 раза меньше, чем при ПБКУ и бутовой полосе.

При опережении лавы забоем штрека не более чем на 6 м на контрольном участке боковые смещения на расстоянии 120 м за лавой составили 0,83 м. При использовании бутовой полосы и одинарной ПБКУ боковые смещения составили 0,58 м, что на 0,25 м или в 1,43 раза меньше, чем на контрольном участке.

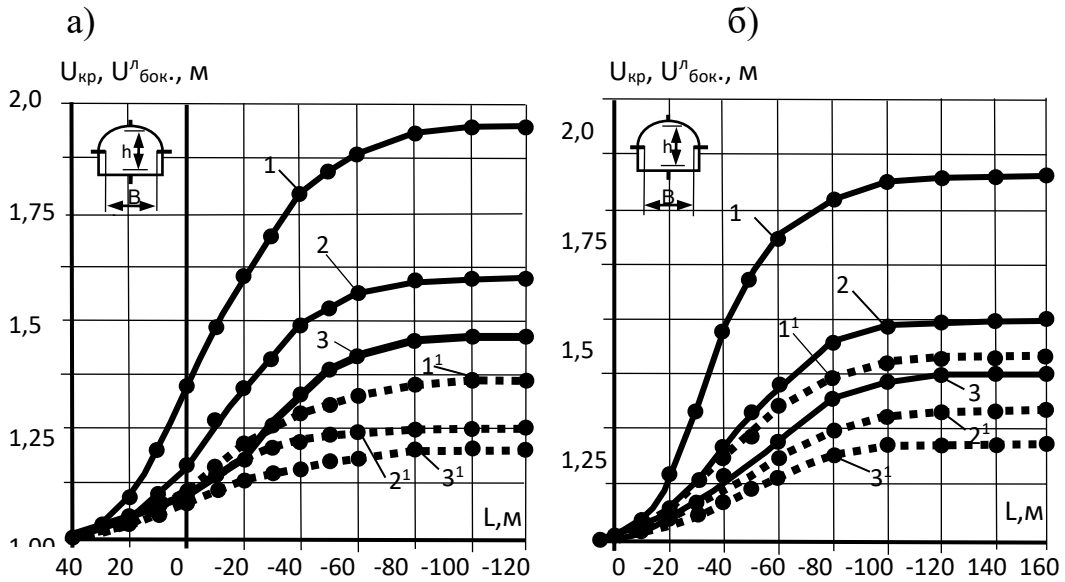


Рис. 4. Графики зависимостей вертикальных (1, 2, 3) и горизонтальных (1^1, 2^1, 3^1) смещений (со стороны лавы) боковых пород конвейерного штрека от расстояния до лавы: 1 - вертикальные смещения кровли выработки при традиционной технологии поддержания; 2 и 3 - смещения кровли при использовании одинарной ПБКУ при охране выработки соответственно бутовой полосой и жесткими породными полублоками

При использовании жесткой охранной полосы из породных полублоков и одинарной ПБКУ величина боковых смещений составила 0,43 м, что на 0,4 м или в 1,93 раза меньше, чем на контрольном участке и на 0,15 или в 1,35 раза меньше, чем при бутовой полосе и одинарной ПБКУ.

Следует отметить, что, как было уже установлено ранее [2,3], применение ПБКУ способствует образованию в кровле пласта над продольной балкой сводов естественного равновесия из породных отдельностей дезинтегрированных породных слоев непосредственной кровли, из-за чего при снижении вертикальных смещений кровли наблюдается относительное увеличение смещений боков выработки (рис. 4).

Выводы. Применение комбинированного способа обеспечения устойчивости конвейерного штрека позволило снизить в величину вертикальных и горизонтальных смещений соответственно в 2,02 - 2,2 и 1,45 - 1,95 раза, что позволило сократить затраты на ремонт подготовительной выработки.

Перечень ссылок

1. Литвинский Г.Г. Стальные рамные крепи горных выработок / Г.Г. Литвинский, Г.И. Гайко, Н.И.Кулдыркаев. // Киев, Техника, 1999 г. - 215 с.
2. Соловьёв, Г.И. Особенности поддержания конвейерных штреков при сплошной системе разработки / Г.И. Соловьёв, П.П. Голембиевский, Р.С. Муляр // Проблемы горного давления. – Донецк, 2016. – №2(29) – С. 17-29.
3. Соловьев, Г.И. Обеспечение устойчивости вентиляционных штреков при сплошной системе разработки / Г.И. Соловьев, В.Ф. Формос, Ф.А. Панин, С.В. Чуяшенко // Проблемы горного давления. – Донецк, 2017. – №1(32) – С. 32-45.

УДК 622.4

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВОЗМУЩАЮЩИХ ФАКТОРОВ НА УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПРОВЕТРИВАНИЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Е.Б.Николаев
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос управления проветриванием угольных шахт. Показано влияние различных возмущающих факторов на распределение воздушных потоков и аэродинамических напоров в системе горных выработок шахты.

Annotation The article discusses the issue of managing the ventilation of coal mines. The influence of various disturbing factors on the distribution of air flows and aerodynamic pressures in the system of mine workings is shown.

Ключевые слова: аэрология, вентиляционная сеть, депрессия аэродинамика, естественная тяга.

Keywords: aerology, ventilation network, depression aerodynamics, natural draft.

Аэрология горных предприятий является одним из важнейших технологических процессов при подземной добычи различных полезных ископаемых на шахтах и рудниках. Эффективное, качественное и устойчивое проветривание горных выработок является одним из главных факторов, определяющих безопасные условия труда горнорабочих.

Непрерывный процесс добычи полезных ископаемых, неизбежно сопровождается удлинением общей длины горных выработок и часто повышением их площади поперечного сечения. Это приводит к большой разветвленности выработок и удалению фронта очистных работ от воздухоподающих и вентиляционных стволов. Вследствие этого возникают значительные затруднения в обеспечении очистных и подготовительных забоев необходимым объемом воздуха, обеспечивающим санитарно-гигиенические условия труда горнорабочих и часто их безопасность, за счет разжижения образующихся взрывоопасных пылегазовых смесей до безопасных концентраций [1].

Для преодоления общего сопротивления шахты необходимо применять высокопроизводительные и высоконапорные вентиляторы огромной мощности. Но использование таких вентиляторных установок главного проветривания (ГВУ) вследствие наличия поверхностных утечек воздуха в надшахтных зданиях, значительного усложнения вентиляционных сетей и внутришахтных утечек воздуха не позволяет обеспечивать очистные и подготовительные забои необходимыми объемами воздуха.

Объем воздуха, требуемый для обеспечения проветривания подземного горнодобывающего предприятия, зависит от количества добычных участков, числа горнорабочих, находящихся в шахте, газообильности горных выработок и других обстоятельств.

В настоящее время требуемая производительность ГВУ, а значит и количество затрачиваемой на ее работу электроэнергии, определяется в зависимости от этих показателей. При этом объемный расход подаваемого в шахту воздуха постоянно изменяется, так как на этот процесс действует множество различных обстоятельств: движение подъемных сосудов по стволам, движение самоходного транспорта под землей, изменение режимов работы вентиляторов и эжектирующих установок под землей и т.д. [2].

Одним из значимых факторов, оказывающих существенное влияние на процесс проветривания подземных горнодобывающих предприятий, является общешахтная естественная тяга, возникающая между шахтными стволами. Если направление естественной тяги совпадает с заданным (необходимым) направлением движения воздуха в шахте, ее принято называть положительной естественной тягой. Если естественная тяга направлена навстречу движению потока воздуха, то она препятствует заданному режиму проветривания, и в этом случае ее принято называть отрицательной естественной тягой. Иногда естественную тягу называют тепловой депрессией [1].

Проблемам возникновения общешахтной естественной тяги и ее влияния на процесс проветривания посвящено достаточно большое количество работ различных авторов [1,2,3]. Установлено влияние различных факторов на величину естественной тяги [4]. Был сделан вывод, что механизм возникновения естественной тяги между подземными горными выработками для газоносных и негазоносных шахт отличается. Доказан факт изменения ее величины при выделении из горных пород газов другой плотности (например, метана).

Авторы единодушны, что на величину естественной тяги влияют два фактора – плотность воздуха и перепад между высотными

отметками сообщающихся выработок. При этом на изменение плотности воздуха и на величину естественных сил, вызывающих перемещение воздушных потоков (масс), влияют:

1) изменение плотности воздуха вследствие изменения концентрации газа в выработках;
2) изменение плотности воздуха вследствие колебаний его температуры.

Если между сообщающимися выработками, высотные отметки которых не меняются относительно друг друга (например, шахтные стволы), то на величину возникающей естественной тяги будет оказывать влияние только величина плотности воздуха в этих выработках.

Но на изменение плотности воздуха в горных выработках могут влиять другие обстоятельства. Возникают зоны с повышенным или пониженным давлением, которые появляются из-за множества причин, таких как: лобовое столкновение воздушных потоков, перераспределение при реверсе ГВУ или изменении ее производительности, при набегании потока воздуха на искусственные препятствия (на шахтные вентиляционные перемычки, вентиляционные двери и т.д.), т.е. вследствие изменения перепада давлений в определенной выработке, участке, точке.

Неправильный учет действия естественной тяги на глубоких шахтах приводит к возникновению погрешности при определении аэродинамических параметров горных выработок. В дальнейшем это может приводить к значительным погрешностям в вентиляционных расчетах при нормальных и аварийных условиях [3].

Кроме естественной тяги, на процесс проветривания оказывают влияние и другие внешние возмущающие факторы, воздействие которых предсказать практически невозможно, поэтому их принято считать случайными. К этим факторам относятся:

1) изменение воздухораспределения между горными выработками при движении по ним самоходного транспорта;
2) инерционность процесса проветривания, вызванная большой протяженностью горных выработок и значительным объемом выработанного пространства, а также работой подземных вентиляторов и биением их рабочих колес;
3) выделение газа в горные выработки.

Для управления проветриванием с учетом каждого из этих факторов в настоящее время предлагаются автоматизированные системы регулирования режимов работы ГВУ [5]. Предполагается, что полученная информация с измерительных устройств и датчиков

является истинной. Но по показаниям с датчиков расхода воздуха установлено, что значения изменяются в широком диапазоне, причем нередко скачкообразным образом. За истинное при этом принимается среднее значение, взятое за интервал времени. Подобный способ обработки полученной информации вносит существенные погрешности при управлении системой проветривания [4]. Поскольку существующие системы управления процессом проветривания предполагают свое функционирование в режиме реального времени, тогда при управлении ГВУ и остальными вентиляционными устройствами не будет учитываться инерционность процесса воздухораспределения между горными выработками.

Выводы

Таким образом, помимо существенного влияния общерудничной естественной тяги, на процесс проветривания действуют случайные факторы. Отсутствие научного обоснования причин возникновения и закономерностей изменения всех возмущающих факторов, а также механизм их влияния на работу ГВУ делает невозможным эффективное управление процессом проветривания подземных горных выработок. Необходима разработка алгоритма регулирования режимов работы ГВУ с учетом их влияния.

Перечень ссылок

1. Голинько В.И. и др. Вентиляция шахт и рудников: учеб. пособие / — Нац. горн. ун-т. Д.: НГУ, 2014. – 266 с.

2. Каледина Н. О. Современные проблемы вентиляции угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — №S1. С. 141–149.

3. Трофимов В.А., Николаев Е.Б., Харьковой М.В. Особенности влияния естественной тяги на режим проветривания шахт // Научно-техн. проблемы разработки угольных месторождений подземного строительства: сб. Науч.тр. / Шахтинский ин-т ЮРГТУ (НПИ). – Новочеркасск: 2005, с.215-220

4. Николаев А.В. Влияние различных факторов на воздухораспределение в блоках, отрабатывающих наклонные пласты // Рудник будущего: проекты, технологии, оборудование. – 2010. – № 3. – С. 97–103.

5. Козырев С. А. Управление вентиляционными потоками в горных выработках подземных рудников на основе математического моделирования аэродинамических процессов / С. А. Козырев, А. В. Осинцева, П. В. Амосов. — Апатиты: КНЦ РАН, 2019. — 114 с.: ил.

УДК 621.565.53

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ ПОСРЕДСТВОМ СНИЖЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НА ШАХТЕРОВ

В.В. Мельникова (ассистент)
ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет»,
г. Донецк
Е.В. Подвигина (научный руководитель)
К.А. Подвигин (доцент)
Т.Ю. Горохова (доцент)
ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет»,
г. Череповец

Выполнено аналитическое исследование источников тепловыделения в подземных горных выработках при разработке глубоких горизонтов угольных шахт. Произведен анализ влияния нагревающего микроклимата рабочей зоны на работника. Предложена установка локального охлаждения воздуха. Выполнены теоретические исследования подачи охлажденного воздуха установкой. Разработана тактика применения установки при ведении аварийно-восстановительных и горноспасательных работ при взаимосвязи с экранирующим устройством, предотвращающим лучистый теплообмен

Annotation. An analytical study of heat sources in underground mine workings in the development of deep horizons of coal mines is carried out. The analysis of the influence of the heating microclimate of the working area on the employee. A local air cooling installation has been proposed. Theoretical studies of the cold air supply unit have been carried out. Tactics have been developed for using the installation when conducting emergency recovery and mine rescue operations in conjunction with a screen emitter that prevents radiant heat transfer.

Ключевые слова: температура, системы разработки, микроклимат, тепловой фактор, безопасность, источник тепловыделения.

Keywords: temperature, development systems, microclimate, heat factor, safety, heat source.

Актуальность.

В работе [1] авторы приводят данные, согласно которым на ряде

шахт России горные работы ведутся в настоящее время на глубинах 1200-1300 м. При значении геотермического градиента для шахтного поля до 0,032°С/м температуры горного массива на данных глубинах изменяются в пределах от 46,5 °С до 51,0 °С, а температуры воздуха в горных выработках глубоких горизонтов шахт существенно превышают установленные Правилами безопасности в угольных шахтах и Санитарными правилами для предприятий горнодобывающей промышленности максимально допустимые значения [2,3].

Высокая температура рудничной атмосферы приводит к перегреву организма работающих, уменьшению внимания, снижению уровня безопасности и производительности труда, возникновению тепловых ударов. Работа в условиях высоких температур воздуха, а также резкие смены температур воздуха по длине выработок снижают устойчивость организма к инфекционным и простудным заболеваниям, способствуют развитию профессиональных болезней, которые становятся в ряде случаев опасными для жизни человека [1].

В связи с этим работа по решению задач, посвященных исследованию и обоснованию возможности использования безопасных источников холода и созданию технических средств, для оперативного снижения интенсивности лучистого теплообмена, повышающих безопасность работы горнорабочих в сложных условиях, является актуальной и направлена на повышение уровня охраны труда в горной промышленности.

Основная часть. Тепловой режим горных выработок глубоких шахт формируется под влиянием сложных процессов тепло- и массообмена между горным массивом и вентиляционной струей при воздействии целого ряда дополнительных факторов.

Основными источниками теплоприращения воздуха в выработках являются горный массив, работающее выемочное, проходческое, транспортное, вспомогательное оборудование с электроприводом, транспортируемое ископаемое, в обводненных выработках – шахтная вода [1].

Высокая излучательная способность тепловой энергии участковых горных выработок и особенно призабойной их части обусловлена не только высокой температурой стенок, но и максимальным значением углового коэффициента излучения, поскольку выработки являются замкнутыми излучающими системами.

Высокая излучательная способность тепловой энергии участковых горных выработок и особенно призабойной их части

обусловлена не только высокой температурой стенок, но и максимальным значением углового коэффициента излучения, поскольку вы-работки являются замкнутыми излучающими системами.

Для снижения интенсивности лучистого теплообмена от излучающих поверхностей горных выработок разработано специальное экранирующее устройство. Устройство состоит из экрана, выполненного в виде теплоизоляционных плит из экструзивного пенополистирола и быстровозводимого каркаса из труб. При проведении лабораторных и опытно-промышленных испытаний в качестве устройства, охлаждающего воздух была применена разработанная установка локального охлаждения воздуха в рабочей зоне на базе льдосоляных аккумуляторов холода [5].

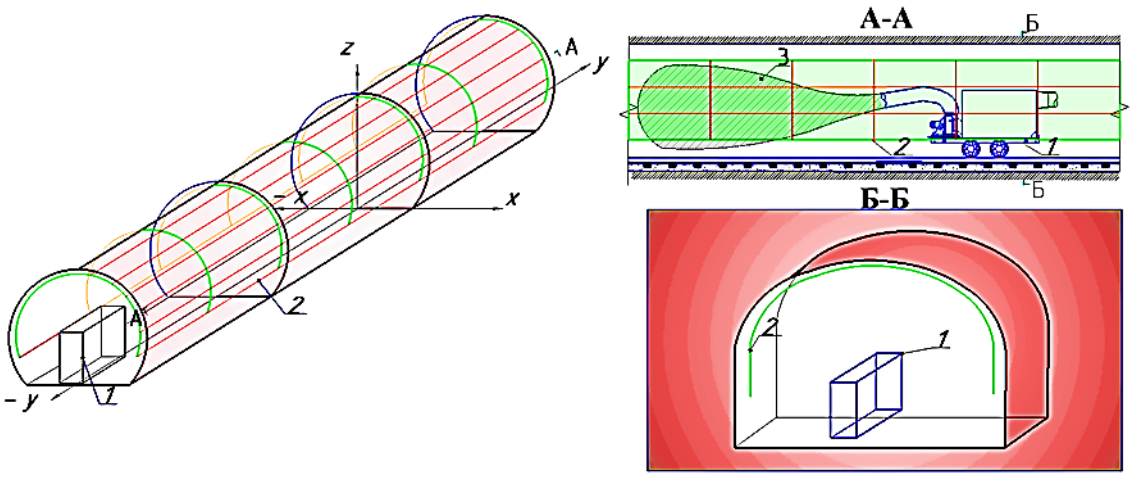


Рисунок 1. Принципиальная схема и схема расположения шахтного быстровозводимого экранирующего устройства, работающего в комплексе с установкой локального охлаждения воздуха:
1 – установка локального охлаждения воздуха; 2 – шахтное быстровозводимое экранирующее устройство; 3 – характер изменения формы головной части струи охлажденного воздуха

Конструкция разработанной установки локального охлаждения воздуха – блочная. Конструкция блоков установки предусматривает как автономное применение, так и объединение в батареи или параллельную работу от одного вентилятора местного проветривания.

Установка локального охлаждения воздуха в комплексе с быстровозводимым экранирующим устройством может быть применена:

1) в локальной рабочей зоне горной выработки (на расстоянии до 4,5 м);

2) в технологических зонах расположения высокоэнергетических силовых агрегатов (более 100 кВт), создающих значительные техногенные тепловые потоки;

3) при аварийных ситуациях или инциденте (стыковка конвейерной ленты);

4) при ведении горноспасательных работ (проведению поисковых выработок).

Результаты.

1. Разработанная установка локального охлаждения воздуха обеспечивает высокую мобильность, малое время выхода на рабочий (стационарный) режим, широкий диапазон регулирования параметров исходящего из установки воздуха, простую и надежную конструкцию.

2. Выполнены теоретические исследования подачи охлажденного воздуха установкой. Разработана тактика применения установки при ведении аварийно-восстановительных и горноспасательных работ при взаимосвязи с экранирующим устройством, предотвращающим лучистый теплообмен [2, стр. 7].

3. Выполненные исследования описанного способа охлаждения воздуха позволили определить изменение ширины охлаждаемой рабочей зоны и время цикла работы установки для охлаждения воздуха (рис. 2).

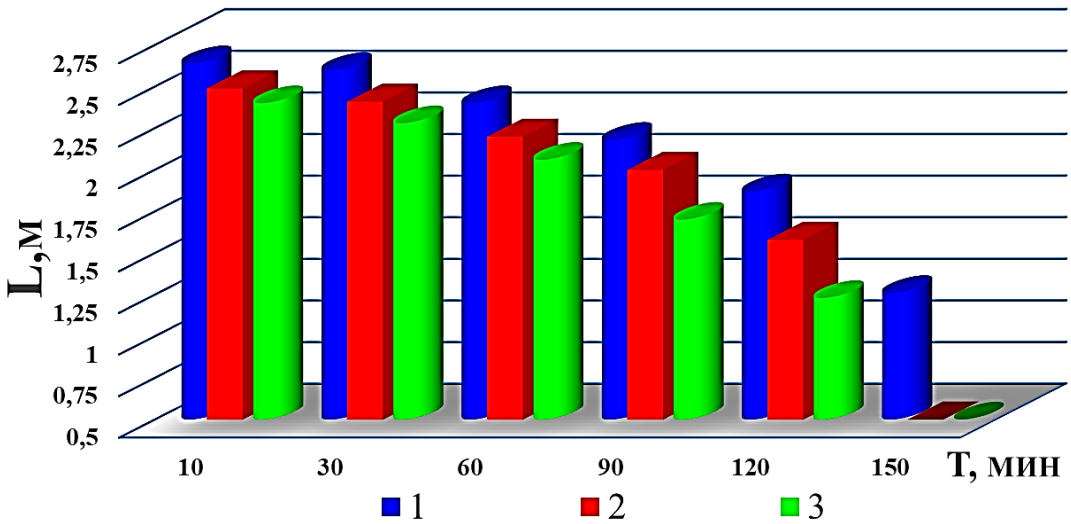


Рисунок 2 – Изменение ширины охлаждаемой рабочей зоны при удалении от установки, в которой обеспечивается температура T ≤ 299 K:

1; 2; 3 – расстояние 1,5; 3; 4,5 м от установки соответственно

Заключение.

Таким образом, нормализация микроклимата в локальной рабочей зоне высокотемпературной горной выработки может быть обеспечено установкой локального охлаждения воздуха в комплексе с быстровозводимым экранирующим устройством.

Кроме того, указанный способ нормализации микроклимата рекомендуется использовать для организации зон отдыха (релаксации) горнорабочих в горных выработках с особо тяжелыми тепловыми условиями.

Разработанный способ противотепловой защиты горнорабочих позволит повысить безопасность работ в глубоких шахтах, снизить профессиональные заболевания, вызванные тепловым фактором и предотвратить возникновение тепловых ударов без существенных затрат в сравнении с кондиционированием шахтного воздуха.

Список литературы.

1. Мартынов А.А., Малеев Н.В., Яковенко А.К. Тепловой режим глубоких угольных шахт. Монография /под редакцией А.А. Мартынова). - Донецк: изд-во «Ноулидж». - 2014. - 443 стр.

2. Коробицына, М.А. Нормализация параметров микроклимата за счет снижения теплопоступлений при транспортировке нефтесодержащей продукции в буровых галереях нефтяных шахт: дис… канд. техн. наук: 05.26.01: защищена 24.12.2019: утв. 21.02.2020 / Коробицына Мария Александровна. -СПб., 2019. -91 с. –Библиогр.: с. 73-85.

3. Подвигин, К.А. Нормализация температурного режима в локальной зоне горной выработки для обеспечения безопасных условий труда горнорабочих: автореф. дис… канд. техн. наук / К.А. Подвигин. - Донецк: ГОУВПО ДОННТУ ,2022.-18с.

4. Пат. 207609 Российская Федерация, RU (11) (51) МПК E21F 3/00 (). Устройство для охлаждения воздуха в локальной рабочей зоне подземной выработки / К.А. Подвигин; заявитель и владелец К.А. Подвигин. – №2021123337; заявл. 02.08.2021; опубл. 03.11.2021, Бюл. № 31. – 7 с.

УДК 622.4

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОВЕТРИВАНИЯ ПРИ ЗАХОРОНЕНИИ ОТХОДОВ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Торченко Н.С.[1]
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР

Аннотация: в статье проведен анализ публикаций в научно-технической литературе авторов, занимавшихся исследованиями, связанными с темой захоронения отходов в горных выработках. Перечислен круг рассмотренных в каждой из работ вопросов, описаны полученные при этом результаты. Автором отмечены не до рассмотренные вопросы, приведены предложения по усовершенствованию технологии захоронения отходов в горных выработках.
Ключевые слова: захоронение, отходы, горные выработки, шахты, проветривание, вредные вещества.

Введение

Во всем мире в результате человеческой жизнедеятельности образуется большое количество отходов. Так в 2016 году объем твердых бытовых отходов 2,01 млрд. тонн. По данным специалистов это число может вырасти приблизительно до 3,4 млрд. тонн к 2050 году. Уровень собираемости отходов зависит от уровня дохода стран. В странах с высоким и выше среднего уровнем дохода собираемость отходов составляет от 82% до 96%. В странах с низким уровнем дохода на душу населения в городах собирается до 48%, а за пределами городов составляет 26%. В странах со средним уровнем дохода от 33% до 45%. Во всем мире около 37% отходов захоранивается на различных типах полигонов, в том числе и на свалках 33%, 19% подвергается утилизации путем переработки и компостирования с помощью современного сжигания. Затраты на утилизацию также зависят от уровня дохода стран. Базовые системы обращения с твердыми отходами, охватывающие сбор, транспортировку и санитарную утилизацию в странах с низким уровнем дохода, стоят как минимум 35 долларов на тонну, а зачастую

[1]Студент группы РПМс-20 Торченко Николай Сергеевич. Научный руководитель д.т.н. профессор кафедры РПМ Новиков Александр Олегович.

и намного дороже. Системы с более продвинутыми подходами к переработке отходов стоят дороже от 50 до 100 долларов за тонну и более. Плата за пользование услугами вывоза твердых бытовых отходов стоит в странах с низким уровнем дохода от 35 долларов в год, а в странах с высоким уровнем дохода до 170 долларов в год. В Российской Федерации по данным Росстата в 2021 году российская экономика сгенерировала 8,5 млрд. тонн отходов. Правда почти все это промышленные отходы, которые не являются мусором в обычном понимании. Предприятия, которые занимаются добычей полезных ископаемых производят основную часть отходов – 7,7 млрд. тонн. Три четверти этого показателя приходится на угольную промышленность. Обычных отходов ежегодно образуется около 50 млн. тонн. Все эти отходы загрязняют окружающую среду и пагубно влияют на людей с экологической точки зрения. В связи с ограниченностью территорий для размещения поверхностных хранилищ различных отходов и загрязнением окружающей среды актуальной является проблема захоронения отходов в горных выработках. Проблема захоронения отходов имеет большое значение не только в Российской федерации, но и в других странах мира. Наибольший опыт захоронения отходов в горных выработках накоплен в Германии, Польше, Румынии, США и многих других странах мира.

Процессы захоронения отходов в подземных горных выработках представляют собой достаточно сложную технологическую цепочку и, чтобы обеспечить ее исполнение необходимо решить вопросы, связанные с доставкой отходов в горные выработки, хранением; вопросы, связанные с проветриванием, в том числе с разбавлением вредностей, выделяемых от разложения отходов в рудничную атмосферу.

Над вышеперечисленными вопросами работали ученые во всем мире, в том числе в Российской Федерации. Работы по данным направлениям занимаются по всему миру. Часть этих работ опубликованы в них рассмотрен достаточно широкий круг вопросов

Автором были проанализированы статьи авторов: С.М Попов и Е.Л Резников, Шинкевич В А, Герберт Клее, Н.И. Абрамкин, Головнева Е.Е, Асламова Я.Ю, Варварина М.В, В.В Агафонов и А.Н Иванов.

В статьях и работах выше названых авторов проанализированы были описаны технологии размещения отходов в горных выработках, требования к хранению отходов, типы хранилищ, типы барьеров,

технологии утилизации отходов, классификация групп отходов по их опасности и т.д. Но в этих статьях ничего не сказано про то какие вредные вещества выделяют отходы и как проветриваются горные выработки при захоронении в них отходов.

В этой связи проведение исследований на тему совершенствования проветривания считается актуальным. С целью повышения безопасности работ при захоронении отходов, обеспечения технологичности их выполнения, обеспечение нормальных условий пребывания обслуживающего персонала в хранилищах отходов автором предлагается:

Учитывая выделение из отходов вредных веществ из батареек, компьютерной техники выделяются кадмий, ртуть и свинец; люминесцентные лампы выделяют ртуть; Пластик выделяет винилхлорид; изделия из резины выделяют бензапирен и фенол; стиральные порошки выделяют ПВА (поверхностно-активные вещества) необходимо разбавлять до безопасных концентраций, использовать для повышения достоверности получаемой информации о концентрациях выделяемых вредных веществ из разлагающихся отходов в выработке использовать газоанализатор.

При измерении предельно-допустимых концентрации вредных веществ можно использовать универсальные газоанализаторы ГАНК-4 от компании «НПО ПРИБОР ГАНК». Данных газоанализаторов существует несколько модификаций, они бывают как переносные, так и стационарные. Газоанализаторы могут измерить более 200 вредных веществ в воздухе. Области их применения:

- химическая и нефтехимическая промышленность;
- горнодобывающая промышленность;
- пищевая промышленность;
- целлюлозно-бумажная промышленность;
- металлургия: черная и цветная;
- предприятия энергетики;
- машиностроение и металлообработка;
- лесная промышленность;
- деревообрабатывающая промышленность;
- лаборатории охраны труда промышленных предприятий;
- топливная промышленность;
- электроэнергетическая промышленность. [1]

На момент захоронения отходов в горных выработках следует учитывать аэродинамическое сопротивление, а именно контейнеры, в которых отходы складируются в выработках, что создает лобовое сопротивление. В условиях горных выработок лобовым сопротивлением называется сопротивление тел, размеры которых поперек потока значительно превосходят размеры выступов шероховатости (вагонетки, электрооборудование, армировка шахтных стволов и т. д.). Понятие лобового сопротивления в определенной степени условно. Например, лобовое сопротивление оказывают выступы шероховатости стенок выработки. Однако их сопротивление относится к сопротивлению трения. [2]

Кроме того, в рудничную атмосферу выделяется большое количество тепла от количества отходов, из горных пород, из оборудования для транспорта, от использования трансформатора для освещения.

С учетом того, что температура должна не превышать 27 градусов и количество подаваемого воздуха должно быть не менее 10 $м^3$/(ч·чел) [3] необходимо выполнить расчеты проветривания и спроектировать вентиляцию. В настоящее время автором, с учетом выдвинутых предложений проводятся расчеты и моделирование при помощи программы проветривания для сети выработок в условиях шахты Щегловская глубокая. Результаты будут опубликованы в дальнейшем.

Перечень ссылок

1. НПО ПРИБОР ГАНК. Производитель газоаналитического оборудования. Контроль ПДК вредных веществ в воздухе. Газоанализаторы универсальные ГАНК-4 [электронный ресурс]. Сайт: https://www.kipkonsalt.ru.

2. Н.И. Горбунов ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА АЭРОЛОГИИ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ. Алчевск, 2009.

3. СНиП 2.01.54-84. Защитные сооружения гражданской обороны в подземных горных выработках»

УДК 622.023.68

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С ПУЧЕНИЕМ ПОРОД ПОЧВЫ

Торченко Н.С.[2]
ФГБОУ ВО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,
г. Донецк, ДНР

Аннотация: в статье проведен анализ публикаций в научно-технической литературе авторов, занимавшихся исследованиями, связанными с темой пучения пород почвы. Перечислен круг рассмотренных в каждой из работ вопросов, описаны полученные при этом результаты. Выполненный анализ позволил автору сформулировать возможные совершенствования способов борьбы с пучением.
Ключевые слова: пучение пород почвы, методы борьбы с пучением, поддирка.

Введение

Увеличение глубины разработки угольных пластов Донбасса, ухудшение горно-геологических и горнотехнических условий их разработки способствуют снижению устойчивости капитальных и подготовительных выработок шахт.

По статистическим данным в настоящее время на угольных шахтах Донбасса в неудовлетворительном состоянии находятся от 20 до 30% горных выработок примерно 80 % от выработок, нуждающихся в ремонте деформированы и их деформирование связано с пучением пород почвы подрывка пород почвы один из самых распространенных видов ремонта выработок работы по поддирке выполняются в основном не механизировано то бишь вручную и требуют больших материальных и трудовых затрат.

Анализ работы шахтостроительных организаций показывает, что нередко к моменту сдачи горного предприятия в эксплуатацию значительная часть горных выработок требует выполнения восстановительных работ, в ряде случаев выработки перекрепляются практически полностью, особенно вследствие пучения пород почвы. Это приводит к перерасходу дефицитных крепежных материалов,

[2]Студент группы РПМс-20 Торченко Николай Сергеевич. Научный руководитель д.т.н. профессор кафедры РПМ Новиков Александр Олегович.

увеличению трудозатрат на подготовку новых лав и, как следствие, увеличению себестоимости добываемого впоследствии угля.

В соответствии с этим одной из основных задач, стоящей перед угледобывающими предприятиями, наряду с увеличением добычи угля, является снижение его себестоимости. Таким образом, научные исследования, направленные на комплексное решение этой задачи путем повышения устойчивости подземных выработок и снижения затрат на выполнение трудоемких ремонтных работ, являются актуальными и имеют важное народнохозяйственное значение.

Исследования, посвященные изучению процесса пучения и разработки способов борьбы с этим явлением, продолжаются уже на протяжении не менее 70 лет. Над данным вопросом работали многие ученые.

В монографии [1] на основании исследовании реологических свойств горных пород и шахтных инструментальных наблюдений в Донецком и Подмосковном бассейнах рассмотрена природа пучения пород почвы горных выработок. Изложены вопросы устойчивости почвы выработок и приведены вероятностно-статистические методы прогноза пучения почвы, основанные на многочисленных наблюдениях в горных выработках. Даны примеры, иллюстрирующие эти методы. Обобщены современные методы борьбы с пучением почвы горных выработок в различных горно-геологических условиях. Книга рассчитана на инженерно-технических работников шахт, объединений, научно-исследовательских и проектных институтов и может быть полезна студентам горных вузов.

В монографии [2] изложены результаты многовариантных и многофакторных анализов НДС элементов системы "массив-пластовая выработка" методом конечных эле ментов, раскрыт механизм протекания процессов вздымания пород почвы, установлены закономерности влияния на этот процесс структуры и свойств углевмещающей толщи пород, разработан метод и алгоритм проведения прогноза вздымания пород почвы пластовых выработок шахт Западного Донбасса, а также приведены результаты экспериментальных исследований НДС приконтурных пород и крепежных систем ряда горных выработок шахт Восточного Донбасса.

В этих монографиях проанализированы влияние горно-геологических и горнотехнических факторов на возникновение и протекание процесса пучения горных выработках в том числе среди

причин, вызывающих процесс пучения названы набухание горных пород вследствие насыщения водой происходящие химические реакции интенсивное горное давление в том числе вес выше лежащих пород высокоинтенсивное напряженное состояние вмещающих пород и т.д. в большинстве работ рассматривается сам момент начала пучения рассматривается как потери устойчивости породами почвы а сам процесс или дальнейшее протекание этого процесса как правило не рассматривается. Для предупреждения процесса выдавливания пород почвы предлагается изменять форму поперечного сечения выработки (применять замкнутые крепи) проводить выработки с обратным сводом, а также выполнять работы по разгрузке пород в том числе почвы от повышенных напряжений или укрепление пород в бока и почве выработке. Механические процессы массива, вмещающего в выработке особенно подготовительной быстротечно развивается в этой связи даже выполненные своевременно мероприятия по борьбе с пучением (разгрузка или укрепление) имеют недостаточно продолжительный эффект и процессы пучения возобновляются с повышенной интенсивностью.

Не смотря на то что сделано очень много и продолжает делаться такого нет комплексного подхода к решению проблемы, а связано это с тем, что для разных горно-геологических и горнотехнических условий механизмы проявления пучения пород почвы существенно отличаются.

Выводы.

В связи с тем, что проявление горного давления в виде выдавливания пород почвы в выработках не объясняются единым механизмом и в различных горно-геологических и горнотехнических условиях имеют свои особенности и закономерности при разработке способов борьбы с пучением предлагается:

−рассматривать деформирование пород почвы и связанное с ним выдавливание пород в выработку как часть единого процесса развития деформаций во вмещающем выработку массиве;

− выполнить систематизацию предложенных представлений, механизмов и расчетных схем, объясняющих протекание процесса в конкретных условиях;

– для предложенных в научно-технической литературе механизмов пучения пород выделить из известных способов охраны те, которые позволяют успешно препятствовать развитию процесса в данных конкретных условиях;

– для способов борьбы с пучением путем изменения формы поперечного сечения и вида крепи разрабатывать комбинированные способы охраны, позволяющие за счет разгрузки вмещающих пород или их укрепления в пределах локальных зон управлять процессом формирования нагрузки на крепь (особенно замкнутых) и развитием смещений в выработки;

– для способов борьбы с пучением разгрузкой вмещающих выработку пород от повышенных напряжений предусматривать формирование в приконтурном массиве податливых локальных областей (заданной формы и размеров), позволяющих перераспределять деформации, формирующиеся во вмещающем массиве в сторону этих зон;

– для способов борьбы с пучением путем укрепления вмещающего массива, разрабатывать дополнительные мероприятия, позволяющие за счет создания во вмещающем массиве проектных пространственных сочетаний укрепленных зон на заданном удалении от выработки и с заданными физико-механическими свойствами, позволяющими управлять развитием разрушающих деформаций вокруг выработки (в том числе и в почве).

Перечень ссылок

1. Черняк И. Л. Предотвращение пучения почвы горных выработок. М., «Недра», 1978. 237 с

2. Бондаренко В. И., Ковалевская И. А., Симанович Г. А., Снигур В. Г. экспериментальные исследования пучения пород почвы подготовительных выработок на пологих пластах Донбасса: монография / В. И. Бондаренко, И. А. Ковалевская, Г. А. Симанович, В. Г. Снигур. - Днепропетровск: ООО «Лизуновпрес», 2014. 224 с.