

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Горный факультет
Кафедра «Разработка месторождений полезных ископаемых»

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

кафедры разработки месторождений полезных ископаемых

№2 (2016)

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**по материалам республиканской научно-практической
конференции молодых ученых, аспирантов и студентов**

г. Донецк, 25-26 мая 2016 г.

Донецк
2016

УДК 622.001.76 (082)

И 66

Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых: сб. науч. труд. Вып. 2. / редкол.: Н. Н. Касьян [и др.]. – Донецк, 2016. – 313 с.

В сборнике представлены материалы научных разработок студентов, аспирантов и молодых ученых, которые обсуждались на Республиканской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 90-летию кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых». Материалы сборника предназначены для научных работников, инженерно-технических работников угольной промышленности, аспирантов и студентов горных специальностей.

Конференция проведена на базе Донецкого национального технического университета (г. Донецк) 25-26 мая 2016 г. Организатор конференции – кафедра разработки месторождений полезных ископаемых горного факультета ДонНТУ.

Редакционная коллегия:

Касьян Н.Н., д. т. н., проф., зав. кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых»;

Петренко Ю.А., д. т. н., проф., профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых»;

Новиков А.О., д. т. н., проф., профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых»;

Стрельников В. И., к. т. н., проф., профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых»;

Соловьёв Г.И., к. т. н., доц., доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых»;

Касьяненко А.Л., ассистент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых».

Компьютерная верстка: Моисеенко Л. Н., ведущий инженер кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых».

Контактный адрес:

Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Артема, 58, ДонНТУ, 9-й учебный корпус, каф. «Разработка месторождений полезных ископаемых» к. 9.505., тел. (062) 301-09-29, 300-01-46, E-mail: rpm@mine.dgtu.donetsk.ua

УДК 622.28.5

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТОК, ЗАКРЕПЛЕННЫХ АРОЧНОЙ ПОДАТЛИВОЙ КРЕПЬЮ

Резник А.В., ведущий инженер, **Самоделов А.В.**, студент*
(ГОУ ВПО «ДонНТУ», г. Донецк)

Под устойчивостью горной выработки понимается ее способность в течение всего срока эксплуатации сохранять заданные размеры и форму (в т.ч. крепи) [8,9]. Это понятие объединяет устойчивость породных обнажений и крепи, которые взаимодействуют между собой, т.е. система крепь-массив.

Эффективность применения металлических арочных крепей с точки зрения создания системы крепь-массив в большей степени зависит от возможности учета направлений преобладающих смещений породной толщи, а также от времени возникновения плотного контакта между крепью и массивом. Отечественными и зарубежными разработчиками предложено большое количество конструкций крепей, призванных решить эти проблемы.

В ДонНТУ разработана крепь АПК-3, состоящая из четырех взаимозаменяемых элементов, соединенных тремя нижними и тремя верхними замками, которые перемещаются вместе со звеньями при работе крепи в режиме податливости. Конструкция хорошо зарекомендовала себя в условиях интенсивных боковых нагрузок [1]. В Кузбассе применяется подковообразная арочная трехзвенная крепь из СВП, которая хорошо сопротивляется боковым смещениям и нагрузкам [2]. В ИГД им. А.А. Скочинского разработана крепь МПК-А4 [2], верхний сегмент которой состоит из двух отрезков профиля СВП, соединяемых между собой податливым кулачковым узлом. Наличие податливого узла в своде арки обеспечивает боковую податливость. В Санкт-Петербургском горном институте создана конструкция складывающейся металлической крепи. Каждая рама крепи состоит из двух криволинейных стоек и верхняка, соединяемых с помощью специальных замков, выполняющих функции узлов податливости и шарниров. В зависимости от величины и направления прогнозируемых смещений элементы крепи могут быть соединены по трем различным схемам [2]. Имеются также конструкции кольцевых податливых крепей КМП-К4,

* Научный руководитель – д.т.н., проф. Петренко Ю.А.

КПК, КПК-ПЛ, рекомендуемые для применения в условиях всестороннего горного давления [2].

В Германии разработана многозвенная крепь для поддержания горизонтальных выработок за счет увеличенной податливости с учетом установки арок в плотном контакте с боковыми породами [2].

Разрабатываются также средства повышения устойчивости арочной податливой крепи за счет различных способов ее усиления, увеличения ее жесткости в направлении преобладающих смещений без существенных конструктивных изменений [3,8]. Предложена напрягающая стяжка [4], которая выполняется на уровне замков податливости и натягивается при помощи винтовых домкратов. Натяжение стяжки создает в верхняке момент, противоположный моменту от внешней косо направленной нагрузки.

Многие исследователи отмечают взаимосвязь качества и свойств забутовки закрепного пространства с последующей устойчивостью выработки [1, 2, 4, 5, 6]. Кроме забутовки породой вручную и тампонажа закрепного пространства, рассмотренного выше, используется механизированное заполнение пустот измельченной породой [3,5] с помощью забутовочных машин, а также укладка за крепь тканевых рукавов с твердеющими смесями [4]. Имеется опыт заполнения закрепного пространства пенопластом [7]. Названные способы имеют ограниченное применение, поскольку для их реализации необходимо дополнительное оборудование, размещаемое в стесненных условиях проходческого забоя, и выполнение операций по забутовке закрепного пространства трудно совместить с другими технологическими процессами, что сдерживает темпы проходческих работ.

Под охраной горной выработки понимают дополнительные мероприятия, направленные на повышение устойчивости выработки и улучшение условий работы крепи [3]. В зависимости от воздействия на породный массив можно выделить основные группы этих мероприятий, влияющих на устойчивость системы крепь-массив: использование благоприятных горно-геологических и технических условий, укрепление пород, разгрузка породного массива от повышенных напряжений и комбинированные способы.

Для способов охраны, объединенных в первой группе, следует отметить, что расположение выработки в крепких породах способствует повышению устойчивости крепь-массив. Это же можно отнести и к рациональному расположению выработок относительно подрываемых слоев пород, при условии создания плотного контакта между крепью и породным контуром известными способами.

Поддержание подготавливаемых выработок в зонах региональной разгрузки не исключают необходимости дополнительных мероприятий по повышению устойчивости системы крепь-массив [5]. Рациональное взаиморасположение выработок направлено на снижение взаимовлияния, а значит, на создание благоприятных условий работы крепи [2].

Отмечены существенные различия в характере проявления горного давления в выработках в зависимости от их расположения относительно напластования пород [3], а также от размеров, конфигурации, схемы проведения для сопрягающихся выработок [6]. При всех вариантах необходимы адекватные мероприятия по повышению устойчивости крепи и приконтурного массива.

В группе способов охраны, основанных на укреплении породного массива, прямую направленность на обеспечение совместной работы крепи и приконтурного слоя имеет инъекционное упрочнение пород, которому посвящено большое количество теоретических и экспериментальных работ [3, 4, 5]. Инъекция скрепляющих растворов в приконтурный массив на глубину 1,5-3,0 м под давлением до 3,0 МПа является более эффективным средством влияния на устойчивость породных обнажений и крепи, чем рассмотренный выше тампонаж закрепного пространства. В результате скрепления пород приконтурного слоя образуется породобетонная оболочка, повышенной устойчивости. Необходимым условием применения инъекционного упрочнения является наличие вокруг выработки трещиноватой зоны. Этот способ охраны требует специального оборудования и большего объема работ по бурению и подготовке инъекционных скважин.

Быстрому вводу податливой крепи в работу способствует ее предварительный распор [5]. При установке крепь принудительно вдавливаются в породные обнажения контура, за счет снятия и уплотнения пород обеспечивается лучший контакт с крепью.

Способы охраны, объединенные в группу принципом разгрузки, направлены на снижение действующих в массиве напряжений (в том числе в окрестности горной выработки – локальная разгрузка).

Способ проведения пластовых выработок широким ходом позволяет снизить уровень напряжений в окрестности выработки и обеспечивает равномерность смещений пород без разрыва сплошности. Применяться должна только податливая крепь с дополнительными мероприятиями, направленными на улучшение ее контакта с породным контуром.

Проведение выработок увеличенным сечением дает возможность сохранить необходимое эксплуатационное сечение выработки после реализации смещений. Здесь также должна применяться податливая крепь,

обеспечивающая восприятие смещений массива в направлении их наибольшей интенсивности.

Способ технологической податливости крепи заключается в выборе места (времени) возведения постоянной (обычно жесткой) крепи относительно проходческого забоя. Цель способа – вывести постоянную крепь из зоны интенсивных и неравномерных смещений пород, характерных для начальной стадии формирования зоны неупругих деформаций, для обеспечения благоприятных условий ее работы [1]. Недостатком способа является то, что допускаются значительные смещения пород и после возведения крепи могут возникать участки повышения нагрузок за счет частичного обрушения пород.

Проведение выработок в два этапа рекомендуется для предупреждения повышенных деформаций контура проектного сечения выработки, вызываемых проходческими работами и последующим смещением пород. Первоначально проводят передовую выработку (1 этап), а после образования зоны неупругих деформаций заданных размеров передовую выработку расширяют до проектного сечения и возводят постоянную крепь (2 этап) [3]. Размеры передовой выработки определяются из условия сохранения контура выработки проектного сечения в ненарушенном состоянии, однако достичь этого удается не всегда и возможны дополнительные смещения пород при развитии зоны неупругих деформаций после расширения выработки.

Для охраны пластовых выработок применяется способ скважинной разгрузки [2]. Сущность его заключается в снижении напряжений, действующих на контуре выработки, за счет отнесения зоны повышенной концентрации напряжений вглубь массива на длину разгрузочной полости, образующихся в боках выработки при разрушении межскважинных целиков.

Следует отметить, что операции по бурению скважин невозможно совмещать с процессами проходческого цикла, они имеют высокую трудоемкость, кроме того, при последующей отработке пласта в месте разгрузки возникают трудности с очистной выемкой угля.

Имеются решения, предусматривающие создание на контуре выработки различным образом ориентировочных разгрузочных щелей, которые проводятся механическим способом – нарезкой [8, 9]. Шахтные и лабораторные исследования подтверждают положительный эффект разгрузки для устойчивости породных обнажений, однако испытания проводились в ограниченном объеме для определенных горно-геологических условий. Таким образом, проведенный анализ решений по повышению работоспособности арочной податливой крепи показал, что в настоящее

время вопросами управления направлением наибольших смещений, с точки зрения обеспечения благоприятных условий для работы арочной крепи, практически никто не занимался.

Библиографический список

1. **Кошелев К.В., Томасов А.Г.** Поддержание, ремонт и восстановление горных выработок, 1985г.
2. **Заславский И.Ю. и др.** Повышение устойчивости подготовительных выработок угольных шахт, 1991г.
3. **Кошелев К.В., Петренко Ю.А., Новиков А.О.** Охрана и ремонт горных выработок, 1990г.
4. **Якоби О.** Практика управления горным давлением, 1987г.
5. **Черняк И.Л., Бурчаков Ю.И.** Управление горным давлением в подготовительных выработках глубоких шахт, 1984г.
6. **Каретников В.Н., Клейменов В.Б. и др.** Крепление капитальных и подготовительных горных выработок, 1989г.
7. **Ерофеев Л.М., Мирошникова Л.Л.** Повышение надежности крепи горных выработок, 1988г.
8. **Методические указания** по исследованию горного давления на угольных и сланцевых шахтах, ВНИМИ, 1973г.
9. **Кузнецов Г.Н. и др.** Моделирование проявлений горного давления, 1968г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| <i>Азарков А.В. (научный руководитель Соловьев Г.И.)</i> Способ продольно-балочного усиления арочной крепи конвейерного штрека на шахте им. М.И. Калинина..... | 5 |
| <i>Бабак Б.Н. (научный руководитель Дрипан П.С.)</i> Об основных требованиях к технологии ведения горных работ на пластах угля, склонных к самовозгоранию..... | 9 |
| <i>Быков В.С., Капуста В.И. (научный руководитель Фомичев В.И.)</i> Методика проведения эксперимента по разработке и внедрению технологической схемы безлюдной выемки угля..... | 12 |
| <i>Васильев Г.М. (научный руководитель Дрипан П.С.)</i> Опыт внедрения анкерной крепи на шахте «Добропольская» шахтоуправления «Добропольское» ООО ДТЭК «Добропольеуголь»..... | 16 |
| <i>Вячалов А.В., Белоусов В.А. (научн. рук. Выговский Д.Д., Выговская Д.Д.)</i> Основные требования к информации проектирования угольных шахт.... | 20 |
| <i>Гаврилов Д.И. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> Исследование механизма деформирования породного массива, армированного пространственными анкерными системами..... | 24 |
| <i>Гаврилов Д.И. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> Исследования деформирования породного массива, вмещающего подготовительные выработки с анкерным креплением..... | 27 |
| <i>Гаврилов Д.И. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> Об особенностях деформирования подготовительных выработок на шахте «Степная» ПАО «ДТЭК «Павлоградуголь»..... | 29 |
| <i>Гармаш А.В.</i> Проблемы вентиляции глубоких горизонтов шахт восточного Донбасса на примере филиала «Шахта «Комсомольская» ГУП «Антрацит»..... | 35 |
| <i>Геков А.Ю., Краснов Д.С. (научный руководитель Стрельников В.И.)</i> Об оптимальной величине податливости крепи магистрального штрека..... | 43 |
| <i>Геков А.Ю., Краснов Д.С. (научный руководитель Стрельников В.И.)</i> О подготовке выемочных участков при погоризонтной подготовке выбросоопасных пластов..... | 48 |

| | |
|--|-----|
| <i>Гнидаш М.Е. (научный руководитель Соловьев Г.И.)</i> | |
| Применение продольно-балочной крепи усиления в условиях шахты им. А.А.Скочинского | 55 |
| <i>Голод Е.М. (научный руководитель Шестопалов И.Н.)</i> | |
| Методика определения метаноносности угольных пластов | 60 |
| <i>Голод Е.М. (научный руководитель Шестопалов И.Н.)</i> | |
| О деформировании породного массива, вмещающего подготовительные выработки с анкерным креплением | 70 |
| <i>Гонтаренко О.И. (научный руководитель Подтыкалов А.С.)</i> | |
| Совершенствование технологии ведения монтажно-демонтажных работ в очистных забоях пласта l_3 шахты "Ждановская" | 76 |
| <i>Добронос В.И. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> | |
| Исследование влияния угла залегания пород и глубины анкерования на устойчивость выработок с анкерным креплением | 86 |
| <i>Добронос В.И. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> | |
| Исследование особенностей деформирования пород на контуре подготовительных выработок, закрепленных анкерной крепью | 89 |
| <i>Добронос В.И. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> | |
| О деформировании кровли в монтажных печах с анкерным креплением | 91 |
| <i>Должиков П.Н., Рыжикова О.А., Пронский Д.В., Шмырко Е.О.</i> | |
| Исследования консолидации грунтов нарушенного сложения вязкопластичным раствором | 95 |
| <i>Дрох В.В., Марюшенков А.В., (научн. рук. Ворхлик И.Г., Выговская Д.Д.)</i> | |
| Мероприятия по уменьшению величин смещения пород в подготовительных выработках | 101 |
| <i>Зеленюк В.О. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> | |
| Анализ существующих решений, направленных на повышение устойчивости крепи в подготовительных выработках | 108 |
| <i>Зеленюк В.О. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> | |
| Опыт поддержания подготовительных выработок рамными конструкциями крепи и перспективы их развития | 113 |
| <i>Зеленюк В.О. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> | |
| О своевременности применения способов охраны горных выработок | 121 |
| <i>Золотухин Д.Е. (научный руководитель Фомичев В.И.)</i> | |
| Перспективы разработки подземной газификации угля | 127 |

- Зябрев Ю.Г. (научный руководитель Касьян Н.Н.)*
Влияние формы выработки на интенсивность пучения пород почвы 133
- Иванюгин А.А. (научный руководитель Касьяненко)*
Использование шахтного метана на горнодобывающих предприятиях донецкого бассейна в качестве топливно-энергетического ресурса 138
- Иващенко Д.С. (научный руководитель Шестопалов И.Н.)*
О динамике развития зоны разрушенных пород вокруг горных выработок 144
- Иващенко Д.С. (научн. рук. Соловьев Г.И., Голембиевский П.П.)*
Особенности охраны подготовительных выработок глубоких шахт породными полосами 150
- Квич А.В. (научный руководитель Касьян Н.Н.)*
Обоснование параметров нового способа закрепления анкера 156
- Козлитин А.А., Лебедева В.В., Непочатых И.Н.*
Цементно-минеральная смесь для возведения несущих околоштрековых полос гидромеханическим способом 160
- Кудрянов С.И. (научный руководитель Касьян Н.Н.)*
Перспективы использования охранных сооружений выемочных выработок, возводимых из рядовой породы 168
- Мошин Д.Н., Гончар М.Ю. (научн. рук. Выговская Д.Д., Выговский Д.Д.)*
Подходы и методы по выбору рациональной технологии ведения очистных работ 171
- Муляр Р.С. (научный руководитель Соловьев Г.И.)*
Обеспечение устойчивости подготовительных выработок продольно-балочным усилением комплектов основной крепи на шахте «Южнодонецкая №3» 179
- Палейчук Н.Н., Рыжикова О.А., Шмырко Е.О.,*
Об адаптации шахтных крепей к асимметричным нагрузкам со стороны пород кровли 183
- Пождаев С.В., Шмырко Е.О.*
О возможности внедрения бурошнековой технологии при отработке пластов антрацитов в зонах развития русловых размывов 189
- Поповский А.А. (научный руководитель Новиков А.О.)*
Анализ условий отработки пластов на шахтах Донецко-Макеевского района Донбасса с целью обоснования области возможного применения анкерного крепления в подготовительных выработках 198

| | |
|---|-----|
| <i>Поповский А.А. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> Обоснование схем размещения анкеров при наличии вокруг выработки зоны разрушенных пород..... | 201 |
| <i>Поповский А.А. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> Об особенностях деформирования пород в монтажных ходках, поддерживаемых комбинированными крепями | 204 |
| <i>Пометун А.А., Русаков В.О., (научный руководитель Соловьев Г.И.)</i> Обеспечение устойчивости конвейерных штреков симметричным расположением замков основной крепи относительно напластования пород | 209 |
| <i>Самоделов В.А. (научный руководитель Петренко Ю.А.)</i> Совершенствование методики расчета нагрузки на арочную податливую крепь | 214 |
| <i>Резник А.В., Самоделов В.А. (научный руководитель Петренко Ю.А.)</i> Способы повышения устойчивости выработок, закрепленных арочной податливой крепью..... | 216 |
| <i>Сергеенко М. Ю. (научный руководитель Касьяненко А.Л.)</i> Маркетинговое управление горными предприятиями..... | 221 |
| <i>Сибилева Н.А., Адамян К.К., Семенцова Т.С. (научн. рук. Стрельников В.И.)</i> Использование компьютерных программ при курсовом проектировании .. | 230 |
| <i>Сивоконь М. А. (научный руководитель Касьяненко А.Л.)</i> Перспективы применения технологии безлюдной выемки угля на шахтах Донбасса | 234 |
| <i>Резник А.В., Скачек А.В., (научный руководитель Петренко Ю.А.)</i> Исследования влияния угла залегания пород на работоспособность арочной крепи..... | 240 |
| <i>Скачек А.В. (научный руководитель Петренко Ю.А.)</i> Новый способ поддержания горных выработок..... | 245 |
| <i>Смага И.А. (научный руководитель Дрипан П.С.)</i> Изучение мирового опыта, технических особенностей и характеристик анкерных крепей..... | 247 |
| <i>Степаненко Д.Ю. (научный руководитель Соловьев Г.И.)</i> Применение комбинированной крепи усиления в условиях шахты им. Е.Т. Абакумова | 258 |
| <i>Сылка И.В. (научный руководитель Подтыкалов А.С.)</i> О подготовке и порядке отработки пластов на новом горизонте 1080 м шахты им. Ленина ПО «Артемуголь»..... | 263 |

| | |
|---|-----|
| <i>Христофоров И.Н. (научный руководитель Шестопалов И.Н.)</i> | |
| Исследования влияния усиления рамной крепи анкерами на процесс формирования вокруг выработки зоны разрушенных пород | 275 |
| <i>Резник А.В., Щедрый А.Г. (научный руководитель Петренко Ю.А.)</i> | |
| Обоснование длины разгрузочной щели для улучшения работы узлов арочной крепи | 283 |
| <i>Щедрый А.Г. (научный руководитель Петренко Ю.А.)</i> | |
| Сооружение и поддержание горных выработок в зонах влияния геологических нарушений | 288 |
| <i>Юрченко Р.А., Бабак Б.Н. (научный руководитель Соловьев Г.И.)</i> | |
| Обеспечение устойчивости вентиляционных штреков при сплошной системе разработки | 290 |
| <i>Якубовский С.С. (научный руководитель Соловьев Г.И., Касьяненко А.Л.)</i> | |
| Особенности механизма выдавливания прочной почвы конвейерного штрека в условиях шахты им. М.И. Калинина | 297 |

Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых

Сборник научных трудов кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУВПО «ДонНТУ»

Статьи в сборнике представлены в редакции авторов

Подписано к печати 24.05.2016 г. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 19,63. Печать лазерная. Заказ № 489. Тираж 300 экз.

Отпечатано в «Цифровой типографии» (ФЛП Артамонов Д.А)
г. Донецк. Тел.: (050) 886-53-63

Свидетельство о регистрации ДНР серия АА02 № 51150 от 9 февраля 2015 г.