

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
№3 (2017)
(Электронное издание)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

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

г. Донецк, 24-25 мая 2017 г.

Донецк
2017

УДК 622.001.76 (082)

И 66

Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых: сб. науч. труд. Вып. 3 / редкол.: Н. Н. Касьян [и др.]. – Донецк, ДонНТУ: 2017. – 305 с.

Представлены материалы научных разработок студентов, аспирантов и молодых ученых, которые обсуждались на межвузовской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в рамках проведения третьего международного научного форума ДНР «Инновационные перспективы Донбасса».

Сборник предназначен для научных и инженерно-технических работников угольной промышленности, аспирантов и студентов горных специальностей.

Статьи публикуются в авторской редакции, ответственность за научное качество материала возлагается на авторов.

Конференция проведена на базе ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» (г. Донецк) 24-25 мая 2017 г.

Организатор конференции – кафедра разработки месторождений полезных ископаемых Горного факультета ГОУВПО «ДонНТУ».

Организационный комитет:

Касьян Николай Николаевич – председатель конференции, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой РМПИ;

Новиков Александр Олегович – зам. председателя конференции, д-р техн. наук, профессор кафедры РМПИ;

Касьяненко Андрей Леонидович – секретарь конференции, ассистент кафедры РМПИ.

Члены организационного комитета:

Петренко Юрий Анатольевич д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры РМПИ;

Кольчик Евгений Иванович – д-р техн. наук, профессор профессор кафедры РМПИ;

Шестопалов Иван Николаевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры РМПИ.

УДК 622.288:553.1

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕКРЕПЛЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК С ИСКЛЮЧЕНИЕМ ИЗЛИШНЕГО ВЫПУСКА ПОРОДЫ

Агарков А.В., студент гр. РПМ-12а, **Муляр Р.С.**, студент гр. РПМ-12а
(ГОУ ВПО «ДонНТУ», г. Донецк)*

Составлена путем компиляции и структурирования данных научных исследований в областях геомеханики и технологии ремонта горных выработок. Приведены основные недостатки существующих технологий ведения ремонтных работ и предложен комплексный подход к их решению. Даны системные предложения и экспериментально обоснована новая технология перекрепления выработки.

Основными недостатками существующих технологий ведения ремонтных работ является высокая трудоемкость и травмоопасность, связанные с отсутствием механизации основных процессов и наличием неуправляемого выпуска породы при извлечении «старой» крепи. Поэтому ведение ремонтных работ приводит к интенсификации деформационных процессов во вмещающем массиве в послеремонтный период.

Поэтому решение данной технической задачи необходимо искать в комплексном подходе к проблеме. С одной стороны необходимо совершенствовать технологию ремонта выработок, с целью повышения безопасности работ, снижения их стоимости и трудоемкости. С другой стороны она должна минимально нарушать сложившееся в массиве, к моменту ремонта, равновесное состояние и обеспечивать устойчивое состояние выработок в послеремонтный период.

Идея новой технологии перекрепления выработок заключается в том, что с помощью технических средств в зоне возможного обрушения пород за пределами проектного контура восстанавливаемой выработки создается распор, способствующий за счет увеличения силы трения между породными фрагментами обеспечить их самоподдержание.

Схема реализации предлагаемой технологии перекрепления выработки приведена на рисунке 1.

Сущность ее заключается в том, что в зону возможного обрушения пород 5 со стороны старой крепи 3 проводятся скважины 4, в которых создается

* Научный руководитель – д.т.н., проф. Новиков А.О.

распор на участке от границы зоны возможного обрушения до проектного контура новой крепи 2. После расширения старой выработки 3 устанавливается новая крепь 2.

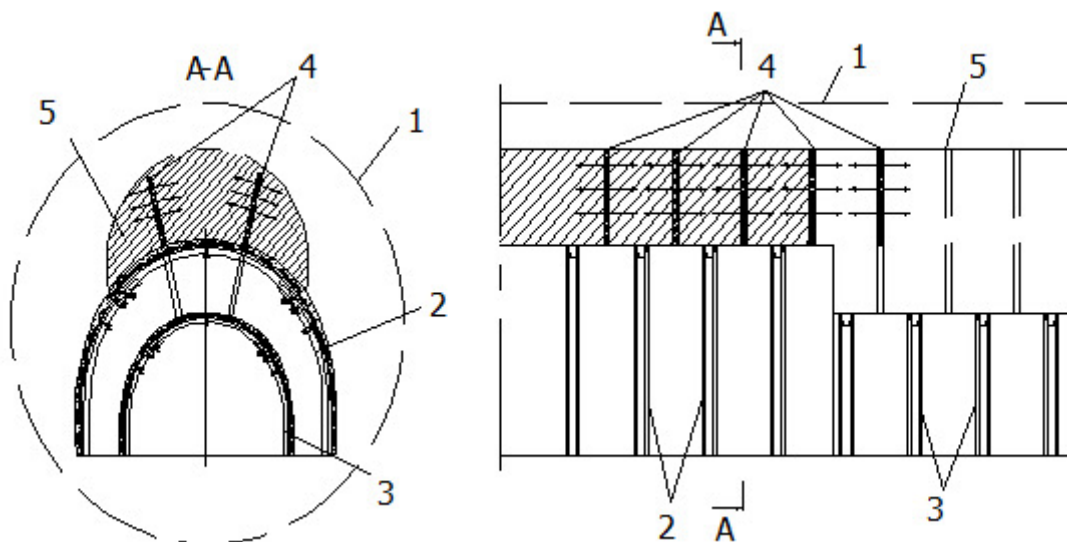


Рис. 1 – Предлагаемый способ предотвращения обрушения пород в перекрепляемой выработке: 1 – зона разрушенных пород; 2 – новая крепь; 3 – старая крепь; 4 – скважины для создания распора в породах; 5 – зона возможного обрушения пород

Для обоснования технической возможности реализации данного способа были проведены лабораторные эксперименты.

Идея эксперимента заключалась в определении минимального распора, создаваемого внутри разрушенных пород для обеспечения самоподдержания заданного их объема.

Для проведения исследований была создана установка (рис. 2) состоящая из следующих элементов: 1 – емкость заданного объема; 2 – элемент, создающий распор в породе; 3 – гибкий шланг.

В качестве разрушенной породы при проведении исследований применялся щебень, с размером фракции до 20 мм и насыпным весом 1,2 т/м³.

Для создания сил трения между разрушенной породой и стенками емкости 1, последние перфорировались на высоту засыпки породы. Давление в распорном элементе 2 создавалось с помощью водяного столба (рис. 3).

В отработываемых структурных моделях наблюдались следующие критерии подобия:

1. Геометрическое подобие

$$\frac{\ell_m}{L_n} = \text{const},$$

где ℓ_m и L_n – линейные размеры соответственно в модели и в натуре, м.

2. Равенство объемного веса материала модели (γ_m) и разрушенных пород (γ_n)

$$\gamma_m = \gamma_n.$$

3. Силовое подобие

$$P_m = \left(\frac{l_m}{L_n} \right)^3 \cdot \frac{\gamma_m}{\gamma_n} \cdot P_n, \text{ Н,}$$

где P_m, P_n – величина силы соответственно в модели и в натуре, кН;
 γ_m, γ_n – объемный вес соответственно материала модели и горных пород, Н/м³.

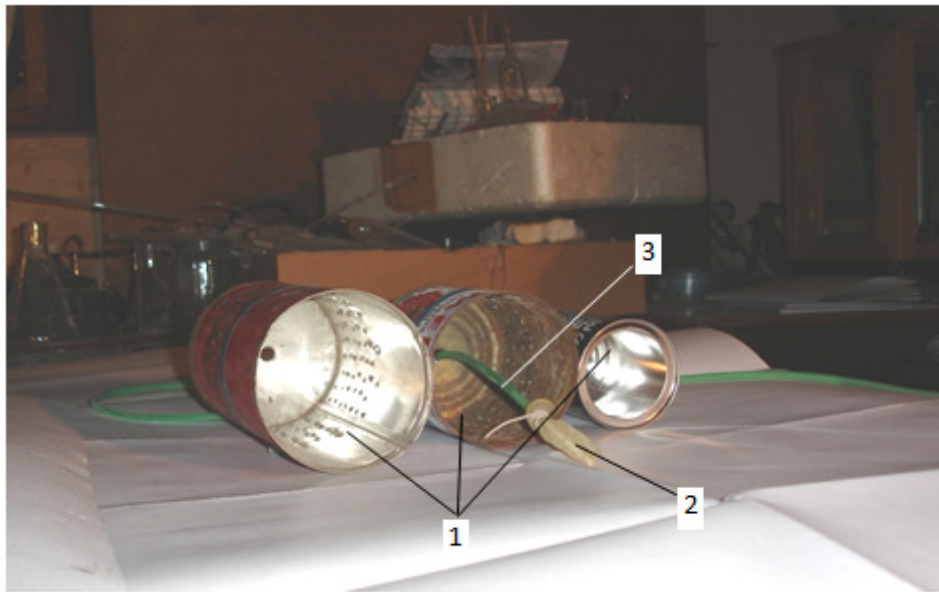


Рис. 2 – Общий вид установки для лабораторных исследований:
 1 – емкость заданного объема; 2 – элемент, создающий распор в породе;
 3 – гибкий шланг

4. Подобие механических характеристик

$$N_m = \frac{l_m}{L_n} \cdot \frac{\gamma_m}{\gamma_n} \cdot N_n,$$

где N_m и N_n – механические характеристики соответственно в модели и в натуре, кПа.

Последовательность проведения эксперимента была следующая. В емкость 1 устанавливался распорный элемент 2, подсоединенный к гибкому

шлангу 3. Затем, в емкость 1 засыпалась разрушенная порода. Для предотвращения высыпания породы при переворачивании емкости, со стороны свободной поверхности породы, с помощью надувного резинового шара, создавался временный распор. После этого, в гибкий шланг 3 заливалась вода, заполняющая распорный элемент 2 и создающая в нем давление. При проведении эксперимента, максимальная высота столба жидкости принималась $1,5 \div 2,0$ м. После создания давления в распорном элементе 2, емкость 1 переворачивалась и удалялся временный распор со стороны свободной поверхности породы. Постепенно понижая давление в распорном элементе (уменьшая высоту столба жидкости), фиксировались давление, при котором происходило обрушение, и вес обрушенной породы. Каждый эксперимент повторялся не менее 5 раз.



Рис. 3 – Вид установки при проведении эксперимента

Результаты исследований с использованием в качестве разрушенной породы щебня, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментов с использованием щебня

Высота столба воды, см	Давление в распорном элементе (q), кПа	Объем обрушенной породы (V), см ³	Вес обрушенной породы (P), Н	$\frac{P}{q} \cdot 10^{-3}$, м ²	$\frac{V}{q} \cdot 10^{-9}$, м ⁵ /Н
51	5,1	200	2,40	47	39
64	6,4	260	3,10	48	41
55	5,5	220	2,63	48	40
70	7,0	267	3,20	46	38

Как видно из приведенных данных, отношение давления в распорном элементе к весу (объему) обрушенной породы во всех экспериментах практически постоянное. Учитывая равенство насыпных весов материала модели и природы, можно предположить, что вышеуказанные соотношения будут выдерживаться и в природе.

Исходя из принятого геометрического масштаба моделирования 1:10, при проведении исследований имитировалась область разрушенных пород цилиндрической формы с радиусом 0,5 м, удерживаемая от обрушения распорным элементом.

Тогда, исходя из условий силового подобия, необходимое распорное давление в природе будет равно

$$P_H = P_M \cdot \left(\frac{L_H}{l_M} \right)^3 \cdot \frac{\gamma_H}{\gamma_M}, \text{ кПа.}$$

Среднее значение необходимого распора, создаваемого в модели, составляет 6 кПа, что соответствует в природе 6 МПа.

Подводя итог, можно сделать следующие выводы и рекомендации:

1. Устойчивость выработки после ее перекрепления зависит от наличия полостей за пределами ее проектного контура, образующихся при излишнем выпуске породы.

2. Размер зоны неупругих деформаций, образующейся вокруг выработки после перекрепления, описывается степенной зависимостью от размера полости, образовавшейся при излишнем выпуске породы, и физико-механических свойств материала, которым полость заполняется. При этом, в случае, когда образовавшаяся полость не заполняется, размер зоны неупругих деформаций увеличивается более чем в 2 раза по сравнению с ситуацией, когда полость отсутствует, либо в ней возведена поддерживающая конструкция.

3. Предложена и экспериментально обоснована новая технология перекрепления выработки, сущность которой заключается в том, что с помощью технических средств, в зоне возможного обрушения пород за пределами проектного контура в перекрепляемой выработке создается распор, который за счет увеличения сил трения между породными фрагментами обеспечивает их самоподдержание.

Библиографический список

1. **Якоби, О.** Практика управления горным давлением ; пер. с нем. / О. Якоби – М. : Недра, 1987. – 566 с.
2. **Широков, А. П.** Анкерная крепь: справочник / А. П. Широков. – М. : Недра, 1990. – 295 с.
3. **Широков, А. П.** Теория и практика применения анкерной крепи / А. П. Широков – М. : Недра, 1981. – 381 с.
4. **Фармер, Я.** Выработки угольных шахт / Я. Фармер ; пер. с англ. Е. А. Мельников. – М. : Недра, 1990. – 269 с.
5. **Виноградов, В. В.** Геомеханика, мониторинг и основы технологии опорного крепления горных выработок / В. В. Виноградов / Уголь Украины. – 2000. – №9. – С. 7–12.
6. **Бабиюк, Г. В.** Способ создания армо-породных грузонесущих конструкций в кровле подготовительных выработок / Г. В. Бабиюк, А. А. Леонов // Строительство шахт, механика и разрушение горных пород : сб. науч. тр., Донбасский горно-металлургический институт. – Алчевск : ДГМИ, 1996. – С. 136–144.
7. **Клюев, А. П.** Перспективные способы управления состоянием разрушенного массива вокруг выработки на больших глубинах / А. П. Клюев, Н. Н. Касьян, Ю. А. Петренко // Известия Донецкого горного института. – Донецк, 1998. – №2. – С. 21–25.
8. **Касьян, Н. Н.** Влияние анкерной крепи на геомеханические процессы в массиве пород вокруг поддерживаемых выработок / Н. Н. Касьян, А. П. Клюев, В. И. Лысенко // Известия Донецкого горного института. – Донецк, 1996. – №1(3). – С. 57–60.
9. **Новиков, А. О.** Метод расчета параметров анкерных породо-армирующих систем для крепления горных выработок / А. О. Новиков // Научно-технический сборник «Разработка рудных месторождений» / Криворожский технический университет. – Кривой Рог, 2010. – №93. – С. 260–264.
10. **Новиков, А. О.** Лабораторные исследования влияния схем анкерования массива на устойчивость выработок / А. О. Новиков, Ю. А. Петренко // Горный информационно-аналитический бюллетень / Московский государственный горный университет. – Москва, 2009. – №7. – С.15–18.
11. **Новиков, А. О.** Оценка предельного состояния породного массива, вмещающего выработки с анкерным креплением / А. О. Новиков //

Проблеми гірничої технології : матеріали регіональної науково-практичної конференції / Красноармійський індустріальний інститут. – ДонНТУ, 28 листопада. – 2008. – С. 33–37.

12. **Касьян, Н. Н.** О перспективах применения анкерной крепи на угольных шахтах Донбасса / Н. Н. Касьян, Ю. А. Петренко, А. О. Новиков // Наукові праці Донецького національного технічного університету : серія «Гірничо-геологічна» : редкол.: Башков Є. О. (голова) та інші. – Донецьк : ДВНЗ «ДонНТУ», 2009. – випуск 10(151). – С. 109–115.

13. **Новиков, А. О.** Исследование механизма взаимодействия анкерной крепи с вмещающим массивом для обоснования методики расчета ее параметров / Н. Н. Касьян, Ю. А. Петренко, А. О. Новиков // Известия Тульского государственного университета / Тульский государственный университет. – Тула : Гриф и К, 2009. – Вып. 4: Естественные науки. Серия "Науки о Земле". – С. 104–109.

14. **Новиков, А. О.** Исследование особенностей деформирования породного массива, вмещающего выработку, закрепленную анкерной крепью / А. О. Новиков, И. Г. Сахно // Известия Донецкого горного института / Донецкий национальный технический университет. – Донецк, 2007. – №1. – С. 82–88.

Оглавление

<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Обоснование технологии перекрепления горных выработок с исключением излишнего выпуска породы	4
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Основные направления и перспективы применения анкерных крепей для обеспечения устойчивости выработок глубоких шахт	11
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Общий анализ состояния и технологических схем ремонта горных выработок шахт ГП «ДУЭК»	20
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Об изучении деформирования массива горных пород в подготовительных выработках с применением анкерного крепления	25
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Основные особенности деформирования породного контура подготовительных выработок с анкерным креплением	28
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Обоснование своевременности применения эффективных способов охраны горных выработок	30
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Состояние и перспективы развития применения рамных конструкций для крепления подготовительных выработок угольных шахт	35
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Обоснование области применения анкерной крепи в подготовительных выработках глубоких шахт Донецко-Макеевского района	42
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Установление характера деформирования породного массива и аспекты применения пространственно-анкерных систем	45
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Современные технологии ремонта горных выработок глубоких шахт и перспективы развития данного направления	48

<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Комбинированные геотехнологии как перспективный метод комплексного освоения недр	56
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Возможность комплексного освоения подземного пространства и использования подземных выработок во вторичных целях	59
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Соловьев Г.И., Касьяненко А.Л., Нефедов В.Е.)</i>	
О полевой подготовке конвейерного штрека в условиях шахты им. Е. Т. Абакумова	62
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Костюк И.С.)</i>	
Роль управления производственными процессами при выборе способа охраны горных выработок угольных шахт	67
<i>Бабак Б.Н. (научный руководитель – Костюк И.С.)</i>	
Изучение и обобщение основных понятий процесса ресурсобеспечения горных предприятий и выявление взаимосвязи между ними.....	73
<i>Белюсов В.А. (научные руководители – Выговский Д.Д., Выговская Д.Д.)</i>	
Исходная информация к проектированию угольных шахт	81
<i>Гаврилов Д.И. (научный руководитель – Соловьев Г.И.)</i>	
Комбинированный способ охраны конвейерного штрека в условиях ПАО «Шахтоуправление «Покровское».....	85
<i>Гармаш А.В., Шмырко Е.О. (АФГТ ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В. Даля»)</i>	
Эффективные методы экономии электроэнергии на угольных шахтах	95
<i>Геков А.Ю., Краснов Д.С. (научный руководитель – Стрельников В.И.)</i>	
Экономико-математическое моделирование технологии разработки выемочной ступени.....	101
<i>Гнидаш М.Е. (научный руководитель – Соловьев Г.И.)</i>	
О продольно-жестком усилении основной крепи подготовительных выработок глубоких шахт	113
<i>Гончар М.Ю., Мошин Д.Н. (научные руководители – Выговская Д.Д., Выговский Д.Д.)</i>	
Подходы к выбору рациональной технологии ведения очистных работ	119
<i>Донских В.В. (научный руководитель – Касьяненко А.Л.)</i>	
Анализ состава пород почвы горных выработок на шахтах Донецкого бассейна	124

<i>Дрох В.В., Марюшенков А.В. (научные руководители – Ворхлик И.Г., Выговский Д.Д.)</i>	
Меры по уменьшению величин смещения боковых пород в участковых подготовительных выработках	130
<i>Елистратов В.А. (научный руководитель – Гомаль И.И.)</i>	
Опыт использования шахтных вод.....	137
<i>Золотухин Д.Е. (научный руководитель – Гомаль И.И.)</i>	
Способы утилизации шахтного метана	147
<i>Иващенко Д.С. (научные руководители – Соловьев Г.И., Голембиевский П.П., Нефедов В.Е.)</i>	
Особенности охраны подготовительных выработок глубоких шахт породными полосами	160
<i>Капуста В.И. (научные руководители – Костюк И.С., Фомичев В.И.)</i>	
Совершенствование технологии крепления вентиляционной и углеспускной печей при выемке угля щитовыми агрегатами	167
<i>Капуста В.И. (научный руководитель – Фомичев В.И.)</i>	
Локальные способы предотвращения выбросов угля и газа	175
<i>Квич А.В. (научный руководитель – Фомичев В.И.)</i>	
Опыт применения щитовых агрегатов на шахтах центрального района Донбасса ..	180
<i>Лежава Д.И. (научный руководитель – Дрипан П.С.)</i>	
Исследование способа закрепления анкера.....	185
<i>Лиманский А.В. (научный руководитель – Дрипан П.С.)</i>	
Лабораторные испытания ресурсосберегающего способа закрепления анкера	187
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Исследование влияния излишнего выпуска породы при ремонте выработки на ее последующую устойчивость	190
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Повышение устойчивости пород почвы горных выработок глубоких шахт на примере шахты имени В.М. Бажанова ГП «Макеевуголь»	199
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Механизм потери устойчивости горных выработок	202

<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Способы управления состоянием массива горных пород, вмещающих выработки шахт Донбасса.....	207
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Комплекс эффективных мероприятий по повышению устойчивости подготовительных выработок и особенности их деформирования на шахте «Степная» ПАО «ДТЭК «Павлоградуголь»	217
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Контроль и изучение деформационных процессов кровли монтажных камер, закрепленных анкерной крепью	224
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Исследование существующих технологических решений, которые направлены на повышение устойчивости крепи в подготовительных выработках угольных шахт ...	228
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Контроль и изучение деформирования породного контура монтажных ходков, закрепленных комбинированной крепью	234
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Определение схемы позиционирования анкеров в зоне неупругих деформаций	239
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Особенности влияния угла залегания пород и глубины заложения анкеров на устойчивость горных выработок шахт Донбасса.....	242
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Перспективы внедрения технологий извлечения метана из угольных пластов и его последующее использование.....	245
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Повышение эффективности альтернативного использования подземного пространства закрываемых шахт центрального района Донбасса, отработывающих крутопадающие пласты.....	248
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Соловьев Г.И.)</i>	
Особенности поддержания конвейерных штреков при сплошной системе разработки в условиях шахты «Коммунарская».....	250

<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Костюк И.С.)</i>	
Управление внедрением нового способа охраны горных выработок угольных шахт с помощью методики Swim lane	257
<i>Нескреба Д.А., Поляков П.И. (ГУ «ИФГП» г. Донецк)</i>	
Экспериментальная наработка разрушения слоистой структуры горного массива с использованием эквивалентных материалов	264
<i>Панин Ф.В. (научный руководитель – Соловьев Г.И.)</i>	
Особенности поддержания конвейерных штреков при сплошной системе разработки на шахте им А. А. Скочинского.....	266
<i>Посохов Е.В. («ВТС Ровенькиантрацит» г. Ровеньки, ЛНР)</i>	
Определение и локализация вредных факторов, влияющих на состояние выемочных выработок, охраняемых угольными целиками.....	271
<i>Рыжикова О.А. (АФГТ ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В. Даля»),</i>	
<i>Должикова Л.П. (ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ»)</i>	
Ликвидация прорыва грунтовой дамбы хвостохранилищ	283
<i>Степаненко Д.Ю. (научный руководитель – Дрипан П.С.)</i>	
Исследование результатов лабораторных исследований способа закрепления анкера методом прессовой посадки	287
<i>Хащеватская Н.В., Шатохин С.В., Вишняков А.В., Ожегова Л.Д., Вишняк Ю.Ю.</i>	
<i>(ГУ «ИФГП», г. Донецк)</i>	
Диффузионные процессы водородосодержащих компонентов в угле в условиях импульсного нагружения и высокоскоростной разгрузки.....	290
<i>Шаповал В.А. (научный руководитель – Дрипан П.С.)</i>	
Значение своевременного обнаружения пожара в подземных горных выработках	296
<i>Якубовский С.С. (научный руководитель – Дрипан П.С.)</i>	
Предупреждение самовозгорания угля с помощью применения антипирогенов	298

Сборник научных трудов
кафедры разработки месторождений
полезных ископаемых

«Инновационные технологии разработки
месторождений полезных ископаемых»

№ 3 (2017)

(Электронное издание)

Статьи в сборнике представлены в редакции авторов