

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 622.268.13

## **КОМПЛЕКС ЭФФЕКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК И ОСОБЕННОСТИ ИХ ДЕФОРМИРОВАНИЯ НА ШАХТЕ «СТЕПНАЯ» ПАО «ДТЭК «ПАВЛОГРАДУГОЛЬ»**

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

*Составлена путем компиляции и структурирования научных исследований, проведенных в условиях шахты «Степная», задачей которых являлись исследования, которые позволят установить особенности деформирования пород, вмещающих подготовительные выработки на шахте «Степная» и наметить мероприятия, направленные на повышение их устойчивости.*

В настоящее время рамные металлические крепи из-за значительного разнообразия их конструкций и широкого диапазона рабочих характеристик стали фактически универсальным средством крепления горных выработок. На сегодняшний день более 90% поддерживаемых выработок Донбасса закреплены рамными крепями. Однако, в связи с постоянным увеличением глубины ведения горных работ, и усложняющимися горно-геологическими условиями отработки угольных пластов, до 30% выработок, закрепленных данным способом, в процессе эксплуатации ремонтируются, что значительно повышает себестоимость угля. Кроме того, металлические рамные крепи имеют также ряд недостатков:

- высокая металлоемкость;
- низкая степень механизации процесса ее установки, и, как следствие, ограничение темпов проведения.

Одним из перспективных направлений, которые позволят устранить данные недостатки, является широкое внедрение комбинированных рамно-анкерных крепей. Опыт их применения показал, что при этом на 30–80% снижается расход металла (достигается за счет увеличения шага крепи в выработке и применения облегченных профилей рамной крепи), повышается производительность работ при креплении выработок в 1,5–2,0 раза.

Однако существует причина, сдерживающая широкое применение комбинированных крепей, – недостаточная изученность влияния образуемых породно-анкерных конструкций на механические процессы, происходящие во вмещающем массиве выработки, что, в свою очередь, не позволяет понять роль каждой из конструкций в процессе поддержания выработки, достоверно

---

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

установить область применения крепей, а также разработать научно обоснованный метод расчета их параметров.

В связи с этим, проведение исследований, направленных на изучение и установление особенностей деформирования выработок, закрепленных комбинированными крепями, является актуальной научной задачей.

По данным маркшейдерской службы шахты «Степная» из 115281 м поддерживаемых выработок подготовительные составляют 44479 м (38,6%), причем 96% выработок закреплены рамными конструкциями крепи и только 4% – рамно-анкерными. Из 3118 м участков подготовительных выработок с деформированной крепью 460 м (14,8%) связаны с деформациями пород со стороны кровли, 2638 м (84,6%) – с деформациями крепи со стороны боковых пород, а остальные 0,6% – с равномерным деформированием пород по периметру крепи.

Следует также особо отметить, что 11246 м (25,3%) подготовительных выработок деформированы по причине интенсивного пучения пород почвы.

Согласно обследованиям состояния крепи в подготовительных выработках шахты, в первую очередь осматривались выработки с рамно-анкерной крепью. Они пройдены по пласту  $C_6$ , мощностью  $m = 0,7-1,0$  м, крепостью  $f=3,5$ , с двухсторонней подрывкой пород, представленных аргиллитами (прочность на сжатие 15–22 МПа). Породы почвы склонны к пучению и размоканию. Закреплены выработки крепью КШПУ–15,0 с шагом установки – 0,7 м (ширина – 3,85 м, высота – 5,68 м) и анкерами с плотностью 1,5 анк./м<sup>2</sup>. Отработка выемочного участка ведется стругами. Длина столбов порядка 2500 м по восставанию. Глубина ведения работ – около 500 м.

Было установлено, что в период между проведением выработок и до подхода лавы в кровле наблюдались деформации крепи и пород, связанные с их интенсивным складкообразованием (рис. 1).



Рис. 1 – Образование складок в кровле выработки

При этом существенно увеличивался «нахлест» крепежных элементов в замках (рис. 2).



Рис. 2 – Увеличение «нахлеста» в замках крепи

Этот процесс постепенно охватывал и бока выработок, приводя к разрушениям пород в стенках, со стороны противоположной лавы (рис. 3).



Рис. 3 – Деформации крепи со стороны боков выработки

Происходили разрушающие деформации стоек крепи. На участках под лавой, где для усиления крепи в кровлю устанавливались канатные анкера, состояние шайб анкеров (недеформированные) указывало, что деформации массива происходили за пределами глубины укрепления. Наблюдались случаи «обыгрывания» анкеров, установленных между рамами породами в результате их разрушения и высыпания со стороны, противоположной лаве. На участках под лавой, для усиления крепи, в зоне опорного давления устанавливались по рамы деревянные стойки крепи усиления. Их состояние в зависимости от расстояния до лавы (доля в % поломанных стоек) показано на рис. 4.



Рис. 4 – Состояние деревянных стоек крепи усиления в зависимости от расстояния до лавы (доля в % поломанных стоек)

Замеры высоты выработок в свету показали, что конвергенция пород под лавой достигает 2,3 м, а за пределами зоны опорного давления в среднем составляет 1,0–1,3 м.

Среди причин, приведших к деформированию крепи, необходимо, безусловно, назвать:

- большое сечение выработки;
- значительные размеры несущих крепежных элементов, делающие крепь менее устойчивой;
- недостаточную длину анкеров (2,4 м), применяемых в выработке, как при проведении, так и при усилении крепи;
- несовершенство и недостаточную технологичность применяемой крепи усиления под лавой;
- потеря породами почвы устойчивости и т.д.

Анализ результатов натурных наблюдений, проведенных в этих же выработках автором работы [1], представленных на рис. 5 и рис. 6 показывает, что интенсивное расслоение пород кровли начинается при удалении от забоя лавы от 5 м до 15 м.

После прохода лавы, интенсивность смещений растет и стабилизируется при удалении от нее на 300 м и более. Несмотря на установку в местах заложения замерных станций канатных анкеров, смещения массива происходили в пределах всей укрепленной толщи и за ее пределами, что говорит о малой эффективности данного мероприятия при принятых параметрах технологии укрепления (очевидно, что глубину анкерования необходимо увеличить с 6 м до 10–12 м).

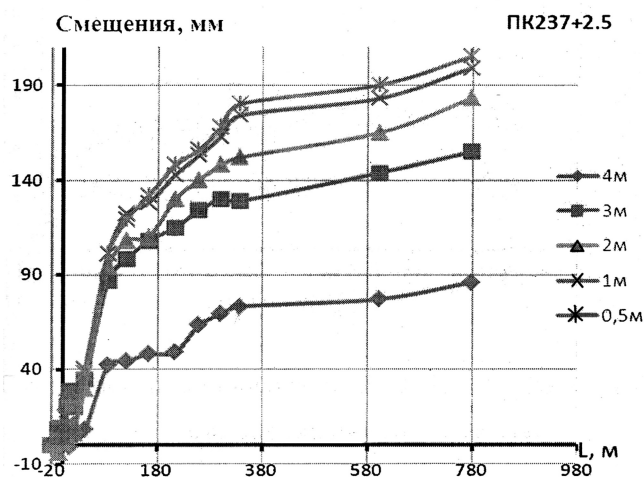


Рис. 5 – Смещения глубинных реперов в кровле выработки в зависимости от расстояния до лавы

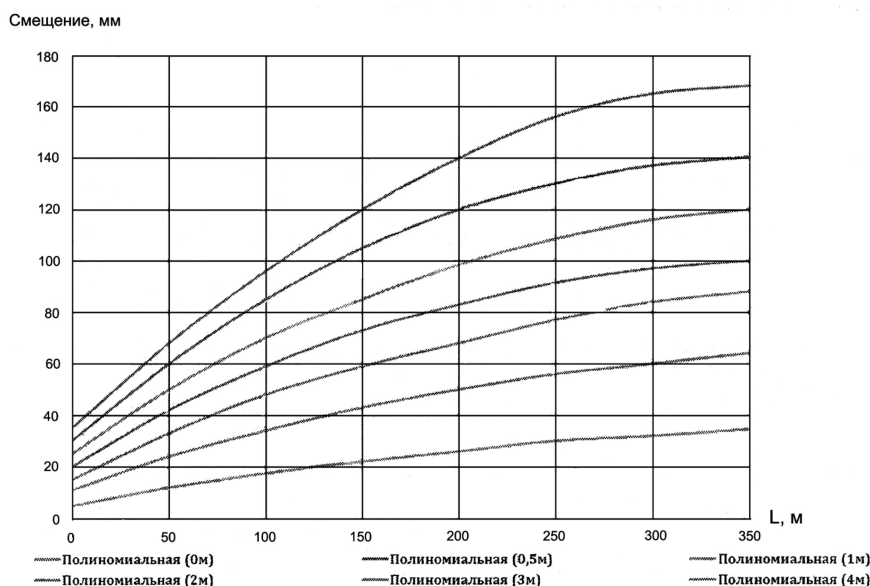


Рис. 6 – Смещения фиксированных точек, установленных на различном удалении от контура в кровле выработки (сверху – вниз соответственно 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 и 6,0 м)

Подводя итог, следует отметить: проведенные исследования позволили установить особенности деформирования пород, вмещающих подготовительные выработки на шахте «Степная» и наметить мероприятия, направленные на повышение их устойчивости.

## Библиографический список

1. **Мартовицкий, А. В.** Геомеханические процессы при отработке угольных пластов струговыми комплексами в условиях шахт Западного Донбасса. Диссертация на соискание ученой степени докт. техн. наук по специальности 05.15.09. – Днепропетровск. – 2012. – 392 с.
2. Анкерная крепь: справочник / Широков А. П., Лидер В. А., Дзауров М. А., Рыжовский М. Е., Петров А. И. – М. : Недра, 1990. – 205 с.
3. **Булат, А. Ф.** Опорно–анкерное крепление горных выработок угольных шахт / А. Ф. Булат, В. В. Виноградов. – Днепропетровск. : Вильпо, 2002. – 372 с.
4. **Виноградов, В. В.** Геомеханика, мониторинг и основы технологии опорного крепления горных выработок / В. В. Виноградов / Уголь Украины. – 2000. – №9. – С.7–12.
5. **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.
6. **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.
7. **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.
8. **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.
9. **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.
10. **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.
11. **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.

12. **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.

13. **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>Белоусов 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

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