

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 621.88.087:622.28.044

## **КОНТРОЛЬ И ИЗУЧЕНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ КРОВЛИ МОНТАЖНЫХ КАМЕР, ЗАКРЕПЛЕННЫХ АНКЕРНОЙ КРЕПЬЮ**

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

*Составлена путем структурирования шахтных инструментальных наблюдений в монтажном ходке четвертой северной лавы шахты «Добропольская», целью которых являлось установление особенностей деформирования пород кровли в монтажных печах (камерах) с анкерным креплением.*

На сегодняшний день подземным способом добывается порядка 80% угля, примерно в 570 механизированных очистных забоях. Причем 40% всех работающих механизированных комплексов постоянно монтируются–демонтируются. Трудоемкость и продолжительность монтажа оборудования во многом зависит от обеспечения необходимых размеров рабочего пространства и устойчивого состояния монтажных камер, а также их своевременное проведение.

Решение данной проблемы невозможно без широкого внедрения передового опыта эффективного ведения монтажно–демонтажных работ с использованием рациональных технологических схем и нового оборудования, а также внедрения новых технологий проведения и поддержания монтажных камер, в том числе с использованием анкерного крепления.

С целью установления особенностей деформирования пород кровли в монтажных печах с анкерным креплением были проведены шахтные инструментальные наблюдения в монтажном ходке четвертой северной лавы уклона пласта  $m_4^0$  горизонта 200 м шахты «Добропольская». Выработка, длиной 126 м, проводилась комбайном, в направлении сверху–вниз, с нижней подрывкой пород.

На участке выработки, длиной 90 м, при ее проведении, были оборудованы контурные замерные станции. Они представляли собой замерные сечения, установленные через каждый метр длины выработки с пятью фиксированными замерными точками в кровле (хвостовики установленных в кровлю анкеров) и контурным репером в почве.

Первые 30 м выработки были закреплены металлической рамной крепью, а остальная часть выработки – анкерами. Плотность установки анкеров в кровлю – 1 анк./м<sup>2</sup>. Анкера, длиной 2,4 м, устанавливались под металлический

---

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

подхват, длиной 4,0 м. Расстояние между рядами анкеров – 1 м. Бурение шпуров для установки анкеров в кровлю производилось при помощи буровой колонки, расположенной на комбайне. Закрепление стального анкера в шпуре производилось химическим способом.

По мере проведения выработки (с периодичностью от 2 до 6 суток), в ней проводилась теодолитная и нивелирная съемки с фиксацией координат хвостовика каждого из установленных анкеров в пределах наблюдаемого участка. Обработка результатов производилась путем построения изолиний смещений пород кровли в выработку во времени, поверхностей смещающейся кровли выработки во времени, изолиний скоростей смещений пород кровли ходка.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Деформации пород кровли в первые 9 суток наблюдений носят не равномерный характер, как во времени, так и в пространстве. Если на первые сутки наблюдений практически по всей поверхности кровли ходка скорость смещений составляла до 3 мм в сутки. Исключение составили участки: 12-14 м, 23-24 м, 27-28 м, 43-45 м, 47-48 м, 52-53 м, 67-68 м и 74-75 м, в пределах которых скорость смещений составила 5-8 мм в сутки.

На третьи сутки наблюдений расположение участков с повышенной скоростью деформаций в кровле ходка несколько изменилось. На участках: 23-24 м, 37-38 м, 43-45 м, 47-48 м, 52-53 м, 59-60 м, 74-75 м скорость смещений пород кровли на контуре ходка составила от 4 до 10 мм в сутки, а на остальной поверхности кровли ходка не превышала 3 мм в сутки.

На седьмые сутки наблюдений увеличивается количество участков с повышенной скоростью деформаций в кровле ходка. В пределах участков: 10-11 м, 17-18 м, 19-24 м, 37-38 м, 52-53 м, 60-61 м, 68-69 м, 74-75 м и 86-87 м скорость смещений пород кровли на контуре ходка составила от 4 до 8 мм в сутки, а на остальной поверхности кровли ходка не превышала 2-3 мм в сутки.

2. На 15 сутки наблюдений деформации кровли (в пределах наблюдаемого участка монтажного ходка с анкерным креплением) выравниваются. При этом в пределах участка 0-37 м среднее их значение составляет 20 мм, а в остальной части – около 30 мм. Выделяются две области с максимальными значениями деформаций, приуроченные к участкам 10-12 м и 41-42 м. Максимальное значение деформаций зафиксировано в пределах участка 10-12 м и составляет 60 мм.

3. На первые сутки наблюдений практически по всей поверхности кровли ходка скорость смещений составляла до 3 мм в сутки. Исключение составили участки: 12-14 м, 23-24 м, 27-28 м, 43-45 м, 47-48 м, 52-53 м, 67-68 м и 74-75 м, в пределах которых скорость смещений составила 5-8 мм в сутки.

На третьи сутки наблюдений расположение участков с повышенной скоростью деформаций в кровле ходка несколько изменилось. На участках: 23-24

м, 37-38 м, 43-45 м, 47-48 м, 52-53 м, 59-60 м, 74-75 м скорость смещений пород кровли на контуре ходка составила от 4 до 10 мм в сутки, а на остальной поверхности кровли ходка не превышала 3 мм в сутки.

На седьмые сутки наблюдений увеличивается количество участков с повышенной скоростью деформаций в кровле ходка. В пределах участков: 10-11 м, 17-18 м, 19-24 м, 37-38 м, 52-53 м, 60-61 м, 68-69 м, 74-75 м и 86-87 м скорость смещений пород кровли на контуре ходка составила от 4 до 8 мм в сутки, а на остальной поверхности кровли ходка не превышала 2-3 мм в сутки.

На девятые сутки наблюдений количество участков с повышенной скоростью деформаций в кровле ходка начинает сокращаться. В пределах участков: 10-12 м, 20-24 м, 38-42 м, 52-53 м, 60-61 м, 74-75 м и 86-87 м скорость смещений пород кровли на контуре ходка составила от 4 до 6 мм в сутки, а на остальной поверхности кровли ходка не превышала 1-2 мм в сутки. Интенсификация смещений кровли в ходке произошла на 3-7 сутки наблюдений и связана с развивающимися деформациями в боках ходка, проявляющимися в виде разрушения и выдавливания пласта, а также пород непосредственной почвы. Установлено, что величина смещений боков ходка на 3-и сутки наблюдений составляла до 25-30 мм, при этом глубина распространения деформаций достигала 3 м.

4. На пятнадцатые сутки наблюдений происходит дальнейшая стабилизация скорости смещений пород кровли ходка. Уменьшается протяженность участков с повышенной скоростью деформаций пород кровли. Теперь только в пределах участков: 7-8 м, 22-24 м, 38-39 м, 52-53 м, 59-60 м, 68 м и 74-75 м скорость смещений пород кровли на контуре ходка составила от 3 до 7 мм в сутки, а на остальной поверхности кровли ходка не превышает 2-3 мм в сутки. До 70% от конечной величины смещений кровли в ходке за период наблюдений произошли за первые 15 суток. Площадь областей с повышенной интенсивностью смещений кровли в ходке в период наблюдений составляла от 18 до 10%. Следует также отметить, что до 80% площади участков с повышенной скоростью деформаций пород кровли расположено со стороны забоя монтируемой лавы и приходится на первый ряд установленных анкеров.

5. За последующие 15 суток наблюдений характер распределения деформаций в кровле ходка не изменился. К моменту окончания наблюдений на 90% площади обнажения кровли смещения выровнялись и стабилизировались, при этом среднее опускание кровли составило 35 мм, а максимальное (в пределах участка 10-12 м) – 70 мм, средняя скорость опускания кровли составляла около 1,5 мм в сутки, а максимальная (в пределах участка 22-24 м) – 2,5 мм в сутки.

Учитывая имеющийся опыт поддержания выработок с анкерным креплением, фактическое состояние крепи в монтажной камере и рекомендации нормативных документов по его проектированию (согласно которым при деформациях контура на величину 1–2 % от глубины анкерования), обнажение

считается устойчивым. Можно считать положительным опыт применения анкерного крепления в монтажном ходке четвертой северной лавы уклона пласта  $m_4^0$  горизонта 200 м.

### Библиографический список

1. **Виноградов, В. В.** Геомеханика, мониторинг и основы технологии опорного крепления горных выработок / В. В. Виноградов / Уголь Украины. – 2000. – №9. – С. 7–12.
2. **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.
3. **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.
4. **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.

## 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

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