

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;

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

УДК 622.28.044:622.261.2(477.62)

## **ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ УГЛА ЗАЛЕГАНИЯ ПОРОД И ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ АНКЕРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ШАХТ ДОНБАССА**

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

*Исследование оценки влияния угла залегания пород при схеме анкерования «сшивка» на устойчивость выработок с анкерным креплением и установление характера влияния глубины анкерования на особенности деформирования пород в кровле выработки.*

Одним из условий эффективной и безопасной работы при поддержании выработок на шахтах Донбасса является обеспечение их устойчивости при минимальном расходе крепящих материалов. В этой связи, исследования закономерностей деформирования породного массива, вмещающего выработки с анкерным креплением для обоснования его рациональных параметров, являются актуальной задачей.

Существующие способы и методы определения параметров анкерного крепления не позволяют однозначно определить область ее использования, рассчитать рациональные параметры крепи, обеспечивающие устойчивость выработок в течение срока службы при минимальных затратах, сдерживают ее широкое промышленное внедрение на шахтах Донбасса. В настоящее время, расчет параметров анкерной крепи производится в соответствии с требованиями нормативных документов, в основу которых положены представления об анкерной крепи как о несущей конструкции, работающей по схемам «Подшивка» и «Сшивка». Расчет параметров анкерной крепи, как правило, основывается на необходимости соотнести ее «несущую способность» с величиной «нагрузки на крепь», которая формируется в результате разрушения вмещающего выработку массива и реализующихся в ее полость смещений пород. При этом не учитывается влияние угла залегания пород и глубины анкерования.

Такие представления о механизме взаимодействия анкерной крепи и массива приводят к ограничению области ее применения, как самостоятельной конструкции, второй категорией устойчивости выработок (смещения контура не превышают 200 мм) и завышению значений плотности установки анкеров, делая применение анкерной крепи экономически не целесообразным.

---

\* *Научные руководители* – д.т.н., проф. Новиков А.О., к.т.н., доц. Шестопа-лов И.Н.

Проведение шахтных экспериментов по изучению особенностей деформирования породного массива в выработках с анкерным креплением весьма трудоемко и затруднительно, связано с необходимостью учета влияния на искомые величины множества факторов. Поэтому, для проведения исследований был выбран лабораторный метод.

Задачами исследований являлось:

1. Оценить влияние угла залегания пород при схеме анкерования «сшивки» на устойчивость выработок с анкерным креплением.

2. Установить характер влияния глубины анкерования на особенности деформирования пород в кровле выработки.

Для решения поставленных задач использовался метод моделирования с помощью эквивалентных материалов. Моделировались вмещающие выработку породы с прочностью на одноосное сжатие 40 МПа и глубина заложения выработки до 800 м. В качестве эквивалентного материала был принят кварцевый песок с гипсовым связующим. Моделирование проводилось в масштабе 1:100. Глубина анкерования изменялась от 1,0 до 3,0 м, а угол залегания пород от 0 до 30°. Для сокращения количества экспериментов использовалась методика его рационального планирования.

Смещения вмещающих выработку пород в модели определялись с помощью метода фотофиксации. Анкера из круглого дерева, диаметром 1 мм, устанавливались в кровлю выработки, после ее проведения с помощью клея ПВА. Для определения влияния глубины анкерования и угла залегания пород на особенности деформирования массива вокруг выработки, строились графики смещений игольчатых реперов в кровле и диаграммы изменения коэффициента разрыхления между реперами, в модели, вокруг выработки.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. С увеличением глубины анкерования кровли (при постоянном угле залегания пород) снижается степень нарушенности приконтурного участка массива (между контурным репером и репером на удалении 1,0 м в кровлю).

2. При глубине анкерования 2 метра и более, независимо от угла залегания, заанкерванный участок массива в кровле выработки, перемещается одним блоком без существенного расслоения, при этом максимальное значение коэффициента разрыхления составляет не более 1,018, что свидетельствует об отсутствии процессов разрушения в его пределах.

3. Разрушение пород в пределах заанкерванного участка в кровле установлено только при длине анкера – 1 м.

4. Разрушение пород в пределах формирующейся в кровле выработки зоны не упругих деформации наиболее интенсивно происходит за пределами заанкерванной зоны, причем степень нарушенности пород в ней уменьшается по мере увеличения глубины анкерования.

5. При увеличении глубины анкерования с 1 до 3 метров, максимальные смещения на контуре выработки в кровле снижаются в 1,6 раза.

6. Наибольший размер зоны неупругих деформаций (ЗНД), формирующийся в кровле выработки с анкерным креплением, зафиксирован в модели с углом залегания  $0^0$  градусов. Он составил 5 метров при смещениях на контуре со стороны кровли 185 мм.

7. По мере увеличения угла залегания пород (от  $0$  до  $30^0$ ), размер зоны неупругих деформаций, формирующийся в кровле выработки с анкерным креплением, снижается с 5 до 3 метров. Уменьшается так же величина смещений пород на контуре со стороны кровли выработки с 185 мм до 117 мм.

8. Коэффициент разрыхления пород за пределами заанкерванной области в кровле, по мере удаления от нее вглубь массива, убывает при увеличении угла залегания пород (так например, для участка удаленного от контура в кровлю 2–3 м при  $\alpha = 0^0$  от 1,109, до 1,086 при  $\alpha = 30^0$ ).

9. В пределах участка ЗНД в кровлю, на удалении 3–4 м от контура, коэффициент разрыхления пород при увеличении угла залегания от  $0$  до  $30^0$  снижается от 1,05 до 1.

10. При увеличении глубины анкерования с 1 до 3 метров (при постоянной плотности анкерования 1 анкер/м<sup>2</sup>) смещение контура выработки в кровле уменьшается в 1,6 раза, что хорошо согласуется с результатами исследований [3].

11. Увеличение угла залегания пород от  $0$  до  $30^0$  (при постоянной плотности анкерования 1 анкер/м<sup>2</sup> и длине анкеров  $l_a = 2$  м) приводит к уменьшению смещений на контуре выработки со стороны кровли в 1,5 раза.

12. Разрушение пород на удалении до 1 м от контура выработки в кровлю, зафиксировано при глубине анкерования 1 м (относительные деформации составляют 5,5%), что свидетельствует о ее недостаточности при анкерровании выработки пройденной в породах с прочностью 40 МПа на глубине 800 метров.

### Библиографический список

1. Новиков, А. О. Развитие научных основ управления устойчивостью выработок с использованием анкерных систем. [Текст] : дис. ... докт. техн. наук: 05.15.02 : защищена 07.07.2011 / Новиков А. О. – Донецк, 2011. – 479 с.

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.

## 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