

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 622.8

## ОБЩИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ РЕМОНТА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ШАХТ ГП «ДУЭК»

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

*Приведен анализ состояния горных выработок угольных шахт компании «ДУЭК». Изложены основные проблемы и представлена статистика деформаций горных выработок. Установлены причины, приводящие к перебоям в работе и простоям отдельных участков шахт.*

На сегодняшний день техническое состояние шахтного фонда угольной промышленности Донбасса, к сожалению, продолжает ухудшаться. Увеличение глубины разработки угольных пластов, развитие на них очистных работ приводит к интенсивному воздействию горного давления на устойчивость подземных выработок через различные формы его проявления, которые зависят от совокупности влияния целого ряда горно-геологических и горно-технических факторов, присущих условиям каждой шахты.

Несмотря на снижение протяженности горных выработок угольных шахт Донбасса в связи с интенсивным их закрытием и увеличение затрат на ремонт этих выработок, состояние последних не улучшается. В среднем 15% из них по протяженности на конец каждого года не удовлетворяет эксплуатационным требованиям. Одной из основных причин такого положения является высокая трудоемкость работ по содержанию выработок при весьма низком (1,5–2%) уровне их механизации.

Обследование ряда шахт ГП «ДУЭК», результаты которого представлены в табл. 1, показало, что объем деформированных выработок на некоторых шахтах достигает 24% и наблюдается тенденция к его дальнейшему росту. При этом увеличивается объем законсервированных выработок, что связано со снижением уровня добычи и отсутствием средств на ремонт выработок.

Анализ результатов обследования по объемам применения различных видов крепи горных выработок показывает, что в настоящее время более 90% из них закреплены арочной податливой крепью, которая не обеспечивает устойчивое состояние (более 79% выработок деформировано). Дополнительные же мероприятия, направленные на повышение их устойчивости, практически не применяются. Сложившееся положение усугубляется снижением объемов ремонтных работ.

---

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

Таблица 1 – Состояние горных выработок на шахтах ГП «ДУЭК»

Наименование шахт и шахтоуправлений	Протяженность под- держиваемых горных выработок, м	Деформи- ровано, м	Деформи- ровано, %	$S_{ср}$ , м <sup>2</sup>
Шахта им. «Скочинского»	101373	18680	21,5	12,3
Шахта им. М.И. Калинина	108970	13680	14,7	11,6
Шахта им. Челюскинцев	92400	20746	23,5	10,7

С целью выявления основных видов деформации по данным маркшейдерской службы ГП «ДУЭК» был выполнен их анализ, результаты которого представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Виды деформации в основных горных выработках на шахтах ГП «ДУЭК»

Виды выработок	Всего, км	Из них не соответствует правилам безопасности, км						
		по сече- нию	по высоте	по зазорам	всего	всего, %	по профилю рельсового пути	
							км	%
Квершлагги	163,5	14,5	2,0	9,4	25,9	15,8	22,1	13,5
Околоствольные дворы	42,3	2,6	0,7	1,3	4,6	10,9	6,4	15,1
Транспортные штреки	241,8	20,4	4,5	27,6	52,5	21,7	43,1	17,8
Вентиляционные штреки	91,8	12,1	1,7	4,2	18,1	19,7	3,8	4,1

Как видно из приведенных данных, наибольший процент деформаций наблюдается в штреках, т.е. в выработках, закрепленных арочной податливой крепью. При этом выработки деформируются как со стороны кровли, так и со стороны почвы выработки. Во многих случаях перекрепление горной выработки не обеспечивает ее последующее устойчивое состояние в результате продолжающегося деформирования вмещающего породного массива, выработку неоднократно приходится перекреплять.

Так, например, ходок механической доставки третьей ступени пласта  $k_8$  на шахте им. Челюскинцев пройден буровзрывным способом с подрывкой пород почвы. Мощность пласта 0,9–1,1 м. Почва – глинистый сланец с  $\sigma_{сж} = 42$  МПа, кровля – известняк с  $\sigma_{сж} = 88$  МПа. Крепь металлическая, арочная, податливая, трехзвенная типа АП–13,8 ( $S_{св} = 12,8$  м<sup>2</sup>,  $S_{пр} = 15,9$  м<sup>2</sup>), шаг установки крепи – 0,8 м. Затяжка железобетонная. Угол залегания пород 16°, приток воды 5 м<sup>3</sup>/ч. Через 31 месяц после проведения выработки, на участке, длиной 190 м,

сечение уменьшилось на 45%. Производилось перекрепление выработки. Затраты на ремонт составили 4760 руб./м. Спустя 21 месяц этот же участок выработки потерял 39% сечения. Стоимость второго ремонта составила 6640 руб./м. Очередной ремонт выработки производился через 25 месяцев при величине при потере выработкой поперечного сечения на 30% (рис. 1). Затраты на перекрепление составили 8480 руб./м. Таким образом, за 5,5 лет эксплуатации выработка ремонтировалась 3 раза с общими затратами 19880 руб./м.



Рис. 1 – Состояние ходка механической доставки третьей ступени пласта  $k_8$  шахты им. Челюскинцев ГП "ДУЭК" к моменту начала ремонта

Западный коренной откаточный штрек пласта  $h_7$  шахты имени М. И. Калинина пройден буровзрывным способом на глубине 758 м по пласту, мощностью 0,9–1,4 м, с подрывкой пород кровли и почвы. Угол залегания пород –  $13^\circ$ . Почва – песчаный сланец с пределом прочности на одноосное сжатие 54 МПа, кровля – глинистый сланец, мощностью 2,4 м с  $\sigma_{сж} = 42$  МПа, выше залегает песчаный сланец с  $\sigma_{сж} = 56$  МПа. Крепь металлическая, арочная, податливая, типа АП–3/13,8 ( $S_{св} = 12,8$  м<sup>2</sup>,  $S_{пр} = 15,9$  м<sup>2</sup>), шаг установки крепи – 0,8 м, затяжка железобетонная. Длина выработки 500 м. Через 27 месяцев после сооружения штрека, на участке выработки, длиной 210 м, сечение уменьшилось на 35%. Производилось перекрепление выработки. Стоимость ремонта составила 4860 руб./м. Спустя 21 месяц производился повторный ремонт этого участка при потере сечения 27%. Стоимость перекрепления составила 6620 руб./м. Третий ремонт выработки производился через 32 месяца при величине потери поперечного сечения 40%. Затраты на ремонт составили 9020 руб./м (рис. 2). Таким образом, за 6 лет эксплуатации выработка ремонтировалась 3 раза с общими затратами 20500 руб./м.



Рис. 2 – Состояние западного коренного откаточного штрека пласта  $h_7$  горизонта 758 м шахты им. М.И. Калинина ГП "ДУЭК" к моменту начала ремонта

Вместе с тем, как показал анализ паспортов перекрепления горных выработок глубоких шахт Донбасса, при ремонте выработок, связанном с заменой крепи или ее элементов, в 92% случаев зафиксированы выпуски породы. При этом в 55% случаев вес выпускаемой породы превышает несущую способность крепи.

Также проведенное обследование состояния горных выработок показало, что обрушения пород и завалы выработок, наблюдающиеся при перекреплении, приводят к перебоям в работе транспорта, простоям отдельных участков и шахты в целом, являются причиной производственного травматизма.

Если даже не учитывать затраты на транспорт излишне выпущенной породы, затраты на поддержание выработки в этом случае увеличиваются в 2–3 раза.

По данным Госгортехнадзора, уровень травматизма на работах, связанных с перекреплением выработки и разбором завалов, составляет около 35% от общего количества несчастных случаев на подземных работах.

В связи с вышеизложенным, в целях снижения непроизводительных затрат и повышения безопасности работ, актуальным является вопрос обоснования рациональных параметров и технологии выполнения ремонтно-восстановительных работ, обеспечивающих предотвращение обрушений при перекреплении и устойчивое состояние выработок в послеремонтный период.

## Библиографический список

1. **Фармер, Я.** Выработки угольных шахт / Я. Фармер ; пер. с англ. Е. А. Мельников. – М. : Недра, 1990. – 269 с.
2. **Виноградов, В. В.** Геомеханика, мониторинг и основы технологии опорного крепления горных выработок / В. В. Виноградов / Уголь Украины. – 2000. – №9. – С. 7–12.
3. **Касьян, Н. Н.** Влияние анкерной крепи на геомеханические процессы в массиве пород вокруг поддерживаемых выработок / Н. Н. Касьян, А. П. Ключев, В. И. Лысенко // Известия Донецкого горного института. – Донецк, 1996. – №1(3). – С. 57–60.
4. **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.
5. **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.
6. **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

- Муляр Р.С., Азарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)*  
Способы управления состоянием массива горных пород, вмещающих выработки шахт Донбасса.....207
- Муляр Р.С., Азарков 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., Азарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)*  
Контроль и изучение деформационных процессов кровли монтажных камер, закрепленных анкерной крепью .....224
- Муляр Р.С., Азарков 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., Азарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)*  
Контроль и изучение деформирования породного контура монтажных ходков, закрепленных комбинированной крепью .....234
- Муляр Р.С., Азарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)*  
Определение схемы позиционирования анкеров в зоне неупругих деформаций .....239
- Муляр Р.С., Азарков 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., Азарков 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., Азарков 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., Азарков А.В. (научный руководитель – Соловьев Г.И.)*  
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