

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 622.284.7

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АНКЕРНЫХ КРЕПЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ

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

Приведен анализ состояния горных выработок угольных шахт Донбасса. Изложена новая концепция взаимодействия анкерной крепи и вмещающего массива, и установлен механизм деформирования армопородной конструкции, возводимой в подготовительной выработке.

Угольная промышленность является одной из ведущих отраслей народного хозяйства, важнейшая задача которой в условиях рыночной экономики состоит в повышении эффективности производства и снижении себестоимости продукции. На сегодняшний день техническое состояние шахтного фонда угольной промышленности Донбасса продолжает ухудшаться, поскольку 80% угольных шахт работают без реконструкции уже более 20-30 лет. Учитывая также ежегодные потери производственных мощностей, для выполнения поставленных перед промышленностью задач необходимо резко увеличивать объемы проведения горных выработок, среди которых 70-80% занимают вскрывающие и подготовительные. За последние 20 лет количество шахт, ведущих разработку угля на глубине более 700 м, выросло в 2 раза.

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 горнотехнических факторов, присущих условиям каждой шахты. Несмотря на снижение протяженности горных выработок угольных шахт Донбасса в связи с интенсивным их закрытием за последние годы и увеличением 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.

На сегодняшний день около 90% поддерживаемых на шахтах выработок закреплены металлической арочной податливой крепью. Более половины от протяженности этих выработок деформированы.

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

Крепление арочной крепью имеет ряд недостатков. Во-первых, она не поддерживает выработку до тех пор, пока вмещающие породы не разрушатся и не начнут смещаться в выработку, нагружая рамы крепи. То есть, крепь работает в пассивном режиме и не препятствует разрушению вмещающего массива.

Кроме вышесказанного недостатками применения арочной крепи также являются:

1. Большая металлоемкость.
2. Крепь не включается в работу сразу после обнажения породного контура выработки.
3. Невозможность полной механизации процесса крепления (затяжка рам и забутовка закрепного пространства производится вручную). Трудоемкость процесса крепления выработки арочной крепью достигает 80% от общей трудоемкости проведения выработки.
4. Традиционная конструкция арочной крепи не соответствует условиям ее нагружения (нет соосности между направлением податливости крепи и направлением наибольших смещений контура выработки).

Кардинально улучшить технические и технологические, а также экономические показатели работы шахт, а также состояние горных выработок можно путем применения анкерной крепи. На угольных шахтах за рубежом происходит неуклонное увеличение объемов применения анкерного крепления, доля которого уже на сегодня имеет следующие показатели:

- Австралия – 87%;
- КНР – 83 %;
- США – 52 %.

Данный способ позволяет:

- 1) В 5–10 раз уменьшить расход металлопроката, бетона и леса.
- 2) В 3–5 раз повысить производительность работ при креплении выработок.
- 3) В 2–3 раза повысить темпы проходки, и вдвое сократить затраты на крепление и поддержание крепи в рабочем состоянии в период эксплуатации.

К примеру, использование анкерной крепи на шахтах Великобритании позволило снизить долю затрат на проведение выработок в себестоимости 1 т угля с 42% (при металлоарочном креплении) до 15% (при анкерном креплении). При этом темпы проведения выработок составили 650-680 м/месяц.

Для внедрения так называемого мирового опыта на шахтах Донбасса еще в 1997 году была создана программа «Анкер», в которой одним из приоритетных направлений снижения затрат на добычу угля есть разработка, изготовление и внедрение новых технологий использования анкерной крепи.

Несмотря на определенные успехи, общий объем крепления выработок анкерной крепью в настоящее время составляет не более 70 км.

Вероятно, основной причиной, препятствующей широкому внедрению анкерного крепления на шахтах Донбасса, является недостаточное понимание

ее главной роли в процессе поддержания выработки и как следствие, отсутствие нормативной базы по обоснованию параметров анкерной крепи.

На сегодняшний день расчет параметров анкерной крепи производится в соответствии с требованиями нормативных документов [1,2,3,4], в основу которых положены представления об анкерной крепи как о несущей конструкции, работающей по схемам «Подшивка» и «Сшивка».

Исходя из этого, расчет параметров производится по методике, предполагающей, что нагрузка на крепь формируется за счет разрушения вмещающего выработку массива и смещений пород в полость выработки. Это приводит к ограничению спектра применения анкерной крепи второй категорией устойчивости выработок, когда смещения контура не превышают 200 мм, и завышению значений плотности установки анкеров, что делает применение анкерной крепи экономически нецелесообразным.

На наш взгляд, механизм работы анкерной крепи заключается не в представлении об анкерах, как о несущей конструкции типа рамы, а как об элементах, изменяющих структуру массива, и препятствующих его разрушению, т.е. формированию вокруг выработки зоны разрушенных пород. Применяемое в настоящее время радиальное расположение анкеров является самым нерациональным, т.к. область влияния анкеров на массив в этом случае минимальная.

В связи с этим, разработанные и испытанные в ДонНТУ пространственные схемы анкерования массива позволяют при минимальном количестве анкеров максимально использовать несущую способность породного массива.

С целью установления механизма деформирования породного массива, армированного анкерами, в максимально приближенных к реальным условиям работы крепи, при различных схемах пространственного анкерования, были проведены лабораторные исследования.

Они проводились на образцах из цементно-песчаных растворов [5]. Изготавливались кубические образцы 55x55x55 мм, которые моделировали участок породного массива, объемом 1 м³. Моделировались горные породы прочностью 30, 40 и 50 МПа, залегающие на глубинах 800, 1200 и 1600 м. В моделируемом участке породного массива располагались 4 анкера из стальной проволоки, диаметром 1 мм.

Схемы пространственного размещения анкеров в моделях представлены на рисунке 1.

Для каждой из 6 схем пространственного армирования массива, различной глубины заложения и прочности вмещающих пород, испытывалось по 3 образца с последующим усреднением полученных результатов (всего 189 образцов).

При испытаниях использовалась схема Беккера. Первоначально в образцах, прочностью 30, 40 и 50 МПа в массиве создавалось гидростатическое поле напряжений, имитирующее глубину заложения 800, 1200 и 1600 м. Затем, в направлении действия напряжений σ_1 производилась полная разгрузка с под-

держанием величин напряжений σ_2 , σ_3 на первоначальном уровне. В дальнейшем, по специально разработанной программе рассчитывались средняя величина действующих напряжений, средние относительные деформации, величина остаточной прочности образца ($\sigma_{ср}^{ост}$), предельные относительные деформации в направлении действия σ_1 при разгрузке (ε_1^p), предельные относительные объемные деформации $(\Delta V/V)_p$, модули упругости (E) и спада (M).

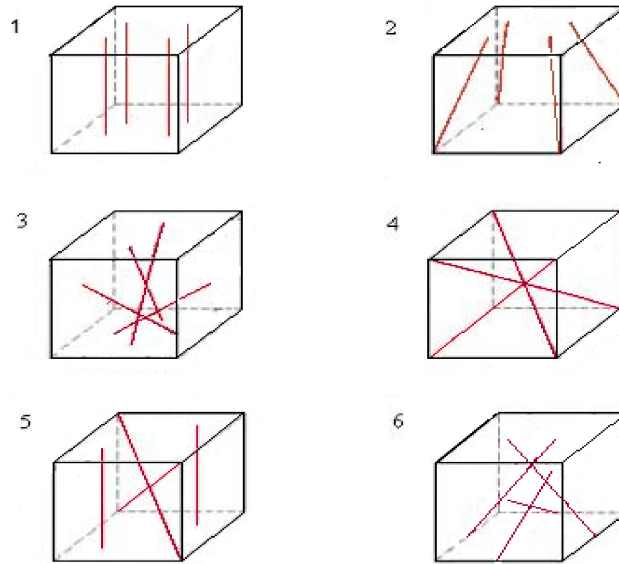


Рис. 1 – Общий вид схем армирования образцов

Для оценки характера разрушения массива горных пород, армированного различными пространственными схемами анкерования, использовался критерий Нодаи-Лоде [6]. Он позволил оценить по величинам μ_σ и μ_ε конечный вид напряженного и деформированного состояния в армированном массиве при обобщенном растяжении.

Значения параметров μ_σ , μ_ε рассчитывались по формулам:

$$\mu_\sigma = 2[(\sigma_2 - \sigma_3)/(\sigma_1 - \sigma_3)] - 1; \quad (1)$$

$$\mu_\varepsilon = 2[(\varepsilon_2 - \varepsilon_3)/(\varepsilon_1 - \varepsilon_3)] - 1, \quad (2)$$

где σ_1 , σ_2 , σ_3 – значение главных нормальных напряжений, действующих в модели; ε_1 , ε_2 , ε_3 – относительные продольные деформации, действующие в направлениях приложения соответствующих главных напряжений.

Поскольку все образцы при испытаниях по критериям Нодаи–Лоде переходили от обобщенного сжатия к обобщенному растяжению, то для оценки деформационного и напряженного состояния образцов с различными схемами армирования строились графики зависимости $\mu_\varepsilon = f(\varepsilon_1)$ и $\mu_\sigma = f(\sigma_1)$. По результатам испытаний строились также графики зависимостей: $\sigma_{ср} = f(\varepsilon_{ср})$, $\sigma_1 = f(\varepsilon_1)$, $\sigma_1 - \sigma_{ср} = f(\varepsilon_1 - \varepsilon_{ср})$. Для анализа полученных результатов представлены они в более удобной табличной форме (таблицы 1–3).

Таблица 1 – Сравнительные деформационные характеристики моделей за-анкерowanego массива горных пород при испытаниях на обобщенное растяжение (прочность 30 МПа, глубина 800 м)

№ схемы	E, МПа	ε_1^p , ед.	$\sigma_{ср}^{ост}$, МПа.	M, МПа.	$(\Delta V/V)_p$, ед.	μ_σ	μ_ε
1	351,7	0,032	19,9	2775,6	0,318	- 1,0	- 1,0
2	278,2	0,027	20,8	1026,2	0,316	- 0,92	- 1,0
3	275,1	0,038	21,9	713,8	0,246	- 0,99	- 1,0
4	204,3	0,021	20,7	664,6	0,330	- 0,97	- 1,0
5	266,8	0,037	20,5	468,0	0,327	- 0,89	-1,0
6	214,5	0,030	20,1	396,7	0,335	- 0,99	- 1,0

Таблица 2 – Сравнительные деформационные характеристики моделей за-анкерowanego массива горных пород при испытаниях на обобщенное растяжение (прочность 30 МПа, глубина 1200 м)

№ схемы	E, МПа	ε_1^p , ед.	$\sigma_{ср}^{ост}$, МПа.	M, МПа.	$(\Delta V/V)_p$, ед.	μ_σ	μ_ε
1	267,4	0,022	27,0	563,7	0,156	- 0,83	- 1,0
2	263,5	0,020	26,4	556,9	0,176	- 0,96	- 1,0
3	279,0	0,015	28,1	488,1	0,126	- 1,0	- 1,0
4	288,3	0,017	27,1	476,5	0,121	- 0,81	- 1,0
5	322,7	0,015	27,1	468,4	0,229	- 0,84	-1,0
6	330,7	0,024	27,4	354,3	0,172	- 0,84	- 1,0

Таблица 3 – Сравнительные деформационные характеристики моделей за-анкерowanego массива горных пород при испытаниях на обобщенное растяжение (прочность 30 МПа, глубина 1600 м)

№ схемы	E, МПа	ε_1^p , ед.	$\sigma_{ср}^{ост}$, МПа.	M, МПа.	$(\Delta V/V)_p$, ед.	μ_σ	μ_ε
1	252,1	0,022	7,16	1496,3	0,156	- 1,0	- 1,0
2	274,4	0,020	10,36	1016,6	0,176	- 0,96	- 1,0
3	298,1	0,015	11,47	912,2	0,126	- 1,0	- 1,0
4	252,2	0,017	8,98	809,0	0,121	- 1,0	- 1,0
5	274,2	0,015	8,80	607,1	0,229	- 1,0	- 0,98
6	331,1	0,024	14,7	328,7	0,172	- 0,84	- 1,0

Как видно из данных, представленных в таблицах 1–3, использование в массиве пространственных анкерных породо–армирующих систем (АПАС),

приводит к увеличению остаточной прочности в 1,6 раза, позволяет увеличить модуль упругости в 1,3 раза, уменьшить модуль спада на 86 %, увеличить на 47 % относительные объемные деформации при разрушении по сравнению с массивом, армированным радиально расположенными анкерами. Установлено также, что армирование пород позволяет увеличить предельные относительные деформации пород при разгрузке в 2,6 раза, а величину остаточной прочности в 2,4 раза по сравнению с не армированными породами. По совокупности вышеназванных показателей худшей является радиальная схема армирования (схема 1), а лучшими – схемы №6, №5 и №4, которые на более поздней стадии разгрузки образца при испытаниях меняют характер деформационного состояния с обобщенного сжатия на обобщенный сдвиг.

Уменьшение значений модуля спада и увеличение предельных относительных объемных деформаций в образцах, армированных с использованием пространственных схем, позволяет говорить о возможности существенно влиять на величину пластической составляющей деформаций пород с АПАС на стадии запредельного деформирования.

Полученные выводы хорошо согласуются с результатами выполненных ранее работ В.Т.Глушко [7], в которых установлены факты повышения остаточной прочности пород при их анкерования до 2,5 раз (в зависимости от плотности анкерования) и перехода заанкерowanych пород после разрушения к пластическому деформированию.

Анализируя полученные зависимости $\mu_\sigma = f(\sigma_1)$ для моделируемых прочностей пород 30, 40 и 50 МПа и глубин заложения 800, 1200 и 1600 м, установлено, что в зависимости от схемы армирования, при разгрузке на 49–56% от величины первоначально действующих напряжений, происходит изменение вида напряженного состояния пород из обобщенного сжатия ($\mu_\sigma = +1$) в обобщенный сдвиг ($\mu_\sigma = 0$). При дальнейшей разгрузке образцов вид напряженного состояния быстро приближается к обобщенному растяжению ($\mu_\sigma = -1$).

Можно также отметить, что с увеличением уровня гидростатического давления в образцах до начала их разгрузки, резко падает влияние схем анкерования на величину остаточной прочности пород, в то время как влияние того же показателя на снижение модуля спада остается наиболее существенным.

Анализ напряженного и деформационного состояния образцов при моделировании их разгрузки (удаление забоя от места установки анкеров) показал, что деформационное состояние достаточно точно соответствует напряженному состоянию $\mu_\sigma = \mu_\varepsilon$ [8]. Визуальный анализ состояния образцов после испытаний показал, что под некоторым углом к плоскости разгрузки (до 30°) образуются трещины сложного сдвига. Плоскости разрушения направлены под углом к максимальному сжимающему напряжению ($\sigma_2 = \sigma_3$), а в некоторых случаях почти параллельны плоскости разгрузки (кровле выработки). Разрушение образцов происходит, как правило, в виде отрыва или в комбинации отрыва со сдвигом.

Следует также отметить, что с ростом уровня гидростатического давления в армированных образцах, меняется и механизм их разрушения, проявляющийся в увеличении степени влияния сдвигающих деформаций при снижении влияния деформаций отрыва, что хорошо согласуется с результатами исследований [9]. Применение АПАС позволяет улучшить и другие механические характеристики пространственно армированных пород по сравнению с наиболее распространенной радиальной схемой расположения анкеров. Так, прочность на одноосное сжатие и растяжение увеличиваются до 1,3 раза; коэффициент сцепления – в 1,2 раза; угол внутреннего трения – на $2-4^{\circ}$, остаточную прочность – в 1,4–1,7 раза. Это позволяет сделать вывод о том, что размещение в массиве пространственной совокупности армирующих элементов изменяет ряд параметров, характеризующих его структурно-механические характеристики, создает препятствия разрушению и дает возможность управлять формированием вокруг выработки зоны разрушенных пород.

Получены предварительные данные (на основании аналитических расчетов и экспериментальных исследований), которые позволяют прогнозировать уменьшение на 20–40 % размеров зоны разрушения вокруг подготовительных выработок и величин ожидаемых смещений пород в 2–4 раза.

С целью проверки результатов лабораторных исследований и уточнения механизма деформирования породного массива, армированного пространственными анкерными системами, проводились шахтные инструментальные наблюдения в подготовительных выработках по пластам k_8^H , m_5^{1B} и m_4^0 шахты «Добропольская» [10,11,12].

Наблюдения за состоянием выработок и вмещающих пород проводились с момента их проведения. Состояние выработок оценивалось визуально, а характер деформирования вмещающих пород – путем наблюдения за смещениями глубинных реперов. Всего в выработках было оборудовано 23 замерных станции, наблюдения на которых осуществлялись в течение трех лет и в настоящее время продолжают. В результате был установлен следующий механизм деформирования породного массива, армированного анкерами. До момента начала ведения очистных работ, деформации контура выработки не значительные. Максимальные смещения кровли составляют до 180 мм, а боков – до 350 мм.

Очевидно, связано это с наличием в боках выработки слабых вмещающих пород. В целом, состояние выработки хорошее. Деформирование пород в глубине массива носит следующий характер. До момента включения анкеров в работу (2–8 суток) разрушения в кровле происходят от контура выработки на глубину до 0,5 м. Затем разрушаются породы в глубине массива, за пределами заанкерванной области.

Заанкерванная область пород практически не разрушается, а смещается единым блоком в сторону выработки. В боках выработки разрушения пласта и пород происходят на глубину до 2,5 м и проявляются в виде выдавливания

верхней пачки угля и пород непосредственной почвы пласта. При этом деформирование носит пластический характер.

На расстоянии 70–80 м впереди лавы происходит активизация смещений как в кровле, так и в боках выработки. Причем на расстоянии 30–40 м впереди очистного забоя начинается разрушение пород в пределах заанкерванной области в направлении от внешней ее границы в сторону контура. Этот процесс развивается по мере приближения лавы к замерной станции и завершается после прохода лавы. Разрушение заанкерванной области проявляется в виде расслоений, заколов на контуре выработки. Однако эта область не теряет своей несущей способности и продолжает смещаться в полость выработки единым блоком. Смещения контура кровли, при этом, в створе лавы не превышают 350 мм. На расстоянии 10–15 м позади лавы происходит разрушение деревянных стоек крепи за счет выдавливания боковых пород и плавное опускание заанкерванной области на выдавленную из боков выработку породу.

Полученные в результате исследований результаты положены в основу нормативного документа по использованию анкерного крепления для обеспечения устойчивости горных выработок. Предлагаемая в нем концепция взаимодействия анкерной крепи с массивом и механизм работы пространственных АПАС позволяют не только существенно расширить область применения этого вида крепи как самостоятельной конструкции, но и рассчитать его рациональные параметры, обеспечивающие при минимальном количестве анкеров максимальное использование несущей способности породного массива и устойчивость выработок с анкерным и комбинированным – рамно–анкерным креплением.

Библиографический список

1. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. – Изд. 4–е, дополненное. Л., 1986. – 222 с.
2. КД 12.01.01.201–98. Расположение, охрана и поддержание горных выработок при отработке угольных пластов на шахтах. Методические указания, 1998. – 149 с.
3. КД 12.01.01.501–98. Система обеспечения надежного и безопасного функционирования горных выработок с анкерным креплением. Общие технические требования.
4. СОУ–П10.1.05411357.010. Система обеспечения надежного и безопасного функционирования горных выработок с анкерным креплением. Общие технические требования, 2007. – 62 с.
5. **Кузнецов, Г. И.** Изучение проявлений горного давления на моделях. / Кузнецов Г. И., Будько М. Н., Филиппова А. А., Шклярский М. Ф. – Углетехиздат, 1959. – 151 с.

6. **Надаи, А.** Пластичность и разрушение твердых тел. / пер. с англ. Под ред. Г. С. Шапиро, Т.1. – М. : Иностранная литература, 1954. – 647 с.

7. **Глушко, В. Т.** Реология горного массива. / Глушко В. Т., Чередниченко В. П., Усатенко Б. С. – Киев : Наук. Думка, 1981. – 172 с.

8. **Алексеев, А. Д.** Разрушение горных пород в объемном поле сжимающих напряжений. / А. Д. Алексеев, В. Н. Ревва, Н. А. Рязанцев. – Киев : Наукова думка, 1989. – 168 с.

9. **Ревва, В. Н.** Экспериментальные исследования горных пород в условиях объемного неравнокомпонентного нагружения // Горнометаллургические проблемы Донбасса: Сб. научн. тр. / ДНТУ – Донецк: ИНФО. – 1995. – №1. – С. 46–58.

10. **Плетнев, В. А., Касьян, Н. Н., Петренко, Ю. А., Новиков, А. О., Сахно, И. Г.** Результаты внедрения анкерных систем для поддержания горных выработок на шахте «Добропольская» // Геотехнологии и управление производством XXI века. Монография в 2-х томах. ДонНТУ, ДЦНПГО, 2006. – С. 39–44.

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

12. **Новиков, А. О., Гладкий, С. Ю., Шестопапов, И. Н.** Об особенностях деформирования породного массива, вмещающего подготовительные выработки с анкерным креплением // Известия Донецкого горного института. – Донецк: ДонНТУ, 2008. – №1. – С. 120–129.

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 lane257
- Нескреба Д.А., Поляков П.И. (ГУ «ИФГП» г. Донецк)*
 Экспериментальная наработка разрушения слоистой структуры горного массива с использованием эквивалентных материалов264
- 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 хвостохранилищ283
- Степаненко Д.Ю. (научный руководитель – Дрипан П.С.)*
 Исследование результатов лабораторных исследований способа закрепления анкера методом прессовой посадки287
- 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 выработках296
- Якубовский С.С. (научный руководитель – Дрипан П.С.)*
 Предупреждение самовозгорания угля с помощью применения антипирогенов298

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