

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

№2 (2016)

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**по материалам республиканской научно-практической
конференции молодых ученых, аспирантов и студентов**

г. Донецк, 25-26 мая 2016 г.

Донецк
2016

УДК 622.001.76 (082)

И 66

Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых: сб. науч. труд. Вып. 2. / редкол.: Н. Н. Касьян [и др.]. – Донецк, 2016. – 313 с.

В сборнике представлены материалы научных разработок студентов, аспирантов и молодых ученых, которые обсуждались на Республиканской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 90-летию кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых». Материалы сборника предназначены для научных работников, инженерно-технических работников угольной промышленности, аспирантов и студентов горных специальностей.

Конференция проведена на базе Донецкого национального технического университета (г. Донецк) 25-26 мая 2016 г. Организатор конференции – кафедра разработки месторождений полезных ископаемых горного факультета ДонНТУ.

Редакционная коллегия:

Касьян Н.Н., д. т. н., проф., зав. кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых»;

Петренко Ю.А., д. т. н., проф., профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых»;

Новиков А.О., д. т. н., проф., профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых»;

Стрельников В. И., к. т. н., проф., профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых»;

Соловьёв Г.И., к. т. н., доц., доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых»;

Касьяненко А.Л., ассистент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых».

Компьютерная верстка: Моисеенко Л. Н., ведущий инженер кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых».

Контактный адрес:

Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Артема, 58, ДонНТУ, 9-й учебный корпус, каф. «Разработка месторождений полезных ископаемых» к. 9.505., тел. (062) 301-09-29, 300-01-46, E-mail: rpm@mine.dgtu.donetsk.ua

УДК 622.281.74

О ДЕФОРМИРОВАНИИ ПОРОДНОГО МАССИВА, ВМЕЩАЮЩЕГО ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ВЫРАБОТКИ С АНКЕРНЫМ КРЕПЛЕНИЕМ

Голод Е.М., студент (ГОУ ВПО «ДонНТУ», г. Донецк)*

Описаны результаты шахтных наблюдений за смещениями породного массива, вмещающего подготовительные выработки с анкерным креплением

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Угольная промышленность – одна из ведущих отраслей народного хозяйства, важнейшая задача, которой в условиях рыночной экономики состоит в повышении эффективности производства и снижении себестоимости продукции. Одним из приоритетных направлений снижения затрат на добычу угля является внедрение новых технологий с использованием анкерной крепи.

Ограниченное использование анкерного крепления на угольных шахтах Украины (объем применения составляет не более 70 км), объясняется с одной стороны недоверием работников шахт к этому виду крепи за непредсказуемость ее работы, отсутствием опыта эксплуатации и контроля за состоянием крепления, не достаточным пониманием ее роли в процессе поддержания выработки, а с другой стороны – отсутствием нормативной базы, позволяющей с учетом конкретной геомеханической ситуации и опыта использования, обосновано принять его параметры.

В связи с выше изложенным, исследования закономерностей деформирования породного массива, вмещающего выработки с анкерным креплением для обоснования его рациональных параметров, являются актуальной задачей. Они проводятся в рамках тематического плана научно-исследовательских работ Министерства образования и науки Украины по госбюджетной теме Д8-08 «Разработка проекта нормативного документа по использованию анкерного крепления для обеспечения устойчивости горных выработок глубоких шахт» (№ госрегистрации №0107U012803) в Государственном Высшем Учебном Заведении «Донецкий Национальный технический университет».

Анализ исследований и публикаций. В научно-технической литературе представлено большое количество работ, посвященных изучению характера взаимодействия различных конструкций крепи (в том числе и ан-

* Научный руководитель – к.т.н. Шестопапов И.Н.

керной) с массивом. Это работы А.П. Широкова, В.Т. Глушко, А.А. Борисова, Н.И. Мельникова, Л.М. Ерофеева, А.Н. Зорина, Б.К. Чукуна, А.В. Ремезова, И.А. Юрченко, А.Н. Шашенко, В.В. Виноградова, А. Югона, А. Коста и др.

В них достаточно глубоко исследованы механизм формирования нагрузки на рамные крепи, особенности и закономерности деформирования вмещающего выработки массива. Однако, в работах, посвященных анкерному креплению, в основном рассмотрены вопросы конструкции анкеров, технологии их возведения и расчета параметров. При этом анкера рассматриваются как несущие конструкции, без учета особенностей их взаимодействия с вмещающим массивом.

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.

Задачей данных исследований являлось установление особенностей деформирования породного массива, вмещающего подготовительные выработки с анкерным креплением.

Основные результаты. Исследования проводились в подготовительных выработках шахты «Добропольская», имеющей многолетний опыт применения анкерных крепей.

Шестой южный конвейерный штрек пласта m_5^{1b} горизонта 450 м длиной 1540 м проводился комбайном КПД-32. Первые 100 м выработки закреплены металлической арочной податливой крепью КМП-А3/11,2. На пласте m_5^{1c} применяется столбовая система разработки. Лавы отрабатываются по простиранию. Длина лав до 250 метров. Стратиграфическая колонка пласта m_5^{1c} представлена на рис. 1.

Непосредственная (она же основная) кровля пласта представлена алевролитом, малоустойчивым БЗ. Выше залегает песчаник средней крепости. Еще выше залегает аргиллит средней крепости, малоустойчивый (БЗ).

Угольный пласт m_5^{1c} состоит из 2-3-х угольных пачек, общей мощностью от 1,10 до 1,40 м, прочностью на сжатие 15 МПа. Угол падения пласта – 10 градусов.

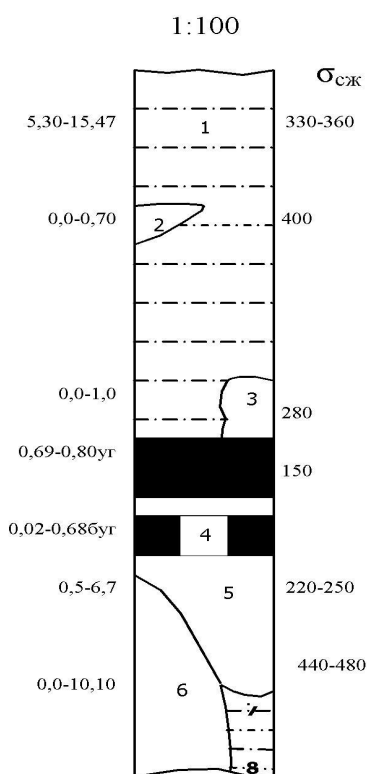


Рис.1. Стратиграфическая колонка пласта m_5^{1c}

Непосредственно в почве пласта залегают аргиллит средней крепости, среднеустойчивый (П2). Основная почва пласта – песчаник средней крепости.

Средняя скорость проведения выработки – 280 м/мес. Плотность установки анкеров – 1,0 анк/м². Сечение выработки – прямоугольное. Сталеполимерные анкеры длиной 2,4 м устанавливались в забое под подхват, изготовленный из СВП-22 длиной 4,0 м. Паспорт крепления выработки показан на рис.2. Выработка пройдена с нижней подрывкой. В течение наблюдений замерные станции находились вне зоны влияния очистного забоя.

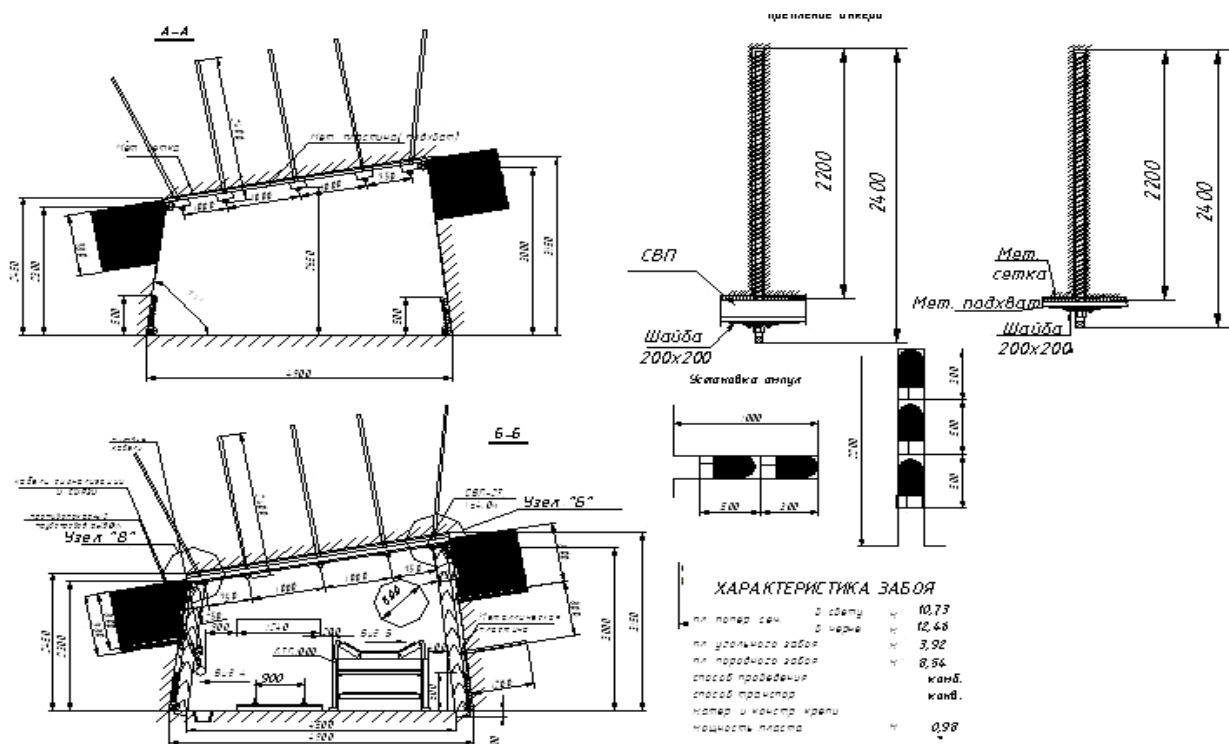


Рис.2. Паспорт крепления выработки

Общий вид и схема заложения реперов на замерной станции изображены на рис.3, а выкопировка из плана горных выработок с указанием мест установки станций – на рис.4. В кровле и боках выработки, в пределах пикетов 39, 49 и 58 было заложено 6 комплексных замерных станций, оборудованных глубинными и контурными реперами.

Каждая станция представляла собой 3 скважины глубиной до 7 м, пробуренные в кровлю и бока выработки, оборудованные глубинными реперами, и один контурный репер в почву выработки. Расстояние между центрами глубинных реперов в скважине составляло от 0,3 до 0,5 м. Замеры выполнялись в соответствии с методикой [1].

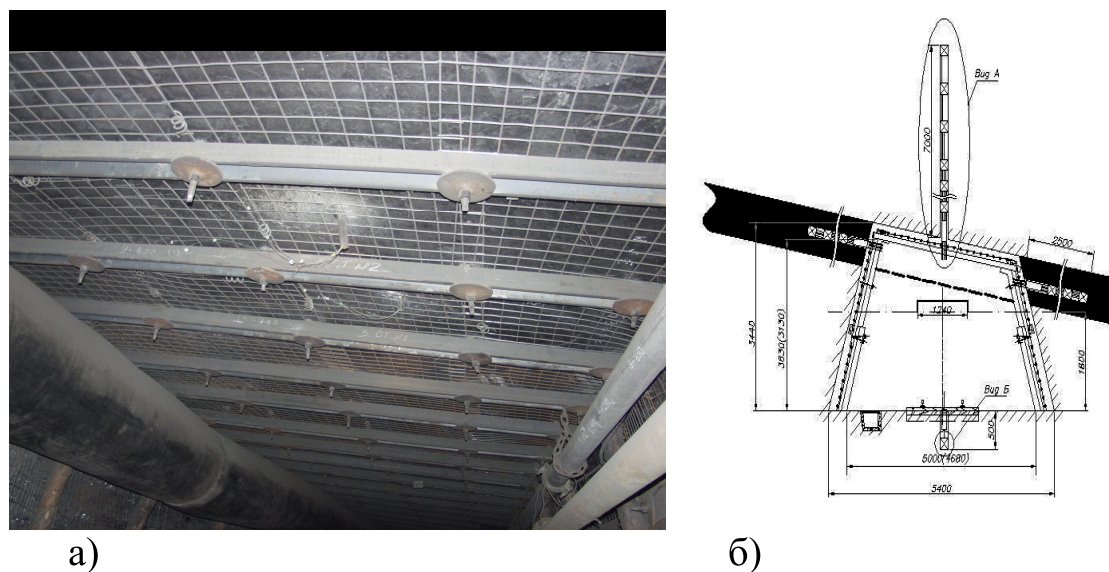


Рис. 3. Общий вид (а) и схема размещения реперов (б) на комплексных измерительных станциях в шестом южном конвейерном штреке пласта m_5^{16} гор. 450 м

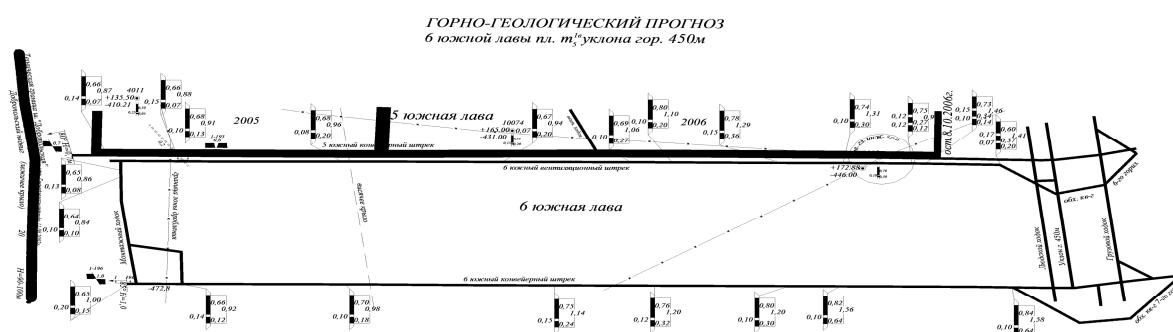


Рис.4. Выкопировка из плана горных выработок по пласту m_5^{16}

Породы, на участке скважины между глубинными реперами считались разрушенными, если величина относительных деформаций (коэффициента разрыхления пород) превышала предельное значение (согласно исследованиям проф. И.Л. Черняка [2] предельные относительные деформации для сланца составляют 3×10^{-2} ($k_p=1,03$)). С целью изучения процесса развития деформаций во вмещающую выработку массиве, строились графики смещений глубинных реперов в направлении от контура выработки вглубь массива, а также графики изменения коэффициента разрыхления на участках между реперами (рис. 5-6). Поскольку характер смещений реперов на измерительных станциях существенно не отличается, приведем наиболее характерные из них.

Анализ графиков смещений глубинных реперов на измерительных станциях показывает, что разрушения в кровле произошли на 239-249 сутки наблюдений на участках скважин, удаленных соответственно на 2-3 и 6-7

м от контура выработки. На остальных участках скважин разрушения пород не происходили. В кровле, в пределах участков скважин, находящихся в заанкероанном слое пород, смещения происходили с относительными деформациями значительно меньше предельных ($3 \times 10^{-3} - 13 \times 10^{-3}$).

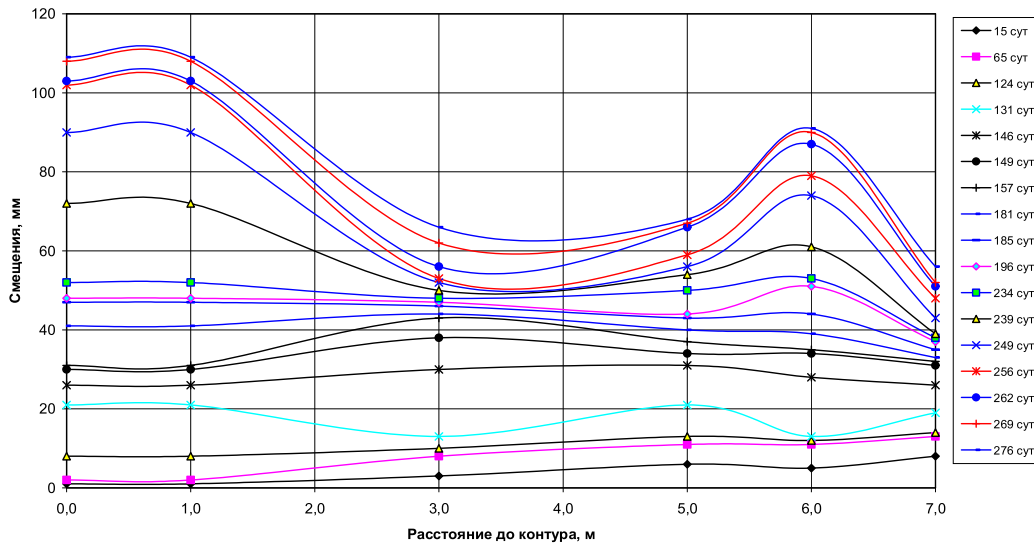


Рис.5. Графики смещений глубинных реперов в кровле на замерной станции №2

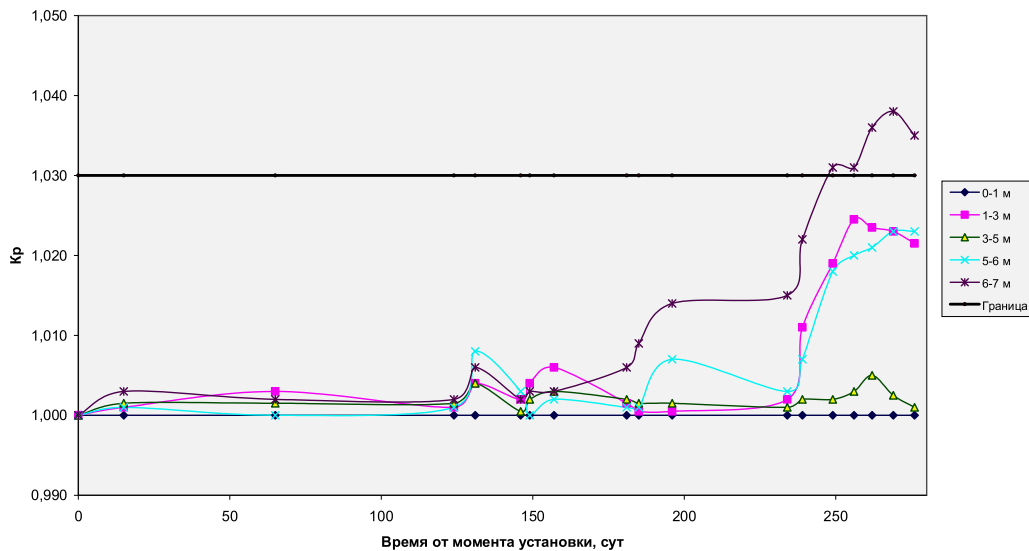


Рис.6. Графики изменения коэффициента разрыхления на участках между глубинными реперами в кровле во времени на замерной станции №2

Деформирование пород в боках выработки началось значительно раньше и протекало более интенсивно. Так, на пятнадцатые сутки наблюдений, породы удаленные на 0,5-2,5 м от контура были разрушены, при этом. Смещения боков составляли 28-34 мм. В дальнейшем происходило

развитие деформаций вглубь массива с увеличением коэффициента разрыхления в пределах уже разрушенных участков скважин.

За период наблюдений 276 суток смещения контура на замерных станциях составили: 109-179 мм со стороны кровли и 185-365 мм – со стороны боков выработки.

Выводы. В результате выполненных исследований [3,4,5] были установлены следующие особенности деформирования вмещающих пород. До момента начала ведения очистных работ деформации контура выработки не значительные. Максимальные смещения кровли составляют до 180 мм, а боков – до 365 мм. 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, при этом, наибольшие смещения породного обнажения в кровле выработки наблюдаются посередине пролета (происходит плавный прогиб), а вблизи стенок – образуются пластические шарниры. 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. Очевидно, это связано с наличием в боках выработки слабых вмещающих пород. При этом деформирование носит пластический характер.

Библиографический список

1. **Методические указания** по исследованию горного давления на угольных и сланцевых шахтах. – Л.: ВНИМИ. – 1973. – 102с.
2. **Черняк И.Л.** Повышение устойчивости подготовительных выработок. – М.: Недра, 1993. – 256с.
3. **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.
4. **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.
5. **Новиков А.О., Гладкий С.Ю., Шестопалов И.Н.** Об особенностях деформирования породного массива, вмещающего подготовительные выработки с анкерным креплением //Известия Донецкого горного института. – Донецк: ДонНТУ, 2008. – №1. – С.120-129.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Азарков А.В. (научный руководитель Соловьев Г.И.)</i> Способ продольно-балочного усиления арочной крепи конвейерного штрека на шахте им. М.И. Калинина.....	5
<i>Бабак Б.Н. (научный руководитель Дрипан П.С.)</i> Об основных требованиях к технологии ведения горных работ на пластах угля, склонных к самовозгоранию.....	9
<i>Быков В.С., Капуста В.И. (научный руководитель Фомичев В.И.)</i> Методика проведения эксперимента по разработке и внедрению технологической схемы безлюдной выемки угля.....	12
<i>Васильев Г.М. (научный руководитель Дрипан П.С.)</i> Опыт внедрения анкерной крепи на шахте «Добропольская» шахтоуправления «Добропольское» ООО ДТЭК «Добропольеуголь».....	16
<i>Вячалов А.В., Белоусов В.А. (научн. рук. Выговский Д.Д., Выговская Д.Д.)</i> Основные требования к информации проектирования угольных шахт....	20
<i>Гаврилов Д.И. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> Исследование механизма деформирования породного массива, армированного пространственными анкерными системами.....	24
<i>Гаврилов Д.И. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> Исследования деформирования породного массива, вмещающего подготовительные выработки с анкерным креплением.....	27
<i>Гаврилов Д.И. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> Об особенностях деформирования подготовительных выработок на шахте «Степная» ПАО «ДТЭК «Павлоградуголь».....	29
<i>Гармаш А.В.</i> Проблемы вентиляции глубоких горизонтов шахт восточного Донбасса на примере филиала «Шахта «Комсомольская» ГУП «Антрацит».....	35
<i>Геков А.Ю., Краснов Д.С. (научный руководитель Стрельников В.И.)</i> Об оптимальной величине податливости крепи магистрального штрека.....	43
<i>Геков А.Ю., Краснов Д.С. (научный руководитель Стрельников В.И.)</i> О подготовке выемочных участков при погоризонтной подготовке выбросоопасных пластов.....	48

<i>Гнидаш М.Е. (научный руководитель Соловьев Г.И.)</i>	
Применение продольно-балочной крепи усиления в условиях шахты им. А.А.Скочинского	55
<i>Голод Е.М. (научный руководитель Шестопалов И.Н.)</i>	
Методика определения метаноносности угольных пластов	60
<i>Голод Е.М. (научный руководитель Шестопалов И.Н.)</i>	
О деформировании породного массива, вмещающего подготовительные выработки с анкерным креплением	70
<i>Гонтаренко О.И. (научный руководитель Подтыкалов А.С.)</i>	
Совершенствование технологии ведения монтажно-демонтажных работ в очистных забоях пласта l_3 шахты "Ждановская"	76
<i>Добронос В.И. (научный руководитель Новиков А.О.)</i>	
Исследование влияния угла залегания пород и глубины анкерования на устойчивость выработок с анкерным креплением	86
<i>Добронос В.И. (научный руководитель Новиков А.О.)</i>	
Исследование особенностей деформирования пород на контуре подготовительных выработок, закрепленных анкерной крепью	89
<i>Добронос В.И. (научный руководитель Новиков А.О.)</i>	
О деформировании кровли в монтажных печах с анкерным креплением	91
<i>Должиков П.Н., Рыжикова О.А., Пронский Д.В., Шмырко Е.О.</i>	
Исследования консолидации грунтов нарушенного сложения вязкопластичным раствором	95
<i>Дрох В.В., Марюшенков А.В., (научн. рук. Ворхлик И.Г., Выговская Д.Д.)</i>	
Мероприятия по уменьшению величин смещения пород в подготовительных выработках	101
<i>Зеленюк В.О. (научный руководитель Новиков А.О.)</i>	
Анализ существующих решений, направленных на повышение устойчивости крепи в подготовительных выработках	108
<i>Зеленюк В.О. (научный руководитель Новиков А.О.)</i>	
Опыт поддержания подготовительных выработок рамными конструкциями крепи и перспективы их развития	113
<i>Зеленюк В.О. (научный руководитель Новиков А.О.)</i>	
О своевременности применения способов охраны горных выработок	121
<i>Золотухин Д.Е. (научный руководитель Фомичев В.И.)</i>	
Перспективы разработки подземной газификации угля	127

- Зябрев Ю.Г. (научный руководитель Касьян Н.Н.)*
Влияние формы выработки на интенсивность пучения пород почвы 133
- Иванюгин А.А. (научный руководитель Касьяненко)*
Использование шахтного метана на горнодобывающих предприятиях донецкого бассейна в качестве топливно-энергетического ресурса 138
- Иващенко Д.С. (научный руководитель Шестопалов И.Н.)*
О динамике развития зоны разрушенных пород вокруг горных выработок 144
- Иващенко Д.С. (научн. рук. Соловьев Г.И., Голембиевский П.П.)*
Особенности охраны подготовительных выработок глубоких шахт породными полосами 150
- Квич А.В. (научный руководитель Касьян Н.Н.)*
Обоснование параметров нового способа закрепления анкера 156
- Козлитин А.А., Лебедева В.В., Непочатых И.Н.*
Цементно-минеральная смесь для возведения несущих околоштрековых полос гидромеханическим способом 160
- Кудрянов С.И. (научный руководитель Касьян Н.Н.)*
Перспективы использования охранных сооружений выемочных выработок, возводимых из рядовой породы 168
- Мошин Д.Н., Гончар М.Ю. (научн. рук. Выговская Д.Д., Выговский Д.Д.)*
Подходы и методы по выбору рациональной технологии ведения очистных работ 171
- Муляр Р.С. (научный руководитель Соловьев Г.И.)*
Обеспечение устойчивости подготовительных выработок продольно-балочным усилением комплектов основной крепи на шахте «Южнодонецкая №3» 179
- Палейчук Н.Н., Рыжикова О.А., Шмырко Е.О.,*
Об адаптации шахтных крепей к асимметричным нагрузкам со стороны пород кровли 183
- Пождаев С.В., Шмырко Е.О.*
О возможности внедрения бурошнековой технологии при отработке пластов антрацитов в зонах развития русловых размывов 189
- Поповский А.А. (научный руководитель Новиков А.О.)*
Анализ условий отработки пластов на шахтах Донецко-Макеевского района Донбасса с целью обоснования области возможного применения анкерного крепления в подготовительных выработках 198

- Поповский А.А. (научный руководитель Новиков А.О.)*
Обоснование схем размещения анкеров при наличии вокруг выработки зоны разрушенных пород..... 201
- Поповский А.А. (научный руководитель Новиков А.О.)*
Об особенностях деформирования пород в монтажных ходках, поддерживаемых комбинированными крепями 204
- Пометун А.А., Русаков В.О., (научный руководитель Соловьев Г.И.)*
Обеспечение устойчивости конвейерных штреков симметричным расположением замков основной крепи относительно напластования пород 209
- Самоделов В.А. (научный руководитель Петренко Ю.А.)*
Совершенствование методики расчета нагрузки на арочную податливую крепь 214
- Резник А.В., Самоделов В.А. (научный руководитель Петренко Ю.А.)*
Способы повышения устойчивости выработок, закрепленных арочной податливой крепью..... 216
- Сергеенко М. Ю. (научный руководитель Касьяненко А.Л.)*
Маркетинговое управление горными предприятиями..... 221
- Сибилева Н.А., Адамян К.К., Семенцова Т.С. (научн. рук. Стрельников В.И.)*
Использование компьютерных программ при курсовом проектировании .. 230
- Сивоконь М. А. (научный руководитель Касьяненко А.Л.)*
Перспективы применения технологии безлюдной выемки угля на шахтах Донбасса 234
- Резник А.В., Скачек А.В., (научный руководитель Петренко Ю.А.)*
Исследования влияния угла залегания пород на работоспособность арочной крепи..... 240
- Скачек А.В. (научный руководитель Петренко Ю.А.)*
Новый способ поддержания горных выработок..... 245
- Смага И.А. (научный руководитель Дрипан П.С.)*
Изучение мирового опыта, технических особенностей и характеристик анкерных крепей..... 247
- Степаненко Д.Ю. (научный руководитель Соловьев Г.И.)*
Применение комбинированной крепи усиления в условиях шахты им. Е.Т. Абакумова 258
- Сылка И.В. (научный руководитель Подтыкалов А.С.)*
О подготовке и порядке отработки пластов на новом горизонте 1080 м шахты им. Ленина ПО «Артемуголь»..... 263

<i>Христофоров И.Н. (научный руководитель Шестопалов И.Н.)</i>	
Исследования влияния усиления рамной крепи анкерами на процесс формирования вокруг выработки зоны разрушенных пород	275
<i>Резник А.В., Щедрый А.Г. (научный руководитель Петренко Ю.А.)</i>	
Обоснование длины разгрузочной щели для улучшения работы узлов арочной крепи	283
<i>Щедрый А.Г. (научный руководитель Петренко Ю.А.)</i>	
Сооружение и поддержание горных выработок в зонах влияния геологических нарушений	288
<i>Юрченко Р.А., Бабак Б.Н. (научный руководитель Соловьев Г.И.)</i>	
Обеспечение устойчивости вентиляционных штреков при сплошной системе разработки	290
<i>Якубовский С.С. (научный руководитель Соловьев Г.И., Касьяненко А.Л.)</i>	
Особенности механизма выдавливания прочной почвы конвейерного штрека в условиях шахты им. М.И. Калинина	297

Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых

Сборник научных трудов кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУВПО «ДонНТУ»

Статьи в сборнике представлены в редакции авторов

Подписано к печати 24.05.2016 г. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. 19,63. Печать лазерная. Заказ № 489. Тираж 300 экз.

Отпечатано в «Цифровой типографии» (ФЛП Артамонов Д.А)
г. Донецк. Тел.: (050) 886-53-63

Свидетельство о регистрации ДНР серия АА02 № 51150 от 9 февраля 2015 г.