

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 622.323

МЕРОПРИЯТИЯ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ВЕЛИЧИН СМЕЩЕНИЯ ПОРОД В ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Дрох В.В., Марюшенков А.В., студенты гр. РПМ-126*
(ГОУ ВПО «ДонНТУ», г. Донецк)

В статье приведены возможные мероприятия по уменьшению смещению пород в подготовительных выработках схематическое выполнение усиления крепи и уменьшения смещений и порядок определения затрат на проведение предложенных мероприятий.

Ключевые слова: пласт, подготовительная выработка, крепь, анкерование, забутовка, крепь усиления, предварительный распор, взрывоцелевая разгрузка.

Для разработки мероприятий по уменьшению величин смещения пород проведен был обзор возможных мероприятий по активному управлению состоянием горного массива. К ним относятся:

1. Установка крепи усиления в участковых выработках.

Крепь усиления представляет собой металлические податливые стойки трения или гидравлические. Устанавливаются по центру выработки или относятся к одному из боков выработки под раму крепи с использованием специальной насадки или под деревянный или металлический прогон (рис. 1).

Место установки стоек определяется технологией ведения работ, но обязательно соблюдение зазоров, определенных ПБ.

По длине выработки крепь усиления на участках l_1 – впереди первого очистного забоя, l_2 – позади первого очистного забоя и l_3 – впереди второго очистного забоя. Величины l_1 , l_2 и l_3 определяются главным образом глубиной расположения выработки и характеристикой кровли по обрушаемости [1, 2, 3].

2. Анкерование кровли и боков выработки (рис. 2)

Наиболее эффективны металлические анкеры длиной 2м, закрепленные по всей длине быстротвердеющим химическим составом. Схема расположения анкеров должна быть увязана с шагом установки основной крепи. Анкерование производится при проведении выработки на расстоянии нескольких десятков метров от ее забоя.

3. Применение рамно-анкерной крепи (рис. 3)

* Научные руководители – к.т.н., доц. Ворхлик И.Г., к.т.н., доц. Выговская Д.Д.

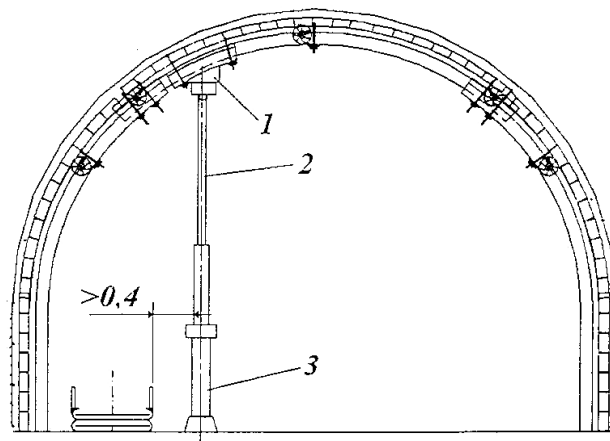


Рис. 1. Установка крепи усиления в участковой выработке: 1 – спец-верхняк с опорой; 2 – удлиненная насадка УГД-3; 3 – гидростойка

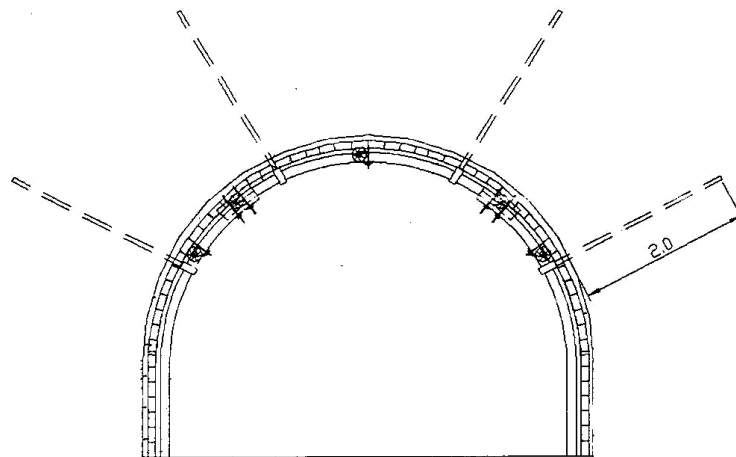


Рис. 2. Анкерование кровли и боков выработки

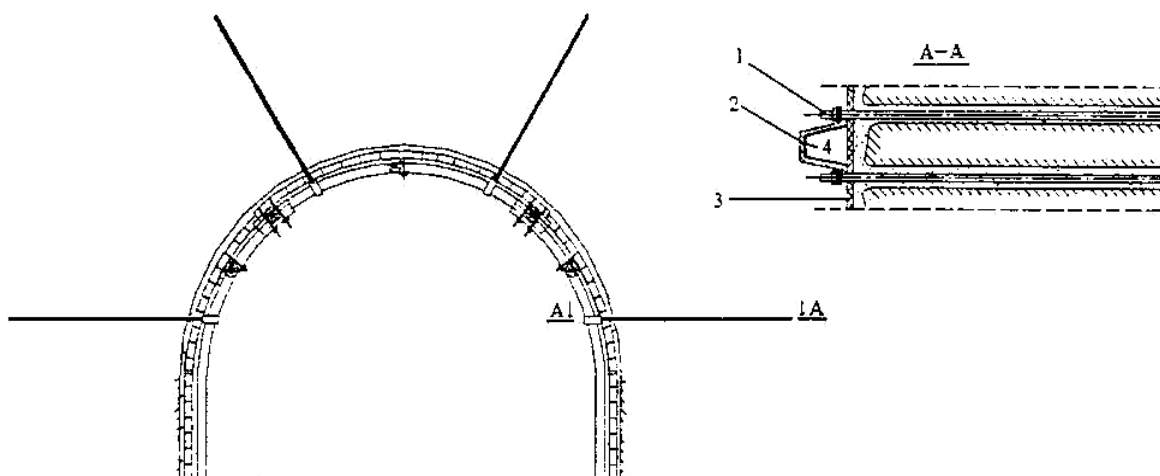


Рис. 3. Применение рамно-анкерной крепи: 1 – анкер из арматурной стали; 2 – фигурная планка; 3 – затяжка; 4 – металлическая крепь

Арочная крепь возводится обычным способом. Анкеры устанавливаются через отверстия в фигурных планках вначале в кровле, а затем в боках выработки. Анкерование завершается на расстоянии не более 6 м от забоя проводимой выработки.

4. Механизированная забутовка закрепного пространства.

Производится в процессе возведения крепи забутовочными машинами МЗ-3, МЗ-6м, ЗК-1. Подача забутовочного материала по горизонтали до 150м, по вертикали – до 8м.

5. Тампонаж закрепного пространства

Производится в процессе возведения крепи твердеющими смесями на основе вяжущих: цемент, природный ангидрид, фосфогипс. Для приготовления смеси и подачи ее в закрепное пространство применяют машины СО-149 «Монолит»-2(3), ПБМ-2Э, СБ-67, СО-49Б, СО-85А.

6. Предварительный распор основной крепи (рис. 4)

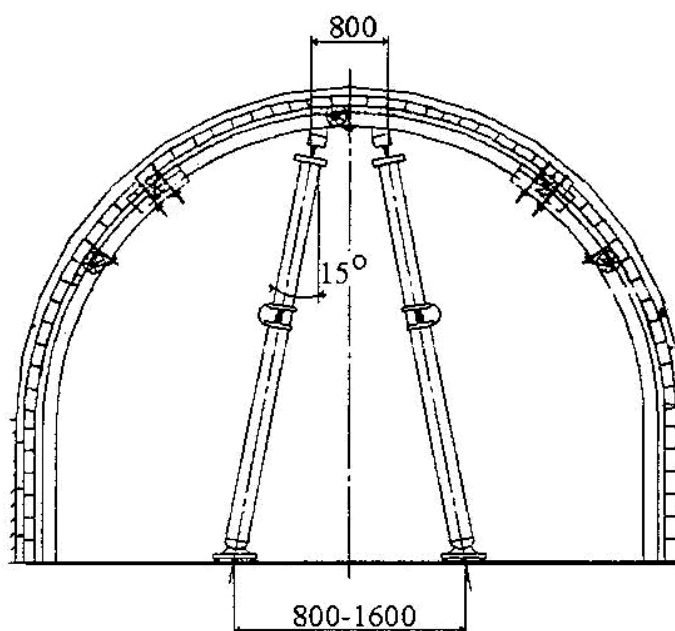


Рис. 4. Предварительный распор основной крепи

Производится с помощью гидростоек в процессе возведения крепи. Гидростойки одним концом устанавливаются под кронштейн, а другим – на металлические подкладки, уложенные на почву выработки.

7. Упрочнение пород кровли и боков выработки нагнетанием вяжущих веществ.

Производится на расстоянии 15-60м от забоя выработки. Работы ведутся в два этапа: сначала тампонируют закрепное пространство песчано-цементным раствором, а затем через 7-10 суток через шпуров длиной 2-3м

(из расчета 1 шпур на 2-2,5м² площади породных обнажений в выработке) нагнетают цементный раствор под давлением 15 МПа.

8. Отсечное торпедирование над искусственным сооружением

Скважины бурят из выработки до подхода лавы. Минимальное расстояние от забоя лавы до места торпедирования – 30м. Расстояние между скважинами – 2-5м.

9. Анкерование почвы в момент проведения выработки

Производится деревянными или стеклопластиковыми анкерами (реже металлическими) длиной около 2 м с закреплением их по всей длине бетоном или полимером или с помощью замков в забое шпура. Анкеры располагаются на равном расстоянии друг от друга. У боков выработки анкеры устанавливаются с некоторым отклонением от вертикали в сторону массива.

10. Применение замкнутых рамных крепей ДонУГИ.

Могут применяться металлические кольцевые податливые крепи КМП-К4 и КМП-К6. Но целесообразны лишь в выработках, проведенных в слабых породах при наличии значительного всестороннего давления или пучащих пород в почве и сроке службы выработки более 2-х лет.

11. Активная разгрузка почвы с последующим ее упрочнением (АРПУ) (рис. 5).

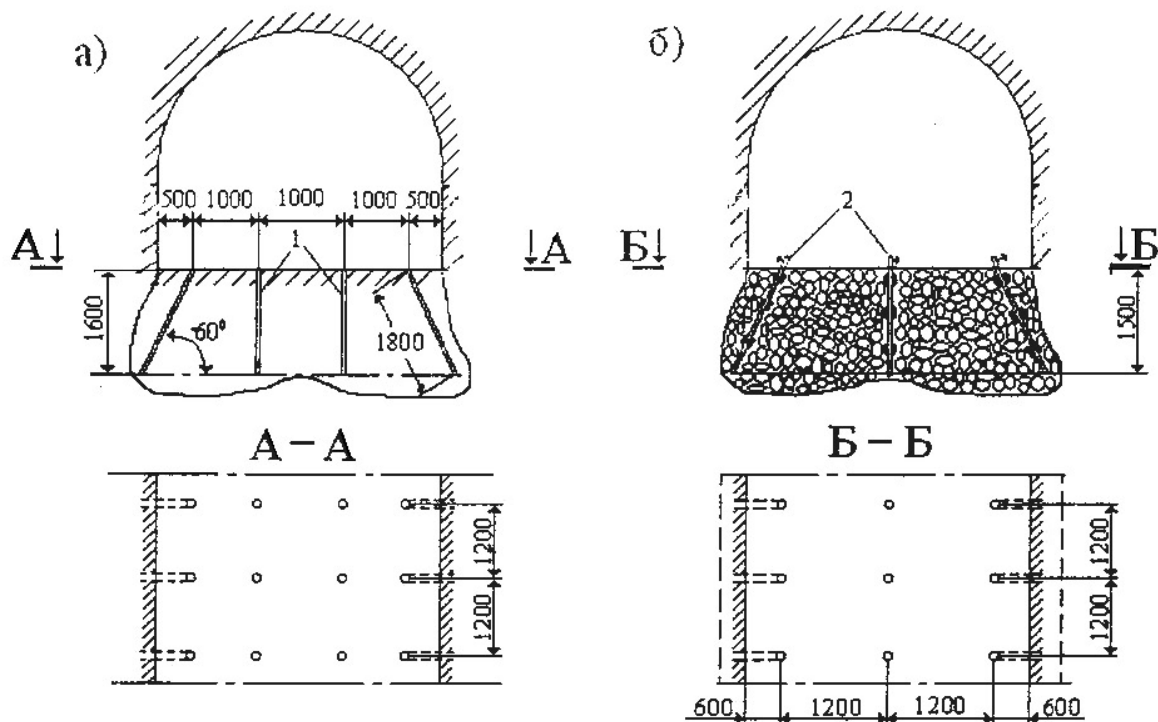


Рис. 5. Активная разгрузка почвы с последующим ее упрочнением (АРПУ): а – первый этап; б – второй этап; 1 – разгрузочные шпуры; 2 – инъекционные скважины.

Проводиться с отставанием от забоя выработки не более 10 м. Число шпуров для разгрузки 0,8-1,0 шт./м² площади почвы выработки, глубины шпура 1,6-1,8 м, величина зазора ВВ в каждом шпуре 1-2 патрона.

Число инъекционных скважин – 75% числа шпуров для разгрузки. Нагнетается песчано-цементный раствор.

12. Взрывощелевая разгрузка почвы (ВЩР)

Основные параметры способа указаны на рис. 6.

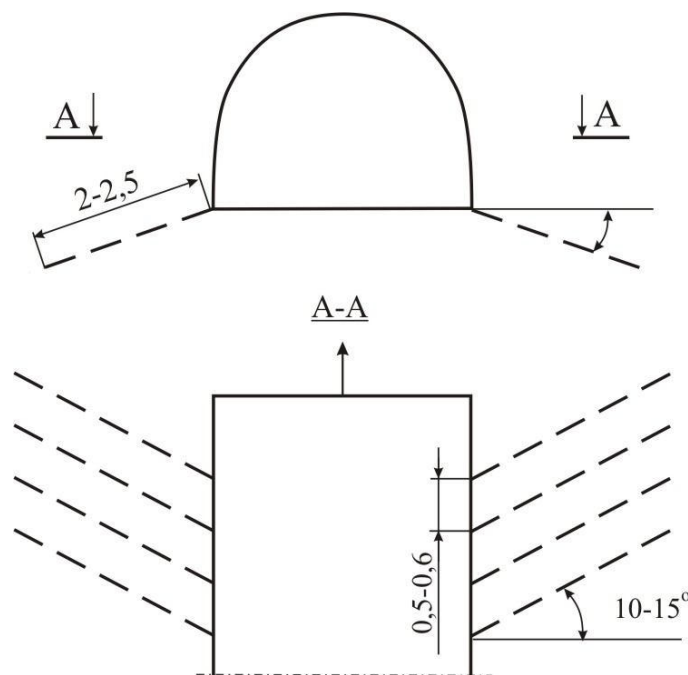


Рис. 6. Двусторонняя взрывощелевая разгрузка почвы

В шпурах производится комфлетное взрывание ВВ массой 0,3-0,6 кг. Работа производится в непосредственной близости от проходческого забоя.

13. Скважинная разгрузка массива от повышенного горного давления. Производится бурением разгрузочных скважин в боках (боку) выработки по пласту. Длина скважин 8-10 м, диаметр 250-400 мм, расстояние между ними 0,8-1 диаметра скважины. В связи с тем, что мощность пласта $m_3 > 1,2$ м, то потребуется бурение скважин в 2 ряда. Скважины бурятся станками типа «Старт».

Анализ вышеизложенных мероприятий по уменьшению смещений кровли позволяет сделать заключение, что при сравнительной технологической простоте эффективными и достаточными в условиях пласта m_3 в обоих случаях подготовки выемочных полей (при повторном использовании выработок и проведением выработок вприсечку к выработанному пространству) могут считаться установка крепи усиления (уменьшает

смещения пород в зоне временного опорного давления $U_1(U_2)$ в 1,3-2 раза), анкерование кровли и боков выработки (коэффициент уменьшения смещения – 0,8), предварительный распор основной крепи (уменьшает смещение кровли U_k в 1,2 раза). По этим же соображениям эффективными мероприятиями по уменьшению смещений почвы выработки следует признать установку крепи усиления, анкерование почвы в момент проведения выработки (коэффициент уменьшения U_n – 0,8), взрывощелевая разгрузка почвы (уменьшает U_n в 2 раза).

Анализ затрат на проведение мероприятий показывает, что камуфлетное взрывание и упрочнение почвы песочно-цементным раствором в 2-3 раза дороже, чем взрывощелевая разгрузка.

Применение рамно-анкерной крепи – сложно, а коэффициент уменьшения U_k не превышает 0,7-0,8. Механизированная забутовка и тампонаж закрепного пространства уменьшает U_k в 1,25 раза, а отсечное торпедирование – в 1,2 раза. Применение замкнутых рамных крепей в целом эффективно, но дорого. То же, но еще в большей степени и активная разгрузка почвы с ее последующим упрочнением (АРПУ). Скважинная разгрузка, как было уже отмечено, уменьшает смещение почвы U_n в 2,3 раза, но увеличивает смещение кровли U_k на половину диаметра разгрузочной скважины. Кроме того, в перебуренной скважинами части угольного массива шириной 8-10 м происходит интенсивное растрескивание пород кровли, что в значительной мере осложняет очистную выемку при отработке следующей лавы.

Анализируя и обобщая вышеизложенное приходим к выводу, что в условиях (на примере пласта m_3) в целях уменьшения величины смещения боковых пород в подготовительных выработках следует рекомендовать применение крепи усиления с параметрами $l_1 = 25$ м, $l_2 = 65$ м, $l_3 = 35$ м, предварительный распор основной крепи, качественную забутовку дробленой породой закрепного пространства и взрывощелевую разгрузку почвы. При этом в каждом конкретном случае (при изменении горно-геологических условий, а, следовательно, и величин смещения боковых пород) следует применять мероприятия по уменьшению смещений исходя из общих, выше изложенных, положений и на основании технико-экономического обоснования рационального варианта. В качестве критерия сравнения вариантов рекомендуется величина удельных эксплуатационных затрат (руб./т), представляющая собой отношение суммы учитываемых эксплуатационных затрат на проведение мероприятий к промышленным запасам угля в пределах выемочного поля.

$$C_3 = \frac{\sum C}{Z_{\text{пр}}} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $\sum C$ – сумма учитываемых эксплуатационных затрат на проведение мероприятий, руб.;

$Z_{\text{пр}}$ – величина промышленных запасов в выемочном поле, т.

Наиболее приемлемыми и конкурентоспособными способами подготовки выемочных полей в условиях доработки пласта m_3 является способ подготовки выемочных полей с повторным использованием выработок при их охране односторонними бутовыми полосами и способ подготовки путем проведения выработок вприсечку к выработанному пространству после полной отработки верхней лавы.

В качестве мероприятий по уменьшению смещений пород в подготовительных выработках, обеспечивающих нахождение выработок в нормальном эксплуатационном состоянии, рекомендуется принять: установку крепи усиления, предварительный распор основной крепи, качественную забутовку закрепного пространства и взрывощелевую разгрузку почвы.

При изменении горно-геологических условий, а, следовательно, и величин смещений боковых пород, следует принять целесообразные в этих условиях мероприятия по их уменьшению, руководствуясь общими и частными положениями, изложенными в 8.4, а также пересмотреть, при доказательной необходимости, и собственно способ подготовки выемочных полей.

Библиографический список

1. **Указания** по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. Издание 4-е, дополненное. – Л.: ВНИМИ, 1986. – 221с.
2. **Охрана и ремонт** горных выработок (под ред. К.В. Кошелева). – М., «Недра», 1990. – 218с.
3. **Методические указания** к курсовому и дипломному проектированию по курсу «Управление состоянием породного массива» (раздел «Подготавливающие и участковые выработки») для студентов специальности 7.090301 всех форм обучения. – Донецк, 2002, – 102с.

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.