

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 622.28.044:622.261.2

О СВОЕВРЕМЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБОВ ОХРАНЫ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Зеленюк В.О., студент (ГОУ ВПО «ДонНТУ», г. Донецк)*

Угольная промышленность – одна из ведущих отраслей народного хозяйства, важнейшая задача, которой в условиях рыночной экономики состоит в повышении эффективности производства, снижении себестоимости продукции. Большим резервом повышения эффективности работы угольных шахт является совершенствование способов крепления и поддержания горных выработок, поскольку в себестоимости одной тонны угля до 45 % занимают затраты на поддержание.

Применяемая в настоящее время металлическая арочная податливая крепь, которой закреплено до 90 % протяженности поддерживаемых горных выработок, практически исчерпала свои возможности и не обеспечивает устойчивое состояние выработок на больших глубинах и в сложных горно-геологических условиях. В настоящее время до 25-30 % поддерживаемых выработок ремонтируются с затратами на ремонт до 15,0 тыс.грн./м. Существенно улучшить состояние выработок можно путем применения дополнительных мероприятий (нагнетание скрепляющих растворов, анкерование и др.), позволяющих управлять напряженно-деформированным состоянием массива и использовать его несущую способность. Вместе с тем, опыт применения таких мероприятий (в частности рамно-анкерной крепи) показывает, что технический эффект существенно зависит от своевременности их реализации. Как показывают проведенные исследования[1], выполнение локальных дополнительных мероприятий, направленных на повышение устойчивости выработок после образования зоны разрушенных пород на глубину более половины ширины выработки, технически неэффективно. Так, в настоящее время отсутствуют научно обоснованные рекомендации по определению времени и места установки анкеров относительно проходческого забоя. В этой связи установление особенностей формирования вокруг выработок зоны разрушенных пород во времени является весьма актуальной задачей.

В научно-технической литературе представлено большое количество работ, посвященных изучению механизма формирования вокруг горных выработок зоны неупругих деформаций и прогнозированию проявлений

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

горного давления. Это работы В.Т. Глушко, Л.М. Ерофеева, Ю.З. Заславского, А.Н. Зорина, К.В. Кошелева, Н.Н. Касьяна, И.Л. Черняка, А.Н. Шашенко, и др. Вместе с тем размеры этой зоны и время ее формирования и определяют сроки выполнения дополнительных мероприятий по повышению устойчивости.

Задача исследований – установление особенностей формирования зон разрушенных пород во времени, вокруг выработок с рамным креплением, для обоснования сроков выполнения дополнительных мероприятий, направленных на повышение устойчивости выработок (в том числе – сохранение природной прочности вмещающих пород).

Для решения поставленной задачи анализировались результаты шахтных инструментальных наблюдений по 13 глубинным замерным станциям, выполненных проф. И.Л. Черняком, проф. Ю.З. Заславским и авторами статьи. Характеристика горнотехнических условий в местах заложения замерных станций представлена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика горнотехнических условий в местах заложения замерных станций

№ замерной станции	Название выработки	Наименование вмещающих пород	Средняя прочность пород, МПа	Глубина заложения выработки, м	Сечение выработки в свету, м	Тип крепи	Критерий устойчивости пород, $\gamma_H/\sigma_{сж}$, ед.
1	2-й западный конвейерный штрек пл. h_8 шахты «Шахтерская Глубокая»	ПС	50	1050	13,5	КМП-А5	0,525
2	6-й восточный вентиляционный штрек пл. l_4 шахты им. Челюскинцев	ПС	46	720	7,0	КМП-А3	0,391
3	Восточный кор. полевой вентиляционный штрек шахты «Бутовская Глубокая»	ПС	38	1006	11,2	КМП-А3	0,662
4	Восточный парн. полевой вентиляционный штрек шахты «Щегловка Глубокая»	ГС	32	780	8,9	КМП-А3	0,609

Продолжение табл. 1

№ замерной станции	Название выработки	Наименование вмещающих пород	Средняя прочность пород, МПа	Глубина заложения выработки, м	Сечение выработки в свету, м	Тип крепи	Критерий устойчивости пород, $\gamma H/\sigma_{сж}$ ед.
5	Восточный полевой вентиляционный штрек шахты «Мушкетовская-Заперевальная №2»	ПС и П	51	700	11,2	КМП-А3	0,330
6	Транспортный ходок западного панельного уклона. №2 пл. m_2 шахты «Чекист»	ПС	45	780	10,0	КМП-А3	0,433
7	Восточный полевой штрек шахты «Бутовская-Глубокая	П	71	1006	14,4	КМП-А3	0,354
8	9-й западный конвейерный штрек пл. m_3 шахты им. А.Ф. Засядько	ГС	32	950	13,8	КМП-А5	0,742
9	6-й южный бортовой ходок бл. №2 пл. l_7 шахты им. Стаханова	ПС	50	860	11,2	КМП-А3	0,430
10	4-й северный. бортовой. ходок пл. l_3 шахты им. Стаханова	ПС	50	950	14,4	КМП-А3	0,475
11	5-й откаточный штрек пл. m_2 шахты №10 «Чекист	ПС	35	780	10,0	КМП-А3	0,557
12	5-й северный конвейерный штрек пл. m_4^0 шахты «Добропольская»	ГС	36	620	11,2	КМП-А3	0,417
13	5-й северный конвейерный штрек пл. m_4^0 шахты «Добропольская»	ГС	36	620	11,2	КМП-А3	0,417

Результаты наблюдений обрабатывались в виде графиков смещений глубинных реперов в скважинах, а также графиков изменения относительных деформаций пород на участках между реперами.

Размеры зоны разрушенных пород определялись по величине предельных относительных деформаций вмещающих пород. Породы, на участке скважины между глубинными реперами считались разрушенными, если величина относительных деформаций превышала предельное значение. Согласно исследованиям, проведенным в МГГУ под руководством И.Л. Черняка [2] предельные относительные деформации для глинистого сланца составляют 3×10^{-2} , а для песчаного сланца 2×10^{-2} . Предельное значение относительных деформаций ($\varepsilon_{пр}$) определялось по формуле:

$$\varepsilon_{пр} = \frac{U_1 - U_2}{b}, \quad (1)$$

где U_1 и U_2 – смещения соответствующих реперов, мм.

b – расстояние между соседними реперами, мм.

Анализ графиков показал, что характер смещений пород на всех замерных станциях существенно не отличается. В качестве примера рассмотрим результаты наблюдений на 9-й замерной станции.

Выработка площадью сечения в свету $11,2 \text{ м}^2$ сооружалась на глубине 860 м комбайновым способом. Вмещающие породы – мелко-слоистый песчаный сланец мощностью 14 м, с пределом прочности на одноосное сжатие 50 МПа. Крепление ходка осуществлялось податливой крепью АП-3, с плотностью установки 2 рамы на 1 метр. В скважине, пробуренной в кровле выработки, было установлено 7 реперов. Расстояние от контурного до первого репера и между первым, вторым, третьим и четвертым реперами составляло 1,0 м, между четвертым и пятым – 3,0 м, а между пятым и шестым – 2,0 м. Графики смещений глубинных реперов во времени и изменения коэффициента разрыхления на участках скважины между реперами представлены на рис.1 и 2.

Как видно из представленных графиков (см. рис.2), зона разрушенных пород в кровле начала образовываться на десятые сутки наблюдений. Ее размер составил 2,5 м (значение коэффициента разрыхления составляет 1,13, а размер зоны не упругих деформаций в кровле – 7 м). К 120 суткам наблюдений размер зоны разрушенных пород в кровле выработки достигает 4,3 м (максимальное значение относительных деформаций 0,26 зафиксировано на участке скважины между контурным и вторым реперами), при этом размер зоны неупругих деформаций в кровле составил 9 м.

Аналогичные результаты были получены и на других замерных станциях. Для анализа результатов наблюдений были построены графики изменения размеров зоны разрушенных пород во времени (рис.3).

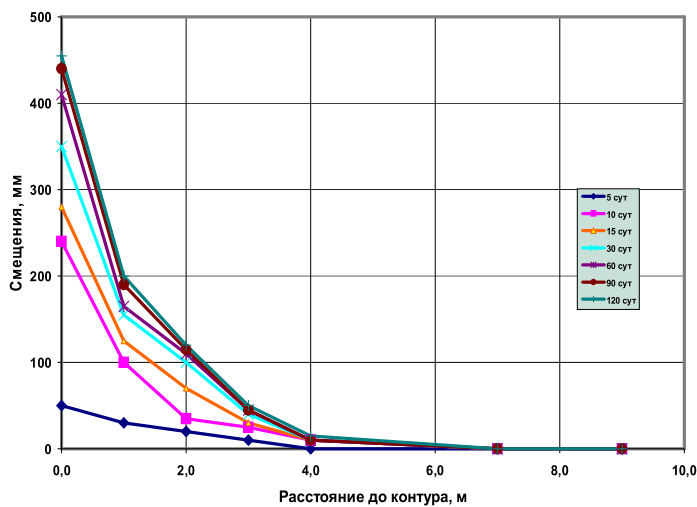


Рис.1. Графики смещений глубинных реперов в кровле выработки во времени

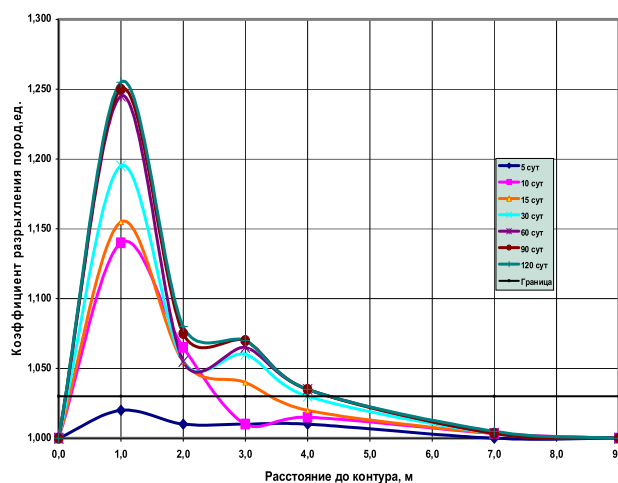


Рис.2. Графики изменения коэффициента разрыхления пород между глубинными реперами во времени

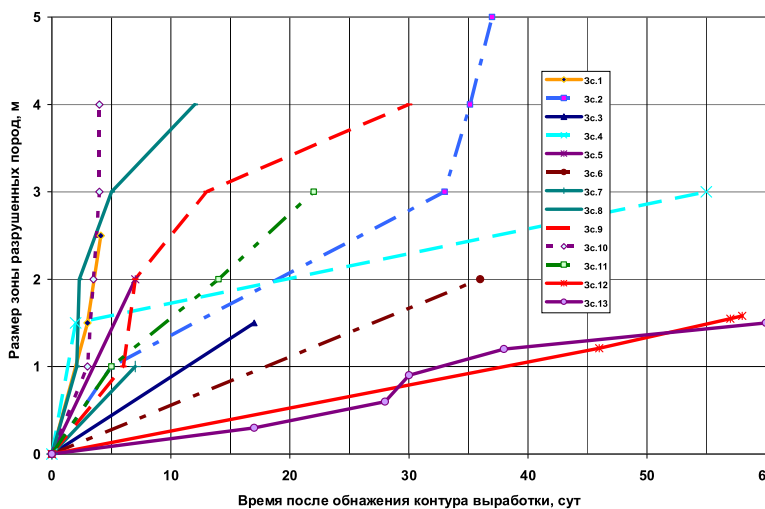


Рис.3. Графики изменения размера зоны разрушенных пород во времени на замерных станциях

Выполненные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. В зависимости от горно-геологических условий зона разрушенных пород вокруг выработок начинает образовываться уже через 2-32 суток после проведения выработки, причем большая интенсивность ее образования характерна для глубины заложения более 900 м.

2. На глубину 2 м зона разрушенных пород образуется через 3-36 суток, что фактически ограничивает предельные сроки применения дополнительных мероприятий по повышению устойчивости выработок, направленных на сохранение природной прочности вмещающих пород.

3. С увеличением значения критерия устойчивости ($\gamma_H/\sigma_{сж}$) с 0,33 до 0,74 средняя скорость образования зоны разрушенных пород возрастает в 3-4 раза, достигая 0,5-0,8 м/сут.

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку методики прогноза размеров зоны разрушенных пород во времени.

Библиографический список

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

2. **Черняк И.Л.** Повышение устойчивости подготовительных выработок. — М.: Недра, 1993. — 256с.

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.