

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](mailto:rpm@mine.dgtu.donetsk.ua)

УДК 622.28.044:622.261.2

## О ДИНАМИКЕ РАЗВИТИЯ ЗОНЫ РАЗРУШЕННЫХ ПОРОД ВОКРУГ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Ивашенко Д.С., студент (ГОУ ВПО «ДонНТУ»), г. Донецк)\*

*В статье описаны результаты шахтных наблюдений за деформированием породного массива, вмещающего выработки с рамным креплением*

### **Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями**

Угольная промышленность – одна из ведущих отраслей народного хозяйства, важнейшая задача, которой в условиях рыночной экономики состоит в повышении эффективности производства и снижении себестоимости продукции. Большим резервом повышения эффективности работы угольных шахт является совершенствование способов крепления и поддержания горных выработок.

Многолетний опыт поддержания выработок за счет применения металлического рамного податливого крепления показал, что оно не обеспечивает нормальное эксплуатационное состояние выработок в течении срока службы. Предпринятые за последние 30-40 лет попытки улучшить состояние выработок за счет применения более мощных профилей, уплотнения крепи, повышения ее конструктивной податливости и т. д. положительных результатов не дали, а привели лишь к росту материальных и трудовых затрат на поддержание. Следует также отметить, что традиционная рамная крепь является пассивной ограждающей конструкцией, не позволяющей влиять на напряженно-деформированное состояние вмещающих выработку пород, использовать их несущую способность, которая даже за пределами прочности пород остается достаточно высокой. В этой связи, исследования закономерностей деформирования вмещающих выработки пород, являются отправной точкой при решении проблемы обеспечения устойчивости горных выработок и несомненно являются актуальными.

### **Анализ исследований и публикаций**

В научно-технической литературе представлено большое количество работ, посвященных изучению характера взаимодействия различных конструкций крепи с массивом. 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. В этих работах подробно изучены закономерности деформирования массива, вмещающего выработки с рам-

---

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

ными конструкциями крепи, однако динамика развития зон разрушенных пород, позволяющая своевременно и адекватно управлять процессами разрушения в массиве в них изучена еще не в полной мере. В этой связи, проведение исследований, позволяющих обосновать дополнительные мероприятия по повышению устойчивости выработок и определить их рациональные параметры, является актуальной задачей.

**Задачей данных исследований** являлось 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).

### Основные результаты

Для изучения динамики развития зон разрушенных пород анализировались результаты шахтных инструментальных наблюдений на 11 глубинных замерных станциях, выполненных проф. И.Л. Черняком и проф. Ю.З. Заславским, а также двух станциях, установленных авторами статьи, проведенных в подготовительных выработках 12 шахт Донбасса. Характеристика установленных в выработках замерных станций представлена в таблице 1.

Таблица 1

*Характеристика установленных в выработках замерных станций*

№ замерной станции	Название выработки	Наименование вмещ. пород	Прочность пород, МПа	Глубина залож. выработки, м	Сечение выработки м	Тип крепи	Критерий устойчивости пород, $\gamma H/\sigma_{сж}$ , ед.	Продолжительность наблюдений, сут
1	2-й зап. конв. штр. пл. h <sub>8</sub> шахты «Шахтерская Глубокая»	ПС	50	1050	13,5	КМП-А5	0,525	65
2	6-й вост. вент. штр. пл.. l <sub>4</sub> шахты им. Челюскинцев	ПС	46	720	7,0	КМП-А3	0,391	180
3	Вост. кор. полевой вент. штр. шахты «Бутовская Глубокая»	ПС	34-42 (38)	1006	11,2	КМП-А3	0,662	68

Продолжение табл. 1

№ замерной станции	Название выработки	Наименование вмещ. пород	Прочность пород, МПа	Глубина залож. выработки, м	Сечение выработки м	Тип крепи	Критерий устойчивости пород, $\gamma H / \sigma_{сж}$ ед.	Продолжительность наблюдений, сут
4	Вост. парн. полевой вент. штр. шахты «Щегловка Глубокая»	ГС	32	780	8,9	КМП-А3	0,609	436
5	Вост. полевой вент. штр. шахты «Мушкетерская-Заперевальная №2»	ПС и П	48-55 (51)	700	11,2	КМП-А3	0,330	207
6	Трансп. ходок зап. панельного укл. №2 пл. $m_2$ шахты «Чекист»	ПС	45	780	10,0	КМП-А3	0,433	50
7	Вост. полевой штр. шахты «Бутовская-Глубокая»	П	71	1006	14,4	КМП-А3	0,354	68
8	9-й зап. конв. штр. пл. $m_3$ шахты им. А.Ф. Засядько	ГС	32	950	13,8	КМП-А5	0,742	100
9	6-й южн. борт. ход. бл. №2 пл. $l_7$ шахты им. Стаханова	ПС	50	860	11,2	КМП-А3	0,430	120
10	4-й сев. борт. ходок пл. $l_3$ шахты им. Стаханова	ПС	50	950	14,4	КМП-А3	0,475	38
11	5-й отк. штр. пл. $m_2$ шахты №10 «Чекист»	ПС	35	780	10,0	КМП-А3	0,557	300
12	5-й сев. конв. штр. пл. $m_4^0$ шахты «Добропольская»	ГС	36	620	11,2	КМП-А3	0,417	462
13	5-й сев. конв. штр. пл. $m_4^0$ шахты «Добропольская»	ГС	36	620	11,2	КМП-А3	0,417	414

Для анализа динамики развития зоны разрушенных пород во вмещающем выработку массиве были построены графики смещений глубинных реперов в скважинах, в направлении от контура выработки вглубь массива, а также графики изменения коэффициента разрыхления на участках между реперами.

Породы, на участке скважины между глубинными реперами считались разрушенными, если величина относительных деформаций (коэффициента разрыхления пород) превышала предельное значение. Согласно исследованиям, проведенным в МГГУ под руководством И.Л. Черняка [1] предельные относительные деформации для глинистого сланца составляют  $3 \times 10^{-2}$ , а для песчаного сланца  $2 \times 10^{-2}$ . Поскольку характер смещений реперов на замерных станциях существенно не отличается, а объем статьи ограничен, приведем наиболее характерные графики.

Глубинная замерная станция № 9 была оборудована при проведении 6-го южного бортового ходка блока № 2 пл.  $l_7$  шахты им. Стаханова. Выработка площадью сечения в свету  $11,2 \text{ м}^2$  сооружалась на глубине 860 м комбайновым способом. Вмещающие породы – мелкослоистый 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 – 7м). К 120 суткам наблюдений размер зоны разрушенных пород в кровле выработки достигает 4,3 м (максимальное значение коэффициента разрыхления составляет 1,26 и приходится на участок скважины 0 - 2м), а размер зоны не упругих деформаций в кровле – 9м.

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

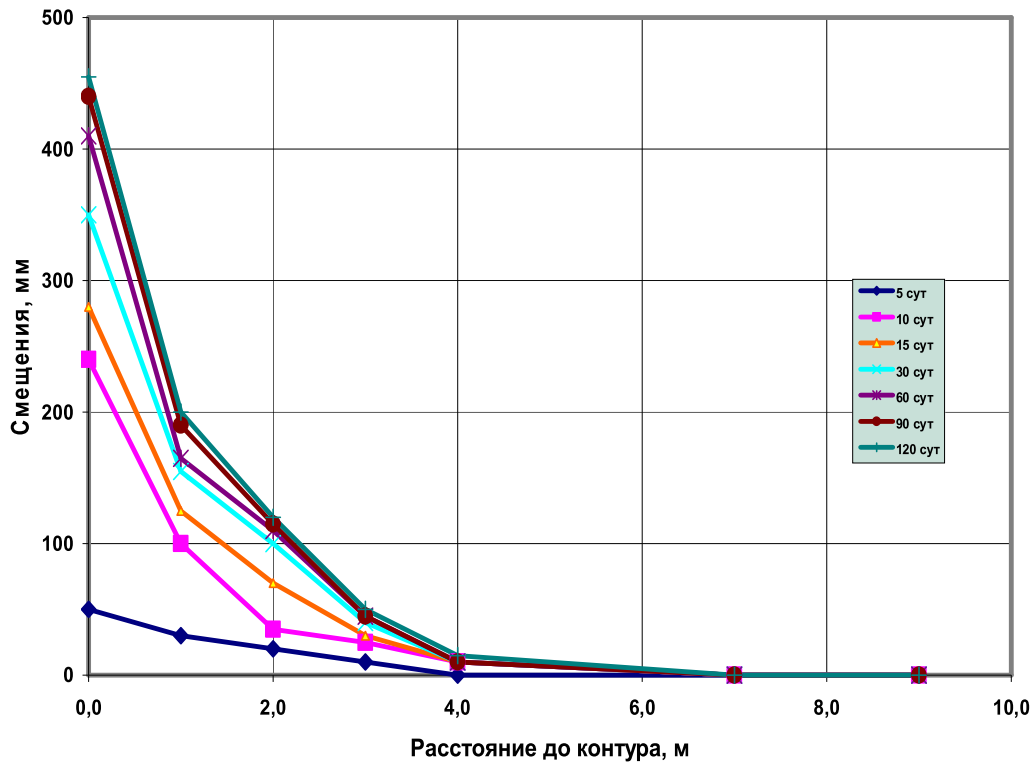


Рис.1. Графики смещений глубинных реперов в кровле выработки во времени

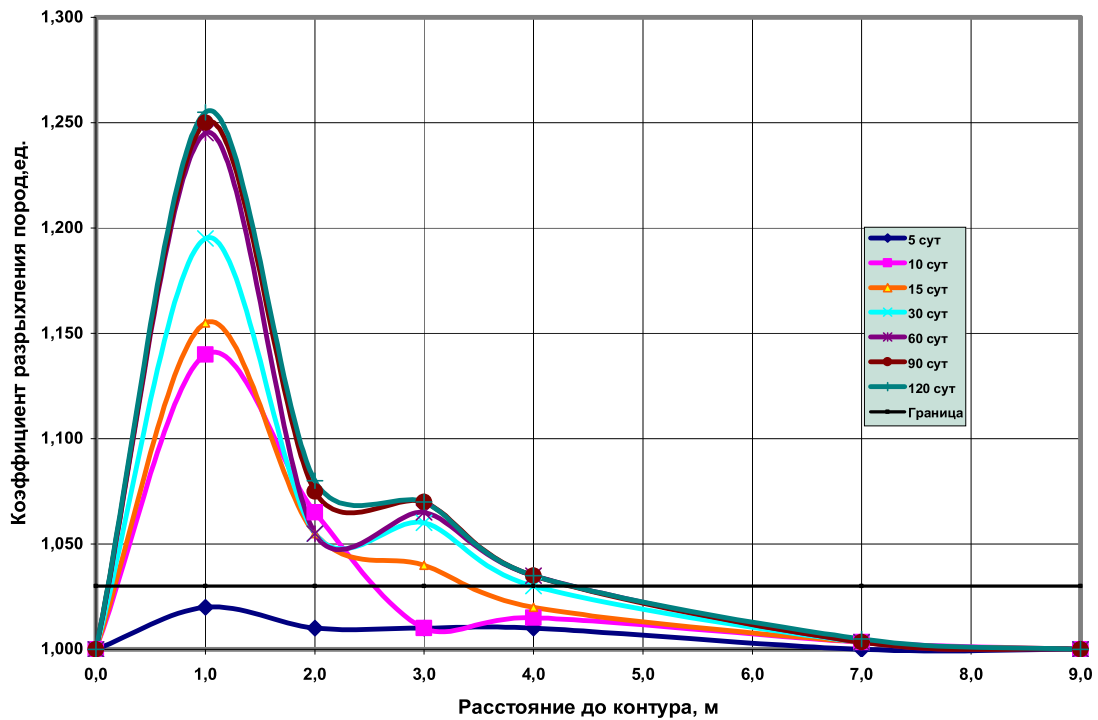
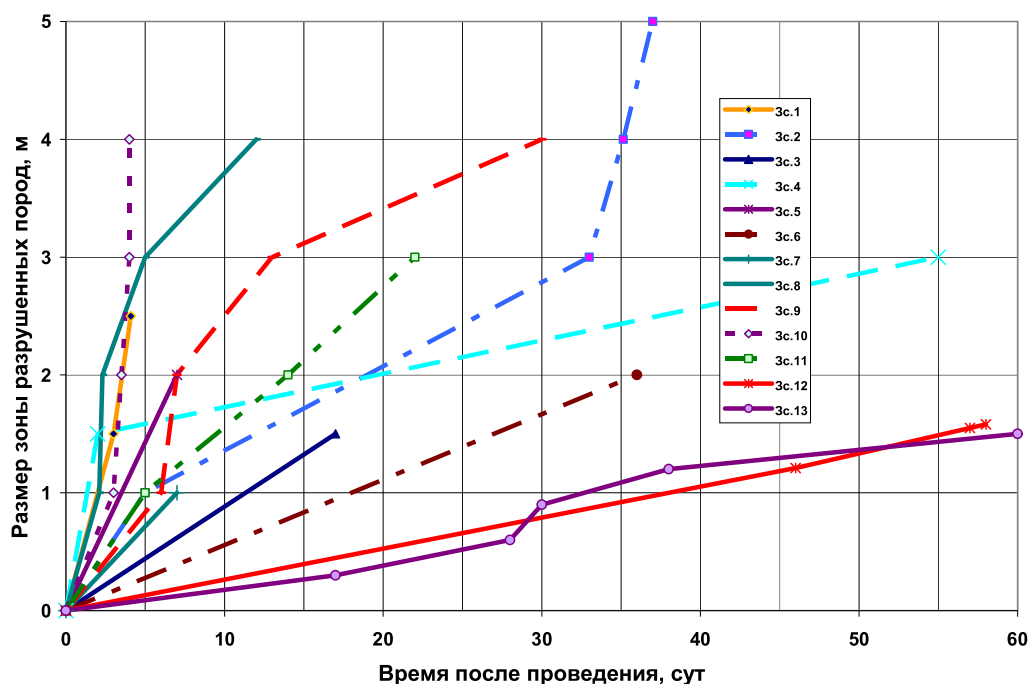


Рис.2. Графики изменения коэффициента разрыхления пород между глубинными реперами во времени.



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

Анализ графиков на рис.3 позволят сделать следующие выводы.

1. В зависимости от горно-геологических и горнотехнических условий заложения выработок зона разрушенных пород размером в 1м образуется в кровле уже через 2 – 32 суток после проведения выработки, причем большая интенсивность ее образования характерна для глубины заложения более 900м.

2. На глубину 2м зона разрушенных пород образуется через 2,3 - 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 с 0,33 до 0,74 средняя скорость образования зоны разрушенных пород возрастает в 3 – 4 раза, достигая 0,5 – 0,8 м/сут.

4. Наибольшей эффективности дополнительных мероприятий, направленных на повышение устойчивости выработки за счет сохранения природной прочности вмещающих пород можно достичь, применив их сразу при возведении крепи, но не позднее двух суток после проведения выработки.

#### Библиографический список

1. **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.