

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 622.268.6.001.57

## ОБ ОПТИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНЕ ПОДАТЛИВОСТИ КРЕПИ МАГИСТРАЛЬНОГО ШТРЕКА

Геков А.Ю., студент гр. РПМ-12б,  
Краснов Д.С., студент гр. РПМ-12а\*  
(ГОУ ВПО «ДонНТУ», г. Донецк)

*Исследовано влияние податливости крепи магистрального штрека на затраты по его проведению и поддержанию. Получены аналитические зависимости оптимальной величины податливости крепи от природных и технических факторов при различных способах охраны штрека.*

Под термином «поддержание выработки» понимается ее перекрепление и подрывка почвы. Эти работы являются результатом сдвижений горных пород в полость выработки, что приводит к нарушению необходимых размеров выработки. Работы по поддержанию выработки трудоемки и при существующих в настоящее время горнотехнических условиях по трудоемкости сравнимы с работами по проведению выработки.

Вместе с тем, в мировой практике известны случаи работы практически без выполнения мероприятий по перекреплению выработки – крепь выработки имеет такую податливость, что к моменту окончания работы выработки сдвижения пород в ее полость не нарушают требуемых геометрических размеров [1]. Правда, это требует дополнительных расходов на сооружение выработки. При этом речь не идет о проведении мероприятий по управлению состоянием горных пород вокруг выработки.

**Задачей** работы является установление величины податливости крепи магистрального штрека при прямом порядке разработки выемочной ступени и возможных способах его охраны.

Методика решения задачи состоит в экономико-математическом моделировании затрат на проведение и поддержание 1 м магистрального штрека. Рассмотрены следующие случаи охраны штрека:

- охрана штрека угольными целиками,
- проведение штрека под разгрузочной лавой,
- проведение штрека по выработанному пространству предварительно проведенной лавы.

При каждом из указанных способов охраны рассмотрены случаи работы лавы в направлении от магистрального штрека (прямой порядок) и к магистральному штреку (обратный порядок).

---

\* Научный руководитель – к.т.н., доц. Стрельников В.И.

Экономико-математическая модель разработана на основе укрупненных зависимостей затрат на проведение выработок и их ремонт [2] и имеет вид

$$k + r = f(F, \Phi, m, H, R, t, \dots) \rightarrow \min \quad (1)$$

где  $k$  – затраты на проведение 1 м магистрального штрека, грн;  
 $r$  – суммарные затраты на поддержание магистрального штрека за полный срок его службы, отнесенные к 1 м его длины, грн.;

$F$  – необходимое сечение штрека в свету после осадки,  $m^2$

$\Phi$  – величина податливости арочной крепи, мм

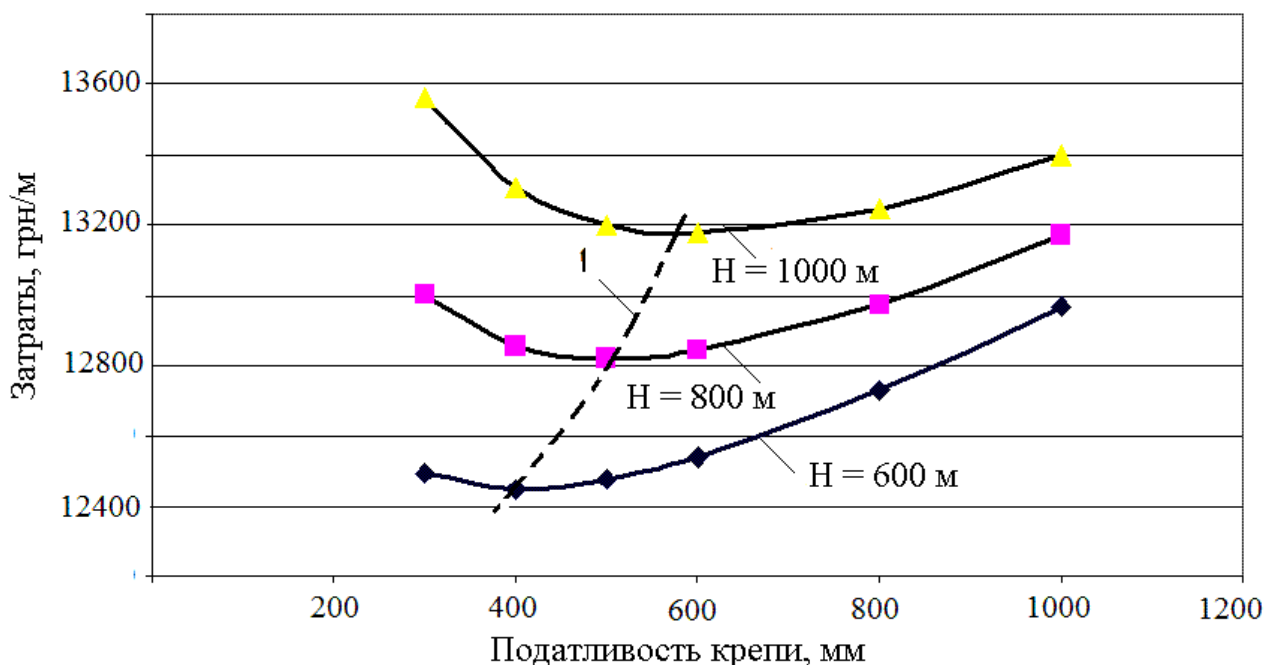
$m$  – мощность угольного пласта, м

$H$  – глубина работ, м

$R$  – средняя прочность вмещающих пород, МПа

$t$  – время работы одного выемочного участка, год.

Реализация модели в excel-программе для случая проведения штрека под разгрузочной лавой показала, что существует величина податливости крепи, при которой суммарные затраты на проведение и ремонт выработки минимальны (рис. 1) и эта величина зависит от глубины работ (рис. кривая 1).



**Рис. 1.** Зависимость суммарных затрат на проведение и ремонт магистрального штрека, проведенного под разгрузочной лавой от податливости крепи штрека при глубине работ 600 м, 800 м, 1000 м.

Приведенный пример наглядно показывает, что для рассмотренного случая (штрек проведен под разгрузочной лавой, порядок отработки выемочных полос обратный) имеет место «оптимальная» величина податливости крепи штрека, которая зависит от глубины разработки.

Моделирование влияния на «оптимальную» величину податливости крепи каждого из природных, технических и тарифно-ценовых факторов показало, что при охране штрека проведением его под разгрузочной лавой или по выработанному пространству такая величина существует и находится в пределах реальной податливости крепи. На эту величину влияют только такие факторы, как глубина работ, необходимое сечение штрека, время отработки одной выемочной полосы, глубина заложения штрека под пластом (при проведении его под разгрузочной лавой) и прочность пород (при проведении штрека по выработанному пространству). Другие факторы – тарифно-ценовые, плотность установки крепи, тип затяжки и т.п. существенного влияния не оказывают.

При проектировании вычислить необходимую величину податливости крепи штрека можно по приведенным ниже формулам (2, 3, 4, 5).

Проведение штрека под разгрузочной, порядок отработки выемочных полос - прямой

$$\Phi = 47,7 - 0,27 \cdot H + 0,0003 \cdot H^2 + 20,46 \cdot F + 6,4 \cdot h - 3,38 \cdot t^2 + 46,67 \cdot t \quad (2)$$

Проведение штрека под разгрузочной, порядок отработки выемочных полос – обратный

$$\Phi = 0,23 \cdot H + 27,75 \cdot F + 5,12 \cdot h + 0,11 \cdot h^2 + 61,95 \cdot t - 4,44 \cdot t^2 - 83 \quad (3)$$

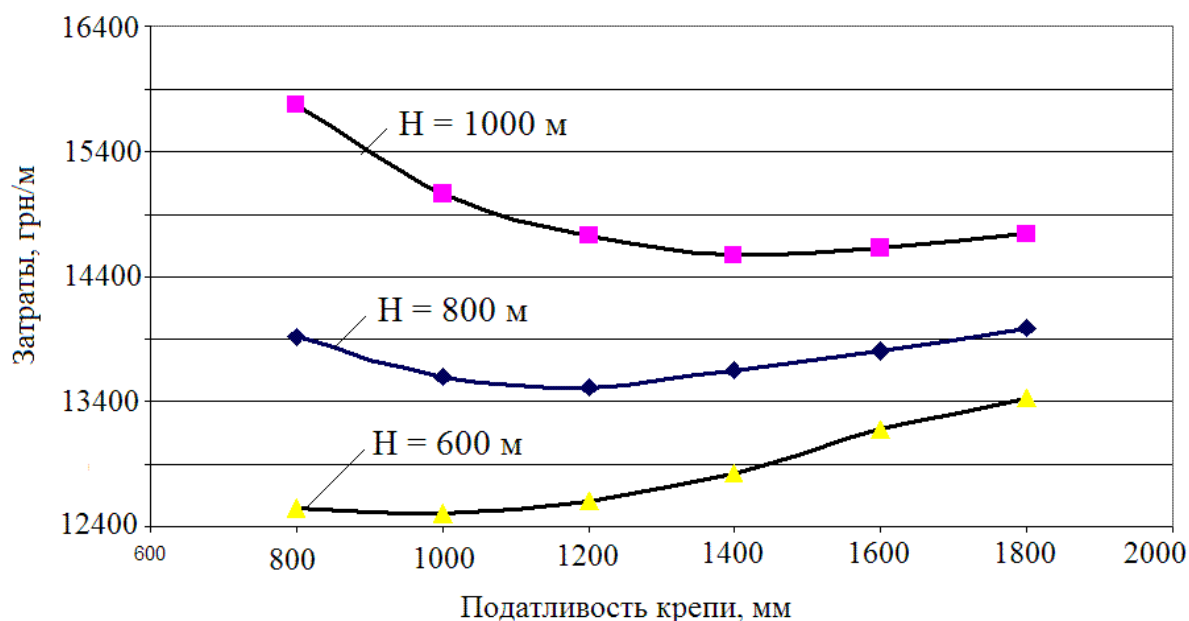
Проведение штрека по выработанному пространству, порядок отработки выемочных полос – прямой

$$\Phi = 0,35 \cdot H - 2,87 \cdot R - 0,007 \cdot R^2 + 46,6 \cdot F + 135,7 \cdot t - 10,8 \cdot t^2 - 105 \quad (4)$$

Проведение штрека по выработанному пространству, порядок отработки выемочных полос - обратный

$$\Phi = 0,48 \cdot H + 3333 \cdot R^{-0,52} + 62,7 \cdot F + 178,3 \cdot t - 14 \cdot t^2 - 814 \quad (5)$$

При охране штрека угольными целиками картина несколько иная (рис. 2). В этом случае «оптимальная» величина податливости существенно возрастает и в большинстве случаев превышает 1000 мм. При этом следует учитывать тот факт, что при углах падения пласта более  $10^\circ$  фактическая податливость снижается в соотношении  $(1-\alpha/90)$  [3], где  $\alpha$  – угол падения пласта.



**Рис. 2.** Зависимость суммарных затрат на проведение и ремонт магистрального штрека, охраняемого угольными целиками от податливости крепи штрека при глубине работ 600 м, 800 м, 1000 м.

При проектировании вычислить необходимую величину податливости крепи штрека можно по формулам 6 и 7.

Охрана магистрального штрека угольными целиками при прямом порядке отработки выемочных полос

$$\Phi = 81,7 \cdot m + 1,49 \cdot H + 18528 \cdot R^{-0,84} + 49,87 \cdot F + 151,5 \cdot \ln(t) - 42,9 \cdot \ln(L_{ц}) - 1786 \quad (6)$$

При охране магистрального штрека угольными целиками при обратном порядке отработки выемочных полос

$$\Phi = 94,68 \cdot m + 1,46 \cdot H + 12718 \cdot R^{-0,71} + 55,8 \cdot F + 172 \cdot \ln(t) - 6,9 \cdot \ln(L_{ц}) - 1669 \quad (7)$$

где  $L_{ц}$  – размер охранного целика, м

**Выводы.**

1. Податливость крепи магистрального штрека оказывает влияние как на величину затрат на проведение выработки, так и на затраты по ее ремонту.

2. При проведении магистрального штрека под разгрузочной лавой и по выработанному пространству величину податливости крепи следует рассчитывать по приведенным формулам (2, 3, 4, 5).

3. При охране магистрального штрека угольными целиками величину податливости арочной крепи следует принимать 1000 мм, т.е. максимально технически возможную. Для проверки правильности принимаемого решения следует проводить вычисления по формулам 6 и 7.

**Библиографический список**

1. Стрельников В.И., Рыбак Н.В., Авраменко Е.Г. О безремонтном поддержании выработок //Вісті Донецького гірничого інституту. – 2013.– №2. – С. 71-77.

2. Стрельников В.И. Расчет стоимости отдельных видов горных работ (пособие для проектирования), Lambert, 2016. – 133 с.

3. Рябцев О.В. Область рационального использования различных способов охраны выемочных штреков при отработке пластов высоконагруженными лавами, «Геотехническая механика» /О.В.Рябцев //ИГТМ НАН Украины – 2009. – выпуск 82.

## 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

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

- 
- Христофоров И.Н. (научный руководитель Шестопалов И.Н.)*  
Исследования влияния усиления рамной крепи анкерами на процесс формирования вокруг выработки зоны разрушенных пород ..... 275
- Резник А.В., Щедрый А.Г. (научный руководитель Петренко Ю.А.)*  
Обоснование длины разгрузочной щели для улучшения работы узлов арочной крепи ..... 283
- Щедрый А.Г. (научный руководитель Петренко Ю.А.)*  
Сооружение и поддержание горных выработок в зонах влияния геологических нарушений ..... 288
- Юрченко Р.А., Бабак Б.Н. (научный руководитель Соловьев Г.И.)*  
Обеспечение устойчивости вентиляционных штреков при сплошной системе разработки ..... 290
- Якубовский С.С. (научный руководитель Соловьев Г.И., Касьяненко А.Л.)*  
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.