

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 622.831

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КОНВЕЙЕРНЫХ ШТРЕКОВ СИММЕТРИЧНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ЗАМКОВ ОСНОВНОЙ КРЕПИ ОТНОСИТЕЛЬНО НАПЛАСТОВАНИЯ ПОРОД

Пометун А.А., Русаков В.О., студенты (ГОУ ВПО «ДонНТУ», г. Донецк)\*

*Рассмотрены особенности механизма взаимодействия продольно-балочной крепи усиления с основной крепью конвейерного штрека 11-й восточной лавы пласта  $k_3$  шахты «Коммунарская» при асимметричном и симметричном расположении замков крепи.*

Аналізу науково-дослідницьких робіт по проблемі забезпечення стійкості підготовительних виработок глибоких шахт присвячено багато кількості робіт [1-8], однак особливостям механізму взаємодії основної і усиливаючої кріпей з возводимими вслід за лавою опорними конструкціями уделювалось недостаточне увагу.

О негативном влиянии исходной и технологической асимметрии расположения и работы замков арочной крепи на эффективность ее эксплуатации говорили многие исследователи (Заславский Ю.З. [5], Комиссаров М.А., Каретников В.Н. [4], Литвинский Г.Г. [7], и др.).

Был предложен целый ряд способов для обеспечения симметричности работы замков арочной крепи, что позволило в ряде случаев создать благоприятные условия их эксплуатации за счет равномерности и синхронности реализации податливости элементов крепи. К этим способам относятся: рациональное расположение подготовительной выработки с учетом прочностных свойств и литологии боковых пород, региональная или локальная разгрузка боковых пород, обеспечение плотного контакта между крепью и породным контуром, инъекционное упрочнение породного контура или отдельных характерных зон в окрестности выработки, предварительный или последующий распор элементов арочной крепи, проведение выработок в два этапа или завышенным сечением, применение различных анкерных систем.

Исследования сотрудников кафедры РПМ в условиях ряда глубоких шахт ГП «ДУЭК» («Южнодонецкая №3», им. М.И. Калинина, им. Е.Т. Абакумова, им. А.А. Скочинского, а в настоящее время на шахтах «Коммунарская» и «Щегловская-Глубокая» ПАО «Шахтоуправление «Донбасс») позволили установить, что продольно-жесткая связь комплектов арочной крепи по длине выработки при соединении их одинарными

\* Научный руководитель – к.т.н., доц. Соловьев Г.И.

или двойными балками из двутавра или специального профиля СВП-27 и СВП-33 обеспечивает благоприятные условия эксплуатации крепи и снижение вертикальных и горизонтальных смещений породного контура в различных зонах поддержания выемочных выработок.

При этом также установлено, что применение одинарных и, особенно, двойных продольных балок позволяет синхронизировать работу замков арочной крепи за счет снижения рассогласования податливости элементов крепи, исключения боковых и продольных наклонов как стоек арочной крепи, так и рам крепи в целом [9, 10].

Для проведения наблюдений за смещениями боковых пород на контуре выработки в конвейерном штреке 11-й восточной лавы пласта  $k_3$  (рис. 1) на контрольном и экспериментальном участках длиной по 30 м, были сооружены контурные наблюдательные станции (рис. 2).

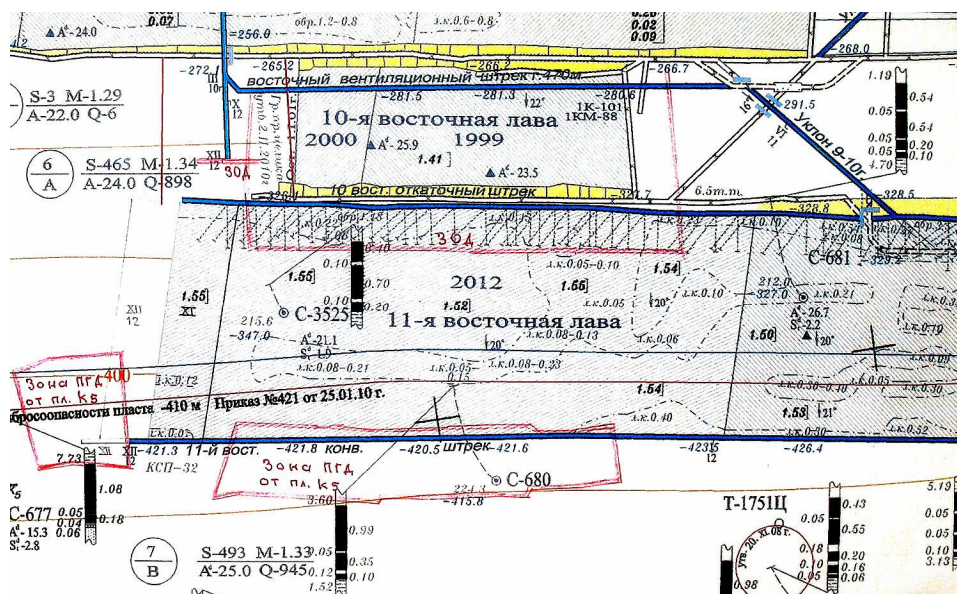
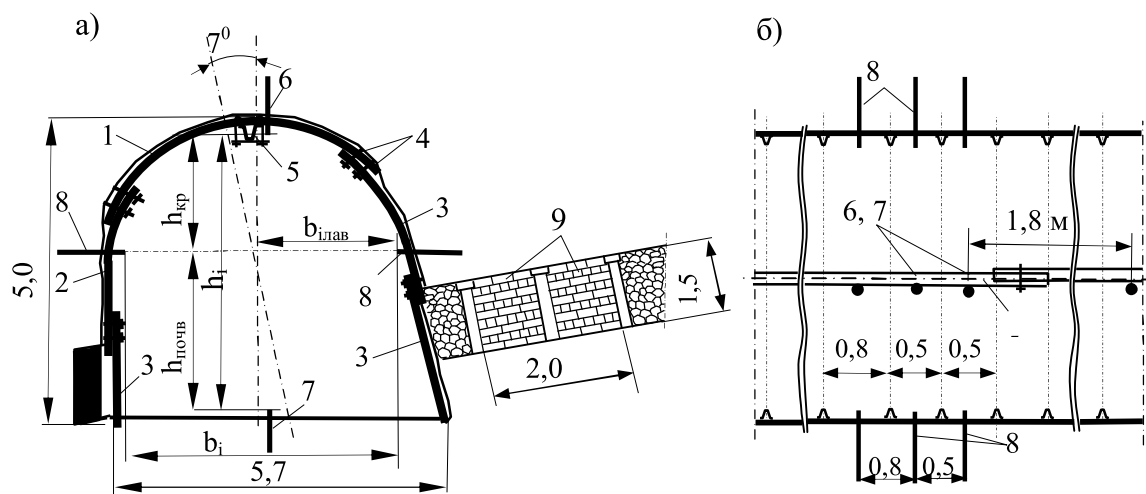


Рис. 1. Схема расположения 11-й восточной лавы пласта  $k_3$  на плане горных выработок

Для обеспечения устойчивости комплектов основной крепи, имеющих эллиптическую или овоидную форму, вертикальная ось комплектов располагалась перпендикулярно напластованию пород, что позволило обеспечить симметричное расположение замков основной крепи относительно вектора максимальных нагрузок и создать благоприятные условия для их работы за счет равномерного распределения нагрузки по контуру крепи. Для этого вертикальная ось каждой рамы была наклонена в поперечном сечении в сторону падения пласта на угол в среднем до  $7^\circ$ . При этом стойка основной крепи со стороны лавы устанавливалась вертикально, а противоположная стойка – со стороны присечного целика. Для этого

вертикальная ось каждой рамы была наклонена в поперечном сечении в сторону падения пласта на угол в среднем до  $7^\circ$ . наклонялась по падению пласта на угол  $14^\circ$  (рис. 2).

Замеры смещений боковых пород на контуре подготовительной выработки осуществлялись на замерных станциях, на каждой из которых устанавливались по 4 контурных репера: в кровле - почве и в боках выработки над угольным пластом (рис. 2). Контурный репер в кровле и боках выработки представлял собой отрезок деревянного стержня с поперечными размерами  $0,04 \times 0,04$  м и длиной: в кровле - 0,6 м; боках выработки по - 0,4 м; в почве пласта в качестве репера использовался металлический стержень диаметром 0,024 м и длиной 0,4 м.



**Рис. 2.** Схема расположения контурной замерной станции в конвейерном штреке 11-й восточной лавы пласта  $k_3$  в разрезе (а) и плане (б) выработки: 1 – верхняк крепи; 2, 3 – соответственно вертикальная и наклонная стойки овоидной крепи; 4 – замки крепи; 5 – продольная балка крепи усиления; 6, 7 – соответственно верхний и нижний контурные реперы; 8 – боковые реперы; 9 – жесткая опорная полоса из породных полублоков на бровке лавы

На выступающем в выработку конце каждого репера сверлилось отверстие диаметром 6 мм, в которое вставлялся отрезок металлической проволоки в виде кольца, за которое цеплялся крючок измерительной рулетки.

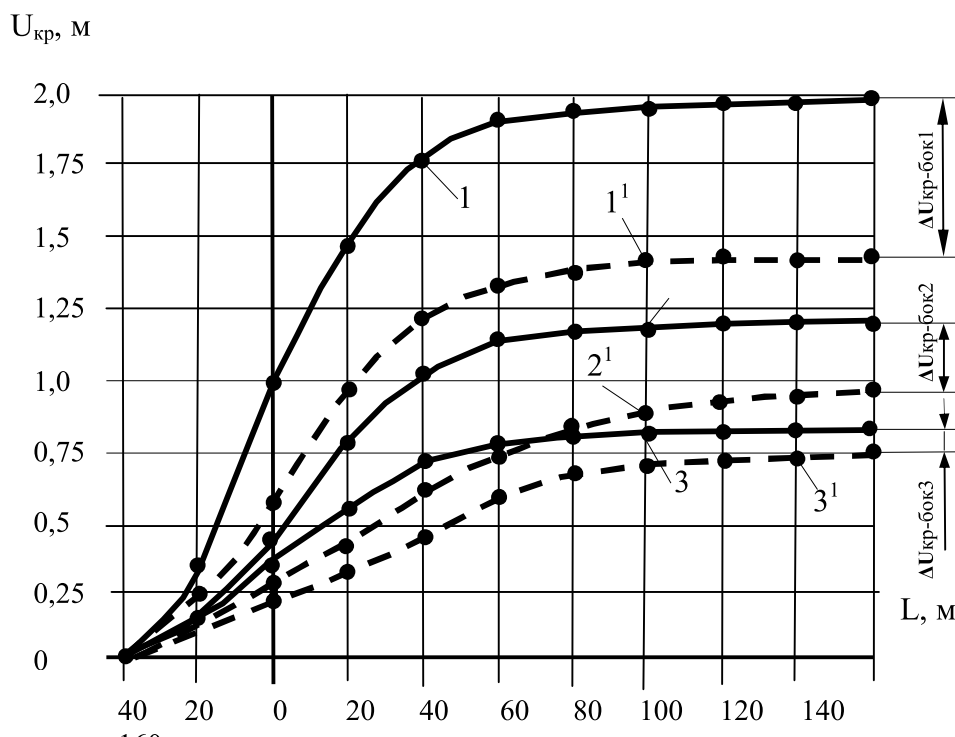
Все шпурь бурились диаметром 42 мм на глубину: в кровле – 1,4 м; в почве – 0,7 м; в боках выработки – по 0,9 м. Фиксация деревянных реперов в шпурах производилась с помощью деревянных клиньев. Для определения относительных смещений кровли-почвы и боков выработки использовалась резинка, соединявшая противоположные реперы в боках выработки и отвес, подвешиваемый к верхнему реперу.

Всего на контрольном и экспериментальном участках было оборудовано по 5 замерных контурных станций. Замеры начались 28.10.2011 г. и

продолжались до 30.11.2012 г. За время выполнения замеров 11-я западная лава продвинулась на 620 м.

На экспериментальном участке конвейерного штрека 11-й восточной лавы пласта  $k_3$  одинарная продольно-балочная крепь усиления устанавливалась в проходческом забое с отставанием от него до 4 м. Схема крепления продольной балки к верхнякам крепи представлена на рис. 2.

На рис. 3 представлены графики смещений боковых пород на контуре конвейерного штрека при разных способах его поддержания, из которых видно, что применение продольно-балочной крепи усиления с асимметричным и симметричным расположением замков основной крепи позволило снизить величину вертикальных смещений соответственно в 1,6 и 2,4 раза по сравнению с шахтным вариантом без применения усиливающей крепи.



**Рис. 3.** Графики зависимостей вертикальных (1, 2 3) и горизонтальных ( $1^1$ ,  $2^1$   $3^1$ ) смещений и скоростей смещений пород кровли в конвейерном штреке от расстояния до лавы: 1 – при традиционной технологии поддержания выработки; 2 – при использовании продольно-балочной крепи с асимметричными и симметричными (3) замками

Кроме того, представленные графики показывают, что при продольно-балочной связи комплектов основной крепи наблюдается снижение вертикальных смещений пород кровли при одновременном незначительном повышении горизонтальных смещений боков выработки.

На расстоянии 160 м за очистным забоем разность между вертикальными и горизонтальными смещениями для первого – контрольного участка штрека без крепи усиления составила 0,59 м, для второго эксперимен-

тального участка с одинарной продольно-балочной крепью и обыкновенной арочной податливой крепью КМП-А5 – аналогичная разность составила 0,25 м или снизилась в 2,36 раза.

При использовании продольно-балочной связи комплектов основной овоидной крепи разность между вертикальными и горизонтальными смещениями составила 0,12 м, или снизилась в 4,92 раза.

Представленные результаты экспериментальной проверки способа продольно-балочной связи комплектов основной крепи по длине подготовительных выработок, позволяют сделать вывод о целесообразности применения данного способа для обеспечения устойчивости выемочных выработок поддерживаемых в зоне влияния очистных работ.

Продольно-балочная крепь в отличие от обычных крепей усиления обеспечивает жесткую фиксацию элементов крепи в продольно-поперечном направлении выработки. Поэтому при достижении предельных нагрузок в элементах крепи происходят лишь минимальные смещения, равные изгибным деформациям продольного стержня [9, 10].

#### Библиографический список

1. **Заславский Ю.З.** Исследование проявлений горного давления в капитальных выработках глубоких шахт Донецкого бассейна. М.: Недра, 1966. – 180с.
2. **Ерофеев Л.М., Мирошникова Л.А.** Повышение надежности крепи горных выработок. М.: Недра, 1988. – 245с.
3. **Якоби О.** Практика управления горным давлением. Пер. с нем. М.: Недра, 1987. – 566с.
4. **Каретников В.Н.** Крепление капитальных и подготовительных выработок. Справочник / В.Н. Каретников, В.Б. Клеймёнов, А.Г. Нуждихин М.: Недра, 1989. – 571с.
5. **Заславский И.Ю.** Повышение устойчивости подготовительных выработок угольных шахт / Заславский И.Ю., Компанец В.Ф., Файвишенко А.Г., Клещенков В.М. - М.: недра, 1991. - 235с.
6. **Черняк И.Л.** Повышение устойчивости подготовительных выработок. М.: «Недра», 1993. – 256с.
7. **Литвинский Г.Г., Гайко Г.И., Кулдыркаев М.И.** Стальные рамные крепи горных выработок. – К.: Техніка, 1999. – 216с.
8. **Гребёнкин С.С.** Поддержание и проведение выработок глубоких шахт / Гребёнкин С.С., Булгаков Ю.Ф., Касьян Н.Н., Петренко Ю.А. и др. – Донецк: Каштан, 2005. – 256с.
9. **Соловьёв Г.И.** О результатах опытно-промышленной проверки эффективности способа продольно-жесткого усиления арочной крепи выемочных выработок глубоких шахт // Геотехнічна механіка: Міжвід. збірн. наук. праць / ІГТМ ім. М.С.Полякова НАН України. - Дніпропетровськ. 2005. – Вип.61. С.274-284.
10. **Соловьёв Г.И.** Определение параметров силового взаимодействия арочной крепи и жесткой продольной балки // Вісті Донецького гірничого інституту, 2005. – №2. – С.90-100.

## 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.