

ДОНЕЦКАЯ НАРОДНАЯ РЕСПУБЛИКА  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

ГОУ ВПО  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО  
«ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ГОУ ВПО ЛНР  
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Горный факультет  
Кафедра «Разработка месторождений полезных ископаемых»

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**  
**кафедры разработки месторождений полезных ископаемых**

**№4 (2018)**

# **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**по материалам международной научно-практической  
конференции молодых ученых, аспирантов и студентов**

**г. Донецк, 24 мая 2018 г.**

ДОНЕЦК  
2018

УДК 622.001.76 (082)

И 66

Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых: сб. науч. труд. Вып. 4. / редкол.: Н.Н. Касьян [и др.]. – Донецк: ДОННТУ, 2018. – 226 с.

Представлены материалы научно-исследовательских работ студентов, аспирантов и молодых ученых, которые обсуждались на международной научно-практической конференции «Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых» в рамках проведения IV-го международного научного форума «Инновационные перспективы Донбасса: инфраструктурное и социально-экономическое развитие» Донецкой Народной Республики. Представленные материалы отражают широкий диапазон научных исследований по актуальным проблемам в области геотехнологии, геомеханики, геоинформатики и экологии при разработке месторождений полезных ископаемых.

Сборник предназначен для научных и инженерно-технических работников угольной промышленности, ученых, преподавателей, аспирантов и студентов горных специальностей.

Организатор конференции – кафедра «Разработка месторождений полезных ископаемых» (РМПИ) Горного факультета ГОУ ВПО «ДОННТУ».

Соорганизаторы конференции:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет» (г. Тула, РФ);

Карагандинский государственный технический университет (г. Караганда, Республика Казахстан);

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Луганской Народной Республики «Донбасский государственный технический университет» (г. Алчевск, ЛНР).

Организационный комитет:

Касьян Николай Николаевич – председатель конференции, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой РМПИ;

Новиков Александр Олегович – зам. председателя конференции, д-р техн. наук, профессор кафедры РМПИ;

Касьяненко Андрей Леонидович – секретарь конференции, канд. техн. наук, доцент кафедры РМПИ.

Конференция проведена на базе Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет» (г. Донецк) 24 мая 2018 г.

Члены организационного комитета:

Петренко Юрий Анатольевич – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры РМПИ;

Стрельников Вадим Иванович – канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры РМПИ;

Шестопалов Иван Николаевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры РМПИ.

Редакционная коллегия:

Касьян Н. Н. – д-р техн. наук, проф., зав. кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО «ДОННТУ»;

Новиков А. О. – д-р техн. наук, проф., профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО «ДОННТУ»;

Петренко Ю. А. – д-р техн. наук, проф., профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО «ДОННТУ»;

Саммаль А. С. – д-р техн. наук, проф., профессор кафедры механики материалов ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»;

Хуанган Нурбол – доктор Ph.D., заведующий кафедрой промышленного транспорта Карагандинского государственного технического университета;

Леонов А. А. – канд. техн. наук, доц., доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО ЛНР «Донбасский государственный технический университет»;

Стрельников В.И. – канд. техн. наук, проф., профессор кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО «ДОННТУ»;

Касьяненко А. Л. – канд. техн. наук, доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО «ДОННТУ».

Компьютерная верстка: Моисеенко Л.Н., ведущий инженер кафедры разработки месторождений полезных ископаемых ГОУ ВПО «ДОННТУ».

Статьи публикуются в авторской редакции, ответственность за научное качество материала возлагается на авторов.

Контактный адрес:

Донецкая Народная Республика, г. Донецк, ул. Артема, 58, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет», 9-й учебный корпус, Горный факультет, кафедра «Разработка месторождений полезных ископаемых», каб. 9.505, тел.: +3(8062)300-2475, 301-0929, E-mail: [rpm@mine.donntu.org](mailto:rpm@mine.donntu.org), WWW: <http://krmpi.gf.donntu.org>

УДК 622.23.055

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СООРУЖЕНИЯ ИЗ РЯДОВОЙ ПОРОДЫ, ПОМЕЩЕННОЙ В ОБОЛОЧКУ, С ЦЕЛЮ УЛУЧШЕНИЯ ЕГО НАГРУЗОЧНО-ДЕФОРМАЦИОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Бабак Б.Н., Касьян Н.Н.\*

Как показывает опыт отработки газоносных пластов Донбасса, в технологическом аспекте нет альтернативы комбинированной системе разработки (рис.1). Ее применение позволяет не только увеличить нагрузку на очистной забой в 1,5 – 2 раза, но и существенно улучшить технико-экономические показатели угледобычи за счет реализации возможности повторного использования выработок.

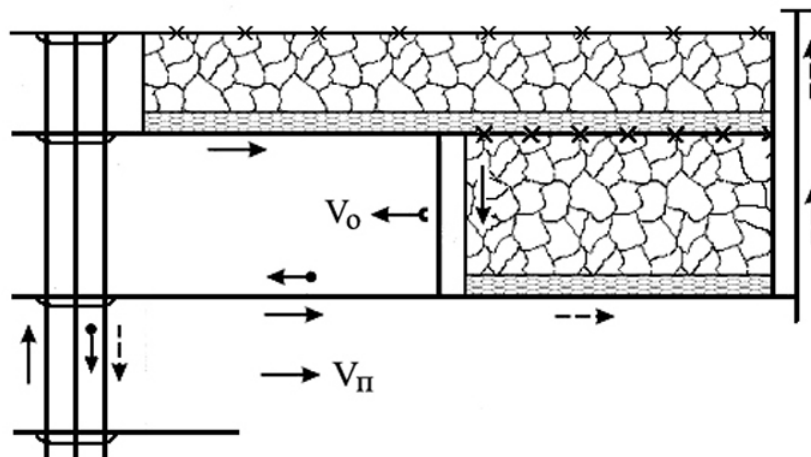


Рисунок 1 – Комбинированная система разработки

Вместе с тем, при использовании комбинированной системы разработки увеличиваются затраты на поддержание горных выработок. В среднем, затраты на поддержание выработок составляют до 30 % от себестоимости добываемого угля [1].

В настоящее время самым надежным способом охраны выработок при их повторном использовании является литая полоса. Основным недостатком литой полосы является ее дороговизна – в настоящее время стоимость 1 м<sup>3</sup> литой полосы составляет 5000 – 6000 рублей, что существенно увеличивает себестоимость добычи угля. Ее применение экономически

\* Бабак Б.Н. – студент

Касьян Н.Н. – д.т.н., проф., зав. каф. РМПИ (научный руководитель)

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк)

обосновано при выемке угля в очистных забоях, в которых суточная добыча превышает 1000 т.

Поэтому на многих шахтах, где суточная нагрузка на лаву не превышает 1000 т, применяют более дешевые способы охраны, такие как БЖБТ, накатные костры и бутовая полоса. Последнее охранное сооружение является наиболее экономичным по стоимости материалов. Вместе с тем, бутовая полоса обладает рядом недостатков:

1. Для получения рядовой породы необходимо вслед за лавой вести бутовый штрек;
2. Большая усадка бутовой полосы – 30 – 40 %;
3. Выкладка бутовой полосы осуществляется, как правило, вручную;
4. В процессе поддержания кровли участвует только часть бутовой полосы (не более 20 – 25% ширины бутовой полосы). Остальная ее часть создает боковой отпор, который формирует несущее ядро [2].

В ДонНТУ была предложена конструкция охранного сооружения из рядовой породы, помещенной в оболочку [2]. В качестве оболочки могут служить мешки на тканевой основе, тканевые рукава и т.д. На рис.2 показана принципиальная схема конструкции охранного сооружения.

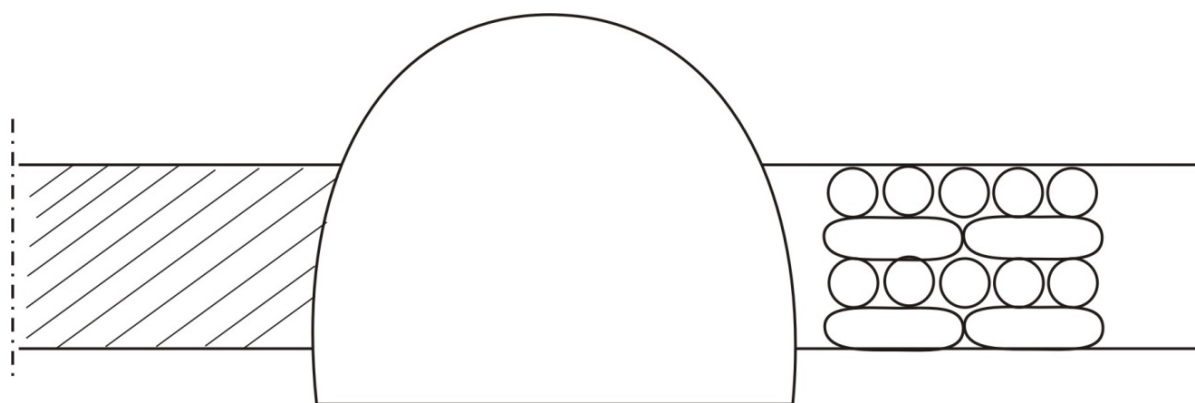


Рисунок 2 – Схема охранного сооружения

Ранее выполненные лабораторные исследования показали высокую эффективность предлагаемого охранного сооружения. При моделировании условий расположения выработок на глубинах 600 – 800 м относительная деформация конструкции составила 15 %.

Основными недостатками ранее проведенных исследований являются:

1. Испытания проводились для отдельно стоящей конструкции с размерами, соизмеримыми с мощностью пласта.
2. Исследования не проводились для условий глубоких шахт Донбасса (глубина заложения выработок превышает 1000 м).

Поэтому в настоящей работе, в лабораторных условиях проводились испытания охранного сооружения ленточного типа (с ограничением деформаций охранной конструкции вдоль оси выработки), так же при моделировании обрабатывались условия расположения выработок на глубине 1000 – 1200 м. Масштаб моделирования 1:10. При этом использовались критерии механического и силового подобия.

Испытания моделей проводилось на гидравлическом прессе, с шагом нагрузки 1 кН, при этом фиксировалась высота охранной конструкции. Зависимость относительной деформации охранной конструкции от величины нагружения представлена на рис.3.

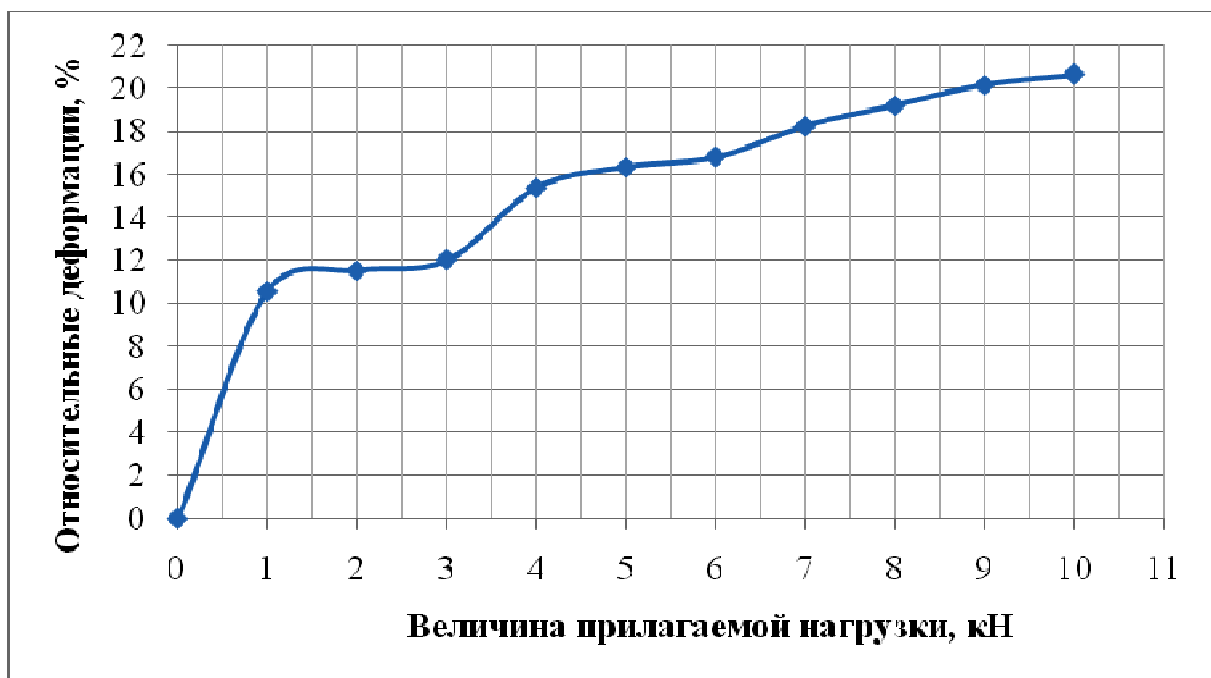


Рисунок 3 – График зависимости относительной деформации от величины нагружения (без заполнения пустот между отдельными элементами охранного сооружения)

На момент окончания испытаний усадка породной конструкции составила 20,5 %. Представляет интерес проследить динамику деформирования охранного сооружения на всех этапах нагружения. На рис.4 приведена зависимость удельных деформаций (мм/кН) на различных этапах нагружения.

Ее анализ показывает, что на начальном этапе нагружения наблюдается резкое увеличение удельных деформаций (до 11 мм/кН). Причиной такой картины деформирования, на наш взгляд, является наличие свободного пространства между отдельными элементами породной конструкции (опорными элементами) (рис.5).



Рисунок 4 – График зависимости удельных деформаций от величины нагружения (без заполнения пустот между отдельными элементами охранного сооружения)

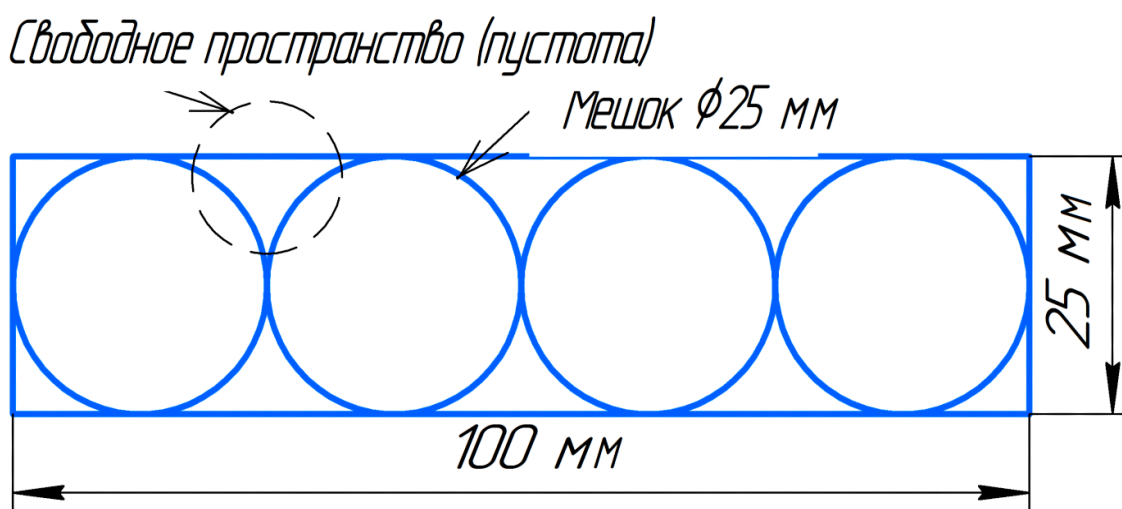


Рисунок 5 – Схема расположения опорных элементов в одном ряду охранного сооружения

Согласно рис.5, пустотность в одном слое породной конструкции составляет 21,6 %. С целью уменьшения свободного пространства между опорными элементами предлагается заполнять его деревянными кругляками диаметром 5 мм. Это позволяет уменьшить остаточную пустотность до 13,6 %.

На рис. 6 приведена схема выкладки охранного сооружения в сочетании с деревянным кругляком.

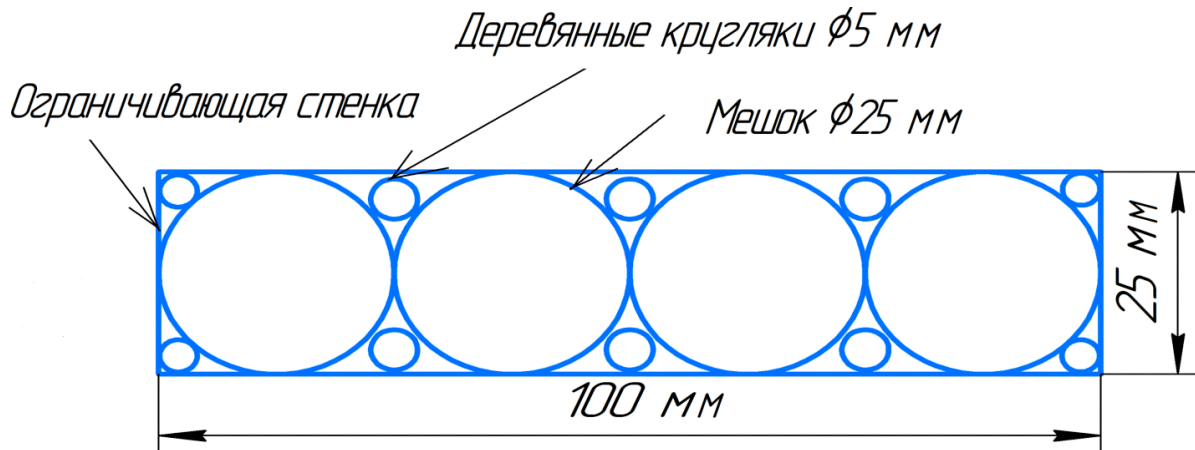


Рисунок 6 – Схема выкладки одного ряда охранного сооружения в сочетании с деревянным кругляком

Результаты испытаний рекомендованной породной конструкции приведены на рис. 7.



Рисунок 7 – График зависимости относительной деформации от величины нагружения (с заполнением пустот между отдельными элементами конструкции деревянным кругляком)

На момент окончания испытаний (рис. 7) относительная деформация рекомендуемого охранного сооружения составила 14 %, что на 30 % меньше, чем при испытании модели без уменьшения пустотности конструкции.

При этом динамика изменения удельных деформаций (рис. 8) на всех этапах носит относительно плавный характер и изменяется от 3 до 0 мм/кН.





Рисунок 8 – График зависимости удельных деформаций от величины нагружения (с заполнением пустот между отдельными элементами конструкции деревянными кругляками)

Различия в динамике изменения удельных деформациях в конструкциях можно увидеть на рис. 9.



Рисунок 9 – График зависимости удельных деформаций охранной конструкции от величины нагружения

Выполненные лабораторные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. В ранее предложенной конструкции охранного сооружения выемочных выработок из рядовой породы заключенной в оболочке, пустотность составляет 21,6 %. При этом относительная деформация охранного сооружения составляет 20,5 % при моделировании глубины 1000 – 1200 м.

2. При реализации предлагаемого способа уменьшается свободное пространство между элементами, за счет применения деревянных кругляков. В аналогичных условиях деформация охранного сооружения уменьшилась на 30 %.

### Библиографический список

1. **Инновационные технологии** разработки месторождений полезных ископаемых: сб. науч. труд. Вып. 2. / редкол.: Касьян [и др.]. – Донецк: 2016. – 313 с.

2. **Лабораторные испытания** охранных сооружений с использованием породных стоек / Н. Н. Касьян [и др.] // Геотехнологии и управление производством в XXI веке. – Донецк, 2006. – Том 1. С. 93-97.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Агарков А.В., Симонов А.М., Карнаух Н.В., Мавроди А.В., Захлебин В.В.</i> Поддержание подготовительных выработок в условиях шахты имени Челюскинцев .....	4
<i>Бабак Б.Н. (научный руководитель Касьян Н.Н.)</i> Совершенствование конструкции сооружения из рядовой породы, помещенной в оболочку, с целью улучшения его нагрузочно- деформационной характеристики .....	12
<i>Вережникова Е.А., Зозуля Я.Д. (научн. рук. Макеев А.Ю., Шестопалов И.Н.)</i> Методика расчета параметров комбинированной рамно-анкерной крепии .....	19
<i>Воронова И.Н. (научный руководитель Гомаль И.И.)</i> Отработка пластов опасных по горным ударам.....	30
<i>Высоцкий С.А., Дрига И.В. (научн. рук. Выговский Д.Д., Выговская Д.Д.)</i> Особые требования при технологии ликвидации вертикального ствола угольной шахты.....	36
<i>Гречко П.А. (научный руководитель Касьяненко А.Л.)</i> Изучение проявлений горного давления с помощью лазерных сканирующих систем .....	40
<i>Гнидаш М.Е., Иващенко Д.С. (научн. рук. Соловьев Г.И., Нефедов В.Е.)</i> Особенности поддержания конвейерных штреков при различных вариантах сплошной системы разработки в условиях шахты «Коммунарская» «ПАО Шахтоуправление «Донбасс».....	45
<i>Елистратов В.А. (научный руководитель Гомаль И.И.)</i> Возможные направления использования геотермальной энергии угольных шахт .....	54
<i>Иванюгин А.А. (научный руководитель Стрельников В.И.)</i> Компьютерные технологии рецензирования проекта разработки угольного пласта .....	59
<i>Иващенко Д.С., Гнидаш М.Е. (научн. рук. Соловьев Г.И., Нефедов В.Е.)</i> Охрана подготовительных выработок глубоких шахт комбинированными опорными конструкциями .....	68
<i>Кириленко Ю.И. (научный руководитель Касьяненко А.Л.)</i> Исследование состава пород угольных пластов Донецко-Макеевского района Донбасса .....	79

<i>Корниенко И.М., Сидяченко О.А. (научный руководитель Скаженик В.Б.)</i>	
Компьютерная анимация горных работ на угольных шахтах .....	87
<i>Кукота М.В. (научный руководитель Гомаль И.И.)</i>	
Анализ существующих методов борьбы с внезапными выбросами в условиях ОП «Шахта Холодная Балка» ГП «Макеевуголь» и в мировой практике .....	91
<i>Манухин С.В., Склепович К.З.</i>	
Исследование напряженно-деформированного состояния горных пород при анкерования почвы подготовительной выработки .....	99
<i>Нескреба Д.А., Поляков П.И.</i>	
Исследование физико-механических свойств и процессов развития нарушенности в несущих слоях горного массива .....	105
<i>Николаев И.А., Бабак Б.Н. (научн. рук. Касьян Н.Н., Дрипан П.С.)</i>	
Перспективные направления совершенствования технологии применения анкерной крепи .....	109
<i>Обедников Д.В. (научный руководитель Литвинский Г.Г.)</i>	
Разработка программы расчета на ЭВМ смещений пород в горных выработках .....	115
<i>Онокий Э. Ю. (научный руководитель Касьяненко А.Л.)</i>	
Анализ методик оценки устойчивости пород в горных выработках .....	123
<i>Павленко Ю.В. (научн. рук. Соловьев Г.И., Голембиевский П.П.)</i>	
Особенности применения анкерной крепи для поддержания конвейерных штреков в условиях глубоких шахт Донбасса .....	130
<i>Панин Ф.А., Панин А.А. (научн. рук. Соловьев Г.И., Малышева Н.Н.)</i>	
Особенности применения комбинированных способов поддержания подготовительных выработок глубоких шахт Донбасса .....	139
<i>Палейчук Н.Н., Санин Д.А. (научный руководитель Рябичев В.Д.)</i>	
Обоснование вида переправы Керченского пролива .....	153
<i>Палейчук Н.Н., Спичак Ю.Н.</i>	
Экономические аспекты геотехнологии на шахтах Восточного Донбасса .....	157
<i>Радченко А.Г., Киселев Н.Н., Радченко А.А., Горбунов И.Э.</i>	
Выбороопасность пологих нарушенных угольных пластов Донбасса .....	163

- Радченко А.Г., Киселев Н.Н., Радченко А.А., Гетманец Л.В.*  
Комплекс факторов, оказывающих влияние на формирование газодинамической активности угольных пластов, при проведении подготовительных выработок ..... 170
- Резник А.В., Мазилин А.В. (научный руководитель Петренко Ю.А.)*  
Анализ химических растворов, применяемых при упрочнении пород..... 187
- Резник А.В., Мазилин А.В. (научный руководитель Петренко Ю.А.)*  
Временная набрызгбетонная крепь основных выработок, сооружаемых буровзрывным способом..... 191
- Сивоконь М.А., Бабак Б.Н. (научн. рук. Выговская Д.Д., Выговский Д.Д.)*  
Определение комплекса социально-экономической информации при проектировании технологической схемы угольной шахты ..... 193
- Степаненко Д.Ю. (научный руководитель Дрипан П.С.)*  
Обоснование и выбор мероприятий по предотвращению газодинамических явлений при проведении участковых пластовых выработок в условиях пласта  $h_6$  ОП «Шахта им. А.А. Скочинского» ГП «ДУЭК» ..... 196
- Терлецкий Ю.Н., (научный руководитель Касьяненко А.Л.)*  
О возможности переработки углей Донецкого бассейна в синтетическое жидкое топливо ..... 200
- Холод А.Н. (научный руководитель Новиков А.О.)*  
Анализ существующих технологических схем ремонта горных выработок ..... 207
- Чулаков К.П. (научный руководитель Новиков А.О.)*  
О повышении устойчивости выработок в условиях НШУ «Яреганефть» ООО «Лукойл-Коми» ..... 216
- Якубовский С.С. (научный руководитель Дрипан П.С.)*  
Обоснование и выбор способа охраны магистральных выработок при разработке запасов уклонного поля пласта  $h_{10}^B$  ОП «Шахта им. С.М. Кирова» ГП «Макеевуголь» ..... 219

Сборник научных трудов кафедры разработки месторождений  
полезных ископаемых ГОУВПО «ДОННТУ»

# Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых

## № 4 (2018)

Статьи в сборнике представлены в редакции авторов