

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, WWW: <http://krmpi.gf.donntu.org>

УДК 622.268.6

ПОДДЕРЖАНИЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ ИМЕНИ ЧЕЛЮСКИНЦЕВ

Агарков А. В., Симонов А. М., Карнаух Н. В., Мавроди А. В., Захлебн В. В.*

Приведен анализ состояния подготовительных выработок угольных шахт Донбасса. Представлено обоснование параметров способа охраны подготовительных выработок полосами из опорных породных элементов при доработке запасов угля уклонной панели пласта k_8 ОП «Шахта имени Челюскинцев» ГП «ДУЭК». Даны системные предложения для внедрения нового способа охраны выработок в условиях шахты.

Постановка проблемы. Согласно основным направлениям программы экономического развития Донецкой Народной Республики, угольная промышленность является одной из ключевых отраслей народного хозяйства [1]. Добыча угля в регионе производится подземным способом, характеризующимся высокой трудоемкостью и большими эксплуатационными издержками. Интенсификация очистных работ, увеличение площади сечения выработок и постоянный рост глубины ведения горных работ привели к существенному ухудшению условий строительства и эксплуатации горных выработок [2].

В условиях шахт Донбасса все большую актуальность приобретает проблема обеспечения устойчивости подготовительных выработок в связи с постоянным углублением работ и ухудшением горно-геологических условий. Согласно статистическим данным [3], на ряде глубоких шахт приходится ежегодно ремонтировать до 30 – 40 % общей протяженности выработок. Значительная часть этих работ (порядка 90 %) приходится на ремонт выработок, подверженных влиянию очистных работ.

Состояние вопроса. Устойчивость подготовительных выработок во многом зависит от способов их охраны и расположения относительно границ очистных работ [4]. Поэтому вопрос обоснованного выбора оптимальных средств и способов поддержания подготовительных выработок в сложных условиях эксплуатации является на сегодняшний день весьма актуаль-

* Агарков Александр Владиславович – инженер 1 кат.;

Симонов Александр Михайлович – нач. отдела;

Карнаух Николай Викторович – канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник;

Мавроди Александр Викторович – ведущий инженер;

Захлебн Владимир Владимирович – инженер 1 кат.

(Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор» МЧС ДНР)

ции составляет 4 – 5 см, а диаметр опорного элемента – 20 см, его длина – 50 см. Для возведения охранного сооружения из опорных элементов необходимо проводить следующие работы: в штреке на расстоянии 400 мм от секции крепи после ее передвижки осуществляется извлечение деревянных стоек. На сопряжении в выработанном пространстве за секцией крепи пробиваются три стойки под деревянный брус с предыдущего цикла. Одна стойка пробивается со стороны выработанного пространства, а остальные – по бровке на расстоянии 0,5 м от контура выработки. После этого осуществляется выкладка охранного сооружения. Один рабочий подает опорный элемент, второй рабочий принимает опорные элементы и выкладывает из них охранное сооружение. После того, как выкладка охранного сооружения закончена, извлеченные стойки устанавливаются на место. Засыпка опорных элементов для следующего цикла осуществляется двумя рабочими во время выемки угля.

Для обеспечения контакта породного охранного сооружения с кровлей пласта следует определить диаметр опорного элемента, исходя из условия обеспечения целого числа рядов их выкладки по мощности пласта.

$$d_{o.э.} = \frac{m}{n_{ряд}}; м,$$

где m – мощность пласта, м;

$n_{ряд}$ – число рядов опорных элементов.

Учитывая то, что длина опорного элемента принимается равной 0,5 – 0,6 м, его диаметр следует принимать в пределах 0,15 – 0,25 м (из условия, что максимальный вес породного элемента не должен превышать 40 кг). Определение диаметра опорного элемента $d_{oэ} = 1,1 / 5 = 0,22$ м. Соответственно, принимаем диаметр опорного элемента 0,2 м.

Ширина охранного породного сооружения определяется следующим образом:

$$b = \frac{P}{P_{н.с}}; м,$$

где P – расчетная нагрузка на охранное сооружение, кН/м;

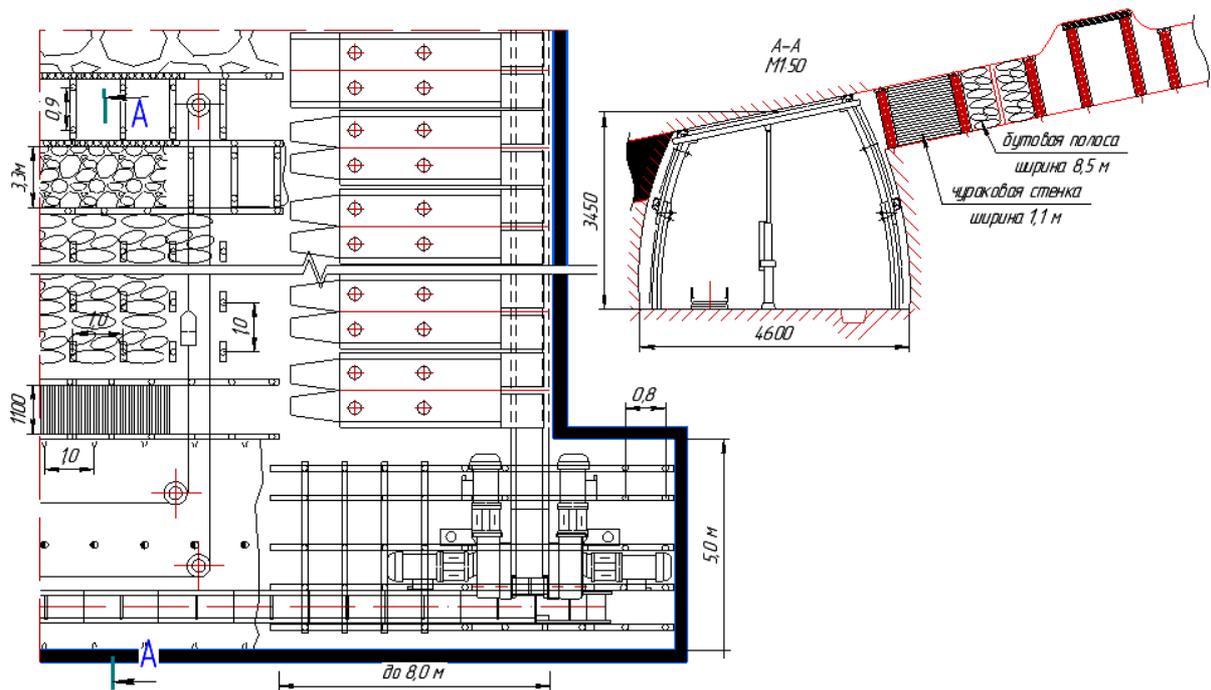
$P_{н.с}$ – несущая способность породного охранного сооружения, кН/м².

Несущую способность породного охранного сооружения рекомендуется определять по задаваемой величине его податливости, которая имеет вид:

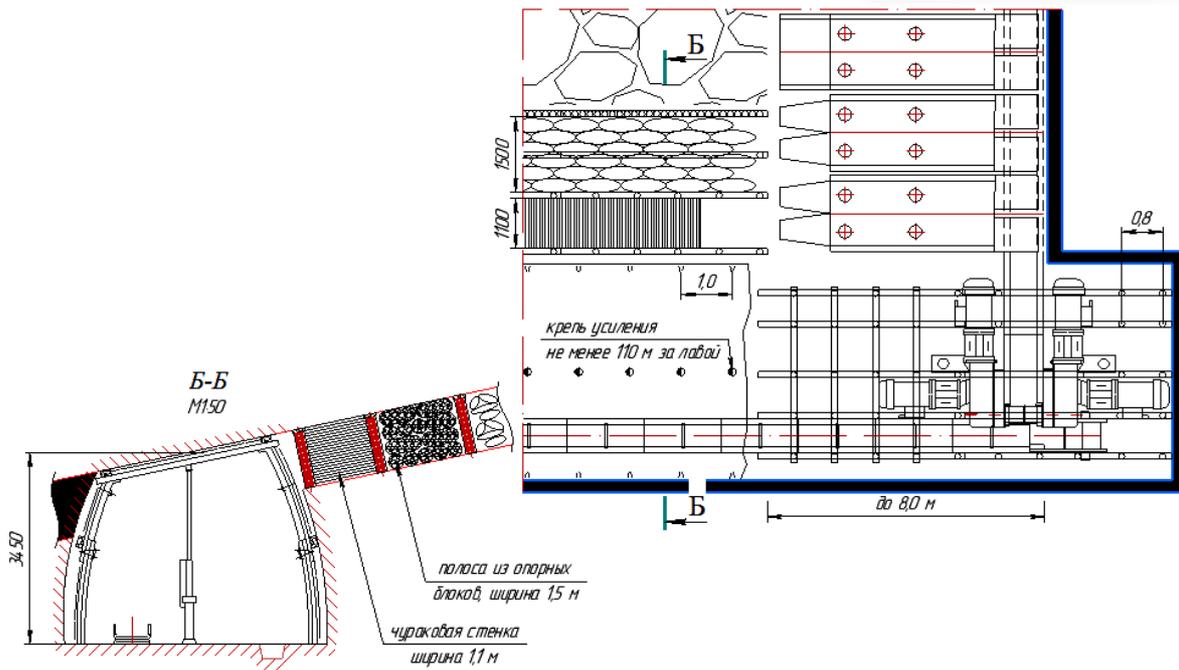
$$P = \left(1 + \frac{21,76}{\ln \frac{\Delta h}{19,2}} \right) \cdot 33,3; \text{кН} / \text{м}^2,$$

где Δh – задаваемая податливость конструкции, %.

Для податливости 10 %, высоте полосы равной $h = 1,1$ м и расчетной нагрузке на погонный метр полосы $P_n = 1,2$ МН/м, принимаем ширину полосы равной $b = 1,5$ м.



(a)



(б)

Рисунок 2 – Варианты способов охраны: а – шахтный; б – предлагаемый

Для крепления выработки предлагается применить трапециевидную крепь типа КПО из спец.профиля СВП-27. Сечение выработки: в проходке $S_{пр} = 15,5 \text{ м}^2$; в свету до осадки $S_{св} = 12,8 \text{ м}^2$; в свету после осадки $S_{св} = 9,2 \text{ м}^2$. Размеры крепи в проходке: высота $H = 3,2 \text{ м}$; ширина по почве $B = 4,6 \text{ м}$; ширина по кровле $b = 3,4 \text{ м}$. Конструктивная податливость крепи составляет 1300 мм. Вид боковых стоек – криволинейный. Плотность установки крепи – 1 рама/м. На рис. 2 представлены варианты шахтного и предлагаемого способов.

В качестве мероприятий по поддирке пород почвы предлагается применить образование компенсационных щелей по центру выработки, которое заключается в том, что при проведении первой подрывки почвы в выработке бурят шпуры по центру (в один или два ряда) на глубину около 2,0 м и на расстоянии друг от друга 0,5 – 2,0 м. До проведения подрывки в шпурах производят камуфлетное взрывание зарядов ВВ.

Сущность способа образования компенсационных полостей заключается в предотвращении эффекта складкообразования пород почвы выработки за счет создания компенсирующей полости на пути смещения слоев почвы по плоскостям напластования [3].

Параметры способа включают: длину разгрузочных шпуров, угол наклона разгрузочных шпуров относительно продольной оси выработки в

сторону забоя, расстояние между разгрузочными шпурами, величину заряда ВВ в разгрузочных шпурах.

Длина разгрузочных шпуров рассчитывается следующим образом:

$$l_{ш} = (0,5 - 0,7) \cdot B; \text{ м},$$

где B – ширина выработки вчерне, м.

Для заданных условий $l_{ш} = 2,5$ м.

Расстояние между разгрузочными шпурами по длине выработки выбирается из условия разрушения породной переемычки между шпурами без выброса породы в выработку:

$$a = 2 \cdot (0,66 - 0,92 \cdot 10^{-4} \cdot \sigma_{сж} + 0,33 \cdot 10^{-4} \cdot U \cdot C) \cdot \sqrt[3]{C}; \text{ м},$$

где C – масса заряда ВВ, кг;

U – идеальная работа взрыва ВВ, кДж/кг, определяется по таблицам справочных материалов о буровзрывных работах;

$\sigma_{сж}$ – предел прочности пород на одноосное сжатие, МПа.

Для заданных условий $a = 1,0$ м.

Масса камуфлетного заряда в разгрузочных шпурах определяется по следующей формуле:

$$C = k \cdot l_{шш} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \Delta; \text{ кг},$$

где d – диаметр патрона ВВ, м;

k – коэффициент заряжания;

Δ – плотность патронирования, кг/м² (значение берется по справочным материалам).

Для заданных условий: $C = 0,6$ кг (угленит Э-6).

Работы по созданию компенсационных полостей взрывом должны осуществляться в ремонтную смену.

Безусловно, рациональный вариант охраны выработок может быть принят путем сравнения шахтного варианта с предлагаемым по экономическому критерию.

В качестве критерия сравнения вариантов примем величину удельных эксплуатационных затрат, представляющую собой отношение суммы учитываемых эксплуатационных затрат к промышленным запасам, предназначенным к выемке, в пределах выемочного поля [3]:

$$C_3 = \frac{\sum C}{Q_{np}} \rightarrow \min,$$

где Q_{np} – величина промышленных запасов, предназначенных к выемке, т;
 $\sum C$ – сумма учитываемых эксплуатационных затрат, руб.

В общем случае величина эксплуатационных затрат по варианту охраны составляет:

$$\sum C = C_{ПР} + C_{ОХР} + C_{ДМ} + C_P + \dots,$$

где $C_{ПР}$ – затраты на проведение выработок, руб.;

$C_{ОХР}$ – затраты на мероприятия по охране выработок, руб.;

$C_{ДМ}$ – затраты на дополнительные мероприятия по усилению кровли (боков) выработки и по борьбе с пучением пород почвы выработки, руб.;

C_P – затраты на ремонт выработки, руб.

Определим величину затрат, принятых к сравнению для каждого варианта охраны выработок. Укрупненные величины эксплуатационных затрат на отдельные виды работ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Укрупненные расценки на отдельные виды работ

Виды работ	Единица измерения	Стоимость единицы, руб.
Возведение бутовой полосы	1 м ³ полосы	2758,40
Возведение полосы из опорных породных элементов	1 м полосы	950,00
Подрывка пород почвы	1 м ³ выработки	450,00
Образование компенсационных щелей	1 м выработки	1000,00

Выполним экономическое сравнение, подсчитаем суммы отдельных видов затрат, величину промышленных запасов угля и определим удельные эксплуатационные затраты по проведению, охране и ремонту выработок. Затраты на отдельные статьи рассчитываются путем умножения единичных затрат на объемы работ.

Результаты экономического сравнения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сводные затраты по вариантам поддержания подготовительных выработок

Наименование статей затрат	Затраты по выработкам, млн. руб.	
	Шахтный вариант	Предлагаемый вариант
Возведение бутовой полосы	17,03	—
Установка крепи усиления (1 стойка под раму)	0,335	0,266
Уплотнение крепи	1,75	—
Возведение полосы из опорных породных элементов	—	1,097
Поддирка пород почвы	1,449	—
Компенсационные щели	—	1,4
ИТОГО:	20,564	2,763
Запасы выемочного поля, млн. т.	0,1	
Удельные эксплуатационные затраты, млн. руб.	205,64	27,63

Результат сравнения вариантов по критерию удельных эксплуатационных затрат подтвердил целесообразность внедрения и дальнейшего применения полосы из опорных породных элементов. Удельные эксплуатационные затраты на данный вариант составили 27,63 млн. руб.

Вывод. Предложенный способ обеспечения устойчивости подготовительных выработок является наиболее целесообразным и эффективным для применения, и позволит обеспечить улучшение ключевых показателей работы и повышение эффективной деятельности ОП «Шахта имени Челюскинцев» ГП «ДУЭК».

Библиографический список

1. Шатохин, С. В. Стратегические ориентиры инновационного развития угольной промышленности ДНР / С. В. Шатохин // Экономика Донбасса: Проблемы настоящего и возможности будущего. – 2017. – С. 187 – 191.
2. Терещук, Р. Н. Обеспечение устойчивости подготовительных выработок глубоких угольных шахт: монография / Р. Н. Терещук, А. В. Наумович. – Днепропетровск: НГУ, 2015. – 134 с.
3. Новиков, А. О. Способы охраны горных выработок / А. О. Новиков, Я. В. Шажко, И. Н. Шестопапов. – Донецк, 2016. – 195 с.
4. Технология подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых / Д. В. Дорохов [и др.]. Под общей ред. Д. В. Дорохова. – Донецк, ДонГТУ. – 2005. – 344 с.

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 анкероании 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>	
Выбросоопасность пологих нарушенных угольных пластов Донбасса	163

<i>Радченко А.Г., Киселев Н.Н., Радченко А.А., Гетманец Л.В.</i> Комплекс факторов, оказывающих влияние на формирование газодинамической активности угольных пластов, при проведении подготовительных выработок.....	170
<i>Резник А.В., Мазилин А.В. (научный руководитель Петренко Ю.А.)</i> Анализ химических растворов, применяемых при упрочнении пород.....	187
<i>Резник А.В., Мазилин А.В. (научный руководитель Петренко Ю.А.)</i> Временная набрызгбетонная крепь основных выработок, сооружаемых буровзрывным способом.....	191
<i>Сивоконь М.А., Бабак Б.Н. (научн. рук. Выговская Д.Д., Выговский Д.Д.)</i> Определение комплекса социально-экономической информации при проектировании технологической схемы угольной шахты	193
<i>Степаненко Д.Ю. (научный руководитель Дрипан П.С.)</i> 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
<i>Терлецкий Ю.Н., (научный руководитель Касьяненко А.Л.)</i> О возможности переработки углей Донецкого бассейна в синтетическое жидкое топливо	200
<i>Холод А.Н. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> Анализ существующих технологических схем ремонта горных выработок	207
<i>Чулаков К.П. (научный руководитель Новиков А.О.)</i> О повышении устойчивости выработок в условиях НШУ «Яреганефть» ООО «Лукойл-Коми»	216
<i>Якубовский С.С. (научный руководитель Дрипан П.С.)</i> 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