

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
№3 (2017)
(Электронное издание)

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

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

г. Донецк, 24-25 мая 2017 г.

Донецк
2017

УДК 622.001.76 (082)

И 66

Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых: сб. науч. труд. Вып. 3 / редкол.: Н. Н. Касьян [и др.]. – Донецк, ДонНТУ: 2017. – 305 с.

Представлены материалы научных разработок студентов, аспирантов и молодых ученых, которые обсуждались на межвузовской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в рамках проведения третьего международного научного форума ДНР «Инновационные перспективы Донбасса».

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

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

Конференция проведена на базе ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» (г. Донецк) 24-25 мая 2017 г.

Организатор конференции – кафедра разработки месторождений полезных ископаемых Горного факультета ГОУВПО «ДонНТУ».

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, ассистент кафедры РМПИ.

Члены организационного комитета:

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

Кольчик Евгений Иванович – д-р техн. наук, профессор профессор кафедры РМПИ;

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

УДК 622.831

О ПРОДОЛЬНО–ЖЕСТКОМ УСИЛЕНИИ ОСНОВНОЙ КРЕПИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ГЛУБОКИХ ШАХТ

Гнидаш М.Е., студент гр. РПМ-136 (ГОУ ВПО «ДонНТУ», г. Донецк)*

Представлены результаты проверки эффективности применения одинарной и двойной продольно–балочной крепи усиления для обеспечения устойчивости конвейерных штреков 2–й западной и 2–й восточной лав пласта h_{10} «Ливенский» в условиях шахты им. М. И. Калинина государственного предприятия «Донецкая угольная энергетическая компания».

Дальнейшее развитие подземной угледобычи в условиях глубоких шахт Донбасса во многом зависит от обеспечения устойчивости подготовительных выработок, поддерживаемых в зоне влияния очистных работ. Успешная работа современных механизированных комплексов возможна лишь при обеспечении эффективного проветривания очистных забоев и бесперебойного транспорта полезного ископаемого, что невозможно осуществить при интенсивных смещениях боковых пород и необходимости ведения больших объемов работ по ремонту и перекреплению выемочных выработок. Существующие технологические решения по обеспечению устойчивости выемочных выработок [1–3], в силу существенной изменчивости горно-геологических условий эксплуатации угольных пластов и несоответствия параметров применяемых способов поддержания выработок условиям ведения горных работ в условиях глубоких шахт, отличаются недостаточной эффективностью и не получили широкого распространения.

Сотрудниками кафедры РМПИ ГОУ ВПО «ДонНТУ» был разработан новый способ обеспечения устойчивости выемочных выработок глубоких шахт [4–6].

Предложенный способ позволяет перераспределить повышенную нагрузку между перегруженными и недогруженными комплектами арочной крепи, которая, как известно, нагружена по своему периметру и по длине выработки весьма неравномерно. Продольная связь комплектов крепи осуществляется за счет подвешивания к верхняку каждой арки одной или двух балок из отрезков двутавра или спецпрофиля СВП–27.

Для определения рациональных параметров поддержания выемочных выработок глубоких шахт в зоне влияния очистных работ при сплошной системе разработки на шахте им. М. И. Калинина со середины 2002 г. до середины

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

2005 г. в конвейерном штреке 2-й западной лавы (рис. 1), а со второй половины 2006 г. в конвейерном штреке 2-й восточной лавы пласта h_{10} (рис.2) проводилась проверка эффективности продольно-балочной крепи усиления (рис 3). Пласт h_{10} «Ливенский» мощностью 1,14–1,3 м и углом падения 20–23° отрабатывался на глубине 1280 м.



Рис. 1 – Схема горных выработок 2-й западной лавы пласта h_{10} шахты им. М. И. Калинина

Конвейерный штрек проходил буровзрывным способом с опережением лавы и группировался через 250 – 300 м промежуточными наклонными квершлагами на полевой штрек, проводимый в почве на расстоянии 15 м ниже пласта. Конвейерный штрек охраняется деревянной чураковой стенкой шириной 1,3 м и бутовой полосой длиной 2 м. После остановки в августе 2005 г. 2-й западной лавы была введена в работу остановленная 2-я восточная лава пласта h_{10} (рис. 2).

На первом этапе исследований при величине опережения лавы конвейерным штреком равной 40 м применялась однобалочная крепь продольно-жесткого усиления на участке штрека длиной 300 м.

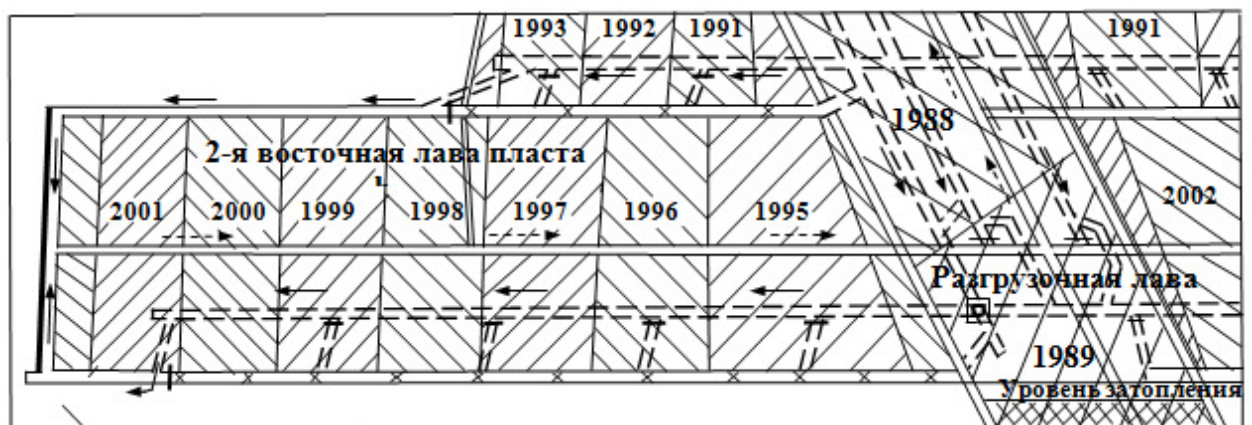


Рис. 2 – Схема горных выработок 2-й восточной лавы пласта h_{10} шахты им. М.И.Калинина

Арочная податливая крепь конвейерного штрека (АП–5/13,8 из спецпрофиля СВП–27 с шагом установки рам крепи 0,5 м) была усилена однобалочной продольно–жесткой крепью, в качестве которой применялась длинная балка из отрезков прямолинейного спецпрофиля СВП–27 длиной по 4 м, которые соединялись на каждом стыке внахлест на 0,5 м двумя хомутами. Балка подвешивалась на 2–х специальных крючьях с планками и гайками по центру каждого верхняка крепи (рис. 3).

В створе с лавой вертикальные смещения конвейерного штрека на участке его поддержания длиной 40 м составляли около 2–2,5 м, из которых смещения кровли составляли 75–80%. Вслед за лавой на участке длиной 60–80 м при поддержании штрека в зоне активных смещений пород в выработанном пространстве вертикальные смещения составляли в среднем около 3 м (смещения кровли составляли около 60%). Таким образом, уже на расстоянии 100 м вслед за лавой появлялась необходимость перекрепления выработки из-за неудовлетворительного состояния комплектов арочной крепи. Обследование арочной крепи показало, что на данном участке конвейерного штрека механизм проявления горного давления заключался в интенсивном выдавливании ножек арочной крепи со стороны выработанного пространства с разрывом замков крепи (всего их было разорвано около 80%) на величину 0,9–1,3 м.

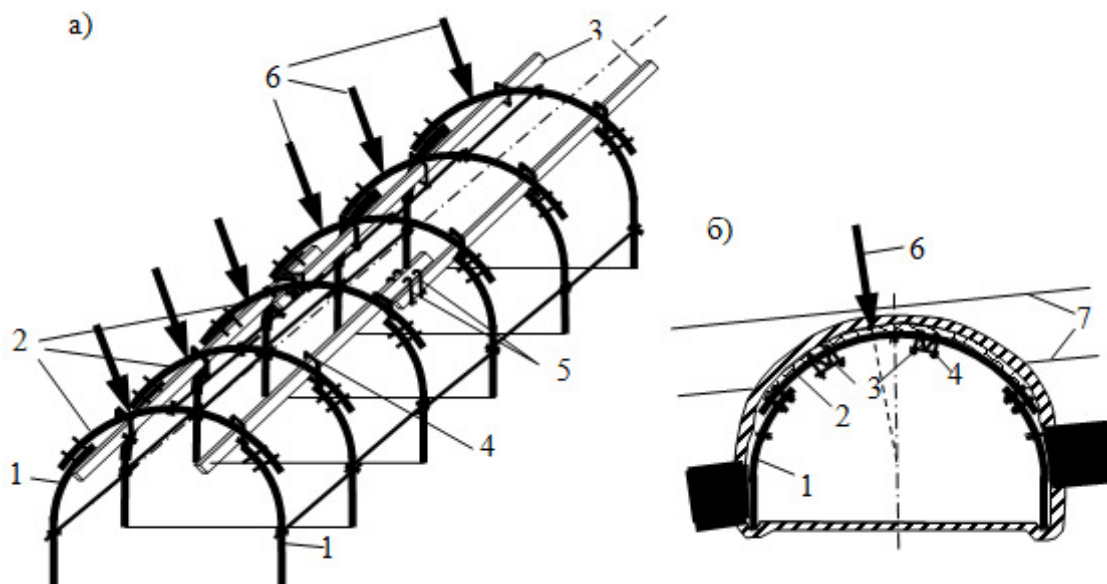


Рис. 3 – Схема расположения двойной продольно-балочной крепи усиления по длине подготовительной выработки (а) и в ее поперечном сечении (б): 1 – стойки рам основной крепи; 2 – верхняки крепи; 3 – продольные балки усиливающей крепи; 4 – соединительные хомуты для подвешивания балки к верхнякам крепи; 5 – соединительные крючья с планками для связи отрезков балки; 6 – направление вектора максимального горного давления на раму крепи; 7 – плоскости напластования пород кровли

При этом максимальные смещения контура боковых пород наблюдались по напластованию пород кровли, что сопровождалось значительными смещениями элементов крепи в замке со стороны массива, заклинивании замков и выдавливанием крепи в полость выработки (рис. 4, а).

На втором этапе для предотвращения интенсивных боковых смещений контура выработки со стороны напластования пород в штреке была установлена двухбалочная усиливающая крепь с симметричным расположением балок по верхняку на расстоянии 1,8 м друг от друга по ширине выработки (рис. 3). Была изменена длина опережения лавы забоем конвейерного штрека, которую снизили с 40 м до 20 м. Необходимость снижения величины опережения была продиктована значительными вертикальными смещениями боковых пород в зоне опорного давления перед лавой при отсутствии продольно-балочной крепи усиления. До начала эксперимента конвейерный штрек проходил с завышенным сечением ($S_{штр}=28,5 \text{ м}^2$) с общей высотой выработки 6,2 м.

Применение двухбалочной усиливающей крепи позволило повысить эффективность работы арочной крепи за счет пространственной консолидации ее комплектов и создания из них жесткой каркасной конструкции.

В результате анализа визуальных и инструментальных наблюдений было установлено, что максимальные проявления горного давления наблюдаются по напластованию пород кровли (рис. 4, а). При этом со стороны массива происходило образование локальных зон давления, в которых из-за фокусирования повышенных нагрузок на отдельные элементы крепи образовывались породные складки.

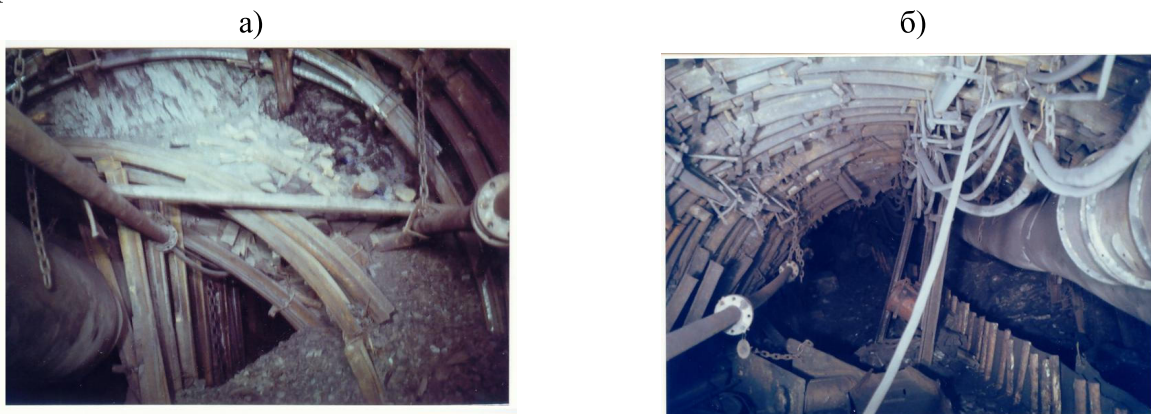


Рис. 4 – Состояние конвейерного штрека без крепи усиления (а) при перекреплении на расстоянии 220 м за забоем 2-й западной лавы; и с продольно-жесткой крепью усиления на расстоянии 120 м (б) и при подрывке почвы в 230 м за очистным забоем (в)

Поэтому на третьем этапе исследований, для повышения качества работы жестко-продольной крепи усиления, расположение балок по профилю верхняка было изменено таким образом, чтобы они располагались симметрично относительно напластования пород или направления вектора максимальной нагрузки на крепь (рис. 4, б).

Такое расположение балок позволило существенно улучшить состояние арочной крепи за счет перераспределения повышенной и неравномерной нагрузки между перегруженными и недогруженными комплектами арочной крепи по длине выработки.

На рис. 5 представлены результаты инструментальных наблюдений за смещениями боковых пород без применения и при использовании продольно-балочной крепи усиления в конвейерных штреках 2-й западной и 2-й восточной лав пласта h_{10} «Ливенский».

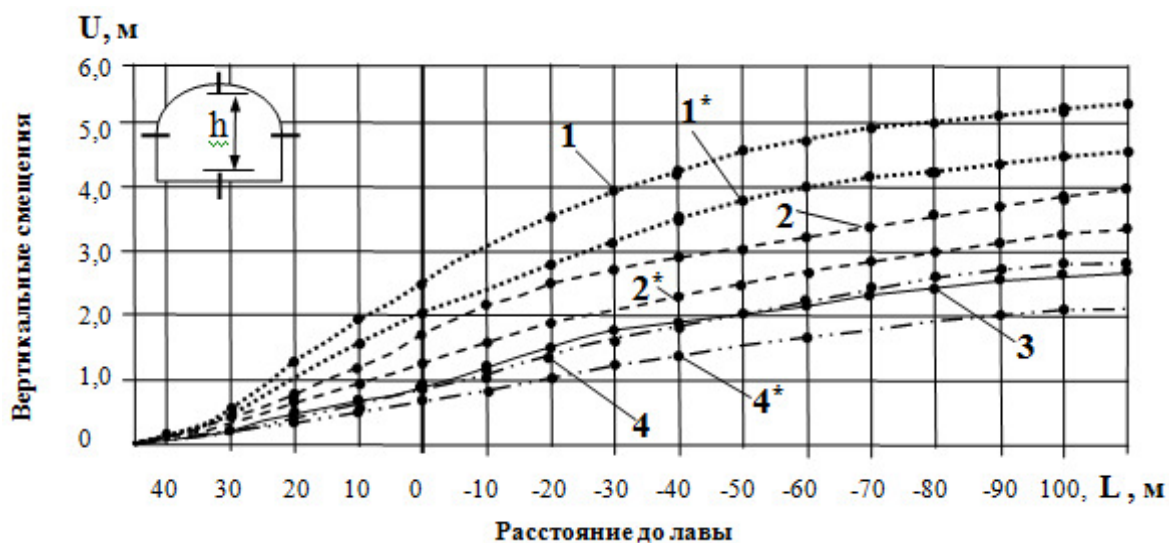


Рис. 5 – График зависимости вертикальных смещений породного контура конвейерного штрека 2-й западной и 2-й восточной лав пласта h_{10} : 1 – на контрольном участке без применения продольно-балочной крепи усиления; 2 – на первом экспериментальном участке при использовании одной центральной балки из СВП-27; 3 и 4 – на втором и третьем экспериментальных участках при двух симметричных и асимметричных балках (значком (*) обозначены графики смещений 2-й восточной лавы)

Из приведенных графиков видно, что применение одинарной продольно-балочной усиливающей крепи позволило снизить вертикальные смещения в конвейерных штреках 2-й западной и 2-й восточной лав соответственно в 1,34 и 1,4 раза.

Применение двойной продольно-жесткой крепи усиления позволило снизить в 1,83–1,96 раза смещения пород кровли в конвейерном штреке 2-й западной лавы и в 2,14 раза уменьшить вертикальные смещения в конвейерном штреке 2-й восточной лавы.

Следует отметить, что величина вертикальных смещений боковых пород в конвейерном штреке 2-й западной превышает соответствующие смещения конвейерного штрека 2-й восточной лавы в среднем на 0,7–0,8 м. Опыт работы западных и восточных лав на протяжении всего периода отработки пласта h_{10} «Ливенский» показывает, что общее состояние подготовительных выработок в восточных лавах значительно лучше, чем в западных. Одной из

причин такого положения дел является негативное влияние кливажных трещин. Плоскости кливажных трещин на восточном крыле шахтного поля наклонены на выработанное пространство, что способствует обрушению пород непосредственной кровли без их зависания. А на западном крыле плоскости кливажных трещин наклонены на угольный массив, что приводит к зависанию пород непосредственной кровли и увеличению величины ее зависания, а тем самым, и увеличению шага посадки основной кровли.

Таким образом, продольно–поперечная связь комплектов арочной крепи жесткой балкой по длине выработки, особенно при использовании двух продольных балок, позволяет изменить механизм взаимодействия породных отделиностей за счет образования и сохранения устойчивых грузонесущих сводов на контуре пород непосредственной кровли.

Библиографический список

1. **Каретников, В. Н.** Крепление капитальных и подготовительных горных выработок. Справочник / В. Н. Каретников, В. Б. Клейменов, А. Г. Нуждихин // – М.: Недра, 1989. – 571 с.
2. **Литвинский, Г. Г.** Стальные рамные крепи горных выработок / Г. Г. Литвинский, Г. И. Гайко, М. И. Кулдыркаев // – К.: Техніка, 1999. – 216 с.
3. **Бондаренко, Ю. В.** О влиянии жесткости каркасной крепи усиления на смещения пород кровли / Ю. В. Бондаренко, Г. И. Соловьев, Е. В. Кублицкий, О. К. Мороз // Известия Донецкого горного института. 2001. № 1. С. 59–61.
4. **Гребенкин, С. С.** О сохранении устойчивости конвейерных штреков глубоких шахт / С. С. Гребенкин, Г. И. Соловьев, И. К. Демин, Ю. Н. Панфилов, С. Г. Негрей, В. Е. Нефедов, Н. Н. Малышева // Вестник НГАУ, Днепропетровск, 2003, №10, С. 31–33.
5. **Соловьев, Г. И.** Особенности физической модели самоорганизации боковых пород на контуре выемочной выработки при продольно–жестком усилении арочной крепи // Науковий вісник НГУ, Дніпропетровськ. 2006, №1. С. 11–18.
6. **Соловьев, Г. И.** Определение параметров продольно-жесткой крепи усиления выемочных выработок глубоких шахт // Геотехнічна механіка: Міжвідомчий збірник наукових праць / ІГТМ ім. М. С. Полякова НАН України. – Дніпропетровськ. 2006. – Вип. 64. С. 157–171.

Оглавление

<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Обоснование технологии перекрепления горных выработок с исключением излишнего выпуска породы	4
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Основные направления и перспективы применения анкерных крепей для обеспечения устойчивости выработок глубоких шахт	11
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Общий анализ состояния и технологических схем ремонта горных выработок шахт ГП «ДУЭК»	20
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Об изучении деформирования массива горных пород в подготовительных выработках с применением анкерного крепления	25
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Основные особенности деформирования породного контура подготовительных выработок с анкерным креплением	28
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Обоснование своевременности применения эффективных способов охраны горных выработок	30
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Состояние и перспективы развития применения рамных конструкций для крепления подготовительных выработок угольных шахт	35
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Обоснование области применения анкерной крепи в подготовительных выработках глубоких шахт Донецко-Макеевского района	42
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Установление характера деформирования породного массива и аспекты применения пространственно-анкерных систем	45
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Современные технологии ремонта горных выработок глубоких шахт и перспективы развития данного направления	48

<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Комбинированные геотехнологии как перспективный метод комплексного освоения недр	56
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Возможность комплексного освоения подземного пространства и использования подземных выработок во вторичных целях	59
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научные руководители – Соловьев Г.И., Касьяненко А.Л., Нефедов В.Е.)</i>	
О полевой подготовке конвейерного штрека в условиях шахты им. Е. Т. Абакумова	62
<i>Агарков А.В., Муляр Р.С. (научный руководитель – Костюк И.С.)</i>	
Роль управления производственными процессами при выборе способа охраны горных выработок угольных шахт	67
<i>Бабак Б.Н. (научный руководитель – Костюк И.С.)</i>	
Изучение и обобщение основных понятий процесса ресурсобеспечения горных предприятий и выявление взаимосвязи между ними.....	73
<i>Белюсов В.А. (научные руководители – Выговский Д.Д., Выговская Д.Д.)</i>	
Исходная информация к проектированию угольных шахт	81
<i>Гаврилов Д.И. (научный руководитель – Соловьев Г.И.)</i>	
Комбинированный способ охраны конвейерного штрека в условиях ПАО «Шахтоуправление «Покровское».....	85
<i>Гармаш А.В., Шмырко Е.О. (АФГТ ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В. Даля»)</i>	
Эффективные методы экономии электроэнергии на угольных шахтах	95
<i>Геков А.Ю., Краснов Д.С. (научный руководитель – Стрельников В.И.)</i>	
Экономико-математическое моделирование технологии разработки выемочной ступени.....	101
<i>Гнидаш М.Е. (научный руководитель – Соловьев Г.И.)</i>	
О продольно-жестком усилении основной крепи подготовительных выработок глубоких шахт	113
<i>Гончар М.Ю., Мошин Д.Н. (научные руководители – Выговская Д.Д., Выговский Д.Д.)</i>	
Подходы к выбору рациональной технологии ведения очистных работ	119
<i>Донских В.В. (научный руководитель – Касьяненко А.Л.)</i>	
Анализ состава пород почвы горных выработок на шахтах Донецкого бассейна	124

<i>Дрох В.В., Марюшенков А.В. (научные руководители – Ворхлик И.Г., Выговский Д.Д.)</i>	
Меры по уменьшению величин смещения боковых пород в участковых подготовительных выработках	130
<i>Елистратов В.А. (научный руководитель – Гомаль И.И.)</i>	
Опыт использования шахтных вод.....	137
<i>Золотухин Д.Е. (научный руководитель – Гомаль И.И.)</i>	
Способы утилизации шахтного метана	147
<i>Иващенко Д.С. (научные руководители – Соловьев Г.И., Голембиевский П.П., Нефедов В.Е.)</i>	
Особенности охраны подготовительных выработок глубоких шахт породными полосами	160
<i>Капуста В.И. (научные руководители – Костюк И.С., Фомичев В.И.)</i>	
Совершенствование технологии крепления вентиляционной и углеспускной печей при выемке угля щитовыми агрегатами	167
<i>Капуста В.И. (научный руководитель – Фомичев В.И.)</i>	
Локальные способы предотвращения выбросов угля и газа	175
<i>Квич А.В. (научный руководитель – Фомичев В.И.)</i>	
Опыт применения щитовых агрегатов на шахтах центрального района Донбасса ..	180
<i>Лежава Д.И. (научный руководитель – Дрипан П.С.)</i>	
Исследование способа закрепления анкера.....	185
<i>Лиманский А.В. (научный руководитель – Дрипан П.С.)</i>	
Лабораторные испытания ресурсосберегающего способа закрепления анкера	187
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Исследование влияния излишнего выпуска породы при ремонте выработки на ее последующую устойчивость	190
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Повышение устойчивости пород почвы горных выработок глубоких шахт на примере шахты имени В.М. Бажанова ГП «Макеевуголь»	199
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Механизм потери устойчивости горных выработок	202

<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Способы управления состоянием массива горных пород, вмещающих выработки шахт Донбасса.....	207
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Комплекс эффективных мероприятий по повышению устойчивости подготовительных выработок и особенности их деформирования на шахте «Степная» ПАО «ДТЭК «Павлоградуголь»	217
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Контроль и изучение деформационных процессов кровли монтажных камер, закрепленных анкерной крепью	224
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Исследование существующих технологических решений, которые направлены на повышение устойчивости крепи в подготовительных выработках угольных шахт ...	228
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Контроль и изучение деформирования породного контура монтажных ходков, закрепленных комбинированной крепью	234
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Новиков А.О.)</i>	
Определение схемы позиционирования анкеров в зоне неупругих деформаций	239
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Особенности влияния угла залегания пород и глубины заложения анкеров на устойчивость горных выработок шахт Донбасса.....	242
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Перспективы внедрения технологий извлечения метана из угольных пластов и его последующее использование.....	245
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научные руководители – Новиков А.О., Шестопалов И.Н.)</i>	
Повышение эффективности альтернативного использования подземного пространства закрываемых шахт центрального района Донбасса, отработывающих крутопадающие пласты.....	248
<i>Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Соловьев Г.И.)</i>	
Особенности поддержания конвейерных штреков при сплошной системе разработки в условиях шахты «Коммунарская».....	250

- Муляр Р.С., Агарков А.В. (научный руководитель – Костюк И.С.)*
Управление внедрением нового способа охраны горных выработок угольных шахт с помощью методики Swim lane257
- Нескреба Д.А., Поляков П.И. (ГУ «ИФГП» г. Донецк)*
Экспериментальная наработка разрушения слоистой структуры горного массива с использованием эквивалентных материалов264
- Панин Ф.В. (научный руководитель – Соловьев Г.И.)*
Особенности поддержания конвейерных штреков при сплошной системе разработки на шахте им А. А. Скочинского.....266
- Посохов Е.В. («ВТС Ровенькиантрацит» г. Ровеньки, ЛНР)*
Определение и локализация вредных факторов, влияющих на состояние выемочных выработок, охраняемых угольными целиками.....271
- Рыжикова О.А. (АФГТ ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В. Даля»),
Должикова Л.П. (ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ»)*
Ликвидация прорыва грунтовой дамбы хвостохранилищ283
- Степаненко Д.Ю. (научный руководитель – Дрипан П.С.)*
Исследование результатов лабораторных исследований способа закрепления анкера методом прессовой посадки287
- Хащеватская Н.В., Шатохин С.В., Вишняков А.В., Ожегова Л.Д., Вишняк Ю.Ю.
(ГУ «ИФГП», г. Донецк)*
Диффузионные процессы водородосодержащих компонентов в угле в условиях импульсного нагружения и высокоскоростной разгрузки.....290
- Шаповал В.А. (научный руководитель – Дрипан П.С.)*
Значение своевременного обнаружения пожара в подземных горных выработках296
- Якубовский С.С. (научный руководитель – Дрипан П.С.)*
Предупреждение самовозгорания угля с помощью применения антипирогенов298

Сборник научных трудов
кафедры разработки месторождений
полезных ископаемых

«Инновационные технологии разработки
месторождений полезных ископаемых»

№ 3 (2017)

(Электронное издание)

Статьи в сборнике представлены в редакции авторов