

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 622.267

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ АНКЕРОВАНИИ ПОЧВЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ

Манухин С.В., Склепович К.З.*

Приведены результаты математического моделирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород вокруг подготовительной выработки при анкеровании почвы

Одной из главных причин ремонта и полного перекрепления подготовительных выработок, непосредственно примыкающих к очистным забоям, является поднятие почвы [1]. Это приводит к снижению скорости подвигания очистных забоев и повышению себестоимости добычи угля.

С увеличением глубины разработки более 900 м эта проблема становится особенно острой, а поднятие почвы происходит практически в каждой участковой выработке [2]. Поэтому необходимо ещё на стадии проектирования проведения подготовительной выработки обосновать целесообразность применения эффективного способа борьбы с поднятием почвы.

Цель работы: на основании математического моделирования массива горных пород проанализировать напряжения и деформации в почве подготовительной выработки.

Для достижения цели работы поставлены следующие **задачи:**

- составить методом конечных элементов в программном комплексе «Лира» модель массива пород с установленными в почву выработки сталеполимерными анкерами;
- выполнить анализ напряженно-деформированного состояния пород почвы подготовительной выработки примыкающей к очистному забою;
- сравнить полученные результаты моделирования способа по предотвращению пучения с шахтными замерами поднятия почвы в 113 конвейерном уклоне пласта l_6 шахты «Должанская-Капитальная» ООО «ДТЭК Свердловантрацит».

Для исследования напряженно-деформированного состояния массива горных пород в окрестности подготовительной выработки использова-

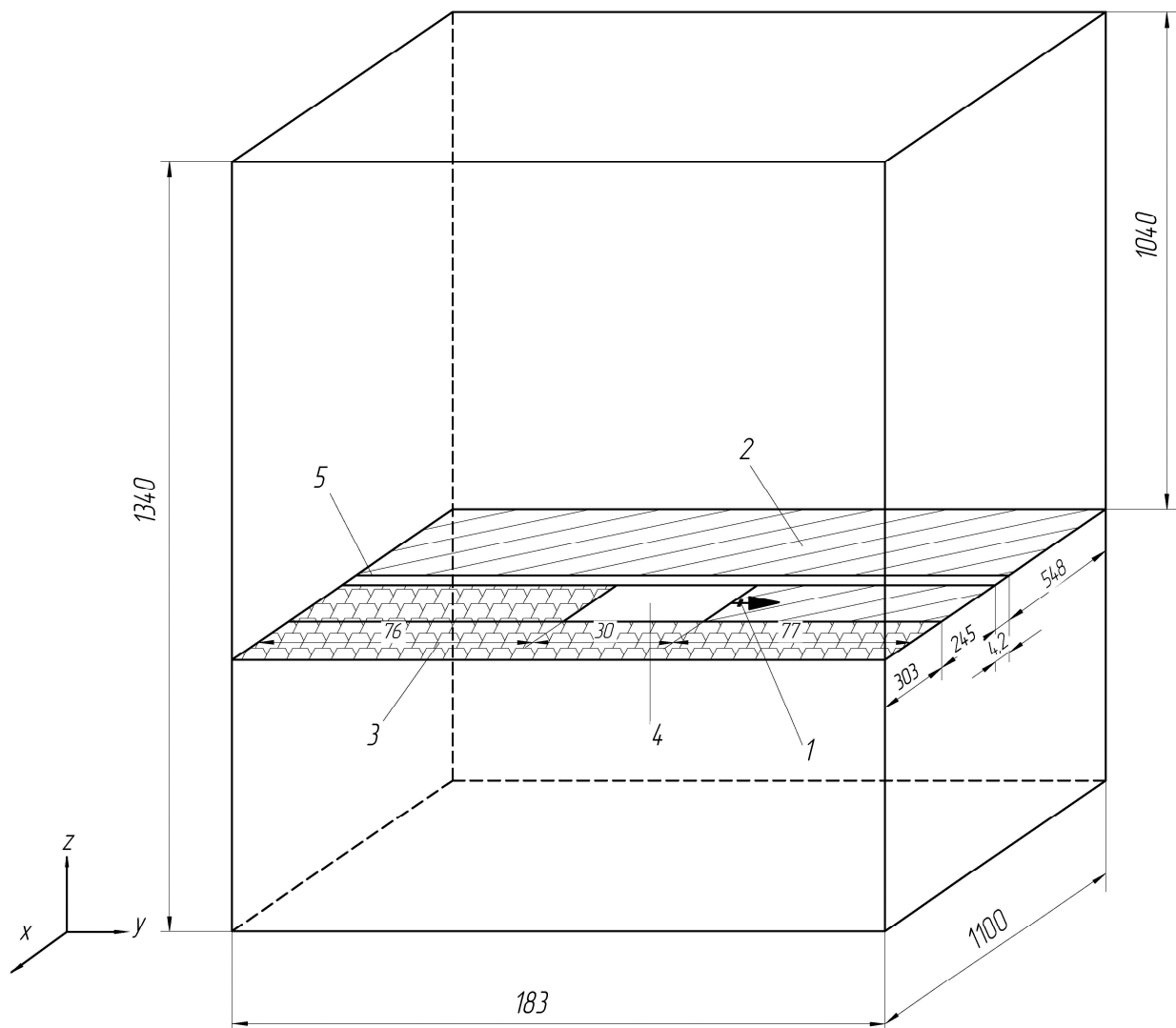
* Манухин С.В. – студент гр. ГИ-13

Склепович К.З. – к.т.н., доцент

(ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», г. Алчевск, skz14d@mail.ru)

но численное математическое моделирование массива горных пород методом конечных элементов с помощью многофункционального программного комплекса «Ли́ра», что позволило детально проанализировать полученные данные распределения напряжений и деформаций при сталеполном анкерировании почвы.

Объемная модель углепородного массива составлена по горно-геологическим условиям отработки пласта l_6 шахты «Должанская-Капитальная» ООО «ДТЭК Свердловантрацит» (рис. 1).



- 1 – направление подвигания лавы; 2 – массив угля; 3 – обрушенные породы;
 4 – отработанное пространство до осадки кровли;
 5 – подготовительная выработка

Рисунок 1 – Схема объемной математической модели углепородного массива, м

Размеры модели 1100×183×1340 м. Модель состоит из подготовительной выработки арочного сечения, шириной 4,2 м и высотой 3,15 м; очистного забоя длиной 245 м; выработанного пространства (303 м) с одной стороны лавы и массива угольного пласта с другой стороны (548 м). За первой лавой выработка охраняется целиками и в дальнейшем будет использоваться повторно в качестве вентиляционной для следующей лавы. Технология анкерования почвы соответствует патенту разработанному в ДонГТУ [3]. Сталеполимерные анкеры установлены в почву выработки через отверстия, просверленные в шпалах рельсового пути, что дополнительно препятствует поднятию почвы (рис. 2). Длина анкеров 2,0 м, расстояние между анкерами вдоль оси выработки – 0,7 м.

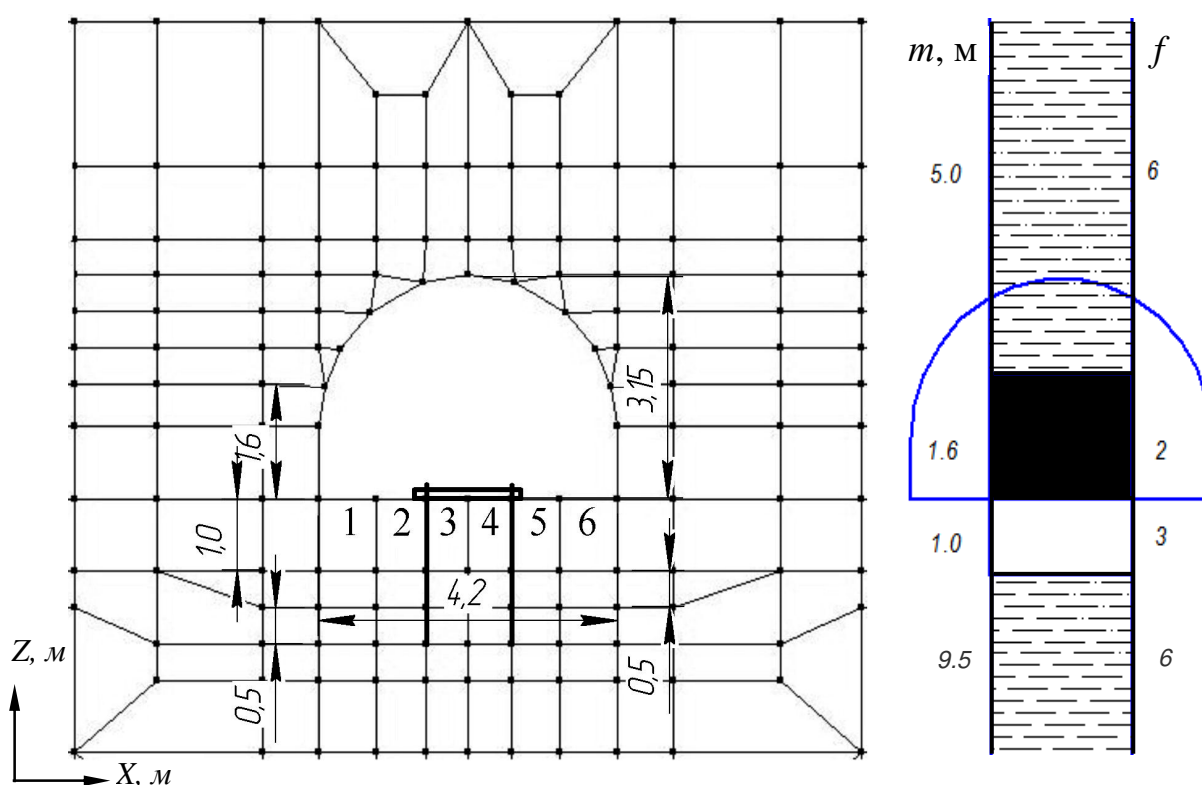


Рисунок 2 – Схема распределения элементов (часть модели) вокруг выработки с установленными анкерами в почве и структурная геологическая колонка боковых пород

Длина модели вдоль выработки 183 м, что равняется пяти шагам оседания пород кровли; глубина ведения горных работ 1040 м. Модель состоит из 163415 универсальных пространственных изопараметрических 6-8-узловых конечных элементов. На граничные узлы модели наложены связи: на боковые грани по оси X и Y, а на нижние грани ещё и по оси Z.

Математическую модель в ПК «Ли́ра» рассчитали с помощью расчетно-графической системы «МОНТАЖ плюс», которая позволяет моделировать процесс пошагового построения модели.

Вычисление модели выполняли в четыре «шага»:

- монтаж всех элементов модели и добавление элементам собственного веса пород;
- демонтаж элементов модели, которые относятся к подготовительной выработке;
- монтаж элементов анкерной крепи в сочетании со шпалами рельсового пути;
- демонтаж элементов пласта угля, что имитирует подвигание лавы на шаг осадки пород.

Количество шагов вычисления модели должно совпадать с количеством загрузок. Для этого в качестве первой загрузки выступает загрузка элементов под собственным весом пород, дальнейшие загрузки модели назначаются в виде незначительных нагрузок на узлы модели. Элементы анкерной крепи и шпалы рельсового пути задаются в ПК «Ли́ра» с помощью стержневых конечных элементов.

На рис. 3 приведены величины поднятия пород почвы по сечениям на расстоянии от лавы и соответствующие им эпюры вертикальных напряжений, а на рис. 4 распределение вертикальных напряжений по ширине почвы вдоль всей длины выработки.

Увеличение напряжений в почве выработки наблюдаются большей частью на участке – 40 м - +10 м относительно лавы.

На основании анализа вышеприведенных графиков можно сделать вывод о том, что растягивающие напряжения в верхнем слое почвы выработки достигают своего максимального значения 12 МПа на расстоянии приблизительно 15 м после прохода лавы. И как следствие, в этом месте (– 15 м) происходит максимальное поднятие почвы 325 мм.

Наибольшие напряжения наблюдаются со стороны лавы, что свидетельствует о повышенном уровне интенсивности поднятия пород именно с этой стороны.

На шахте «Должанская-Капитальная» в 113 конвейерном уклоне пласта l_6 не применяют способы по предотвращению поднятия почвы, а лишь выполняют мероприятия по ликвидации последствий пучения - подрывку почвы. Согласно шахтным замерам суммарное поднятие почвы в 113 конвейерном уклоне достигает 1300 мм и для сохранения сечения выработки подрывку выполняют вручную не менее 3-х раз.

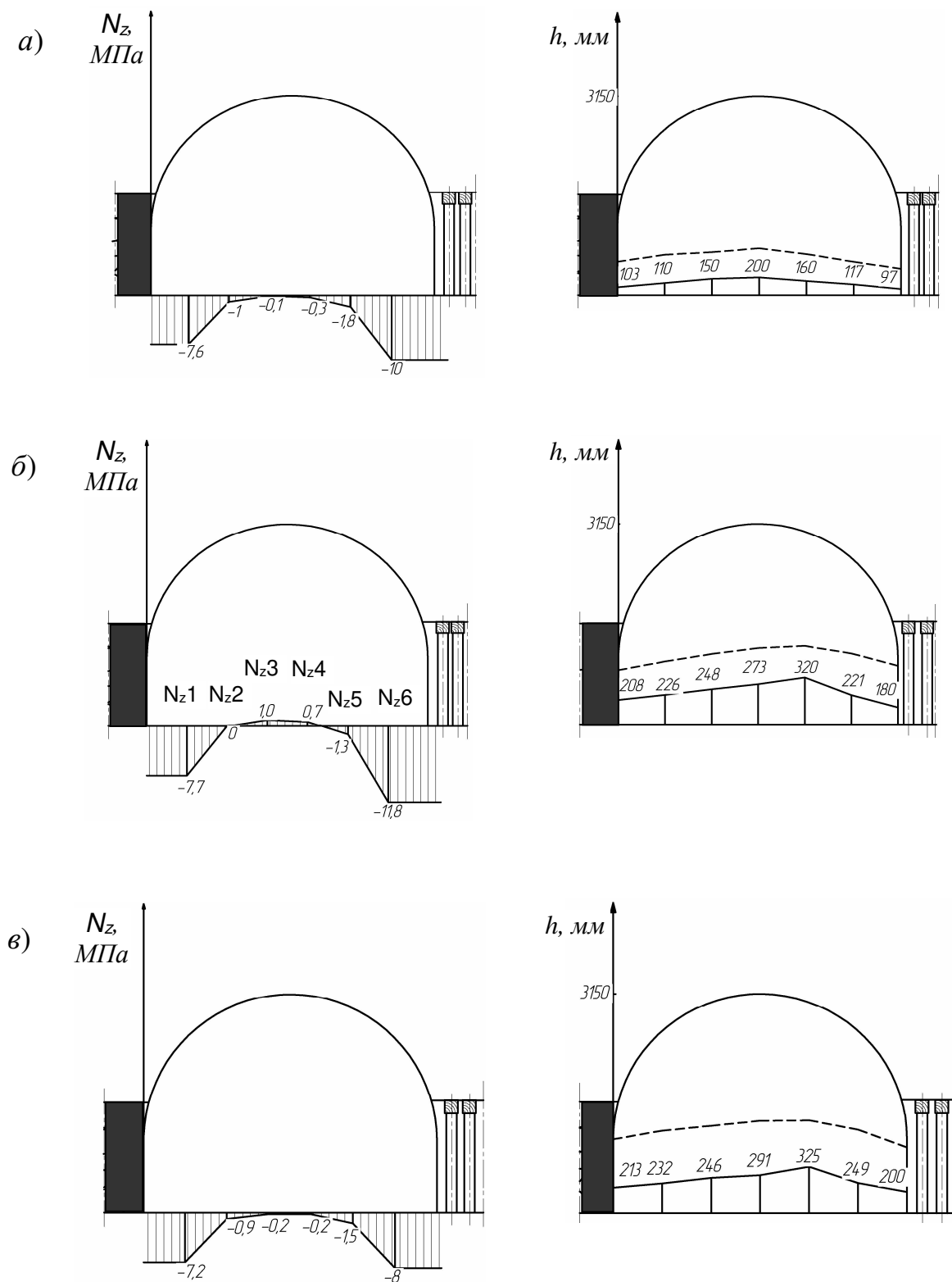


Рисунок 3 – Вертикальные напряжения (N_z) и величина поднятия пород почвы (h) подготовительной выработки на расстоянии относительно линии очистного забоя: а – на расстоянии 15 м впереди лавы (+15 м); б - на линии очистного забоя (0 м); в – на расстоянии 15 м после прохода лавы (-15 м)

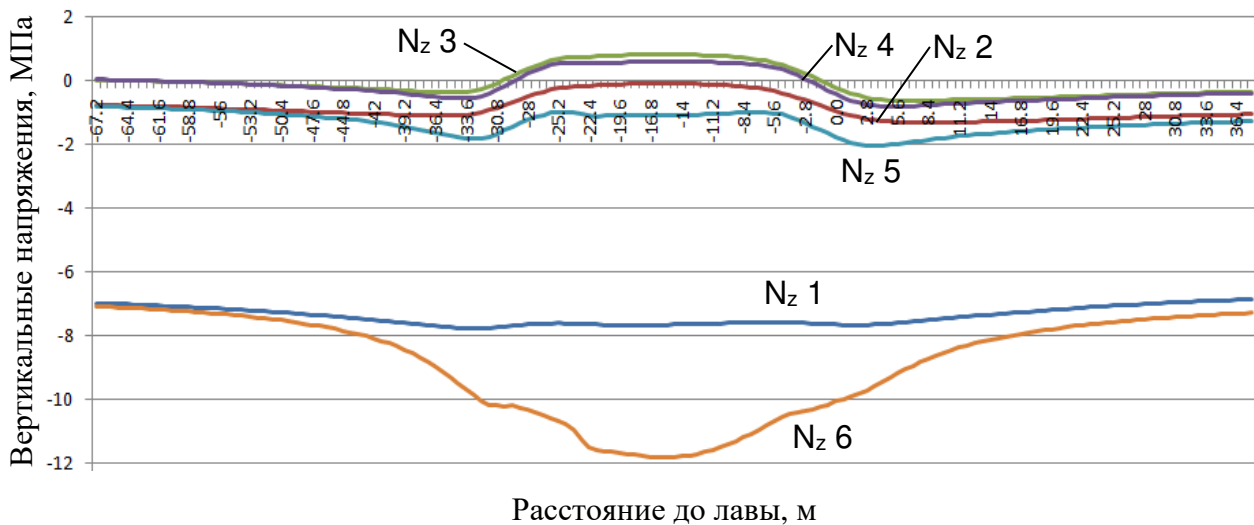


Рисунок 4 – График распределения вертикальных напряжений по ширине почвы (в верхнем слое), вдоль подготовительной выработки

Вывод

Методом математического моделирования был выполнен анализ напряженно-деформированного состояния массива горных пород в окрестности подготовительной выработки с упрочнением почвы сталеполимерными анкерами; установлены величины и участки наибольших напряжений и деформаций пород вдоль и по ширине подготовительной выработки.

Применение анкерования почвы, согласно патента [3], позволит уменьшить величину поднятия почвы в 4 раза, что приведёт к снижению затрат на поддержание выработки и снижению себестоимости добычи угля.

Библиографический список

1. Черняк, И. Л. Предотвращение пучения почвы горных выработок [Текст] / И.Л. Черняк. – М.: Недра, 1978. – 237 с.
2. Зборщик, М. П. Пути уменьшения выдавливания пород почвы в участковых выработках [Текст] / М. П. Зборщик, М. А. Ильяшов // Уголь Украины. – 2008. – №11. – С. 13-17.
3. Патент № 47864 Украина, МПК (2009) E 21D 21/08. Анкерне кріплення підшви гірничих виробок, обладнаних рейковою колією [Текст] / Клішин М.К., Склепович К.З., Касьян С.І., Кізіяров О.Л. (Україна). – № U 2009 09373, заявл. 11.09.2009; опубл. 25.02.2010, Бюл. №4.

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>	
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