

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 622.268.6.001.57

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ НАРУШЕННОСТИ В НЕСУЩИХ СЛОЯХ ГОРНОГО МАССИВА

**Нескреба Д.А., Поляков П.И.\***

*Работа связана с выполнением темы по изучению физико-механических свойств в условиях напряженного состояния природных материалов, таких как уголь, песчаник, различного рода аргиллитов и алевролитов. Идея состоит в установлении закономерностей разрушения слоистой системы горного массива после выемке ископаемого.*

*В результате проведенных исследований установлено, что механические процессы, протекающие в горных породах различного литологического состава слоисто поровой структуры, при перераспределении нагрузки в условиях одноосного сжатия происходят с изменением физико-механических свойств. При этом процесс развития деформационного состояния находится в нарушенности и оценивается в пределах напряженного состояния. Эта зависимость может быть использована для оценки механизма разрушения.*

Развитие техники и технологий предполагает повышение качества к горнодобывающей промышленности. Трудности, с которыми сталкиваются инженеры в горнодобывающей отрасли, обусловлены тем, что в анализе прочностных свойств используются методы из физики твердого тела [1].

В современной физике давления различаются по диапазонам на низкие, средние, высокие и сверхвысокие давления. Проводя исследования в данном направлении, становится очевидным, что диапазон давлений разрушения природных материалов находится в пределе низких и средних что подтверждается многочисленными экспериментальными данными.

Лабораторные испытания традиционно проводят при небольших давлениях, моделирующих напряженное состояние конкретного слоя в природном массиве. Такие работы дают в основном информацию о макропроцессах в исследуемом образце и поведение макротрещин.

При давлениях превышающих низкие в физике твердого тела существует отклонение от закона Гука [2], и как следствие проявление неупругих сил, связанных с фазовыми и полиморфными процессами, границы которых дают область средних давлений.

Так называемые границы, разделяющие давления на: низкие, средние, высокие и сверхвысокие весьма приближены и по этому они не могут

---

\* Нескреба Д.А. – инженер

Поляков П.И. – доктор физ.мат. наук, профессор

(ГУ «Институт физики горных процессов», г. Донецк)

быть приняты для исследуемых элементов природных материалов.

Исследования структурных элементов слоистой структуры, необходимо начинать и оценивать с приблизительных физико-механических свойств каждого из слоев формирующих слоистую структуру.

Дальнейшая работа проводилась в контейнере, принцип работы которого основан на смещении поршня [3].

Опыт предыдущих исследователей показывает, что при прессовании в такой камере порошкообразных образцов напряженное состояние описывается уравнением:

$$\sigma_1 \geq \sigma_2 = \sigma_3,$$

где  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  – напряжения вдоль главных осей.[4]

Особенностью такой конструкции является то, что при испытании в ней фракционного образца, камера работает в упругой области во всем диапазоне измеряемых давлений.

Несколько иначе ведет себя изготовленный монолитный образец по отношению к фракционному (рис.2). Первые эксперименты, проводимые на образцах песчаника, показывают отличие процесса разрушения (рис.2).

Говорить об упругих процессах при проведении такого рода экспериментах возможно только в условиях отсутствия сдвиговых компонент напряжений, т.е. в условиях гидростатического давления, когда влияние сил трения на границе исследуемого тела и передающего давления поршня пренебрежимо мало.[5].

Эксперимент на цельном образце песчаника наглядно можно рассмотреть на графике рис.2, на котором показано что на начальном этапе происходит разрушение, после чего происходит уплотнение материала и начинает постепенно проявляться упругая область разрушения, после прохождения отметки в 2 МПа в процессе развития нарушенности начинает проявляться относительно ступенчатое разрушение которое мы довели до 4,5МПа.

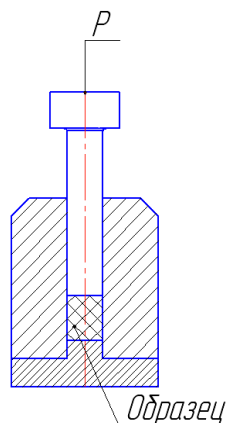
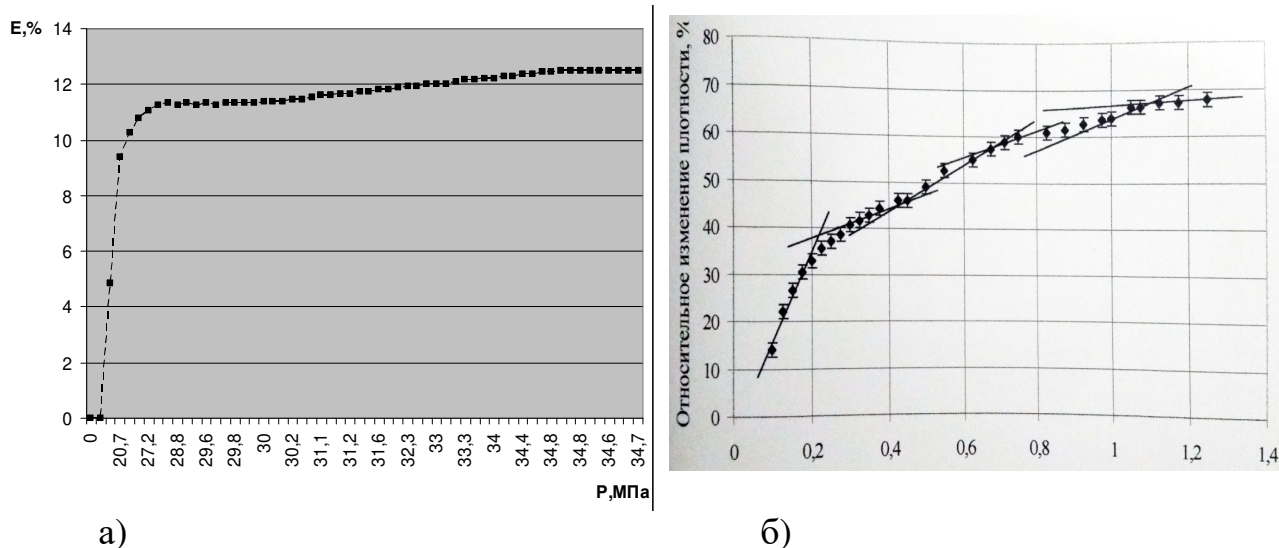


Рисунок 1 – Контейнер высокого давления [3]

Изготовленные монолитные образцы цилиндрической формы, с габаритными размерами, не превышающими размеров внутреннего канала сосуда, обрабатывались таким образом, что бы заполнить канал камеры на 95 – 99 %.

Полученные результаты позволяли строить графические зависимости относительного изменения объема от приложенной нагрузки (рис.2).



*а – график разрушения монолитного образца песчаника;  
б – график разрушения фракционного образца угля [3]*

*Рисунок 2 – Графические зависимости относительного изменения объема от приложенной нагрузки:*

При выполнении построения графической зависимости можно отметить следующее:

1. Нагружение после касания поршня с образцом на начальном этапе сопровождается смещением поршня, но нагрузка на этом участке не растет, что говорит об отсутствии идеальной поверхности и присутствии сдвиговых компонент. Иными словами при изготовлении образца его поверхность имеет различного рода дефекты, которые неизбежно будут при любой механической обработке.

2. Проявление упругой составляющей по видимому, происходит после уплотнения поверхностных дефектов образца, и находится в пределах от 15 МПа до 20 МПа.

3. Отметить так же стадийность процесса развития нарушенности, т.е. присутствует ступенчатое разрушение.

4. Прилагать на образец очень высокие давления не имеет смысла, это связано с тем, что исследуются свойства, материала при усилиях экви-

валентных перераспределившейся нагрузке после выемки ископаемого в природном массиве.

### **Вывод**

Выполненная работа по изучению физико-механических свойств в условиях напряженного состояния природных материалов выполнена используя методы заложенные еще в работе Брижмена. Развитие нарушенности монолитных образцов в камере показывает нам относительную нелинейность происходящего процесса, который протекает как ступенчатое разрушение. Такое разрушение начинается при относительно небольших давлениях, которое достаточно затруднительно фиксировать, чаще всего этот процесс рассматривают как дефекты поверхностей, трещиноватости и пористости тем самым опуская присутствие начальных сдвиговых компонент.

В результате проведенных исследований установлено, что для повышения безопасной отработки ископаемого есть необходимость в фиксировании процесса развития нарушенности на начальном этапе, который покажет реальный процесс, при котором начнет развиваться процесс разрушения.

### **Библиографический список**

1. **Литвинский, Г. Г.** Аналитическая теория прочности горных пород и массивов : монография / Г. Г. Литвинский // ДонНТУ. – Донецк: Норд-Пресс, 2008. – 207 с.
2. **Зубов, В. Г.** Механика / В. Г. Зубов. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
3. **Поляков П. И., Слюсарев В.В.** Способ определения общей пористости ископаемого угля: Декларационный патент на изобретение 2001128887. Украина, МКИ G01N1/04,G01N7/00/ №49528A; Заявлено 21.12.2001; Опубл. 16.09.2002. Бюл. № 9.– 2 с.
4. **Нотт, Дж. Ф.** Основы механики разрушения / Дж. Ф. Нотт. – М.: Металлургия, 1978. – 256 с.
5. Структурные фазовые переходы в кристаллах при воздействии высокого давления / Александрова И. П. [и др.] – Новосибирск: Наука, 1982. – 144 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 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> Выбросоопасность 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