

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ VII

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
14 – 16 мая 2019 г.*

выпуск 23

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

Новокузнецк
2019

ББК 74.580.268
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М.В. Темлянецв,
д-р техн. наук, профессор С.М. Кулаков,
канд. техн. наук, доцент О.А. Полях,
канд. техн. наук, доцент А.В. Новичихин,
канд. техн. наук, доцент А.М. Никитина

Н 340 Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения:
труды Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под
общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр
СибГИУ, 2019.- Вып. 23. - Ч. VII. Технические науки. – 341 с.,
ил.- 135, таб.-61 .

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Седьмая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области новых информационных технологий и систем автоматизации управления, металлургических процессов, технологии, материалов и оборудования, теории механизмов, машиностроения и транспорта, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2019

III. ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ.....	202
ИНСТРУМЕНТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ПАССАЖИРСКОМ АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ	
<i>Осипова С.С.</i>	202
ТРЕУГОЛЬНИК РЕЛО	
<i>Антонов А.Н.</i>	205
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ СОВРЕМЕННЫХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА СУДНА	
<i>Виликов Д.О.</i>	210
ПНЕВМОУПОР ДЛЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО КРАНА	
<i>Бураков С.Н.</i>	215
РАЗВИТИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
<i>Бакулева М.А.</i>	218
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ	
<i>Василин А.К.</i>	221
КОНЦЕПЦИЯ ОБОСНОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРАНСКОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ПОЛИТРАНСПОРТНОЙ МАГИСТРАЛИ «ЕВРАЗИЯ – АМЕРИКА»	
<i>Емельянов Г.С.</i>	224
IV. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.....	231
АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ НА ПРИЗАБОЙНУЮ ЗОНУ ПЛАСТА	
<i>Елкин Д.И., Павлов К.А.</i>	231
РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ДЕГАЗАЦИИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНО-ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ОАО «ШАХТА «ЕСАУЛЬСКАЯ»	
<i>Зелулин С.А., Никитина А.М., Риб С.В., Борых Д.М.</i>	236
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕМОНТАЖА МЕХАНИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ АО «ШАХТА «АНТОНОВСКАЯ»	
<i>Никитина А.М., Риб С.В., Борых Д.М.</i>	241
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА, ЭКВИВАЛЕНТНОГО ГОРНОЙ ПОРОДЕ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	
<i>Павлов К.А.</i>	246
РАЗРАБОТКА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГОРНОГО МАССИВА С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕГО ПАРАМЕТРОВ В ОКРЕСТНОСТИ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОАО «ШАХТА «ОСИННИКОВСКАЯ»	
<i>Павлов К.А.</i>	250
ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПУСКА УГЛЯ ИЗ ПОДКРОВЕЛЬНОЙ ПАЧКИ НА ЗАВАЛЬНЫЙ КОНВЕЙЕР	
<i>Перов А.А., Никитина А.М., Риб С.В.</i>	257

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА, ЭКВИВАЛЕНТНОГО ГОРНОЙ ПОРОДЕ ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Павздерин К.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: kirill_03_04@mail.ru*

В данной статье рассматривается проблема сложности проведения шахтных экспериментов, а также замена на более доступное моделирование из эквивалентного материала.

Ключевые слова: физическое моделирование, эквивалентный материал, физико-механические свойства.

Моделирование – метод научного познания, основанный на изучении реальных объектов посредством изучения моделей этих объектов, т.е. посредством изучения более доступных для исследования и вмешательства объектов-заместителей естественного или искусственного происхождения, обладающих свойствами реальных объектов (аналоги объектов, подобные реальным в структурном или функциональном плане) [1].

Целью работы является – получение практических навыков в области моделирования напряженно-деформированного состояния массива пород.

Наиболее эффективным источником получения достоверной информации о геомеханических процессах в углепородном массиве являются шахтные эксперименты. Однако их проведение связано с высокими материальными и трудовыми затратами, поэтому в практике научных исследований широко применяется математическое [2-4] и физическое моделирование. С использованием таких методов по результатам моделирования может быть решена задача оценки геомеханического состояния горных пород в окрестности подготовительных выработок на всех стадиях их эксплуатации [5,6].

В сложных горно-геологических условиях для исследования геомеханических процессов применяются методы физического моделирования, а именно, методы моделирования на эквивалентных материалах.

Основные принципы этого метода сводятся к замене в модели естественных горных пород искусственными материалами с физико-механическими свойствами, которые, в соответствии с принятым масштабом моделирования, находятся в определенных соотношениях с физико-механическими свойствами натуральных горных пород [7].

Подбор эквивалентного материала осуществлялся для угля, аргиллита и алевролита со следующими физико-механическими свойствами (таблица 1).

В соответствии с таблицей 1 были рассчитаны прочностные характе-

ристики эквивалентного материала для каждой породы по формулам, предложенным Г.Н. Кузнецовым [1,8].

Таблица 1 – Физико-механические свойства горных пород

Наименование породы	Физико-механические свойства горных пород	
	предел прочности при сжатии, МПа	объемная масса пород, кг/м ³
Алевролит	40	2500
Аргиллит	30	1900
Уголь	8,2	1200

Прочностные характеристики требуемого материала, эквивалентного горной породе, определялись из выражения:

$$\sigma_{\text{эк}} = (R_c)_{\text{эк}} = \frac{l}{L} \cdot \frac{\gamma_{\text{п}}}{\gamma_{\text{м}}} \cdot (R_c)_{\text{п}}, \quad (1)$$

где $\sigma_{\text{эк}} = (R_c)_{\text{эк}}$ – предел прочности при сжатии эквивалентного материала;

$(R_c)_{\text{п}}$ – предел прочности при сжатии натуральных образцов породы;

$\frac{l}{L}$ – линейный масштаб модели;

$\gamma_{\text{м}}$ – объемная масса материала;

$\gamma_{\text{п}}$ – объемная масса пород.

Объемная масса материала модели рассчитывалась по формуле:

$$\gamma_{\text{м}} = 0,6 \cdot \gamma_{\text{п}}. \quad (2)$$

При подборе эквивалентных материалов были выбраны две составляющие – песок и цемент. Использовался кварцевый песок с диаметром зерен 0,30-0,16 мм. Цемент применялся ПЦ-40.

Для изготовления эквивалентного материала осуществлялось смешивание песка и цемента, процентное содержание смеси по весу находилось в диапазоне от 60 до 27 и от 40 до 73 соответственно. Для обеспечения более однородного состава получаемого материала использовались специальные приспособления. Смесь многократно перемешивалась при комнатной температуре. Готовую смесь укладывали в заготовленные образцы цилиндрической формы размером 73х50 мм, по ГОСТ 21153.2-84 (рисунок 1).

Испытание образцов на одноосное сжатие осуществлялось на гидравлическом прессе «НК-500» (рисунок 2).



Рисунок 1 – Готовые образцы цилиндрической формы с цементно-песчаной смесью



Рисунок 2 – Гидравлический пресс «ИК-500»

По результатам испытаний для соблюдения критерия подобия определялся предел прочности при одноосном сжатии $\sigma_{сж}$ образцов.

$$\sigma_{сж} = \frac{F}{S'} \quad (3)$$

где F – нагрузка, $F_1 = 130$ кН, $F_2 = 122$ кН;
 S – площадь образца, $S_1 = S_2 = 42$ см².

$$\sigma_{сж1} = \frac{130000}{4200} = 30,95 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{сж2} = \frac{122000}{4200} = 29,05 \text{ МПа}.$$

Отсюда коэффициент крепости образцов:

$$f = \frac{\sigma_{сж}}{10}, \quad (4)$$

$$f_1 = \frac{\sigma_{сж1}}{10} = \frac{30,95}{10} \cong 3,1,$$

$$f_2 = \frac{\sigma_{сж2}}{10} = \frac{29,05}{10} \cong 2,9.$$

В соответствии с результатами расчета и проведенных испытаний серий опытов, предусмотренных программой, была подобрана рецептура состава смеси и определены пределы прочности эквивалентного материала при сжатии, соответствующие углю, аргиллиту и алевролиту (таблица 2).

Таблица 2 – Предел прочности образцов эквивалентного материала при сжатии

Состав смеси, % (по весу)			Предел прочности при сжатии эквивалентного материала, МПа
порода	цемент	песок	лабораторный
Уголь	40	60	1
Аргиллит	66	34	3,1
Алевролит	73	27	3,9

На рисунке 3 представлена гистограмма распределения пределов прочности образцов при сжатии эквивалентного материала в зависимости от процентного содержания цемента в песчано-цементной смеси для перечисленных горных пород.

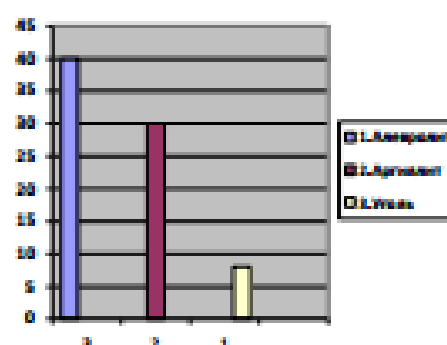


Рисунок 3 – Гистограмма распределения пределов прочности образцов при сжатии эквивалентного материала горным породам

Полученные результаты испытаний эквивалентного материала предлагается использовать при физическом моделировании для выявления закономерностей и зависимостей деформации горных пород в окрестности горных выработок и угольных целиков.

Библиографический список

1. Кузнецов, Г. Н. Моделирование проявлений горного давления / Г. Н. Кузнецов, М. Н. Будько, Ю. И. Васильев [и др.]. – Л.: Недра, 1968. – 279 с.
2. Рыб С.В. Численное моделирование геомеханического состояния неоднородных угольных целиков методом конечных элементов/

Риб С.В., Басов В.В., Никитина А.М., Борzych Д.М. // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов : сб. науч. ст. – Новокузнецк, 2014. – С. 123–128.

3. Риб С.В. Разработка комплексного метода исследования геомеханических процессов при интеграции физического и численного моделирования / С.В. Риб, Ю.М. Говорухин / Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. Тула: Изд-во ТулГУ. – 2018. – Вып.2. – С. 363 - 378.

4. Риб С.В., Домрачев А.Н. Разработка алгоритма оценивания напряжённо-деформированного состояния неоднородного угольного целика с использованием двух- и трёхмерной реализации метода конечных элементов // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды X Всероссийской научно-практической конференции; под общ. редакцией С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева; Сиб. гос. индустр. ун-т. Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2015. С. 465–469.

5. Моделирование в геомеханике / Ф.П. Глушихин, Г.Н. Кузнецов, М.Ф. Шклярский и др. - М.: Недра, 1991. 240 с.

6. Риб С.В. Закономерности распределения напряжений в неоднородных угольных целиках / Риб С.В. // Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых: сб. науч. ст. - Новокузнецк: 2008. - С. 148-153.

7. Геомеханика: Учебник для вузов. В 2 т. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – Т. 1. Основы геомеханики. – 208 с.: ил.

8. Басов В.В., Риб С.В. Подбор эквивалентного материала для физического моделирования геомеханических процессов в окрестности подготовительных выработок угольных шахт // Вестник СибГИУ. Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. № 4 (18). С. 32-35.

УДК 622.272.013

**РАЗРАБОТКА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГОРНОГО МАССИВА С
ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕГО ПАРАМЕТРОВ В ОКРЕСТНОСТИ
ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ В
УСЛОВИЯХ ОАО «ШАХТА «ОСИННИКОВСКАЯ»**

Павздерин К.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: kirill_03_04@mail.ru*

В данной статье рассматривается применение способа моделирования на эквивалентных материалах в условиях пласта Е-5 шахты «Осинниковская».

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Часть VII

*Труды Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых*

Выпуск 23

Под общей редакцией

М.В. Темлянцева

Технический редактор

Г.А. Морина

Компьютерная верстка

Н.В. Оздобихина

В.Е. Хомичева

Подписано в печать 26.11.2019 г.

Формат бумаги 60х84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 19,8 Уч.-изд. л. 22,1 Тираж 300 экз. Заказ № 312

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ