

**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

ВЫПУСК 27

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
16 – 17 мая 2023 г.*

ЧАСТЬ II

Под общей редакцией профессора С.В. Коновалова

**Новокузнецк
2023**

ББК 74.48.288
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Коновалов С.В.,
д-р техн. наук, профессор Фрянов В.Н.,
канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.,
канд. техн. наук, доцент Риб С.В.,
д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.,
канд. техн. наук, доцент Темлянцева Е.Н.

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 16–17 мая 2023 г. Выпуск 27. Часть II. Технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. С. В. Коновалова – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2023. – 364 с. : ил.

ISSN 2500-3364

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Вторая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых; информационных технологий и систем автоматизации управления; экологии, безопасности, рационального использования природных ресурсов.

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

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2023

4. Лукьянов П.И. Аппараты с движущимся зернистым слоем / П.И. Лукьянов. – М.: Машиностроение, 1974. – 184 с.

5. Клишин С. В., Ревуженко А. Ф. Исследование задачи Янсена методом дискретных элементов в трехмерной постановке / С.В. Клишин, А.Ф. Ревуженко // ФТПРПИ. - 2014. - № 3. - С. 10–16.

6. Прошунин Ю.Е. О совершенствовании математической модели выпуска сыпучих материалов / Ю.Е. Прошунин // Известия ТПУ. – 2007. – Том 310. – №3. – С. 44 – 49.

УДК 622.7

О ТЕОРЕТИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОБЪЕМНОЙ ПЛОТНОСТИ УГЛЕСОДЕРЖАЩИХ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Гельгенберг И.О., Прошунин Ю.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: domikParatoz@gmail.com*

Выполнено сопоставление методов расчета полей напряжений и объемных плотностей углесодержащих сыпучих материалов в цилиндрических хранилищах при помощи классической формулы Янсена и формулы Янсена, модернизированной учетом нелинейной сжимаемости материала в зависимости от уплотняющего давления.

Ключевые слова: углесодержащий сыпучий материал, цилиндрические хранилища, поля напряжений и объемных плотностей, расчет, экспериментальные результаты, соответствие.

В настоящей статье выполнено сопоставление методов расчета полей напряжений и объемных плотностей углесодержащих сыпучих материалов (СМ) в цилиндрических хранилищах при помощи классической формулы Янсена (1) и формулы Янсена, модернизированной учетом нелинейной сжимаемости материала в зависимости от уплотняющего давления (2):

$$\sigma_y = \frac{\rho g D}{4\xi f_w} \left[1 - \exp\left(-\frac{4\xi f_w}{D} y\right) \right]. \quad (1)$$

$$\sigma_y = \frac{F}{A} \frac{1 + \frac{N - 2F}{N + 2F} e^{2Fy}}{1 - \frac{N - 2F}{N + 2F} e^{2Fy}} - \frac{N}{2A'} \quad (2)$$

где N и F определяются следующими выражениями:

$$N = B - \frac{4f_w \xi}{D}; \quad (3)$$

$$F = \left(\frac{N^2}{4} - MA \right)^{0.5}. \quad (4)$$

Выражения (1) и (2) получены при условии отсутствия напряжений на свободной поверхности СМ ($\sigma_y|_{y=0} = 0$).

Величина коэффициента бокового давления ($\xi_a = \sigma_x/\sigma_y$) СМ, находящегося в активном предельном напряженном состоянии определена по формуле Кенена [1]:

$$\xi_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}. \quad (5)$$

Справедливость предположения о наличии в массиве активного напряженного состояния для неподвижного слоя вещества в цилиндрическом бункере подтверждают данные многих исследователей [2].

Здесь D – диаметр бункера, м; ρ – объемная плотность углесодержащего СМ, кг/м³; f_w – коэффициент внешнего трения; g – ускорение свободного падения м/с².

В работе [3] показано, что зависимость уплотняющего давления от уплотняющего давления целесообразно представить в виде:

$$\rho g = A\sigma_y^2 + B\sigma_y + M. \quad (6)$$

Разница между расчетными и экспериментальными значениями при фиксированном значении влажности не превышает 1-2 кг, а коэффициенты A , B , M в зависимости от целей исследования являются постоянными величинами либо функциями технологических параметров. Рассмотрим, насколько значимо влияние сжимаемости углесодержащих материалов на распределение напряжений в их массиве.

Используем полученные соотношения для расчета распределения плотности массива угольного концентрата.

Анализ экспериментальных данных различных исследований, полученных при изучении распределения углесодержащего материала в массиве по плотности, выявил две основные закономерности, не зависящие от технологических особенностей процесса загрузки или свойств используемого вещества [2, 4, 5]:

- возрастание плотности СМ с увеличением ширины (диаметра) слоя;
- уменьшение плотности материала по направлению от подстилающего основания массива.

Рассмотрим, отвечают ли указанным закономерностям результаты, полученные при применении соотношения (1) и (2). При расчете использованы значения объемной плотности, коэффициентов внутреннего и внешнего трения для смеси угольных концентратов ОАО «ЗСМК» [3] различной влажности, определенные на установке линейного плоскостного сдвига, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – ФМХ смеси угольных концентратов ОАО «ЗСМК» в зависимости от влажности и уплотняющего давления

Влага рабочая, %	Уплотн. Норм. Напряж., КПа	Коэф. внутр. трения	Нач. сопротив. сдвигу, кПа	Насыпн. Плотн., кг/м ³	Коэффициент внешнего трения по пластине из			
					ст.3	Нерж. стали	Фторопласту	Полиэтилену
0,3	5	1,077	0,77	866	0,56	0,57	0,65	0,54
	10	1,050	0,83	880	0,57	0,56	0,62	0,47
	20	0,808	2,62	901	0,54	0,48	0,57	0,47
	40	0,607	5,44	920	-	-	-	-
3,2	5	0,950	0,72	865	0,57	0,57	0,69	0,54
	10	0,787	0,95	873	0,56	0,49	0,61	0,47
	20	0,721	2,78	888	0,50	0,45	0,56	0,47
	40	0,551	5,21	903	-	-	-	-
6,3	5	0,728	0,94	741	0,53	0,48	0,60	0,49
	10	0,743	0,98	757	0,52	0,46	0,58	0,45
	20	0,670	2,27	799	0,48	0,42	0,51	0,42
	40	0,495	5,19	822	-	-	-	-
9,6	5	0,643	1,23	714	0,63	0,56	0,56	0,48
	10	0,706	2,04	765	0,51	0,48	0,53	0,44
	20	0,708	4,23	816	0,47	0,42	0,48	0,41
	40	0,448	8,60	834	-	-	-	-

Примечание. Прибор Дженике (как и все установки линейного плоскостного сдвига) не предназначен для определения начального сопротивления сдвигу, и приводимые данные характеризуют лишь относительные изменения этой величины.

Зависимость объемной плотности углесодержащего материала от уплотняющего давления и содержания рабочей влаги аппроксимирована следующим выражением [3]:

$$\rho = 836.2 + 35.6462W - 15.7452W^2 + 1.1009W^3 + 4.5952\sigma_y - 0.0771\sigma_y^2 + 0.1989W\sigma_y. \quad (7)$$

Для конкретного значения влажности данное выражение существенно упрощается и принимает следующий вид:

$$\text{для } W_t^r = 0.8\% \quad \rho = -4.6774 \cdot 10^{-2} \sigma_y^2 + 3.1806 \sigma_y + 910.5; \quad (8)$$

$$\text{для } W_t^r = 9.5\% \quad \rho = -1.3010 \cdot 10^{-1} \sigma_y^2 + 9.0777 \sigma_y + 722.20.$$

При вычислении по формуле Янсена принято значение этих выражений при $\sigma_y = 0$, что сопоставимо с данными, полученными с использованием

традиционных методов. Здесь величина плотности материала представлена в кг/м^3 , уплотняющего давления - в кПа.

На рисунках 1 и 2 приведено распределение напряжений и плотностей углесодержащего материала плотностью 0,8 и 9,5 % в соответствии с формулами Янсена и (2) по высоте условного массива (высотой 10 м, диаметром – 2 м).

Представленные на рисунке 1 данные наглядно показывают, что разница между вертикальными напряжениями, определенными по формулам Янсена и (8) весьма существенна и на глубине 10 м составляет 5,4 % для сухой смеси угольных концентратов и 17.9 % для влажной. Разница в объемной плотности на этой же глубине 5,6 и 19,01 % соответственно [3-5].

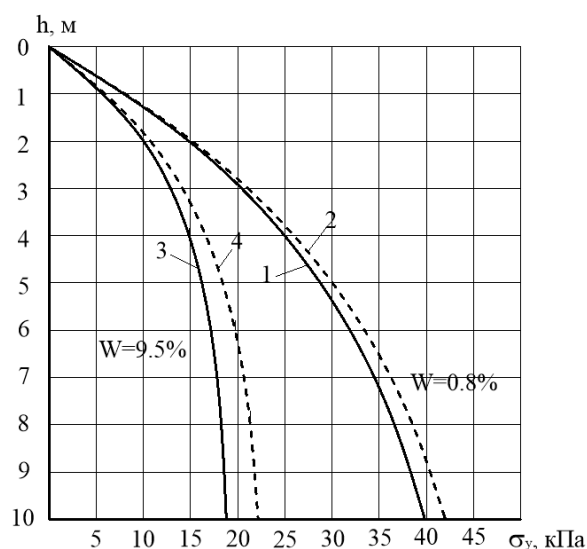


Рисунок 1 – Зависимость величины вертикальных напряжений от высоты слоя углесодержащего материала: 1,3 - по формуле Янсена; 2,4 - по формуле (2)

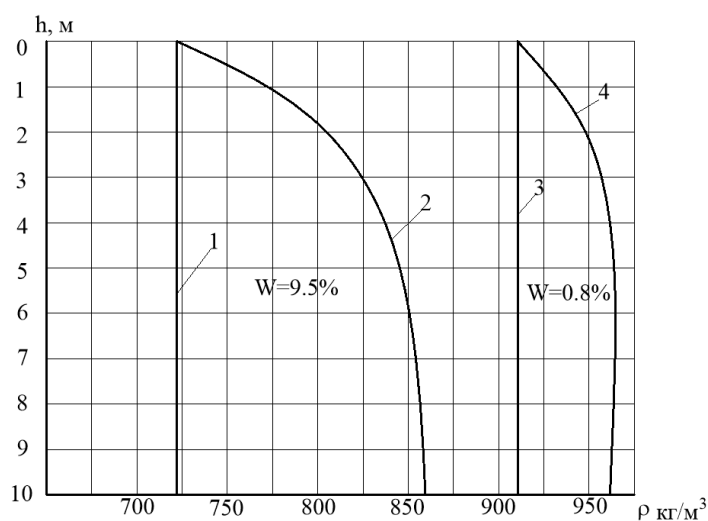


Рисунок 2 – Зависимость объемной плотности слоя углесодержащего материала от высоты слоя: 1,3 - постоянная величина (при $\sigma_y = 0$); 2,4 - рассчитанная по формуле (2)

Получено математическое описание напряженного состояния неподвижного слоя углесодержащего СМ методом плоских сечений, отличающееся тем, что решение исходного дифференциального уравнения равновесия выполнено с учетом переменной объемной плотности горной массы. Показано, что установленные с учетом особенностей переработки углеродсодержащих СМ закономерности формирования полей напряжений и объемных плотностей в неподвижном слое СМ соответствуют экспериментальным результатам.

Библиографический список

1. Клейн Г.К. Строительная механика сыпучих тел / Г.К. Клейн. – М.: Стройиздат, 1977. – 256 с.
2. Каталымов А.В., Любартович В.А. Дозирование сыпучих и вязких материалов / А.В. Каталымов, В.А. Любартович. – Л.: Химия, 1990. – 240 с.
3. Физико – механические свойства угольной шихты ЗСМК в зависимости от влажности и уплотняющего давления / М.Б. Школлер, Ю.Е. Прошунин, В.З. Николаева, Ю.В. Шабаршова // Кокс и химия. – 1988. – №10. – С. 15 – 17.
4. Сухоруков В.И. О плотности угольной загрузки в печных камерах / В.И. Сухоруков, Л.В. Копелиович, Н.С. Грязнов // Кокс и химия. – 1983. – №5. – С. 21 – 24.
5. Влияние размеров печных камер на насыпную массу шихты/ А.А. Лобов, Ю.И. Гречко, В.Я. Михно и др.// Кокс и химия.– 1978.–№6.–С. 12–14.

УДК УДК 622.272 : 504.06

РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ И СРЕДСТВ СНИЖЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА СОВРЕМЕННОЙ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ В УСЛОВИЯХ КУЗБАССА, НА ПРИМЕРЕ ШАХТЫ «ЕРУНАКОВСКАЯ-VIII»

Хабибулова А.Р., Коряга М.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail:Alina22091999@mail.ru*

В статье проведен анализ существующих и перспективных способов и средств утилизации и переработки парниковых газов. Обоснована актуальность их утилизации при интенсивном ведении подземных горных работ. Определено количество выделяемых парниковых газов, в том числе шахтного метана и связанные с этим проблемы изменения экологической и экономической обстановки в регионе.

Ключевые слова: углеродный след, утилизация парниковых газов, «карбонный след», переработка метана.

Появляется все больше научных доказательств того, что изменение

СОДЕРЖАНИЕ

I ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	2
О РАСЧЕТЕ ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ В МАССИВЕ УГЛЕСОДЕРЖАЩЕГО МАТЕРИАЛА ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ <i>Гельгенберг И.О., Прошунин Ю.Е.</i>	3
О РАСЧЕТЕ ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ В МАССИВЕ УГЛЕСОДЕРЖАЩЕГО СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА <i>Гельгенберг И.О., Прошунин Ю.Е.</i>	7
О ТЕОРЕТИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ ОБЪЕМНОЙ ПЛОТНОСТИ УГЛЕСОДЕРЖАЩИХ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ <i>Гельгенберг И.О., Прошунин Ю.Е.</i>	11
РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ И СРЕДСТВ СНИЖЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА СОВРЕМЕННОЙ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ В УСЛОВИЯХ КУЗБАССА, НА ПРИМЕРЕ ШАХТЫ «ЕРУНАКОВСКАЯ-VIII» <i>Хабибулова А.Р., Коряга М.Г.</i>	15
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТАБЛИЧНЫХ ПРОЦЕССОРОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНОЛОГИЯ ОТРАБОТКИ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ» <i>Шинтев И.С., Володина А.В.</i>	20
РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДЕГАЗАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОРАЗРЫВА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ В УСЛОВИЯХ ШАХТ КУЗБАССА <i>Шинтев И.С., Коряга М.Г.</i>	23
ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ ВДОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОРОГ <i>Альвинский Я.А., Григорьев А.А., Мананников С.Д., Никитина О.Ю.</i>	28
АППАРАТ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ РЕЗКИ МАССИВА ПОРОД И РАСШИРЕНИЯ СКВАЖИН <i>Альвинский Я.А., Григорьев А.А., Мананников С.Д., Никитина А.М.</i>	32
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ КОЛЕБАНИЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТ РАССТОЯНИЯ ДО ПАДАЮЩЕГО ГРУЗА <i>Апёнкин Д.Е., Михайлов Д.С., Волошин В.А.</i>	36
РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ ВЛИЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЗРЫВОВ И КОРРЕКТИРОВКА ПАСПОРТА БВР НА РАЗРЕЗЕ «МЕЖДУРЕЧЬЕ» <i>Апёнкин Д.Е., Михайлов Д.С., Волошин В.А.</i>	40
ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ СИБГИУ НА РАЗРЕЗЕ АО «МЕЖДУРЕЧЬЕ» «НОВАЯ ГОРНАЯ УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ» <i>Апёнкин Д.Е., Михайлов Д.С., Волошин В.А.</i>	44
ОПТИМИЗАЦИЯ МОНТАЖНО-ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «СИБИРГИНСКАЯ» <i>Елкина Д.И., Никитина А.М.</i>	47

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Выпуск 27

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

Часть II

Под общей редакцией
Технический редактор
Компьютерная верстка

С.В. Коновалова
Г.А. Морина
Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 25.04.2023 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 21,0 Уч.-изд. л. 23,40 Тираж 300 экз. Заказ № 92

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