

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНОЙ МАССЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЕВ

Рассмотрены конструкции приборов, разработанные для изучения физико-механических свойств горной массы подготовительных забоев и полученные в процессе исследования результаты.

The article offers designs of devices developed to study physical and mechanical properties of rocks mined at preparatory faces and the investigation results.

Производительность горно-проходческого оборудования, в частности, погрузочных и призабойных транспортных машин, в значительной мере определяется свойствами погружаемой горной массы.

После анализа имеющегося опыта в исследовании физико-механических характеристик разрыхленных горных пород подготовительных забоев были выделены одни из основных: крепость породы; угол собственного трения; плотность материала в разрыхленном состоянии; коэффициент разрыхления; угол естественного откоса; трибометрические свойства материала. Для изучения этих свойств был разработан комплекс устройств и приборов.

В процессе проведения экспериментальных исследований [2, 3] была получена зависимость влияния формы материала и масштабного фактора на плотность материала в разрыхленном состоянии и коэффициент разрыхления:

$$\rho_p = f(K_l, K_\phi),$$

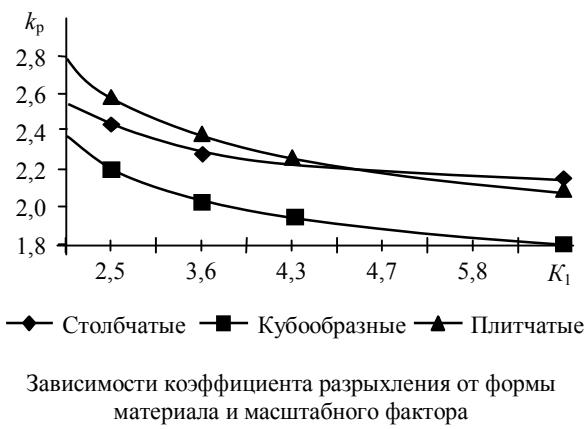
где K_l – масштабный фактор, $K_l = l/d_{cp}$; l – базовый линейный размер рабочей плоскости погрузочного органа машины; d_{cp} – средний размер частиц штабеля; K_ϕ – коэффициент формы частиц.

Для исследования были приняты три группы однородных частиц горной массы со средним размером $d_{cp} = 50$ мм и формами,

определенными отношениями длины к ширине D/W и толщины к ширине T/W . Плотность кускового материала в разрыхленном состоянии ρ_p определялась отношением массы материала к объему емкости. Исследования проводились сериями по шесть опытов в каждой, при этом ошибка в определении среднего значения не превышала 10% при заданной доверительной вероятности $\beta = 0,9$.

Для соблюдения геометрических критериев подобия пределы изменения масштабного фактора составили $0 \leq K_l \leq 10$. При этом учитывалось, что в условиях работы погрузочных машин типа ПНБ в подготовительных забоях отношение линейного размера зоны черпания к среднему диаметру куска рядового штабеля составляет 2,4 ($l = 600$ мм – определяется по конструкторской документации, $d_{cp} = 180$ мм [1]).

Экспериментальное определение ρ_p для сортированного материала в цилиндрических сосудах разного объема ($3 \cdot 10^{-3}$; $6,4 \cdot 10^{-3}$; $8 \cdot 10^{-3}$; $3 \cdot 10^{-2}$; $50 \cdot 10^{-3}$ м 3 при диаметрах основания 125; 180; 215; 345 мм) позволило установить закономерность изменения коэффициента разрыхления $k_p = \rho_u / \rho_p$ в зависимости от K_l , K_ϕ . Для аппроксимации опытных данных (см. рисунок) использовался метод наименьших квадратов. Получено в общем виде уравнение зависимости коэф-



фициента k_p частиц разной формы от масштабного фактора K_l и коэффициента формы K_ϕ :

$$k_p = K_\phi(K_l)^q, \quad (1)$$

где K_ϕ – коэффициент, определяемый формой группы частиц.

Значения K_ϕ , величины достоверности аппроксимации R^2 и показателя степени q , определяемые формой частиц материала, показаны ниже:

Форма группы частиц	K_ϕ	q	R^2
Кубообразная	2,19	-0,102	0,98
Плитчатая	2,59	-0,129	0,99
Столбчатая	2,43	-0,078	0,97

Для описания плотности материала в разрыхленном состоянии ρ_p с учетом проявлений физико-механических свойств разрушенных горных масс рядовой штабель представим как совокупность групп частиц, характеризуемых формой и средним размером.

Таким образом, плотность материала штабеля можно определять как отношение сумм масс отдельных групп к исследуемому объему, и представить в виде следующей зависимости:

$$\rho_p = \frac{\sum_{n=1}^k m_n}{V_p}, \quad (2)$$

где m_n – масса n -й группы с d_{cp} ; n – порядковый номер группы; k – количество групп

в исследуемом объеме; V_p – исследуемый объем.

Масса n -й группы частиц в штабеле определяется ее процентным содержанием в общем объеме K_n с учетом типа пород, их укладки и неплотности прилегания частиц. Средний размер d_{cp} и неплотность прилегания учитывается коэффициентом $k_p = K_\phi(K_l)^n$. Таким образом, массу n -й группы можно определить из следующего соотношения:

$$m_n = V_p \rho_{\text{ц}} \frac{K_n}{k_{pn}}, \quad (3)$$

где k_{pn} – коэффициент разрыхления n -й группы.

Используя полученное для m_n выражение (3) и выражение (2), плотность материала штабеля в разрыхленном состоянии можно представить в виде следующего соотношения:

$$\rho_{\text{ш}} = \rho_{\text{ц}} \sum_{n=1}^k \frac{K_n}{k_{pn}}.$$

Полученные зависимости позволяют при моделировании рабочих процессов погрузочных машин представлять горную массу как смешанный состав частиц разной формы и крупности и скорректировать имеющиеся модели нагрузок и производительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проходческие погрузочно-транспортные модули и подсистемы угольных шахт на основе клиновых гидрофицированных исполнительных органов / Под общ. ред. Г.Ш.Хазановича; Шахтинский институт ЮРГТУ (НПИ). Новочеркасск, 2002. 205 с.

2. Ревякина Е.А. Экспериментальное исследование физико-механических свойств кусковой горной массы как основных факторов, влияющих на процессы погрузки и транспортирования // Исследования в области инженерно-технических процессов: Сборник научных статей студентов, аспирантов и молодых ученых / ЮРГТУ (НПИ). Новочеркасск, 2004. С.193-198.

3. Хазанович Г.Ш. Разработка основных положений теории взаимодействия кусковых материалов с рабочими органами погрузочных машин / Г.Ш.Хазанович, Е.А.Ревякина // История становления и развития науки в Шахтинском институте ЮРГТУ / ЮРГТУ (НПИ). Новочеркасск, 2003. С.94-99.

Научный руководитель д.т.н. проф. Ю.М.Ляшенко