

В группу процессов обогащения полезных ископаемых, использующих различие в эффектах взаимодействия кусков разделяемых компонентов с рабочей поверхностью сепаратора, входят обогащение по упругости; трению; форме; а также комбинации нескольких эффектов взаимодействия с рабочей поверхностью [1, 2].

Как показывает анализ работ по обогащению с использованием эффектов взаимодействия частиц разделяемых компонентов с рабочей поверхностью сепаратора и изобретения в этой области, обогащение по упругости, по трению, комбинированное обогащение по упругости и трению широко применяется для получения высококачественных заполнителей для бетона из неравнопрочных пород, отделения гравия от глинистых включений, обогащения известкового щебня, для получения кондиционных продуктов из слюдосодержащего сырья и тальковых руд.

Содержащиеся в работах сведения о контрастности параметра разделения по упругим свойствам компонентов обрывочны, а порой противоречивы и требуют уточнения. В основном контрастность признака разделения представлена в виде значения коэффициента трения по стали.

Основной причиной разных значений упругих характеристик материалов, является методика для определения этих свойств [1].

Для количественной оценки упругих и фрикционных свойств разделяемых материалов нами предложены зависимости позволяющие определить величину коэффициентов трения при ударе частицы о поверхности разделения λ и коэффициента восстановления k .

Коэффициенты λ и k определяются из переопределенной системы нелинейных алгебраических уравнений одинакового вида, (при числе различных значений углов наклона плоскости разделения не менее трех) [3].

Решение системы уравнений получено методом минимизации функционала.

$$F(\lambda, k) = \sum_{i=3}^n \left\{ \frac{4h_i}{l_i} (k + 1 \cdot (\operatorname{tg} \alpha_i - \lambda)) \cdot \times \right. \\ \left. \times [k - \operatorname{tg} \alpha_i \cdot (\operatorname{tg} \alpha_i - k \cdot \lambda - \lambda)] - \cos^{-4} \alpha_i \right\}^2$$

где n - число испытаний для различных углов наклона плоскости α_i ; h_i - высота, с которой падает частица для i -го опыта; l_i - дальность отскока частицы по горизонтали.

Данная методика была апробирована при определении физических характеристик асбеста и угле содержащих продуктов, а также глинистого сырья для производства кирпича (таблица).

Расчеты коэффициентов λ и k по полученным уравнениям показали, что предложенная методика расчета хорошо согласуется с механикой удара частиц.

Показатели физико-механических свойств на различных поверхностях разделения. (сталь/резина)

Продукт	Коэффициенты			
	Статического трения, μ	Кинематического трения, $f_{ск}$	Восстановления, k	Трения при ударе, λ
Асбест				
сталь	0,96	0,79	0,01	0,29
резина	1,27	0,84	0,01	0,44
Порода				
сталь	0,38-0,53	0,23-0,41	0,45-0,48	0,08-0,1
резина	0,49-0,67	0,31-0,49	0,42-0,52	0,08-0,12
Уголь				
сталь	0,52	0,34	0,24	0,21
резина	0,7	0,56	0,16	0,26
Порода				
сталь	0,46	0,31	0,7	0,12
резина	0,59	0,47	0,33	0,19
Глинистое сырье: глина				
сталь	0,74	0,62	0,12	0,36
резина	1,1	0,88	0,09	0,48
Кварц				
сталь	0,46	0,37	0,76	0,08
резина	0,59	0,47	0,33	0,12

Для обоснования конструкции аппаратов, выбора их параметров, а также схем обогащения для рассмотренных продуктов (асбеста, угля и глинистого сырья), выполнены теоретические и экспериментальные исследования процесса разделения на полупромышленных моделях сепараторов с подвижной (барабанно-полочный фрикционный сепаратор:

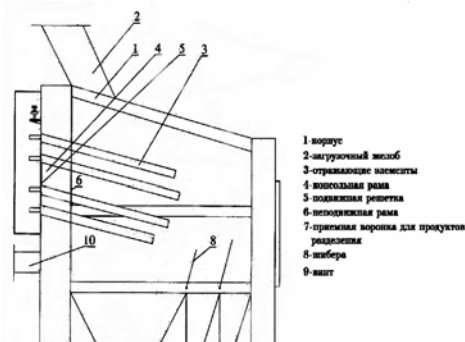
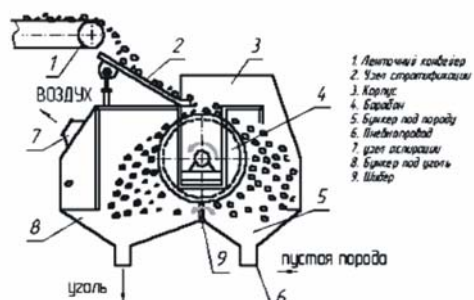
разделения сыпучих материалов по трению и упругости - СПРУТ) разделительными поверхностями (рисунок).

Испытания показали, что сепаратор БПФС обеспечивает выделение концентрата предварительного обогащения асбеста с содержанием обогащаемого свободного волокна $\alpha_{св}$ от 8 %-16 % при выходе хвостов 90 % с массовой долей асбеста 0,3 % для класса - 40+0 мм.

Сепараторы для разделения по трению и упругости: а) БПФС; б) СПРУТ

БПФС) и неподвижной (сепаратор для

Разделение углесодержащих формаций класса - 50+0 мм позволило выделить



42 % низкозольного и 58 % высокозольного угля с массовой долей золы соответственно 12,5 % и 52,8 %; использования БПФС в схемах выделения твердых включений из глины, позволило выделить глины 43,2: с содержанием твердых включений 8 % и твердых включений 56,8 % с содержанием глины 12 %.

Показатели разделения этих продуктов на сепараторе СПРУТ следующие:

Содержащих асбеста – получен концентрат предварительного обогащения с содержанием свободного волокна $\alpha_{св}$ -10-18 % при выходе хвостов 79 % с массовой долей асбеста 0,25 %.

Углесодержащих формаций выделено: низкозольного угля 34,6 % и высокозольного 65,4 % с массовой долей золы соответственно 9,75 % и 54,23 %.

Глинистого сырья - выделено глины 38,8 % с содержанием твердых включений 6 % и твердых включений 61,2 % с содержанием глины 11 %.

Выводы

Полученные данные - фрикционных и упругих характеристиках асбеста и угле содержащих продуктах глинистого сырья, свидетельствуют о высокой контрастности исследуемого признака и возможности для разделения этих продуктов.

Этот признак был положен в основу, разработки новых обогатительных аппаратов.

Таковыми устройствами являются БПФС И СПРУТ, технологические испытания которых позволили успешно разделять продукты по трению и упругости. Данные сепараторы могут быть рекомендованы для использования в технологических схемах предварительного обогащения асбеста и угля, а также в схемах подготовки сырья кирпичного производства для обеспечения качества производимой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимченко Н.К. Основы механического разделения зерен щебня и гравия по упругости и трению. //Строительные материалы - 1964. N 4, с.17-19.
2. Олюнин В.В. Переработка нерудных строительных материалов. - М.: Наука, 1988. - 232 с.
3. Потапов В.Я., Цытин Е.Ф., Ляцнев С.А., Афанасьев А.И. Методика определения упругих и фрикционных характеристик сыпучих материалов. Известия вузов, Горный журнал, 1998, N 5-6, С. 103-108.

Коротко об авторах

Цытин Е.Ф. – доктор технических наук, профессор кафедры Обогащения полезных ископаемых,
Потапов В.Я. – кандидат технических наук, доцент кафедры горной механики,
Потапов В.В. – аспирант, ассистент кафедры разработки пластовых месторождений,
Уральский государственный горный университет.
Иванов В.В. – кандидат технических наук, директор ОАО «Ниипроект Асбест»,



