

Загальні питання технології збагачення

6. Проведенные эксперименты подтвердили высокие флотационные свойства шлама (показатель технической эффективности по Фоменко составляет 71,5 %).

7. Расчет прогнозируемого баланса продуктов обогащения рядового угля ш. "Красноармейская-Западная №1" с учетом шламообразования показал возможность получения концентрата в количестве 52,1 % с зольностью 8,7 % и промпродукта в количестве 8,5 % с зольностью 40,8 % при общей зольности отходов 82,8 %.

Список литературы

1. Справочник по обогащению углей / Под ред. И.С. Благова, А.М. Коткина, Л.С. Зарубина // М.: Недра, 1984. – 614 с.
2. Нормы технологического проектирования углеобогатительных фабрик (ВНТП 3-86 Минуглепром СССР) Москва, 1981.

*Надійшла до редколегії
Рекомендовано до публікації*

УДК 622.779

Ю.И. ТЮРЯ

(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ СКОЛЬЖЕНИЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ ПРИ СУХОМ ОБОГАЩЕНИИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Установлено залежності коефіцієнта тертя ковзання від швидкості руху вугільних і породних часток по похилій площині.

Ключові слова: трибогравітаційна сепарація, швидкість руху, коефіцієнт тертя ковзання, довжина пробігу, залежність.

Установлены зависимости коэффициента трения скольжения от скорости движения угольных и породных частиц по наклонной плоскости.

Ключевые слова: трибогравитационная сепарация, скорость движения, коэффициент трения скольжения, длина пробега, зависимость.

В Национальном горном университете разработан новый метод сухой трибогравитационной сепарации, защищенный патентом [1], основанный на селективном разгоне и селективном торможении кусков обогащаемого материала, имеющие различные коэффициенты трения о материал плоскостей. При этом обеспечивается повышение точности сепарации, степени извлечения полезного компонента, снижение потерь

23

Збагачення корисних копалин, 2004. – Вип. 21(62)

Загальні питання технології збагачення

горючей массы, упрощение технологии переработки горной массы, решение вопросов утилизации отходов.

Селективность движения кусков достигается различием их скоростей в зависимости от коэффициента трения при их сходе с разгонной плоскости и более замедленным торможением кусков с меньшим коэффициентом трения [2].

Для оптимизации параметров такого процесса необходимо более детальное изучение зависимости коэффициента трения скольжения обогащаемого материала по сепарационным плоскостям от ряда факторов.

Исследование этого процесса показало, что при движении угольных и породных частиц по наклонной плоскости коэффициент трения скольжения является функцией скорости.

Для определения зависимости коэффициента трения скольжения от скорости движения частиц были проведены экспериментальные исследования по методике измерения мгновенных скоростей движения частиц на различных участках траектории их движения по наклонной плоскости [3].

Мгновенная скорость движения куска в каждой точке замера вычислялась по формуле

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

где Δs —диаметр образца, м; Δt —время прохождения цилиндра через лазер, с.

Полученные значения скорости скольжения образцов по наклонной плоскости представлены в табл. 1.

Таблица 1

Уголь		Порода	
Расстояние от начала движения образца S , м	Скорость скольжения V , м/с	Расстояние от начала движения образца S , м	Скорость скольжения V , м/с

Угол наклона плоскости 35 град.

Загальні питання технології збагачення

0,215	1,06	0,2	0,91
0,36	1,43	0,36	1,32
0,56	1,72	0,56	1,62
0,76	1,98	0,76	1,87
0,88	2,24	0,88	2,07

Угол наклона плоскости 40 град.

0,27	1,44	0,27	1,34
0,36	1,69	0,36	1,59
0,56	2,03	0,56	1,97
0,76	2,34	0,76	2,28
0,88	2,63	0,88	2,53

Угол наклона плоскости 45 град.

0,23	1,48	0,27	1,49
0,36	1,92	0,36	1,77
0,56	2,30	0,56	2,18
0,76	2,59	0,76	2,5
0,88	2,86	0,88	2,75

Определение зависимости коэффициента трения от скорости на основе данных, полученных в результате проведения эксперимента, аналитически достаточно сложно, поэтому ее отыскание осуществлялось численными методами.

В результате обработки данных были получены зависимости коэффициента трения скольжения от скорости в виде полиномов четвертой, третьей и второй степени. Анализ полученных уравнений показал, что наиболее точно эмпирические данные описываются полиномом второй степени, приведенным в табл. 2.

Загальні питання технології збагачення

Таблиця 2

Угол накл она плос кост и, град.	Уголь	Погр ешно сть аппр окси ма ции R	Порода	Знач ение инде кса аппр окси ма ции R^2
35 град.	$f = 0.4091 - 0.003 \cdot V - 0.027 \cdot V^2$	$1,69 \cdot 10^{-2}$	$f = 0.5658 - 0.25 \cdot V + 0.0787 \cdot V^2$	$1,28 \cdot 10^{-2}$
40 град.	$f = 0.4063 - 0.0318 \cdot V - 0.01 \cdot V^2$	$1,73 \cdot 10^{-2}$	$f = 0.4308 - 0.028 \cdot V - 0.0097 \cdot V^2$	$7,89 \cdot 10^{-3}$
45 град.	$f = 0.32 - 0.0417 \cdot V + 0.0221 \cdot V^2$	$1,33 \cdot 10^{-2}$	$f = 0,3376 + 0,1056 \cdot V - 0.0404 \cdot V^2$	$8,33 \cdot 10^{-3}$

Таким образом, представленные в таблице 2 уравнения дают количественную оценку зависимости коэффициента трения скольжения от скорости движения частиц по наклонной плоскости.

Проверка полученных зависимостей осуществлялась с помощью вычислительного эксперимента на ПЭВМ. Аналитически он описывается следующей последовательностью уравнений:

$$V = \frac{dS}{dt}$$

где V – скорость движения частицы по плоскости при неравномерном движении, м/с; S – длина пробега частицы на наклонной плоскости, м; t – время, за которое частица преодолевает промежуток S , с.

Тогда ускорение частицы:

$$a = \frac{dV}{dt}$$

а при скольжении по наклонной плоскости (с учетом коэффициента трения скольжения $f_{ск}$):

$$a = g(\sin \alpha - f \cos \alpha)$$

Выразив длину пробега S через скорость и ускорение, подставляя их в уравнение , после преобразования, получим:

Загальні питання технології збагачення

$$S = \int_0^V \frac{VdV}{g(\sin \alpha - f \cos \alpha)}$$

Подставив уравнения расчета коэффициента трения скольжения, приведенные в таблице 2, найдем длину пробега частицы при ее движении по наклонной плоскости:

$$S = \int_0^V \frac{VdV}{g(\sin \alpha - (a + b \cdot V + c \cdot V^2) \cos \alpha)}$$

Решение уравнения на ПЭВМ позволяет получить значения длины пробега частиц по наклонной плоскости, которые показывают достаточное соответствие с экспериментальными значениями, представленные в табл. 3.

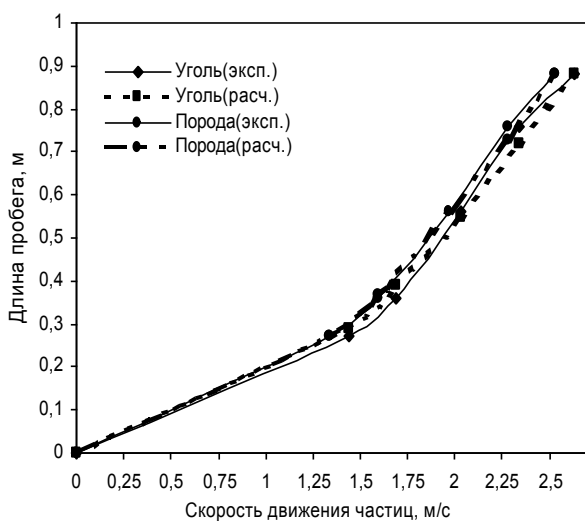
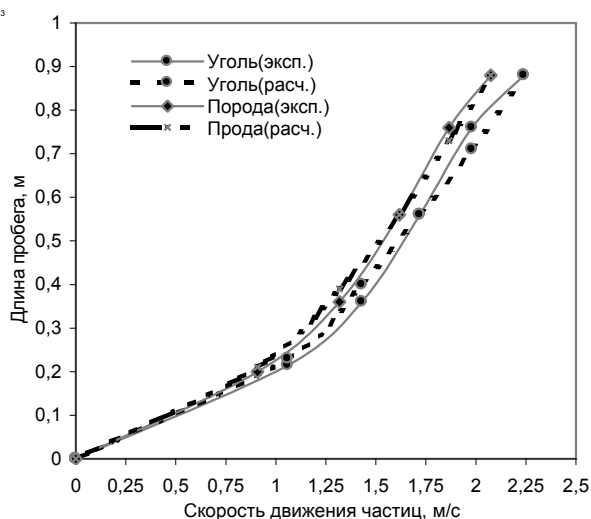
Таблица 3

Уголь			Порода		
Скорость скольжения V , м/с	Длина пробега частицы $S_{\text{эксп.}}$, м	Длина пробега частицы $S_{\text{расч.}}$, м	Скорость скольжения V , м/с	Длина пробега частицы $S_{\text{эксп.}}$, м	Длина пробега частицы $S_{\text{расч.}}$, м
Угол наклона плоскости 35 градусов					
1,06	0,215	0,23	0,91	0,2	0,21
1,43	0,36	0,4	1,32	0,36	0,39
1,72	0,56	0,56	1,62	0,56	0,56
1,98	0,76	0,71	1,87	0,76	0,73
2,24	0,88	0,88	2,07	0,88	0,88
Угол наклона плоскости 40 градусов					
1,44	0,27	0,29	1,34	0,27	0,27
1,69	0,36	0,39	1,59	0,36	0,37
2,03	0,56	0,55	1,97	0,56	0,56
2,34	0,76	0,72	2,28	0,76	0,73
2,63	0,88	0,88	2,53	0,88	0,88
Угол наклона плоскости 45 градусов					
1,48	0,23	0,23	1,49	0,27	0,27
1,92	0,36	0,38	1,77	0,36	0,375
2,30	0,56	0,56	2,18	0,56	0,567

Загальні питання технології збагачення

2,59	0,76	0,71	2,5	0,76	0,74
2,86	0,88	0,88	2,75	0,88	0,88

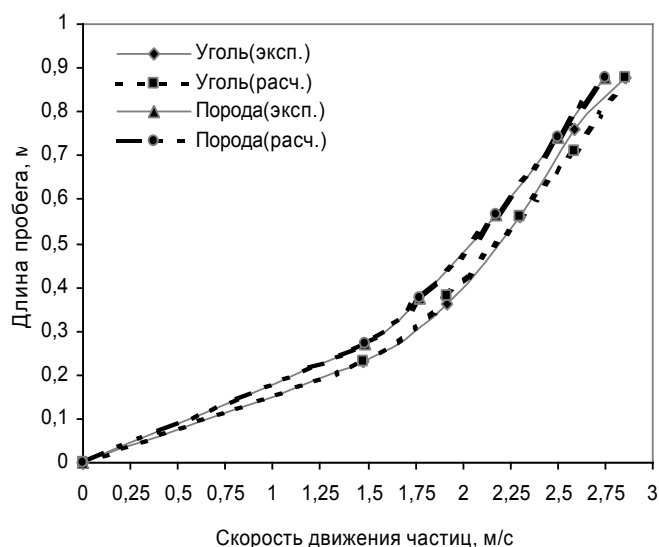
Для того, чтобы объективно оценить зависимости коэффициента трения скольжения и провести сравнительную характеристику между экспериментальными и расчетными значениями длины пробега частиц на плоскости построены графики по результатам табл.3, приведенные на рисунке.



а)

б)

Загальні питання технології збагачення



в)

Залежність довжини пробігу від швидкості руху частинок по нахилній площині для вугля та породи:

- а) кут нахилу площини 35 град; б) кут нахилу площини 40 град;
в) кут нахилу площини 45 град.

Из рисунка видно, что предложенные зависимости коэффициента трения скольжения от скорости движения частиц по наклонной плоскости $f_{ск.}=f(V)$ позволяют с большей степенью точности рассчитывать длину пробігу частиц на плоскости. Полученные результаты расчетов согласуются с экспериментальными данными, приведенными в табл.3. Таким образом, на основании установленных зависимостей возможно обосновывать рациональные параметры обогатительных аппаратов, используемых для трибогравитационной сепарации.

Список литературы

1. Пат. 43557А Україна, МПК В07В7/00. Спосіб сепарації твердих матеріалів за тертям /П.І. Пілов, В.І. Бондаренко, А.Г. Разводов, М.М. Дравіца, Ю.І. Тюрє. Заявл. 16.02.01; Опубл. 17.12.01).
2. Тюрє Ю.І. Розробка пристрою для сепарації по тертю //Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2003. – №14(55). – С.135–138.
3. Тюрє Ю.І. Закономерности распределения угольных и породных частиц при трибогравитационной сепарации//Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2003. – №18(59). – С.148–152.

*Надійшла до редколегії 01.02.05 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*