

В.Я. Потапов, В.В. Потапов, Л.А. Семериков, Я.И. Конев

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗДЕЛЕНИЯ СЛЮДОСОДЕРЖАЩИХ РУД В ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ ЖЕЛОБАХ

Приведен результат имитационного разделения слюды и вмещающих пород на поверхности транспортирующего желоба. В качестве разделительного признака используется фрикционные характеристики минералов. Оценено влияние поверхности желоба и влияние режимных факторов на траектории движения частиц при сходе с желоба.

Ключевые слова: желоб, математические уравнение, траектории движения.

В практике транспортирование перерабатываемых руд, часто используются перегрузочные желоба, на которых минеральные комплексы (полезные ископаемые и породы) могут при их движении подвергаться первичному разделению за счет различия фрикционных характеристик горных пород.

Данные желоба можно использовать как предварительный этап разделения и классификации транспортируемого материала.

Прогнозирование результатов предварительного разделения и выбор рациональных параметров устройства возможно осуществить с помощью моделирования рассматриваемого процесса на ПЭВМ. Большинство исследователей пользуются методами такого моделирования на основе уравнений движения частицы обогащаемого материала по шероховатой наклонной плоскости, составленных с помощью основного закона динамики точки (второго закона Ньютона). Использование точечной механической модели характерно и для определения механических характеристик частиц, составляющих стандартную методику исследований [1].

Подача горной массы в узел стратификации происходит свободным

засыпанием на наклонную плоскость (желоб), поэтому начальная скорость V_0 во всех приведенных формулах получена на основании анализа удара частицы о наклонную плоскость в виде [3, 4]:

$$V_0 = \sqrt{2gh \cdot (\sin \alpha - f_{\text{ск}} \cos \alpha)}, \quad (1)$$

где h – высота, с которой падают частицы на наклонную плоскость, м.

Вторая стадия сепарации – свободный полет частиц обеспечивает их падение на разных расстояниях от места соскальзывания с поверхности полки. Силы сопротивления движению здесь не столь велики, как трение на фрикционной поверхности, особенно при небольших скоростях движения, при которых происходит сепарация. Поэтому на этой стадии движения форма рудных частиц играет не столь заметное значение. Их свободное движение описано с помощью законов равномерного (по горизонтали) и равнопеременного (по вертикали) движений. Дальность полета частицы после отрыва от желоба получена в виде:

$$l = \frac{V \cos \alpha}{g} \left(\sqrt{V^2 \sin^2 \alpha + 2gb} - V \sin \alpha \right), \quad (2)$$

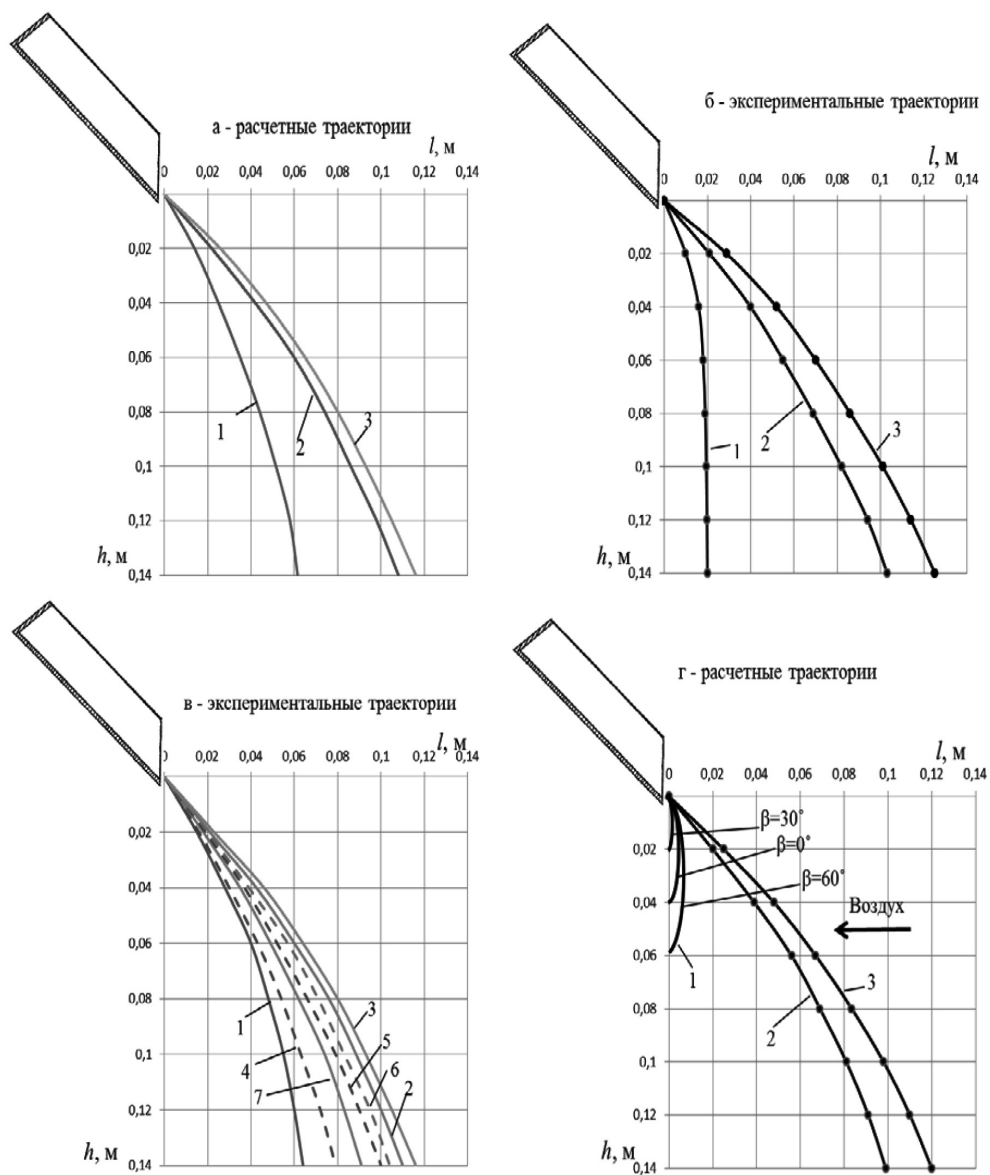


Рис. 1. Траектории движения частиц после схода с плоскости класса – 0,4+0,25 мм: 1 – слюда, 2 – кварц, 3 – гранат, 4 – слюда в смеси, 5 – кварц в смеси, 6 – гранат в смеси, 7 – смесь общая (30% слюды, 60% кварца, 10% граната); **а), в)** прямолнейная полка, длина 1 м, угол наклона 43°; **б), г)** трамплинообразная полка, углы наклона участков $\alpha_1 = 60^\circ$, $\alpha_2 = 25^\circ$, длина участков 1 м и 0,1 м; **г)** подача воздушной струи, ширина зоны действия воздуха 0,05 м, скорость воздушного потока 1,0 м/с, точка подачи воздушного потока 0,04 м от края полки

где b – вертикальное расстояние до места падения частиц, м.

Совокупность приведенных формул составила основу математической

модели для описания процесса сепарации от стадии загрузки до момента извлечения обогащенного материала. В соответствии с этими соотношениями

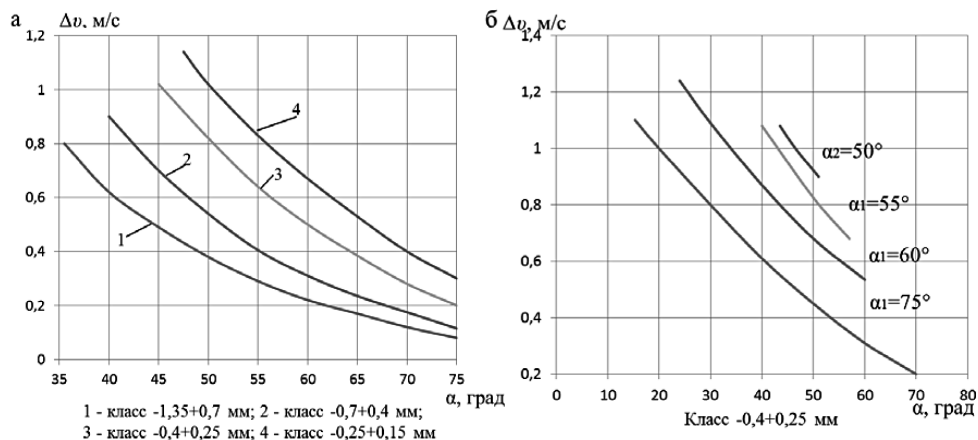


Рис. 2. Зависимость разности скоростей схода частиц кварца и слюды от углов наклона плоскости: а) прямолинейная полка, длина 1 м; б) полка с трамплином, длина участков разгона 1 м, трамплина 0,1 м; α_1, α_2 – углы наклона участков полки

ми проводился вычислительный эксперимент, в котором изменялись конструктивные параметры фрикционно-го сепаратора (величины h, L, α).

Моделирование движения частиц по наклонной плоскости осуществлялось согласно рассмотренным уравнениям с учетом коэффициентов кинетического трения и приведенного коэффициента трения-качения, значения которых задавались генератором случайных чисел [4, 5]. С помощью математической модели изучено влияние конструктивных особенностей узла стратификации, скорости направления и точки подачи воздушного потока, производительности, крупности исходного материала на эффективность разделения. На рис. 1 представлены траектории движения частиц, полученные имитационным моделированием.

По рисункам видно, что данные виды сырья можно эффективно разделять фрикционными методами. При этом на процесс разделения, как видно из графиков траектории движения частиц, влияют конструктивные параметры узла стратификации. Установлено, что наибольшую эффективность разделения обеспечивает поверхность, выполненная из материалов с высоким

коэффициентом трения (резина). На процесс разделения оказывает существенное влияние угол наклона разделительной поверхности. Воздействие воздушного потока в направлении сортируемого материала проявляется для частиц, обладающих парусностью (слюда, асбест), это позволяет усилить отклонение частиц данных пород из общего потока рудной массы, что обеспечивает также эффективность процесса разделения [4].

Как видно из графических зависимостей, представленных на (рис. 2) для обеспечения качества разделения продуктов разных классов крупности необходимая скорость движения материала по плоскости без трамплина соответствует 0,8 м/с при наклоне угла полки 43° , с установкой трамплина под углом 15° скорость подачи материала составляет 1 м/с.

На основании полученных зависимостей определены основные направления в конструировании узла стратификации (желоба). Наибольшая эффективность разделения минералов исследуемой руды соответствует устройству, имеющему наклонную плоскость, состоящую из двух участков: участка разгона длиной 1 м и трамплина 0,1 м с регу-

лируемыми углами наклона, величина которых зависит от крупности обогащаемого класса. Скорость воздушного потока зависит от скоростей витания разделяемых компонентов и составля-

ет 0,8–1,8 м/с, в зависимости от крупности минералов [5]. Представленные результаты могут быть использованы при проектировании транспортных систем обоганительных фабрик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потапов В.Я., Ляпцев С.А., Матвеев Д.В., Феклистов Ю.Г., Потапов В.В. Теоретический анализ движения и удара частицы обогащаемого материала о наклонную плоскость // Известия вузов. Горный журнал. – 2007. № 1. – С. 110–113.

2. Ляпцев С.А., Потапов В.Я. Совершенствование узла стратификации фрикционного сепаратора // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 2. – С. 7–10. URL: www.science-education.ru/96-4622

3. Потапов В.Я., Потапов В.В. Закономерности движения куска горной породы по наклонной плоскости фрикционного сепара-

тора // Известия вузов. Горный журнал. – 2011. – № 5. – С. 94–100.

4. Ляпцев С.А., Потапов В.Я. Математическое описание поведения рудных частиц в воздушном потоке разделительных аппаратов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 1. – С. 7–10. URL: www.science-education.ru/101-5493

5. Александрова Е.П. Закономерности воздушной сепарации слюдосодержащих мелкочешуйчатых сланцев и технология их обогащения: дис. ... канд. техн. наук. – Свердловск, 1982. – 205 с. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Потапов В.Я. – кандидат технических наук, доцент,

Потапов В.В. – кандидат технических наук, доцент,

Конев Я.И. – аспирант,

Семериков Л.А. – аспирант,

Уральский государственный горный университет, e-mail: 2c1@inbox.ru.

UDC 622.742

SIMULATION MODELING OF THE SEPARATION OF MICA-CONTAINING ORES IN CONVEYING GUTTERS

Potapov V.Ya.¹, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,

Potapov V.V.¹, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,

Semerikov L.A.¹, Graduate Student,

Konev Ya.I.¹, Graduate Student,

¹ Ural State Mining University, 620144, Ekaterinburg, Russia, e-mail: 2c1@inbox.ru.

Present the results of a simulation split mica and enclosing rocks on the surface of the conveying gutter. As a characteristic separating used by friction properties of minerals. The influence of the surface trough and effect of regime factors on the particle's trajectory during descent from the gutter.

Key words: gutter, math equation, trajectory.

REFERENCES

1. Potapov V.Ya., Lyaptsev S.A., Matveev D.V., Feklistov Yu.G., Potapov V.V. *Izvestiya vuzov. Gornyi zhurnal*. 2007, no 1, pp. 110–113.

2. Lyaptsev S.A., Potapov V.Ya. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2011, no 2, pp. 7–10. URL: www.science-education.ru/96-4622

3. Potapov V.Ya., Potapov V.V. *Izvestiya vuzov. Gornyi zhurnal*. 2011, no 5, pp. 94–100.

4. Lyaptsev S.A., Potapov V.Ya. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2012, no 1, pp. 7–10. URL: www.science-education.ru/101-5493

5. Aleksandrova E.P. *Zakonomernosti vozduшной separatsii slyudosoderzhashchikh melkocheshuichatykh slantsev i tekhnologiya ikh obogashcheniya* (Air separation mechanisms and processing technologies for mica-bearing fine-flake shale), Candidate's thesis, Sverdlovsk, 1982, 205 p.