

## **ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ РАЗДЕЛЕНИЯ ЛОМА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ ГРАВИТАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ**

Корчевский А.Н., ст. преподаватель,  
Донецкий национальный технический университет

*Показаны результаты исследования скорости перемещения частиц лома кабеля в стесненных условиях.*

*The results of researching of crow-bar cable particles move speed in the straitened conditions are shown.*

### ***Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.***

Одним из видов вторичного сырья являются отходы производства и потребления бытовых электронных приборов, к которым относится и лом радиоэлектронной аппаратуры. В состав этого лома входят различные изоляционные материалы и цветные и благородные металлы. Использование лома цветных металлов во вторичной цветной металлургии будет способствовать экономии ресурсов и охране окружающей среды [1]. В мировом производстве металлов использование вторичного сырья, содержащего благородные и цветные металлы, постоянно увеличивается. По оценкам экспертов Соединенные Штаты Америки и государства Европы производят около 20% золота и порядка 30% серебра из вторичного сырья [2].

Состав лома колеблется в широких пределах, свойства частиц недостаточно изучены, что создает определенные трудности при разработке технологии его сепарации [3].

В связи с этим исследования, направленные на изучение свойств этого материала с целью разработки технологии его дальнейшей сепарации, являются актуальными.

***Анализ исследований и публикаций.*** Одним из наиболее дешевых методов разделения лома цветных металлов может быть сухая гравитационная сепарация в восходящем потоке воздуха, которая широко используется в зарубежной и отечественной практике для сыпучих материалов [4, 5].

Частицы сложного лома цветных металлов отличаются по форме, которая колеблется от близкой к правильной до самой разнообразной, и по плотности. Соответственно и скорости и траектории пе-

ремещения частиц будут различными в зависимости от указанных выше параметров [5].

**Постановка задачи.** Целью настоящей работы является исследование параметров перемещения частиц многокомпонентного лома цветных металлов с позиций дальнейшего разделения компонентов с применением пневматического сепаратора.

**Изложение материала и результаты.** Анализ гранулометрических характеристик позволяет отметить относительно равномерное распределение классов крупности в дробленой пластиковой изоляции и преобладание мелких классов алюминия с размером менее 10 мм. Средний размер частиц металлов составляет порядка 4, изоляции – 5 мм [5].

Распределение частиц в рабочем пространстве сепаратора и их разделение зависит от скоростей их перемещения, что в свою очередь связано с формой и весом частиц. Были выполнены расчеты скоростей витания и стесненного перемещения с учетом коэффициента формы частиц, связанного с коэффициентом сферичности, который в свою очередь зависит от значений параметра Лященко. Для определения расчетных значений скорости стесненного движения использовалась формула Лященко:

$$V_{cm} = V_{vit} m^\lambda.$$

Здесь  $V_{vit}$  – расчетная скорость витания частиц,  $m$  – коэффициент разрыхленности материала,  $\lambda$  – показатель степени, зависящий от характеристик материала.

Результаты расчетов для разных значений разрыхленностей слоя материала представлены на рис. 1-3. Расчеты свидетельствуют о том, что разделение частиц в стесненных условиях, соответствующим условиям в рабочем пространстве пневматического сепаратора, осложнено, так как расчетная скорость стесненного движения частиц разных материалов имеет близкие значения при различной разрыхленности. Исключением являются только частицы меди при высокой разрыхленности слоя (рис. 1).

Анализ данных рис. 1 позволяет заключить, что частицы меди, имеющие наибольший из всех материалов удельный вес, имеют и максимальные значения расчетной скорости стесненного перемещения. При увеличении эквивалентного диаметра от 3.6 до 20 мм расчетная скорость стесненного перемещения повышается с 14 до 38 м/с.

Для частиц резины этот параметр изменяется в пределах 8,6-18 м/с. Скорость стесненного перемещения кусочков алюминия занимают промежуточное положение между наиболее тяжелыми и наиболее легкими частицами меди и резины и имеет значение от 11 до 26 м/с для того же диапазона изменения эквивалентного диаметра.

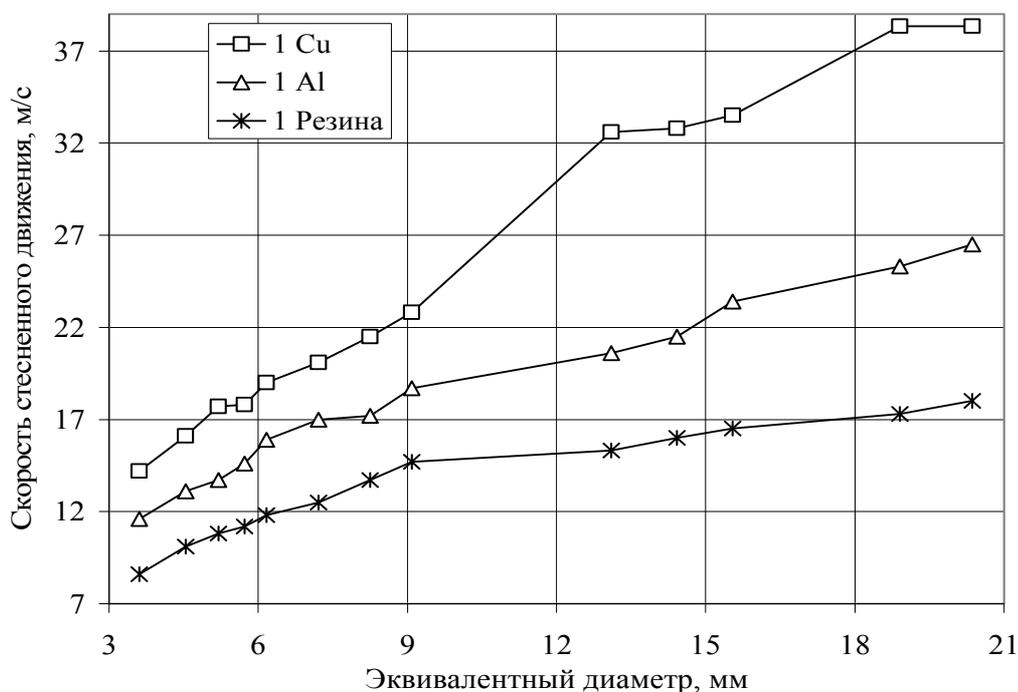


Рис. 1. Скорость стесненного перемещения при максимальной разрыхленности слоя материала, равной единице

Данные свидетельствуют о том, что медные частицы могут быть эффективно отделены от смеси других во всем диапазоне изменения эквивалентного диаметра. Скорости стесненного перемещения частиц алюминия и резины при разрыхленности равной единице значительно отличаются друг от друга только при эквивалентном диаметре более 12 мм, т.е. для относительно крупных частиц. Мелкие частицы этих материалов также могут быть разделены методами гравитационной сепарации, но с высоким взаимозасорением.

Далее были выполнены исследования по определению оптимальных значений разрыхленности для этих же материалов, которые обеспечивают необходимые технологические показатели. Результаты расчетов представлены на рис. 2 и 3.

Из данных рис. 2 следует, что для всех материалов при уплотнении слоя скорость стесненного перемещения снижается. Увеличение эквивалентного диаметра от 3.6 до 20 мм приводит к повышению расчетной скорости стесненного перемещения медных частиц с 12 до

27 м/с, для частиц резины этот параметр изменяется в пределах 7-15 м/с.

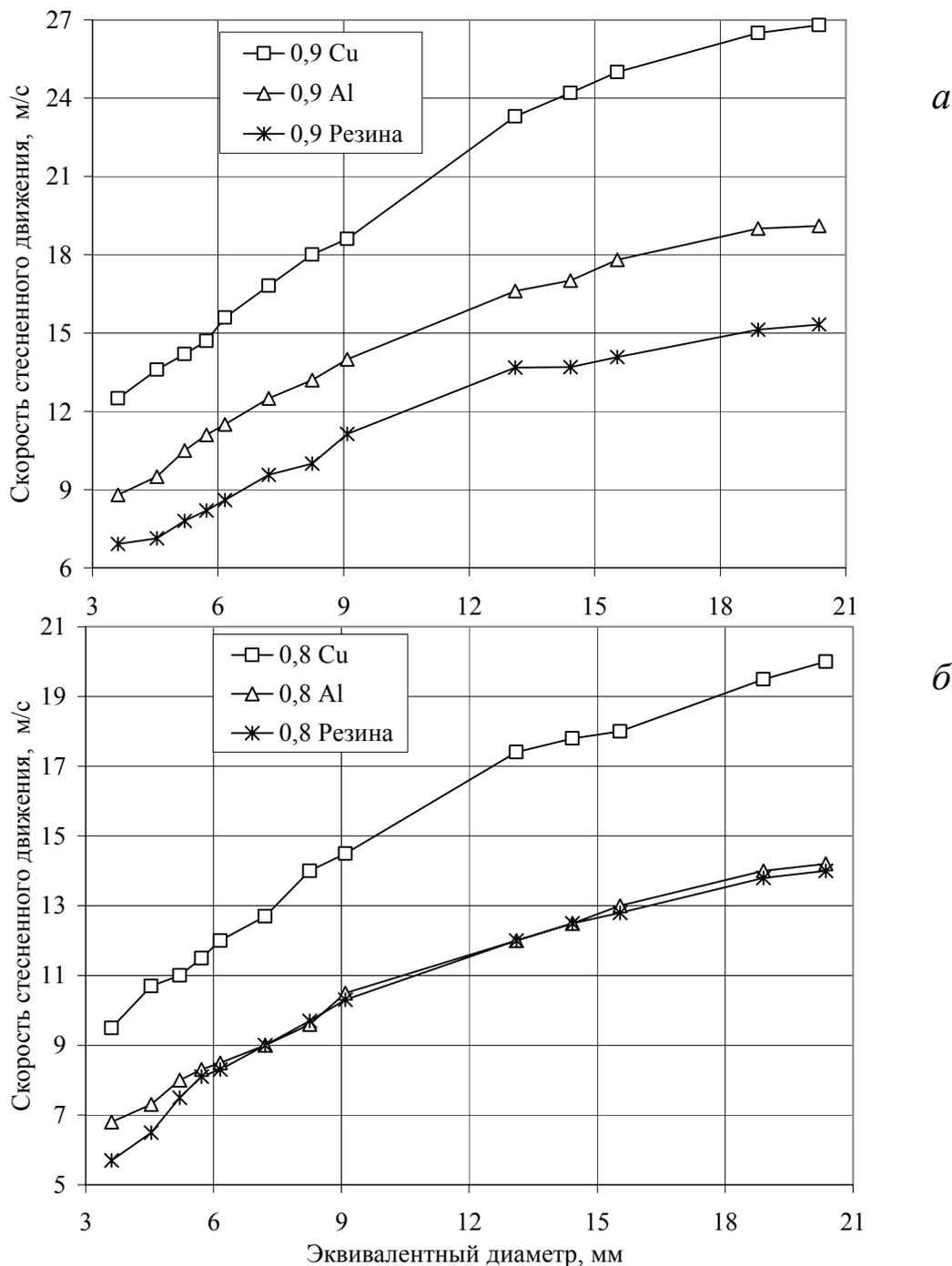


Рис. 2. Расчетные значения скорости стесненного перемещения частиц при разрыхленности слоя:  
*а* - 0,9, *б* - 0.8

При разрыхленности слоя, равной 0.7 и 0.5, графики изменения скорости стесненного перемещения имеют вид, аналогичный зависимостям, представленным на рис. 2,б при разрыхленности 0.8, и отличаются только численными значениями скорости. При разрыхленности равной 0,6 (рис. 3) скорости для алюминия и резины имеют несколько большие отличия. Но значения остаются достаточно близкими, поэтому не следует ожидать высокой селективности разделения и в этом случае.

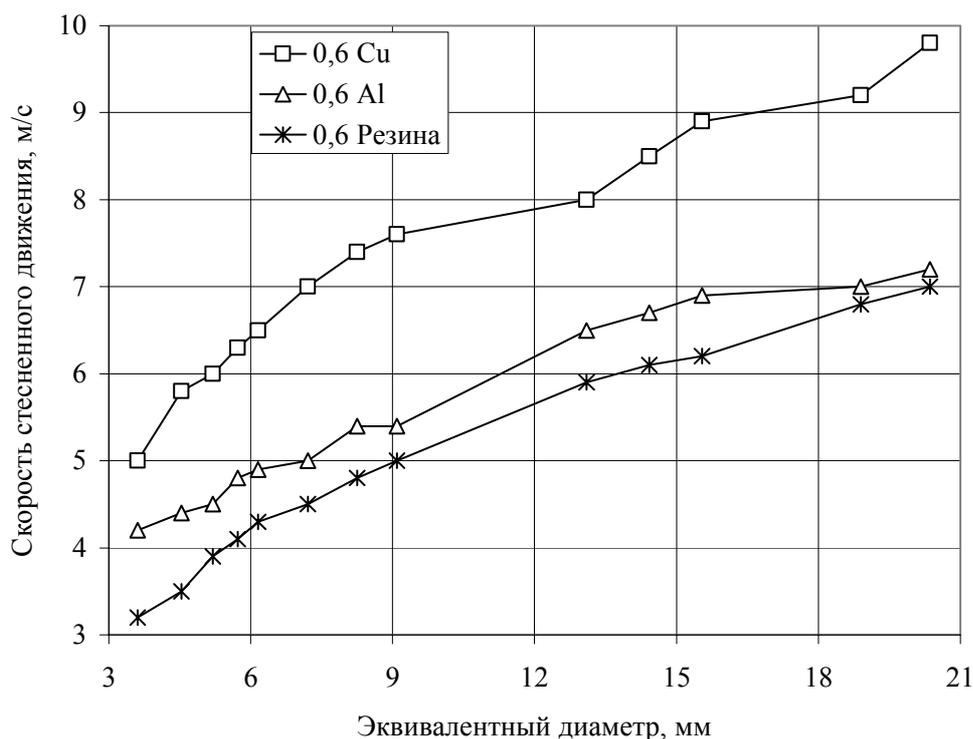


Рис. 3. Скорость стесненного перемещения частиц при разрыхленности слоя 0,6

**Выводы и направления дальнейших исследований.** Таким образом, выполненные исследования позволяют сделать вывод о том, что в принципе может быть достигнуто эффективное разделение такого сложного по составу и свойствам объекта как лом цветных металлов – отходов электронных бытовых приборов – гравитационными методами. В качестве обогатительного аппарата экономически целесообразным является использование вибрационного пневматического сепаратора, где разделение происходит в восходящем потоке воздуха.

Расчетные значения скорости стесненного перемещения медных, алюминиевых и резиновых частиц различной крупности и формы свидетельствуют о том, что наибольшая эффективность разделе-

ния достигается для медных частиц. Скорость частиц медных проводников тока максимально отличается от скорости других материалов при разных значениях разрыхленности слоя (в исследованном диапазоне крупности).

При уплотнении слоя разделяемых частиц в рабочем пространстве сепаратора до определенного значения ( $m < 0.9$ ) скорости стесненного перемещения для алюминия и резины имеют близкие значения. Это свидетельствует о том, что эти материалы не могут эффективно разделяться методом пневматической сепарации в указанном режиме. Оптимальной следует считать разрыхленность 0,9-1,0 и соответственно подбирать режим движения частиц в рабочем пространстве сепаратора путем изменения скорости и расхода воздуха как основной разделительной рабочей среды.

Разделение частиц алюминия и резиновой изоляции с эквивалентным диаметром менее 12 мм в принципе может быть достигнуто при высокой разрыхленности слоя. Однако следует ожидать высокое взаимное засорение продуктов разделения. Для такой крупности необходимо при разработке технологии сепарации предусматривать специальные методы.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на экспериментальное изучение перемещения частиц различного состава и крупности в воздушной среде в свободных и стесненных условиях.

#### Список источников

1. Ю.А. Котляр, М.А. Меретуков. *Металлургия благородных металлов. Учебное пособие.* – М.: Академия средств массовой информации (АСМИ). - 2002. – 465 с.
2. Л.С. Стрижко. *Металлургия золота и серебра.* – М.: МИМиС. - 2001. – 336 с.
3. Козловский К.П., Шуляк Т.И., Пластовец А.В. Подготовка лома интегральных микросхем в пластмассовых корпусах, содержащих золото, для гидрометаллургической переработки. // *Металлургическая и горнорудная промышленность. Днепропетровск.* – 2003. - № 2. - С. 74-75.
4. Сухин Н.В., Корчевский А.Н., Назимко Е.И. Применение вибрационного пневматического сепаратора при разделении лома цветных металлов // *Збагачення корисних копалин.* – 2004. - № 20 (61). – С. 83-88.
5. Корчевский А.Н., Назимко Е.И., Апоначенко С.С. Исследование свойств лома цветных металлов как объекта обогащения // *Вісник Криворізького технічного університету.* – 2007. - №16. - С. 68-71.

*Дата поступления статьи в редакцию: 03.11.07*