

УДК 622.767

А.Н. КОРЧЕВСКИЙ, инж., Е.И. НАЗИМКО, д.т.н., проф.,
Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина
С.С. АПОНАЩЕНКО, инж., ООО «Скрап», Донецк, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЛОМА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ КАК ОБЪЕКТА ОБОГАЩЕНИЯ

Приведені результати дослідження розподілу частинок дробленого лому кабелю та провідників струму, що містять кольорові метали і ізоляційні матеріали, по крупності та якісним показникам.

Приведены результаты исследования распределения частиц дробленых лома кабеля и проводников тока, содержащих цветные металлы и изоляционные материалы, по крупности и качественным показателям.

The results of researching particles of shredded cable and explorers of current crow-bar, which contain colored metals and isolation, distribution on a size and quality indexes are shown.

В последнее время наметилась тенденция увеличения потребления в промышленности цветных металлов, что влечет за собой необходимость привлечения в производство новых сырьевых ресурсов, в том числе и вторичных [1]. Одним из источников цветных металлов могут служить отходы различных производств наряду с отходами потребления. К таким источникам относится лом цветных металлов. Использование этого вида сырья во вторичной цветной металлургии будет способствовать экономии материальных ресурсов и охране окружающей среды.

Лом цветных металлов чаще всего представлен кусками кабеля и проводников тока, бытовых радиотехнических и электронных приборов. При вторичной переплавке лома получают некондиционные сплавы, что влечет за собой потери ценных металлов. Кроме того происходит загрязнение окружающей среды продуктами разложения пластмасс и изоляционных материалов. Содержание неметаллических материалов в неразделенном ломе колеблется от 45 до 56%, металлическая часть представлена медью, алюминием и другими металлами. Переработка медьсодержащих обмоток электрических машин без предварительного отделения термостойких компонентов влечет за собой увеличение энергетических затрат на 14%.

Отсюда вытекает актуальность исследований, направленных на поиск эффективных методов разделения и аппаратов для их реализации.

Рациональная подготовка такого сырья к металлургическому переделу вызывает необходимость максимально возможного дезинтегрирования компонентов и разделения их на виды и группы. Свойства вторичного сырья как объекта обогащения изучены недостаточно и создают определенные ограничения в выборе способа разделения.

Специфические особенности лома и отходов цветных металлов, необходимость обезвоживания перед переплавкой и утилизации неметаллических отходов предполагают применение сухих гравитационных процессов разделения компонентов, к которым относится пневматическая сепарация. В отечественной и особенно зарубежной практике пневматические методы используются для разделения сыпучих материалов довольно широко. Разделяемые зерна имеют разную форму, плотность, коэффициент трения и другие свойства, на различии в которых и основан этот способ разделения, привлекающий в течение ряда лет внимание многих специалистов [2, 3].

Исследования направлены в основном на изыскание новых способов разделения сыпучих материалов по указанным признакам и создание новых наиболее эффективных машин. Обзор исследовательских работ в этой области позволил выделить следующие группы машин: вибрационные, пневматические, пневмовибрационные, ферромагнитные [4].

В вибрационных сепараторах сыпучая смесь частиц разделяется под действием вибрации за счет разницы в шероховатости частиц. Это вызывает перемещение частиц с разной шероховатостью по разным траекториям. Недостатком такого типа машин является низкое

качество сепарации, обусловленное движением материала в общем потоке, и малая производительность.

В пневматических сепараторах разделение исходного материала происходит за счет различной траектории движения зерен в восходящем воздушном потоке, обусловленной разными скоростями движения частиц разной плотности и формы. К недостаткам пневматических сепараторов следует отнести низкую эффективность разделения, малую производительность, сложность настройки и регулирования в процессе работы.

Пневмовибрационные сепараторы – прямо- и противоточные – выделены в отдельный класс машин. Здесь под действием вибрации и восходящего потока воздуха материал переходит в псевдооживленное состояние и расслаивается по высоте слоя на тяжелую и легкую фракции. В семидесятые годы прошлого века применялись сепараторы типа СП-12, СП-6, СПБ-100М, которые относятся к машинам прямоточного типа [5, 6].

В зарубежной практике для сухого обогащения используются сепараторы “Super Air Flo” (США) и сепараторы фирм «Ведаг» и «Гумбольдт» [7].

Недостатками этих машин является низкая эффективность разделения зерен из-за взаимного засорения продуктов, которое вызвано движением материала к месту разгрузки в общем потоке. Следует отметить, что по сравнению с прямоточными сепараторами машины, в которых используется противоток, обеспечивают более высокую точность разделения.

Ферромагнитные сепараторы применяются мало из-за высоких энергетических затрат.

Целью настоящей работы является исследование характеристик многокомпонентного лома цветных металлов с позиций дальнейшего разделения компонентов с применением пневматического сепаратора.

Основной задачей пневматической сепарации при разделении сложного лома цветных металлов является отделение неметаллических и металлических составляющих и получение металлических концентратов. При обобщении деталей строения кабелей и проводов можно выделить следующие основные особенности: наличие одной или нескольких токонесущих жил, разделенных резиновой, полиэтиленовой или пластмассовой изоляцией, заключенных в наружную оболочку из стальной брони. Покрытием служит битум или пластик.

Для дробления лома при подготовке его к разделению применяется различное оборудование и технологические схемы. В данной работе исследован состав алюминиевого кабеля в стальной броне и пластиковой изоляции, дробленого в молотковой дробилке СМД-146 (проба 1), и проводников тока в резиновой изоляции, дробленых в ножевой дробилке СМД-149 (пробы 2-4). Проба 2 представлена алюминием 2 в резиновой изоляции, проба 3 – медь 1 в полимерной изоляции, проба 4 – медь 2 в резиновой изоляции 2.

После дробления все пробы рассевались на стандартном наборе сит, каждый класс разбирался вручную и оценивалось распределение компонентов. По результатам отсева построены кумулятивные кривые суммарного выхода классов «сверху», представленные на рис. 1.

Анализ гранулометрических характеристик позволяет отметить относительно равномерное распределение классов крупности в дробленой пластиковой изоляции и преобладание мелких классов алюминия 1 (проба 1), рис. 1, а. Мелкими в данном случае являются частицы с размером менее 10 мм. Для дробленой пластиковой изоляции средний размер частиц равен 23 мм, для алюминия 1 – 17 мм. В целом в пробе 1 отсутствуют частицы крупностью менее 2.5 мм. Наибольший выход имеют классы 20-40 и 10-20 мм – 37.9 и 48.6%, соответственно.

В пробах 2-4 частицы металлов имеют примерно одинаковое распределение по крупности, как и частицы изоляционных материалов. Средний размер частиц металлов составляет 3.5-3.7 мм, изоляции – 4.3-5 мм. В этих пробах преобладают относительно крупные классы с размером частиц от 2,5 до 10 мм. Выход частиц крупностью менее 1.25 мм колеблется от 1.4 до 5.4%. В пробах 2, 3 и 4 максимальный выход имеет класс 2.5-5 мм – 65.1, 68.7 и 66.4%, соответственно.

Полученное распределение частиц по крупности свидетельствует о том, что ножевая дробилка СМД-149 дает более мелкий продукт по сравнению с дробилкой СМД-146, шкала классификации более узкая.

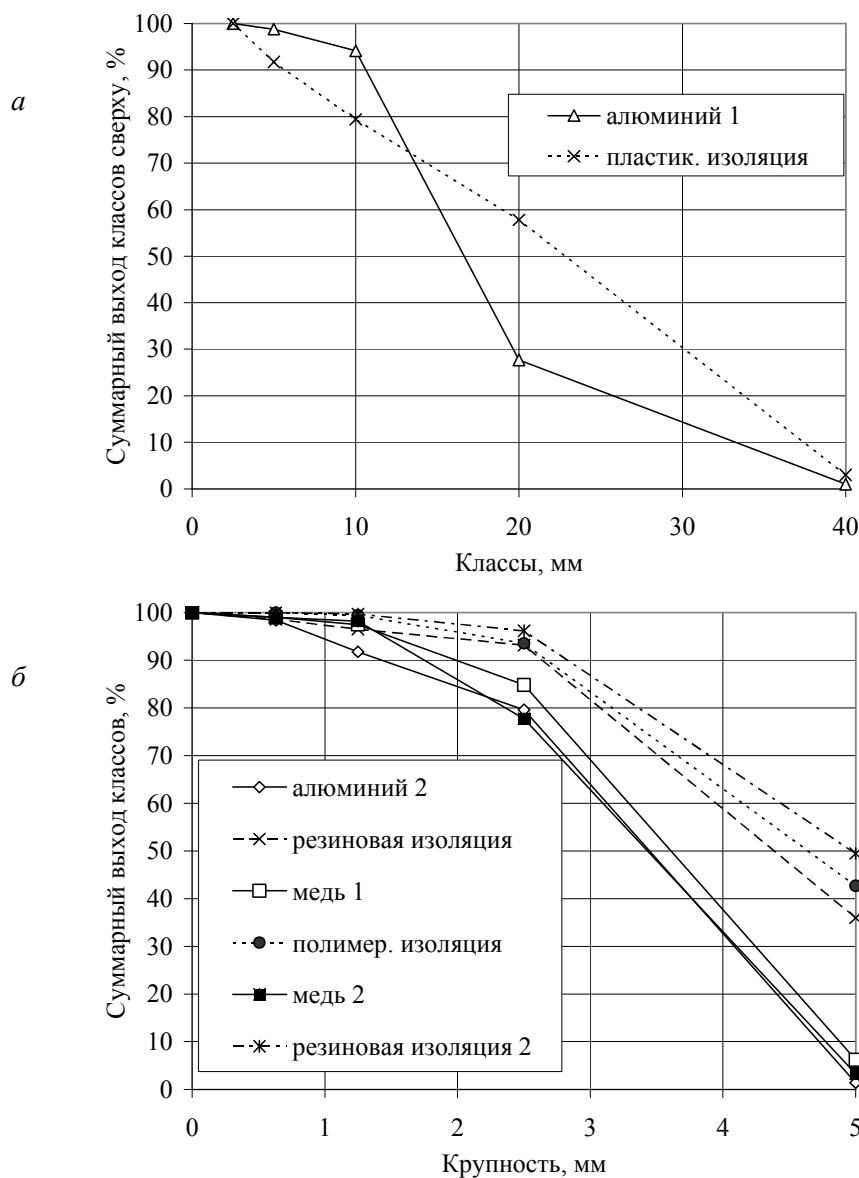


Рис. 1. Суммарные характеристики «сверху» дробленых продуктов: *а* - проба 1 лома алюминиевого кабеля, *б* – пробы 2-4 проводников тока

Определение вещественного состава каждого класса крупности позволило рассчитать извлечение соответствующих компонентов. Распределение компонентов по крупности в исследованных пробах представлено на рис. 2.

Анализ данных рис. 2 свидетельствует о том, что при дроблении алюминиевого кабеля (проба 1) максимальное извлечение металла наблюдается в классе 10-20 мм – 66,4%, в классе 20-40 – 27%, в остальных классах – от 1 до 5%. Изоляционный материал (пластик) сосредоточен в основном в классе 40-20 мм – 55% и в классе 10-20 мм – 22%, в остальных классах – от 3 до 12%.

Для проб 2-4 характерно сосредоточение металлов (алюминий, медь) в классе 2.5-5 мм. Извлечение металлов в этом классе максимальное и находится в пределах 74-78%. Для изоляционных материалов наибольшие значения извлечения отмечаются для крупности частиц в пределах 5-10 мм – от 36 до 49 % и от 47 до 57 % для класса 2.5-5 мм.

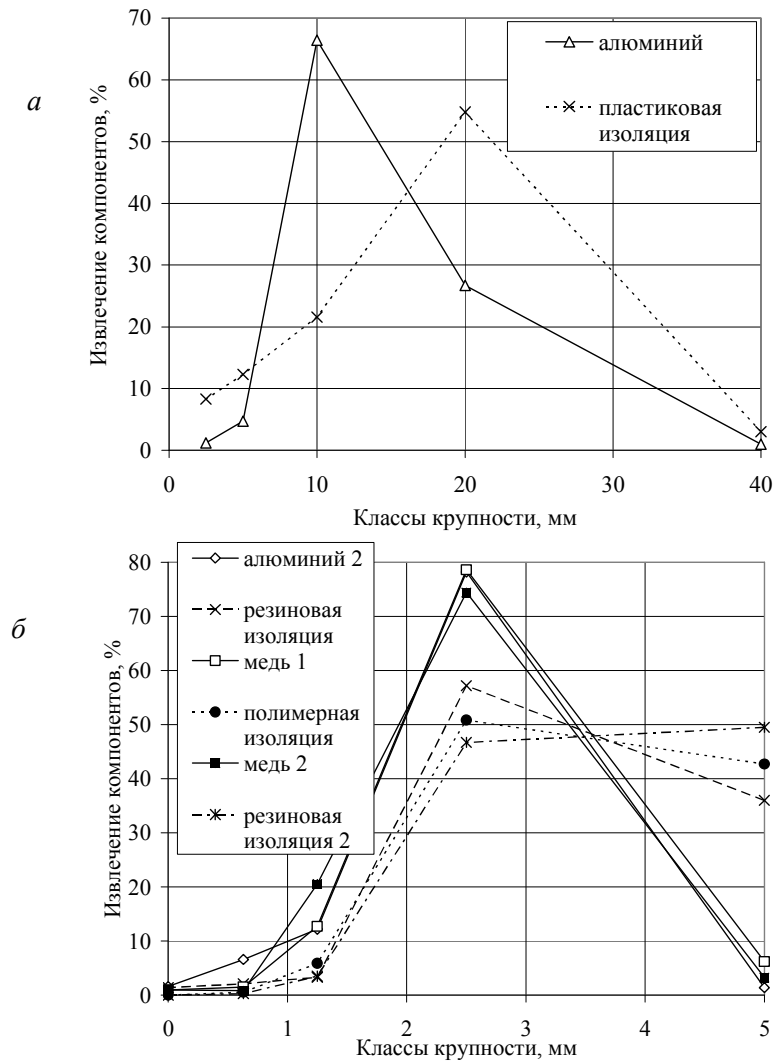


Рис. 2. Распределение компонентов по классам крупности:
a – проба 1, *б* – пробы 2-4

Распределение частиц в рабочем пространстве сепаратора зависит от скоростей их перемещения, что в свою очередь связано с формой и весом частиц. Поэтому выполнены ориентировочные расчеты веса частиц различной крупности и состава. При этом принято, что все частицы имеют шарообразную форму. Удельный вес компонентов сложного лома представлен в таблице. Результаты расчета веса частиц показаны на рис. 3.

Таблица. Удельный вес компонентов сложного лома

Материал	Удельный вес, кг/м ³
Алюминий	2700-2750
Медь	8900
Полимер - поливинилхлорид	1420
Пластик – полиэтилен	920-1200
Резина	1300

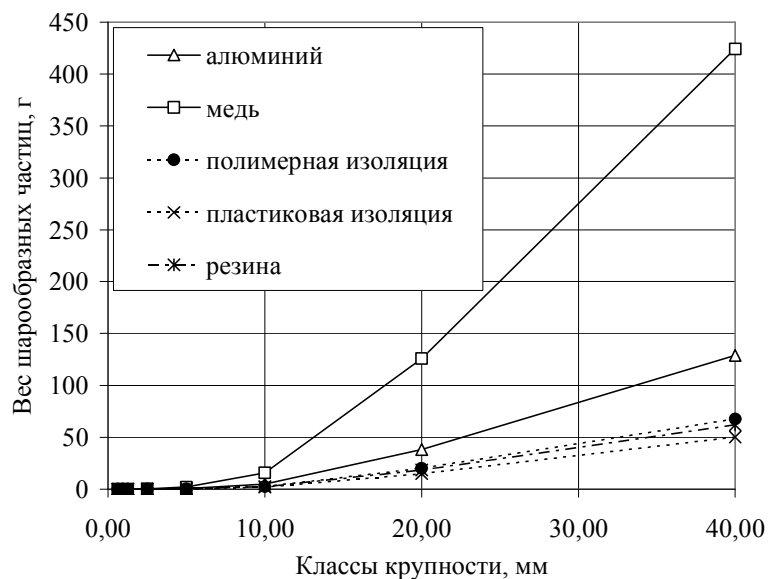


Рис. 3. Распределение веса шарообразных частиц сложного лома цветных металлов в зависимости от крупности

Если не принимать во внимание форму частиц и допустить, что все частицы правильной шарообразной формы, то скорость частиц одинакового веса в восходящем потоке воздуха в сепараторе можно считать одинаковой, т.е. такие частицы будут равнопадаемыми.

Отсюда следует, что частицы алюминия и изоляционных материалов крупностью менее 20 мм будет довольно сложно разделить. Кроме того, возможно взаимное засорение класса 10-20 мм алюминия более крупными частицами изоляции, т.к. они имеют близкие скорости.

Следует ожидать высокую эффективность разделения частиц меди и изоляционных материалов, т.к. их вес при крупности от 5 мм и выше различается в 6-8 раз. Вес алюминиевых частиц и частиц изоляции при этой же крупности отличается примерно в 2раза.

Эти особенности необходимо учитывать при определении шкалы классификации питания пневматического сепаратора.

Таким образом, проведенные предварительные исследования свойств сложного лома цветных металлов как объекта разделения сухими гравитационными пневматическими методами выявил необходимость определения скоростей движения частиц различного вещественного состава для уточнения шкалы классификации материала перед обогащением.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на исследование падения частиц различного состава и крупности в воздушной среде в свободных и стесненных условиях.

Список литературы

1. **Гринев А.Ф.** Вступительная статья // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. 2006.- №1. – С. 1-3.
2. **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.
3. L.I. Nazimko, E.E. Garkovenko, A.N. Corchevsky, I.N. Druts *Kinetics of Phases Interaction during Mineral Processing Simulation // Proceedings of XV International Congress of Coal Preparation. China. 2006. p. 785-798.*
4. **Кофанов А.С., Чумак В.Ф., Уманец А.С., Ефремов Ю.И.** Обогащение полезных ископаемых пневмовибрационным способом // *Збагачення корисних копалин*. – Дніпропетровськ. – 2003. – С. 96-101.

5. **В.Д. Анохин, Д.А. Плинс, В.Н. Монахов.** Вибрационные сепараторы. М.: Недра, 1991. – 156 с.
6. Оборудование для обогащения угля: Спр. пособие / Под ред. Б.Ф. Братченко. М.: Недра. – 1979. – 335 с.
7. **Р.О. Берг.** Технология гравитационного обогащения. М.: Недра. – 1990. – 574 с.

Рукопись поступила в редакцию 26.01.07.