УДК 622.7

А.В.ФАДИНА, *студентка, fadina2101@rambler.ru*
Е.Е.АНДРЕЕВ, *канд. техн. наук, доцент, opilvv@mail.ru*
В.В.ЛЬВОВ, *канд. техн. наук, доцент, opilvv@mail.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

A.V.FADINA, *student, fadina2101@rambler.ru*
E.E.ANDREEV, *PhD in eng. sc., associate professor, opilvv@mail.ru*
V.V.LVOV, *PhD in eng. sc., associate professor, opilvv@mail.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОБОГАЩЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ МЕТОДОМ ОПТОЭЛЕКТРОННОЙ СЕПАРАЦИИ

Широко известно, что процессы рудоподготовки на обогатительной фабрике составляют большую часть эксплуатационных затрат на переработку руды. Зачастую на дробление и измельчение сырья приходится более 70 % себестоимости обогащения руды. Цель оптимального процесса обогащения минерального сырья – уменьшение данных расходов. Один из путей решения этой проблемы – предварительная концентрация руды, которая позволит вывести из дальнейшей переработки более 80 % материала, не содержащего ценного компонента или имеющего его отвальное содержание.

Ключевые слова: предварительное обогащение, оптоэлектронная сепарация, эксплуатационные затраты, оптоэлектронный сепаратор.

PRE-CONCENTRATION OF RAW MATERIALS USING SENSOR-BASED SORTING

It is widely known that the processes of ore concentration have large part of operating costs for ore processing at the concentration plant. Often processes of crushing and grinding of raw materials account more than 70 % of the total spending. The aim of the optimal mineral processing is to decrease these costs, one solution of this problem is to pre-concentrate raw material, which allows to withdraw from the further processing more than 80 % of the material, which doesn't contain valuable component, or has its dumping grade.

Key words: pre-concentration, sensor-based sorting, operating costs, sensor-based separator.

Добываемая в настоящее время рудная масса содержит в лучшем случае несколько десятков процентов полезного компонента для руд черных металлов, для руд цветных металлов – это единицы и доли процента, остальную же часть чаще всего составляют пустые породы.

Обогащают 90 % всей добываемой железной руды, практически всю рудную массу в цветной металлургии, все калийное и фосфорное сырье.

Увеличение объемов обогащаемой рудной массы с малым содержанием полезного компонента значительно повышает себестоимость ее переработки. Больших материальных затрат требуют возрастающие объемы поднимаемой из шахт и перевозимой к обогатительным фабрикам горной массы, в которой около 80 % составляют пустые породы. После отделения на обогатительной фабрике они транспортируются в хвостохранилища, содержание которых требует немалых затрат.

На строительство хвостохранилищ расходуется 10-50 % общих капиталовложений. Кроме отчуждения значительных площадей

ценных земель, размещение отходов горного и перерабатывающего производств приводит к значительным изменениям окружающей среды [1].

Одним из решений задачи выведения части руды из дальнейшей переработки является применение метода оптоэлектронной сепарации для предварительного обогащения минерального сырья. Оптоэлектронный метод сепарации основан на регистрации оптических характеристик минералов (блеск, цвет, отражательная способность). За рубежом данный метод получил широкое распространение и с успехом применяется в различных областях промышленности: сепарации руд цветных и благородных металлов, сортировке материалов, применяемых в строительной отрасли, при переработке отходов металлургического передела, промышленных и бытовых отходов, а также сортировке сельскохозяйственных продуктов.

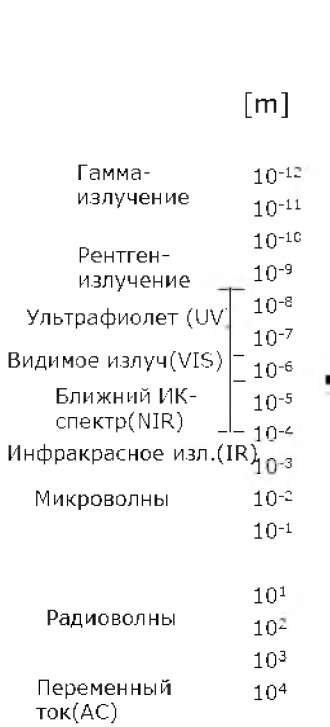
Универсальность метода оптоэлектронной сортировки заключается в возможности сепараторов, производимых по данной методике, работать с различными типами ламп и подсветок, т.е. иметь в одной машине радиометрический, рентгенолюминесцентный и фотометрический сепараторы. Сенсорные технологии, применяемые в настоящее время ведущими производителями оптоэлектронных сепараторов, представлены на рис.1.

Аппаратным исполнением метода оптоэлектронной сепарации может служить оптоэлектронный сепаратор Minnex производства компании «Binder + Co» (Австрия).

Двухэтапная система Minnex заполняется горной породой с размером зерна 4-130 мм. Поток материала движется по вибрационному питателю. Подача кусков осуществляется монослоем, коэффициент загрузки транспортирующего устройства 0,7-0,85 [2]. Производительность сепаратора на классе −30 + 12 мм составляет 92 т/ч, а на классе −6 + 3 мм достигает 24 т/ч.

Установка Minnex снабжена специально подобранной под материал просвечивающей системой и сверхчеткими сенсорами, распознающими элементы по их цвету и белизне, форме и специфическому составу.

В зависимости от ситуации применения и размера зерна установка снабжается определенным количеством вентилей. Камеры



Сенсор/ Технология	Признаки материала	Область применения
RM (Radiometric)	Природное гамма-излучение	Топливо, благородные металлы
XRT (X-ray transmission)	Атомная плотность	Цветные металлы, пром. минералы, топливо, благородные металлы, алмазы
XRF	Видимая флуоресценция под рентг. лучами	Алмазы
COLOR (CCD Color Camera)	Отражение, поглощение, трансмиссия	Цветные и благородные металлы, пром. минералы, алмазы
PM (Photometric)	Однородное отражение/поглощение	Пром. минералы Алмазы
NIR (Near Infrared Spectrometry)	Отражение, поглощение	Цветные металлы пром.минералы
IR (Infrared cam)*	Теплопоглощение, теплоотдача	Цветные металлы пром. минералы
EM (Electro-Magnetic sensor)	Электропроводимость, Магнит. проницаемость	Цветные металлы

Рис.1. Современные сенсорные технологии, используемые в оптоэлектронной сепарации

цветового узнавания имеют высокую четкость изображения 0,5 × 0,5 мм на пиксель. Для просвечивания материала используются управляемые светодиодные лампы, работающие на основе запатентованной технологии диффузии. Измерение оптических и геометрических параметров объекта в данном сепараторе осуществляется цифровой строчной широкополосной камерой (ПЗС-матрицей). Критерием распознавания материала служат характеристики на основе цветностной модели RGB, которая позволяет различать до 16,77 млн цветов. Кроме того, возможен учет 8-оптических и геометрических признаков разделения с логическими функциями «и», «или», «не».

Мощная компьютерная программа классифицирует отдельные элементы материала с помощью продуманных алгоритмов и расчетов параметров управления клапанами. Синхронизация электронной системы сепаратора с персональным компьютером позволяет производить его быструю настройку, а также открывает возможность непрерывного контроля процесса сепарации с определением качественно-количественных показателей продуктов сепарации за любой отрезок времени.

Специально разработанные выдувные клапаны реагируют в доли секунды на поступающие данные и выдувают сильной импульсной струей ценные или инородные элементы из общего потока. Высокая эффективность работы сепараторов обусловлена большим количеством воздушных клапанов (в зависимости от ширины питателя – от 107 до 278), что позволяет более точно выбивать выбранный материал.

Принцип работы оптоэлектронного сепаратора (рис.2) основан на отборе с системой трехмерного обзора зерновки. Исходный продукт для отбора загружается в машину через оперативный бункер. Посредством вибрации материал по вибрационному питателю подается в камеру оптоэлектронного сепаратора – в зону обследования, освещенную сенсорными лампами, где проходит между сенсором и фоновым экраном. Оптоэлектронный сенсор получает отраженный свет от материала отбора и генерирует электрический сигнал для компьютерной системы управления (сигнал отражается

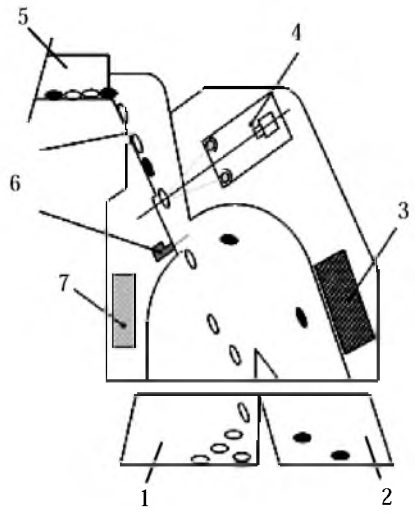


Рис.2. Конструкция и основные элементы оптоэлектронного сепаратора Minnex

1 – концентрат, 2 – хвосты, 3 – компьютер, 4 – сенсоры с подсветкой, 5 – загрузочный желоб, 6 – скат сортирующие, 7 – управление

на дисплее в виде волны). Компьютерная система контроля [3], сравнивая полученный сигнал с уровнем чувствительности, в случае его превышения, открывает пневмоклапан (эжектор), готовый в любой момент выдуть отличающиеся по цвету зерна в выходной патрубок для отходов. Через выходной патрубок для отходов негодные зерна выводятся из машины.

Условия для высокоэффективного применения новой технологии имеются на многих горных предприятиях черной и цветной металлургии [4]. Однако для успешного ее применения важно решить ряд сложных проблем, а для этого требуется совместная работа специалистов в области горного дела, обогащения руд, горной механики, геологии, экономики и многих других.

Специалисты горного дела должны решить вопросы технологии разработки, обеспечивающей эффективную работу цеха предконцентрации (при подземной добыче), а также использования пустых пород для закладки выработанного пространства; обогатители – разработать новые высокоэффективные методы обогащения при использовании малогабаритных, но высокопроизводительных аппаратов и приборов; горные механики – новые установки для гидротранспорта и гидроподъема руды на большую высоту; геологи –

разработать классификацию руд по структурным и текструктурным признакам для обоснования процессов последующего отделения полезных компонентов от пустых пород; экономисты – определить структуру и объемы затрат при существующей и новой технологии и т. д. [5, 6].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ефреморцев Н.С.* Новая технология разработки рудных месторождений подземным способом. М., 2009.

2. *Литвинцев Э.Г.* Перспективы расширения минерально-сырьевой базы золота на основе предварительной концентрации / Э.Г.Литвинцев, А.С.Кобзев. М., 2008.

3. *Мокроусов В.А.* Радиометрическое обогащение нерадиоактивных руд / В.А.Мокроусов, В.А.Лилеев. М., 1970.

4. Optoelectronic sorting // Official newsletter of the IMS Group of Companies. 2003. N 6.

5. *Sivamohan R., Forssberg E.,* Electronic sorting and other pre-concentration methods // Minerals Engineering. 1991. Vol.4. N 7-11.

6. *Wyman R.A.* Sorting by electronic selection // SME-Handbook on Mineral Processing. 1985. Vol.7. N 5.

REFERENCES

1. *Efremortsev N.S.* New technology of underground mining. Moscow, 2009.

2. *Litvintsev E.G., Cobzev A.S.* Prospects for expansion of gold mineral resources based on pre-concentration. Moscow, 2008.

3. *Mocrousov V.A., Lileev V.A.* Radiometric concentration of non-radioactive ores. Moscow, 1970.

4. Optoelectronic sorting // Official newsletter of the IMS Group of Companies. 2003. N 6.

5. *Sivamohan R., Forssberg E.,* Electronic sorting and other pre-concentration methods // Minerals Engineering. 1991. Vol.4. N 7-11.

6. *Wyman R.A.* Sorting by electronic selection // SME-Handbook on Mineral Processing. 1985. Vol.7. N 5.