© В.В. Кармазин, П.А. Сыса, 2014

УДК 622.778

В.В. Кармазин, П.А. Сыса

СЕПАРАЦИЯ В ВЫСОКОГРАДИЕНТНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ С НИЗКОЙ НАПРЯЖЕННОСТЬЮ

Рассмотрена высокоградиентная сепарация в слабых переменных магнитных полях с целью повышения качества магнетитовых концентратов.
Ключевые слова: высокоградиентная сепарация, поле с малой напряженностью, магнетитовый концентрат.

Обогатимость магнетитовых кварцитов ухудшается с истощением легкообогатимых типов и с увеличением глубины карьеров, поэтому и качество железорудного сырья для металлургии постоянно снижается. Понятия «качество» и «цена» сырья для черной металлургии практически являются синонимами, как и понятия «уровень технологии» и «себестоимость продукции». Именно низкое качество железорудных концентратов и поддерживает в странах СНГ технологию XIX века – доменное производство. Удаление только одной тонны кварца в шлак требует две тонны кокса и половину тонны флюсов. В себестоимости это составляет до 50 USD на тонну кварца, в тоже время на обогатительных фабриках затраты на удаление тонны кварца не превышают 5 USD, а удаление SiO_2 до уровня менее 0,3 % открывает дорогу самым современным – бездоменным процессам черной металлургии. В мировой практике таких примеров много, а в России пока только Лебединский ГОК, вся продукция которого соответствует требованиям бездоменной металлургии. Отказ от доменного передела – это большой подарок окружающей среде и решение крупной экологической проблемы.

Содержание Feобщ и цена концентрата практически обратно пропорциональны, причем при содержании Feобщ менее 64 % его продать можно только как аглоруду. Таким образом, возникает необходимость повышения качества магнетитовых концентратов при их магнитном обогащении [1].

Основным требованием, предъявляемым к железорудному сырью при бездоменных процессах переработки, является общее содержание Feобщ не менее 67%, при содержании кислых оксидов менее 2 % (SiO_2, Al_2O_3, TiO2) и основных оксидов менее 3% (CaO, MgO) для поддержания оптимального кремниевого модуля.

Мокрая магнитная сепарация (ММС) измельченных магнетитовых кварцитов на серийных сепараторах типа ПБМ выделяет, как известно, в конечный продукт (отвальные хвосты) только немагнитные зерна пустой породы и бедные сростки. Рудная смесь (магнетит, богатые и средние сростки) переходит в магнитный продукт, захватывая немагнитные зерна кварца и пустой породы за счет магнитной флокуляции сильномагнитных зерен и физико-механической адгезии, и передается на доизмельчение

из стадии в стадию. Однако, если после первой стадии измельчения ММС способна удалять по выходу от исходного 35-40 % хвостов, то после второй – до 15 %, а после третьей – и менее 10 %. Из этого следует, что постадийная скорость роста содержания магнетита в магнитных концентратах невелика и растет только за счет раскрытия сростков магнетита при измельчении, а магнетит переизмельчается и механически транспортируется из стадии в стадию. При измельчении в 3-4 стадии до 40 мкм и более магнетит теряет 15-20 % своих магнитных свойств. Содержание Feобщ в концентрате полученном в 5 - 7 приемов сепарации , часто не превышает 65,1 % Feобщ.

Одним из путей повышения качества концентратов является создание новых сепараторов, позволяющих селективно разделять чистые зерна минералов от сростков и зерен пустой породы. Вариантом решения поставленной задачи является применение для этой цели высокоградиентной магнитной сепарации в слабом поле, что успешно испытано А.М. Туркеничем на рудах Ингулецкого и Полтавского ГОКов. [2].

Теоретически и экспериментально установлено, что в процессах сепарации используются в основном две из известных магнитных сил: адгезионная (ближнего действия – потокосцепления) и градиентная (пондеромоторная сила дальнего действия). Первая вызывает флокуляцию магнитных частиц (образование агрегатов – флокул за счет энергии свободных полюсов), а вторая их сепарацию от немагнитных [3].

Первая сила – $F_{п.с.} = B^2S/2\mu_o$ не селективна, существует даже в слабых полях, но только при контакте между магнитными частицами, причем прочно удерживает механически захваченные немагнитные частицы.

Вторая сила – $F_{гр.} = G\chi H\,\mathrm{grad}H$ селективна, действует на достаточно большом расстоянии от осадительной поверхности (~ до 100 мм), но требует более высоких значений напряженности магнитного поля – H и ее градиента, а также удельной магнитной восприимчивости – χ. Здесь: B – магнитная индукция, S – площадь контакта частиц, G – масса частицы, μ_o – магнитная постоянная.

В серийных сепараторах типа ПБМ сила потокосцепления и прочность флокул очень велики, а пондеромоторная сила притягивает к барабану только уже готовые флокулы на расстоянии не более 80 мм. Свободные кварцевые зерна при этом остаются в пульпе.

Пондеромоторная сила поля второго типа используется во всех процессах сепарации и зависит от величины HgradH, который возрастает от одно – [H = f(x)] - 300 э2/см, двух – [H = f(x,y)] - 5·106 э2/см до трехмерной неоднородности H = f(x,y,z), где HgradH достигает 2·1011 э2/см. Последняя характерна для высокоградиентных полей, применяемых в электро-магнитных высокоградиентных сепараторах с сильным полем для обогащения слабомагнитных тонкоизмельченных материалов и шламов [4].

При применении слабого магнитного поля и высокоградиентной осадительной системы не возникает полной флокуляции пульпы, т.к. для этого не хватает напряженности магнитного поля и материал остается в относительно свободном взвешенном состоянии. Однако в узлах высокоградиентной системы создается достаточная магнитная сила для удержания частиц магнетита.

Лабораторные исследования выполнялись на установке, показанной на рисунке. Она состоит из кассеты с металлической проволокой, помещенной внутри соленоида, подключенного к источнику переменного тока.

Результаты высокоградиентной сепарации в слабом переменном магнитном поле концентрат Михайловского ГОКА

Продукты сепарации:	Выход, %	Содержание, %	Извлечение, %
Исходный (концентрат МГОКа)	100	65.1	100
Концентрат доводки	28,4	68,3	29,4
Промпродукт	71,6	63,7	70,6

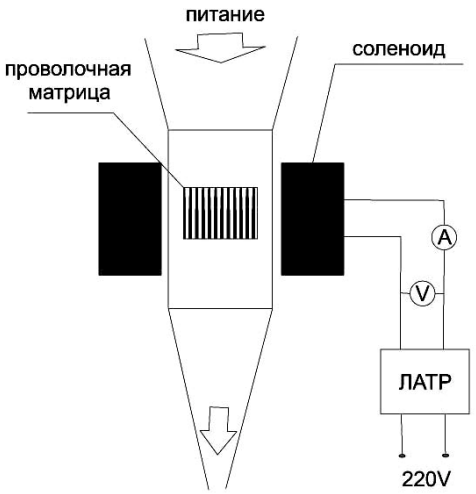

Схема лабораторной установки

Напряженность магнитного поля в рабочем пространстве регулируется напряжением, подаваемым от внешнего источника в пределах от 0 до 40 кА/м. Исходный материал подается сверху в рабочую матрицу, промпродукт сливается самотеком, а концентрат накапливается в рабочей матрице и периодически разгружается после отключения электропитания

В качестве исходного продукта был взят товарный концентрат Михайловского ГОКа с содержанием Fe 65,1 %. В результате обогащения приведены в таблице.

Применение данного метода позволяет получать концентраты товарного качества, пригодного для использования в бездоменной металлургии не используя флотацию, что повышает экологическую безопасность, значительно сокращает затраты и соответственно повышает эффективность производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Плаксин И.Н., Кармазин В.И., Олофинский Н.Ф., Норкин В.В., Кармазин В.В.* Новые направления глубокого обогащения тонковкраплен-ных железных руд. М., Наука, 1964.

2. *Туркенич А.М., Деменьтьев К.А., Шатов Л.А.* Выделение высококачественного концентрата методом высокоградиентной сепарации в слабых магнитных полях при обогащении магнетитовых руд. // Збагачення корисних копалин, 2005, Вип. 24(65) с 32-36.

3. *Кармазин В.В.* Совершенствование технологии обогащения магнетитовых кварцитов на основе сепараторов с бегущим магнитным полем // Горный журнал. – 2006. - №6.

4. *Кармазин В.В., Кармазин В.И* Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Москва, 2005.

5. *Авдохин В.М., Губин С.Л.* Современное состояние и основные направления развития процессов глубокого обогащения железных руд. М. Горный журнал, № 3, 2007 г. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Кармазин Виктор Витальевич – доктор технических наук, профессор, e-mail: karmazin@mail.ru
Сыса Павел Анатольевич – аспирант, инженер, e-mail: pavel_syssa@mail.ru
Московский государственный горный университет.

UDC 622.778

HIGH-GRADIENT LOW-STRENGTH VARIABLE MAGNETIC SEPARATION

Karmazin V.V., Ph.D., Professor, e-mail: karmazin@mail.ru
Sys P.A., Graduate Student, Engineer, e-mail: pavel_syssa@mail.ru
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru

Quality iron ore depletion worsens with rich types and with increasing depth of pits, and therefore the quality of iron ore for the steel industry is constantly decreasing. Basic equipment concentrators are drum separators, which have a limit on the iron content in the concentrate. The main drawback of these separators - low selectivity, which resulted in the final concentrate fall poor splices, its quality deteriorates. Nonmagnetic concentrates on fine-tuning methods either expensive or ineffective. The proposed method involves the use of high-gradient enrichment separation of strongly magnetic grains to extract pulp. Тне feature of this method is the low intensity of the magnetic field of the magnetic system and use it for AC power. When applying a weak magnetic field and high-gradient spin system is not complete flocculation of the pulp occurs because this lacking of magnetic field and the material remains in a relatively freely suspended. Laboratory examination of the process was conducted in a pilot plant. It consists of a cassette of thin metallic wires placed inside the solenoid connected to an AC source. The study was able to improve the quality of the concentrate. Application of this method allows to obtain concentrates commercial quality suitable for use in the reduction metallurgy without using flotation, which increases environmental safety, significantly reduces costs and improves production efficiency, respectively.
Key words: high-gradient separation, low field strength, magnetite concentrate is.

REFERENCES

1. Plaksin I.N., Karmazin V.I., Olo-finskij N.F., Norkin V.V., Karmazin V.V. Novye napravlenija glubokogo obogashhenija tonkovkraplen-nyh zheleznyh rud. M., Nauka, 1964.
2. Turkenich A.M., Demen't'ev K.A., Sha-tov L.A. Vydelenie vysokokachestvennogo koncentrata metodom vysokogradientnoj separacii v slabyh magnitnyh poljah pri obogashhenii magnetitovyh rud. // Zbaga-chennja korisnih kopalin, 2005, Vip. 24(65) s 32-36.
3. Karmazin V.V. Sovershenstvovanie teh-nologii obogashhenija magnetitovyh kvarcitov na osnove separatorov s begushhim magnitnym polem // Gornyj zhurnal. – 2006. - №6.
4. Karmazin V.V., Karmazin V.I Magnit-nye, jelektricheskie i special'nye metody obogashhenija poleznyh iskopaemyh. Moskva, 2005.
5. Avdohin V.M., Gubin S.L. Sovremennoe sostojanie i osnovnye napravlenija razvitija processov glubokogo obogashhenija zheleznyh rud. M. Gornyj zhurnal, № 3, 2007 g.

Время читать книги, и время писать книги.