

3. Исследованы физико-механические свойства таблеток.

Литература

1. Бабенко С.А., Семакина О.К., Миронов В.М. и др. Гранулирование дисперсных материалов в жидких средах. – Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2003. – 346 с.
2. Воробьев В.А., Комар А.Г. Строительные материалы. – М.: Стройиздат, 1976. – 475 с.
3. Кашкаев И.Я., Шейнман Е.Ш. Производство глиняного кирпича. – М.: Высш. школа, 1974. – 288 с.

СУХОЕ МАГНИТНОЕ ОБОГАЩЕНИЕ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ БАКЧАРСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

А.М. Ежов

Научный руководитель доцент Ю.Б. Швалёв

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Несмотря на то, что в настоящее время вопрос добычи и обогащения руд черных металлов еще не достиг состояния проблемы из-за наличия обширных и давно разрабатываемых залежей (например, Курской магнитной аномалии), необходимость в изучении альтернативных месторождений, тем не менее, есть. Такое положение вещей объясняется в первую очередь высокой потенциальной целесообразностью разработки новых месторождений вследствие масштаба их залежей и количества целевого компонента в руде.

Так, разведанные запасы железной руды Бакчарского месторождения оцениваются в 28,7 млрд. тонн, а прогнозные запасы – в 110 млрд. т [1]. При этом согласно химическому анализу проб, отобранных методом скважинной гидродобычи в 2006–2009 годах, данная руда содержит от 35,87 до 43,91 % железа, представленного в основном в виде гетита, гидрогетита и сидерита [2]. Тем не менее, рядовые концентраты для доменной переработки содержат от 60 до 70 % железа и до 10 % примесей [3], что вынуждает обогащать даже изначально богатые железные руды.

Для проведения процесса магнитной сепарации применялся сепаратор ЭВС-10/5, позволяющий эффективно разделять частицы размером 0,3–2 мм. Перед началом сепарации был проведен ситовой анализ пробы природной железной руды, после чего для обогащения была отобрана фракция размером $-0,63 + 0,5$ мм. Затем из указанной фракции была отобрана навеска массой 60 г. Магнитная сепарация производилась при неизменной между циклами скорости подачи руды и постоянным рабочим зазором барабана, составившими 0,1 м/с и 4 мм, соответственно. Переменной величиной была только сила тока в обмотке электромагнита сепаратора (1–6 А), непосредственно влияющая на напряженность магнитного поля в рабочем зазоре. После проведения цикла обогащения при заданной силе тока в обмотке выделенный магнитный концентрат взвешивался и возвращался в навеску, которая вновь подвергалась обогащению, но уже при возросшей силе тока в обмотке. Ограничение силы тока пределом в 6 А объясняется высокой магнитной восприимчивостью железной руды, ухудшающей селективность разделения в сильных полях из-за интенсивного захвата немагнитных частиц пустой породы (преимущественно кварца).

По окончании магнитной сепарации полученные данные были обработаны и графически обобщены. Зависимость выхода магнитного концентрата от силы тока в обмотке сепаратора представлена на рис 1.

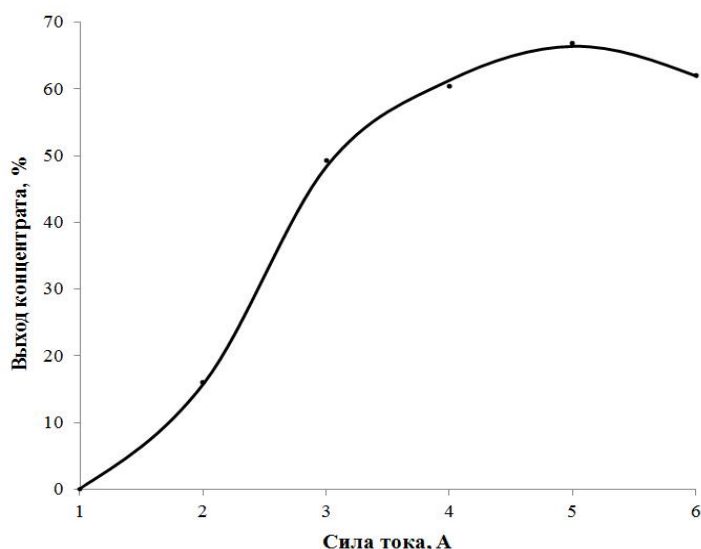


Рис. 2. Зависимость выхода магнитного концентрата от силы тока в обмотке

Как видно из рис. 1, рост выхода концентрата имеет характерную для железных руд скачкообразную направленность, вызванную магнитными характеристиками оксидов железа. При этом в области 1 А разделение практически не проявляется, т.к. силы магнитного поля недостаточно для переориентации магнитных частичек в потоке руды, однако уже после 2 А выход резко увеличивается, постепенно теряя тенденцию роста после 3 А в обмотке. Максимум выхода концентрата достигается при 5 А и равен 66,8%, в то время как при 6 А вопреки ожиданиям выход падает до 62 %, т.к. чрезмерно сильное магнитное поле начинает исключать роль сил инерции рудных зерен, искажая траекторию их движения в сторону хвостов обогащения. Таким образом, происходит недобор концентрата и попадание целевого продукта в сборник для пустой породы.

Однако, несмотря на то, что при увеличении силы тока в обмотке магнита выход достигает столь высоких значений, стоит помнить, что возрастает и загрязненность концентратов немагнитными частицами, увлеченными плотным потоком, поэтому необходимо выяснить содержание железа в руде до и после обогащения. Содержание общего железа в полученных концентратах определяли методом химического анализа согласно ГОСТ 22772.0–96, и результаты этого анализа отображены на рис. 2.

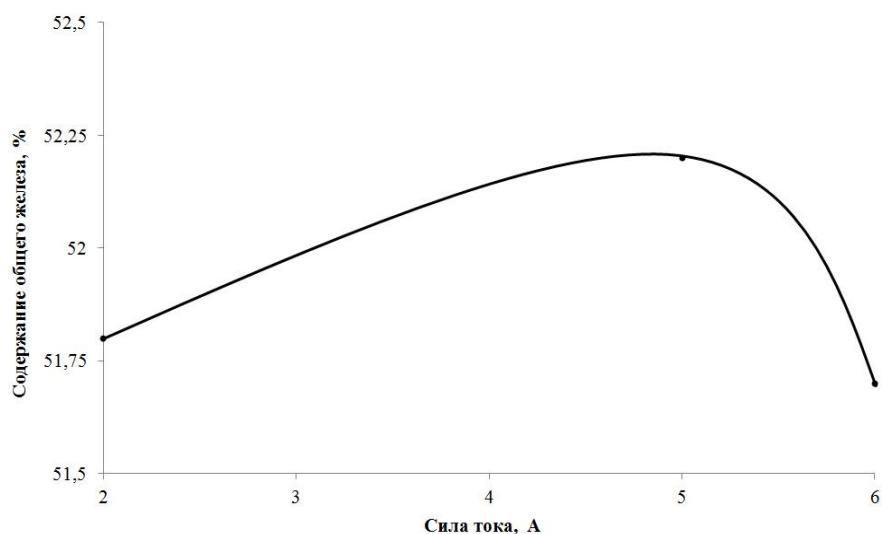


Рис. 2. Зависимость содержания железа в концентратах от силы тока в обмотке

Как было отмечено выше, содержание общего железа в сырой руде может достигать 43,9 %, однако проведенный анализ показал наличие 49,3 % $Fe_{общ.}$ в необогащенной навеске фракции $-0,63 +0,5$ мм, что говорит, скорее всего, о том, что именно в ней содержание пустой обломочной породы минимально. Поэтому увеличение концентрации железа при сепарации начинается с более высокого значения, и содержание $Fe_{общ.}$ достигает 52,2 % при 5 А в обмотке. Этого все еще недостаточно для доменных процессов восстановления железа, но предполагается, что проведение стадий доочистки концентратов или даже изменение типа сепарации на мокрую позволит достичь промышленных требований.

Подводя итог проведенным экспериментам, можно сделать следующие выводы:

- железная руда Бакчарского железорудного месторождения является перспективным источником железа, т.к. относится к богатым рудам и обладает залежами, превосходящими все известные месторождения мира;

- наиболее эффективными установками для обогащения данной руды являются магнитные сепараторы с низкой напряженностью магнитного поля и, как вариант, мокрой средой обогащения для более тонкого разделения руды;

- целесообразно ограничивать силу тока в обмотке электромагнита на уровне 4 А (для сепаратора ЭВС-10/5), т.к. превышение этого предела незначительно влияет на выход железного концентрата и содержание в нем железа, но существенно повышает энергозатраты на проведение процесса. При 4 А выход достигает 60,4 %, а содержание общего железа лежит в пределах от 51,8 до 52,2 %;

- для достижения промышленных требований к рудным концентратам следует проводить стадии доочистки после основной сепарации.

Литература

1. Евсеева Н.С. География Томской области. (Природные условия и ресурсы). – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2001. – 223 с.
2. Металлургическая оценка и обоснование рациональной технологии переработки железной руды Бакчарского проявления. – М.: ООО «НВП Центр-ЭСТАгео», 2009. – 145 с.
3. Стась Н.Ф. Химическая очистка железных руд от примесей: [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – Режим доступа к ст.: <http://www.science-education.ru/pdf/2013/1/7877.pdf>