

УДК 622.341.19+622.778-913.1

А.И. Едильбаев

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ОБОГАЩЕНИЯ БЕДНОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ

Изложена концепция освоения бедного железорудного сырья применительно к условиям Масальского месторождения, запасы которого при активном участии автора поставлены на государственный баланс, и описаны технологии обогащения титаномагнетитовых руд, обеспечивающие получение товарного концентрата из руды с содержанием 15,7% железа.

Ключевые слова: бедные титаномагнетитовые руды, сухая магнитная сепарация, аэросепаратор..

Месторождения легкообогатимых железных руд с высоким содержанием железа интенсивно разрабатываются в Казахстане на протяжении десятилетий, поэтому их запасы уже в значительной мере отработаны. В республике имеются как крупные, так и маломасштабные месторождения железных руд с относительно низким содержанием железа. Разработка и внедрение эффективных технологий переработки таких руд позволит существенно расширить сырьевую базу черной металлургии.

Опыт ТОО «Горное бюро» [1] показал, что освоение средних по объему запасов месторождений может быть эффективным в случае, когда созданная для их отработки инфраструктура будет использоваться впоследствии для комплексного освоения других средних и мелких месторождений, а также техногенных минеральных ресурсов в регионе.

Освоение крупных месторождений относительно бедных руд может быть экономически эффективным за счет снижения условно постоянных расходов на 1 т добычи, связанного с высокой производственной мощностью рудника.

Одно из крупных железорудных месторождений, запасы которого в последние годы были учтены государственным балансом Республики Казахстан, является Масальское месторождение титаномагнетитовых руд, расположенное в Жаркаинском районе Акмолинской области, в 16 км восточнее станции Приишимская ж/д ветки Есиль-Аркалык.

Руды Масальского месторождения относятся к титаномагнетитовому типу с низким (менее 10 %) содержанием ильменита. Запасы руды (при бортовом содержании Fe = 13 %), поставленные на государственный баланс, составляют: по категориям $C_1 + C_2 = 525$ млн т со средним содержанием Fe – 15,60 %, V_2O_5 , – 0,17 %, TiO_2 – 1,98 %. Прогнозные ресурсы по категории P_1 составляют 1,3 млрд т. Эти руды требуют обязательного предварительного обогащения для выделения малотитанистого титаномагнетитового концентрата с содержанием общего железа 55-63 % и двуокиси титана 4-5 %, а также ильменитового концентрата, выход которого не превышает обычно 3 % от руды.

Экспериментальные исследования обогатимости руды Масальского

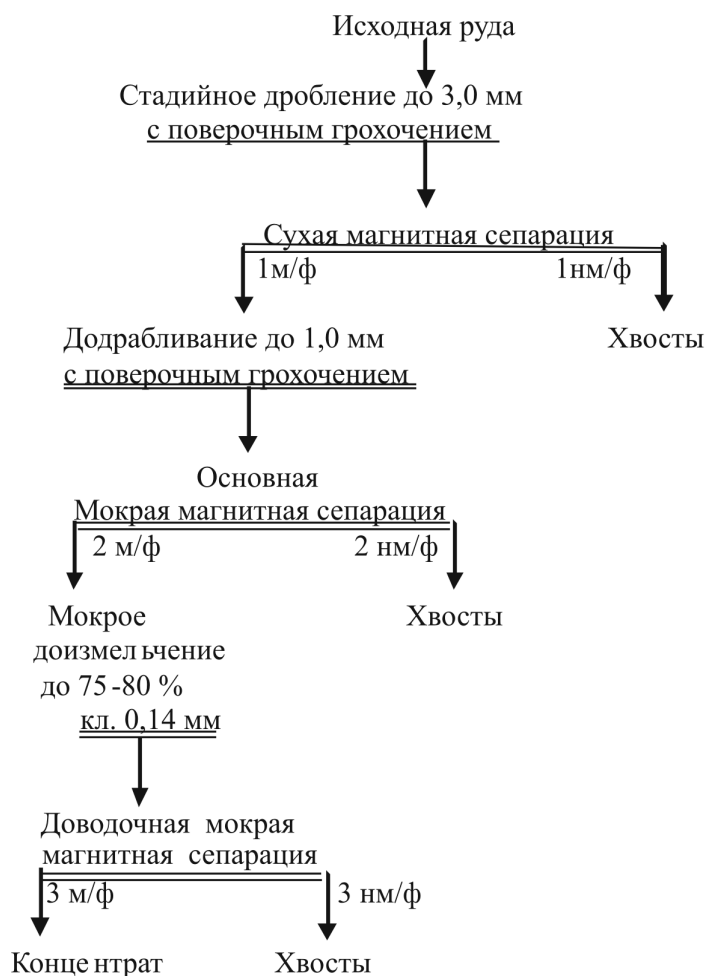


Рис. 1. Схема обогащения руд Масальского месторождения с применением методов мокрого обогащения

месторождения с содержанием железа 15,7 % (соответствующим среднему его содержанию в целом по месторождению) были проведены в лабораторных условиях методом магнитной сепарации в слабом поле на материале различной крупности на сепараторе марки 138Б-СЭМ, мокрая магнитная сепарация – на сепараторе марки 120Б-СЭМ. Измельчение руды крупностью 1-0 мм до крупности минус 0,14 мм осуществлялись в стержневой мельнице $D \times L = 215 \times 285$ мм. Объем-

ное соотношение загружаемых в мельницу руды, воды и стержней составило: Т:Ж:Ст=1:1:16,2 кг. На основании полученных технологических результатов обогатимости руд разработана схема обогащения (рис. 1) комбинацией методов сухой и мокрой магнитных сепараций.

Схема включает:

- стадийное дробление и поверочное грохочение исходной руды до крупности минус 3 мм;
- сухую магнитную сепарацию руды крупностью 3-0 мм, когда полученная магнитная фракция направляется на додрабливание до крупности минус 1 мм, а немагнитная фракция – в отвал (хвосты отвальные);
- мокрую магнитную сепарацию, в результате чего полу-

чены магнитная и немагнитная фракции;

- мокрое додрабливание до крупности 85 % класса 0,14 мм;
- доводочную магнитную сепарацию.

Технологические показатели процесса приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, при обогащении руды по этой технологической схеме возможно получение концентрата с содержанием железа выше 61 %.

Таблица 1

Технологические показатели процесса обогащения

	Наименование параметров	Проба				
		№1	№2	№3	№4	№5
	Содержание Fe общ, %	15,2	17,5	25,3	19,6	20,3
	Доля магнитного Fe, %	46,3	59,2	67,8	61,8	76,5
	Содержание магнитного Fe, %	7,0	10,4	17,2	12,1	15,5
I	Магнитная фракция 1					
	Выход, %	42,5	47,2	57,0	61,7	55,9
	Содержание Fe, %	22,8	27,6	35,6	25,9	31,0
	Извлечение Fe общ, %	63,8	74,4	80,2	81,5	85,4
II	Магнитная фракция 2					
	Выход, %	13,3	20,0	24,4	21,6	26,3
	Содержание Fe, %	49,4	52,7	62,3	54,2	54,7
	Извлечение Fe общ, %	43,2	60,3	60,1	59,7	70,9
	Доля руды для мокрого помола, %	13,3	20,0	24,4	21,6	26,3
III	Магнитная фракция 3					
	Выход, %	10,3	15,7	21,7	17,3	21,4
	Содержание Fe, %	61,3	64,8	69,0	64,7	64,5
	Извлечение Fe общ, %	41,5	58,1	59,2	57,1	68,0
	Извлечение магнитного Fe, %	89,7	98,1	87,3	92,4	88,9

При объективно возрастающей хозяйственной деятельности человечества требования к охране окружающей среды будут только ужесточаться. Выполнение охранных мероприятий однозначно будет приводить к увеличению расходной составляющей формулы прибыли. Альтернативой этому могут быть только выбор экологически чистых ресурсо- и энергосберегающих технологий. Поэтому, решая вопрос выбора технологии обогащения, необходимо учитывать и тенденции развития природоохранной политики человечества. Прибыльное, по сегодняшним меркам, предприятие через 10-15 лет может оказаться убыточным при чрезвычайно высоких расходах на охрану природы. Именно по причине весьма больших затрат на мокрое обогащение и повышающихся требований к

охране окружающей среды появилась тенденция реализации сухих методов обогащения.

Технология сухого обогащения позволяет существенно снизить себестоимость переработки горной массы за счет отказа от использования воды; получить все продукты разделения (концентраты и хвосты) сухими, имеющими более высокую коммерческую ценность, чем влажные; реализовать круглогодичную добычу и извлечение полезных ископаемых, поскольку технология сухого обогащения технически может быть реализована в широком диапазоне как плюсовых, так и минусовых температур; создавать мобильные модульные установки для разработки труднодоступных мелких месторождений при производительности от 10 до 300 тыс. т в год по горной массе.

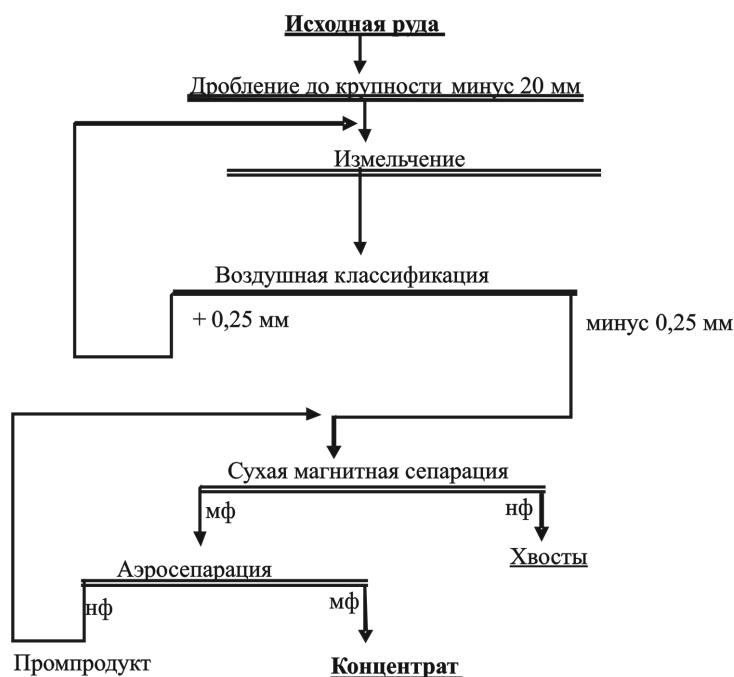


Рис. 2. Схема проведения опытно-промышленных испытаний сухого обогащения руд Масальского месторождения

Скорейшее освоение сухих методов обогащения позволит снизить затраты по элементарным операциям обогащения и в перспективе направлено на проектирование и создание обогатительных фабрик со сравнительно короткими технологическими схемами с затратами электроэнергии менее 10 кВт·ч/т исходной руды [2].

Известные способы сухой магнитной сепарации обладают важным недостатком – низкой избирательностью по магнитным свойствам частиц, которая является следствием того, что частицы в магнитном поле проходят различные траектории и, следовательно, находятся в различных условиях сепарации, отличающихся между собой величиной и направлением действия магнитной силы, скоростью и направлением движения частиц. Поэтому был разработан новый способ магнитной

сепарации [3], спроектированы и изготовлены два сепаратора:

- магнитный аэросепаратор полупромышленного масштаба производительностью 6 тонн исходной руды в час, шириной рабочей зоны 0,5 м, и диаметром барабана – 0,30 м с магнитной системой из отдельных Nd-Fe-B магнитов размером 80x30x15 мм;

- магнитный сепаратор для обычной сухой магнитной сепарации с аналогичными размерами барабана, магнитная система которого состояла из более «слабых» ферритовых

магнитов.

Подача руды осуществлялась изготовленным вибропитателем. Пропавшая через классификатор руда попадала в воздушный циклон и затем в сборник. Производительность мельницы составляла 0,3-0,4 т/ч, что меньше пропускной способности сепараторов. Поэтому измельченная руда накапливалась в сборнике мелкого продукта и затем извлекалась в бункер питателя сухого магнитного сепаратора. Руда подавалась питателем сверху на барабан сепаратора, разделявший ее на магнитную и немагнитную фракции. Немагнитная фракция направлялась в хвосты, а магнитная фракция сыпалась в устройство для образования пылевоздушной смеси. Таким образом, сухой магнитный сепаратор выполнял функции питателя для аэросепаратора.

Таблица 2

Технологические показатели опытно-промышленных испытаний схемы сухого обогащения руд Масальского месторождения

Наименование	Показатели, %
Исходная руда	
Железо общее	15,7
Железо магнитное	8,2
Сухая магнитная сепарация	
Магнитная фракция, выход	20,6
Содержание железа магнитного	42,0
Извлечение сквозное железа	55,0
Аэросепарация	
Магнитная фракция, выход	11,8
Содержание железа магнитного	65,0
Извлечение сквозное железа	49,0
Извлечение магнитного железа	93,8

Аэросепаратор производил разделение пылевоздушной смеси на концентрат и промпродукт. Последний возвращался в бункер питателя сепаратора. На рис. 2 представлена схема проведения опытно-промышленных испытаний, в процессе которых было переработано 10 т руды месторождения Масальское.

В табл. 2 приведены результаты проведенных опытно-промышленных испытаний схемы сухого обогащения руд Масальского месторождения.

Проведенные опытно-промышленные испытания сухого обогащения магнетитовых руд Масальского месторождения апробировали главную технологическую часть предложенных выше схем, за исключением отдельных аспектов дробления руды, и подтвердили достоверность разработанных схем сухого обогащения.

Таким образом, разработана и испытана в опытно-промышленных условиях технологическая схема сухого обогащения руд Масальского месторождения, позволяющая до минимума свести затраты на дорогостоящую операцию измельчения и получить концентрат с содержанием железа 65 % при извлечении магнитного железа 93,8 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Едильбаев А.И.* Средние и мелкие месторождения как дополнительная сырьевая база действующих горно-металлургических предприятий // Маркшейдерия и недропользование. – 2009. – №2. – С. 14-16.

2. *Сединкина Н.А.* Совершенствование технологии рудоподготовки магнетитовой руды за счет применения сухой магнитной

сепарации во взвешенном состоянии. Автореф. дисс. канд. техн. наук, Магнитогорск – 2009. – 23 с.

3. *Чокин К.Ш., Едильбаев А.И., Югай В.Д.* Способ магнитной сепарации и устройство для его осуществления. Заявка № 200901207/26 от 28.09.2009 на евразийский патент. **ПАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Едильбаев Абдраман Ибрагимович – кандидат технических наук, Генеральный директор ТОО «Горное бюро», Алматы, Республика Казахстан

