

УДК 662.772/.778

А.М. ТУРКЕНИЧ, д-р техн. наук,
В.В. ДЕМЕНТЬЕВ, канд. техн. наук,
Л.А. ШАТОВА, К.А. ЛЕВЧЕНКО, канд. техн. наук
(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет),
А.Ф. КАЛИНИЧЕНКО
(Украина, Кривой Рог, Ингулецкий ГОК)

ВЫДЕЛЕНИЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО КОНЦЕНТРАТА МЕТОДОМ ВЫСОКОГРАДИЕНТНОЙ СЕПАРАЦИЕЙ В СЛАБЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ МАГНЕТИТОВЫХ РУД

При обогащении магнетитовых руд на ГОКах применяют схемы магнитного обогащения, где основным оборудованием являются барабанные сепараторы с постоянными магнитами. При переработке труднообогатимых руд получают железорудные концентраты, содержащие 62...65% Fe. Для получения концентратов более высокого качества на некоторых ГОКах используют флотационное дообогащение, которое по сравнению с магнитным – дорогостоящее и экологически небезопасное.

Трудности, связанные с повышением железа в магнетитовых концентратах при обогащении на барабанных сепараторах, вызваны тем, что при напряженности магнитного поля более 5 кА/м частицы тонкозернистого магнетита объединяются во флоккулы, а при напряженности свыше 25 кА/м вся масса магнетита приобретает структуру в виде прижатых друг к другу флокул. В современных барабанных сепараторах напряженность магнитного поля превышает 100 кА/м. При входе пульпы в зону сепарации с такой напряженностью магнетит мгновенно флокулируется. Внутри этих больших флокул защемляются частицы кварца и бедных сростков, что снижает качество магнитного продукта.

Притяжение частиц магнетита к поверхности барабана происходит под действием магнитной силы, которая описывается уравнением

$$F = \chi\mu H \text{grad}H ,$$

где χ – магнитная восприимчивость частицы; μ – магнитная проницаемость среды, в которой происходит обогащение; H – напряженность магнитного поля; $\text{grad}H$ – градиент напряженности этого поля.

Из формулы видно, что одну и ту же магнитную силу можно получить при различных комбинациях величины напряженности и градиента напряженности магнитного поля. Открытая магнитная система барабанных сепараторов не

Магнітна і електрична сепарація

позволяет создать градиент магнитного поля свыше 3000 кА/м^2 . Поэтому для достижения магнитной силы, необходимой для удовлетворительного извлечения магнитной фракции, на поверхности барабана поддерживается напряженность магнитного поля свыше 100 кА/м .

Научно-производственной фирмой "Магнитные и гидравлические технологии" разработан и запатентован способ и устройство [1, 2], в котором создается высокий градиент магнитного поля ($10^6 \dots 10^7 \text{ кА/м}^2$), что позволяет достигать необходимую величину магнитной силы при значениях напряженности магнитного поля на 1...2 порядка меньше, чем в барабанных сепараторах – способ высокоградиентной магнитной сепарации в слабых полях (ВГМССП).

Высокая неоднородность магнитного поля создается выступами и впадинами рифленых пластин, установленных в пакете с зазором относительно друг друга и помещенных между полюсами магнитной системы. Благодаря низкой напряженности поля значительно уменьшается флокулообразование, а, следовательно, захват зерен кварца и бедных сростков в магнитный продукт [3].

Национальным горным университетом были проведены исследования возможности применения метода высокоградиентной магнитной сепарации в слабых полях для получения высококачественных магнетитовых концентратов из руды ИнГОКа.

По существующей технологической схеме магнитного обогащения содержание железа в концентрате комбината не превышает 64%. Введение операции флотационного дообогащения всего концентрата повысит содержание железа в нем до 67,0...68,0%. В настоящее время уже построено две из четырех запроектированных линий флотационного обогащения. Выделение хотя бы части концентрата, аналогичного по качеству флотационному, экологически чистым магнитным методом позволит уменьшить объем материала, поступающего на флотацию, снизить расход дорогостоящих реагентов и как следствие сократить количество линий флотационного обогащения.

Для исследований центральной лабораторией комбината были накоплены представительные пробы:

1 – пески дешламатора 3-го приема с содержанием Fe 64,2%, которые получены при работе секций по существующей технологии только магнитного обогащения;

2 – пески дешламатора 3-го приема с содержанием Fe 62,9%, которые получены по технологии с флотационной доводкой концентрата магнитного обогащения;

Для исследования процесса ВГМССП была создана лабораторная установка имитирующая рабочую матрицу высокоградиентного магнитного сепаратора со слабым полем, которая состояла из кассеты, блоков постоянных магнитов и питателя. Кассета представляет собой две параллельно

Магнітна і електрична сепарація

расположенные рифленые пластины, соединенные между собой с зазором 5 мм. По обе стороны кассеты расположены блоки постоянных магнитов. Средняя напряженность магнитного поля в зазоре между пластинами регулируется путем перемещения магнитных блоков (удалением или сближением) относительно кассеты и меняется от 3,5 до 60 кА/м. Процесс ВГМССП проводился по схеме с перечисткой магнитных продуктов. Напряженность магнитного поля изменялась по приемам сепарации в пределах 15...20 кА/м.

Результаты исследований представлены в виде таблицы и на рис. 1 и 2.

Проба	ВГМССП										Флотация				
	Питание	Концентрат				Промпродукт 1			Промпродукт 2			Концентрат			Пенный продукт
	Fe, %	γ, %	Fe, %	ε, %	γ, %	Fe, %	ε, %	γ, %	Fe, %	ε, %	γ, %	Fe, %	ε, %	Fe, %	
1	64,2	25,1	67,9	26,5	19,0	55,2	16,3	55,9	65,7	57,2	39,7	68,4	42,3	59,1	
2	62,9	20,7	67,3	22,2	28,5	57,1	25,9	50,8	64,3	51,9	7,4	4,3			

Из пробы 1 методом ВГМССП получен высококачественный концентрат с содержанием Fe 67,92%. Магнитный промпродукт 2, содержащий 65,7% Fe, направлялся на флотацию, где был выделен флотоконцентрат с содержанием Fe 68,4%. Магнитный промпродукт 1 с содержанием железа 55,2% необходимо возвращать на доизмельчение, минуя флотацию. По данной схеме на флотацию поступает лишь половина материала (55,9%), так как методом ВГМССП выделяется 25,1% в виде высококачественного концентрата, а 19% промпродукта 1 направляется на доизмельчение вместе с пенным продуктом флотации (рис. 1).

Реально по принятой на комбинате магнитофлотационной схеме пенный продукт флотации возвращается на доизмельчение в голову третьей стадии обогащения. Поэтому пески дешламатора 3-го приема представляют собой смесь магнитного промпродукта секции магнитного обогащения с пенным продуктом флотации (проба 2). Исследования показали, что добавление в пески дешламатора 3-го приема пенного продукта флотации снижает выход концентрата ВГМССП до 20,7% при незначительном уменьшении в нем содержания же леза до 67,35% (рис. 2). Выход магнитного промпродукта 1, направляемого на доизмельчение, в этом случае составляет 28,5%. На флотацию поступает практически то же количество материала (50,8%), как и по схеме на рис. 1.

Таким образом, применение метода ВГМССП при обогащении песков дешламатора 3-го приема позволяет в два раза сократить объем материала, направляемого на флотацию, а, следовательно, и количество линий флотации

(две из запроектированных четырех).

Магнітна і електрична сепарація

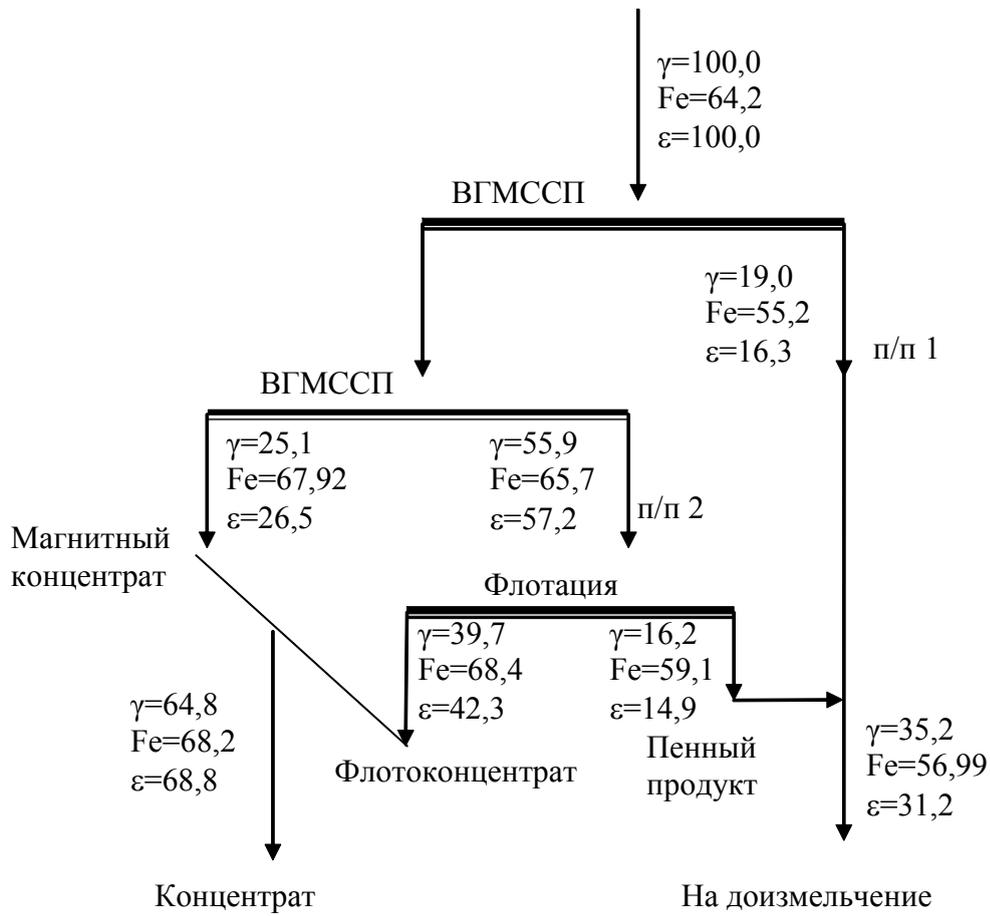


Рис. 1. Схема обогащения пробы 1

Магнітна і електрична сепарація

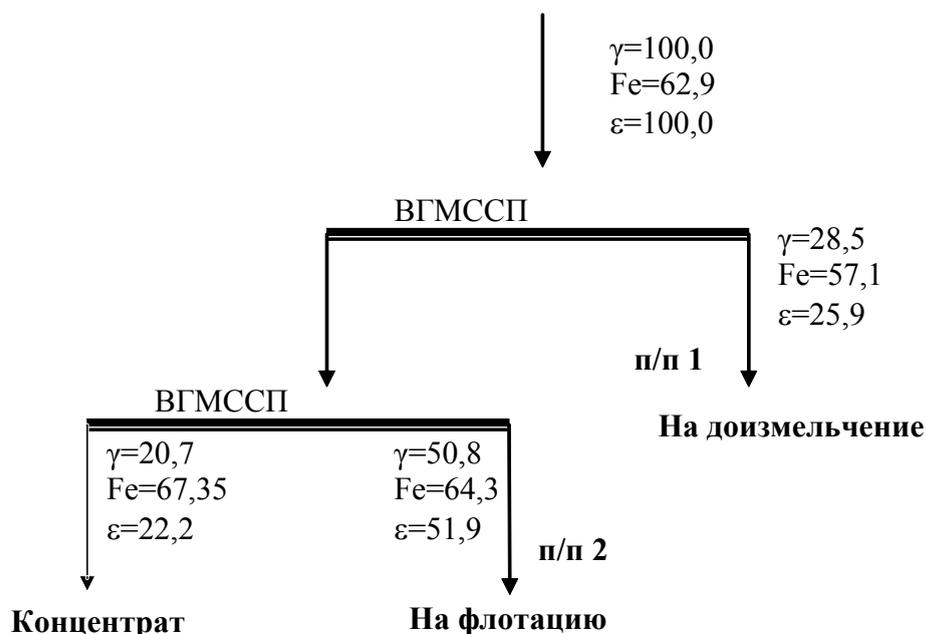


Рис. 2. Схема обогащения пробы 2.

Вывод

Лабораторными исследованиями показана возможность применения в технологической схеме магнитфлотационного обогащения магнетитовых кварцитов Ингулецкого ГОКа метода ВГМССП, который позволяет выделить магнитным методом 20...25% высококачественного концентрата с содержанием железа 67,0...68,0% и до 28% материала в виде промпродукта, направляемого непосредственно на доизмельчение, минуя флотацию, что в конечном итоге в два раза сокращает объем материала, подаваемого на флотацию, а, следовательно, и количество флотомашин.

Список литературы

1. Пат. 57157 Україна, МКВ В03С 1/30. Спосіб мокрої високоградієнтної сепарації тонкозернистих магнетитових руд і пристрій для його здійснення / О.М. Туркеніч (Україна). – №2001021245; Заявлено 21.02.2001; Опубл. 16.06.2003. Бюл. №8. – С. 4.
2. Пат. 53737 Україна, МКВ В03С 1/30. Сепаратор для мокрого магнітного збагачення тонкозернистих магнетитових руд / О.М. Туркеніч (Україна). – №2000031221; Заявлено 01.03.2000; Опубл. 17.02.2003. Бюл. №2. – С. 3.
3. **A.M. Turkenich.** A novel method for improvement of quality of a magnetite concentrate // Magnetic end Electrical Separation. – 2001. – Vol. 10, №4. – P. 207–208.

© Туркеніч А.М., Дементьев В.В., Шатова Л.А.,
Левченко К.А., Калиниченко А.Ф., 2005

*Надійшла до редколегії 10.11.2005 р.
Рекомендовано до публікації*