

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД В СЛАБЫХ НЕОДНОРОДНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

Наведені результати експериментальних досліджень процесів розподілу тонкоподріблених залізорудних пульп в магнітних полях для обмежених горизонтальних струмів, які підтверджують перспективність використання слабких магнітних полів для підвищення ефективності гравітаційних методів збагачення. Іл. 1. Табл. 1. Бібліогр.: 2 найм.

Обогащение тонкоизмельченных железорудных пульп гравитационными методами применяется при классификации, например, в гидроциклонах и при обесшламливании, путем осаждения продуктов слива гидроциклонов. Наложение магнитных полей позволяет повысить эффективность гравитационного обогащения железных руд, о чем свидетельствуют, в частности, разработки в области магнитной гидросепарации (МГС) [1].

Расчет и конструирование аппаратов МГС предполагают изучение процесса разделения железорудных пульп в двух аспектах: во-первых, с точки зрения магнитных полей сил и взаимодействий, во-вторых, с точки зрения гидродинамических процессов при движении массопотоков в аппарате.

По первому направлению определены основные характеристики магнитных полей и параметры стационарных магнитных систем, обеспечивающие эффективные сепарационные процессы [2]. Второй аспект задачи требует разработки. В частности, можно прогнозировать, что снижение мощности магнитного поля при сепарации потребует увеличения времени пребывания материала в рабочей зоне аппарата. Время сепарации, производительность и, соответственно, габариты аппаратов непосредственно связаны с гидравликой и гидродинамикой процессов разделения. При рациональной организации потоков исходного

питания и продуктов разделения возможно сократить время сепарации в слабом магнитном поле и обеспечить компактность аппаратов.

При магнитной гидросепарации магнитная система выполнена в виде пластин из постоянных магнитов, размещенных непосредственно в объеме пульпы. Пластины формируют зону магнитных взаимодействий с частицами пульпы и, в то же время, сами являются дополнительным гидродинамическим фактором, определяющим массопотоки в аппарате. Таким образом, оптимальное, с точки зрения магнитных сил, размещение системы в аппарате еще не гарантирует достаточное качество разделения продуктов. Вопрос рациональной организации массопотоков при гидросепарации железорудной пульпы в слабом магнитном поле исследовался экспериментально на стендах с заданными характеристиками магнитного поля.

Для проведения экспериментов был изготовлен желоб из немагнитного материала с расширением от 90 до 450 мм, длиной 1500 мм, и высотой стенок 160 мм. Разгрузка продуктов осуществлялась: сгущенного - через щелевое отверстие 15 мм в днище в конце желоба, легкого - переливом через шиберный затвор, поддерживающий уровень жидкой фазы в желобе. Исходная суспензия подавалась из напорного бачка с мешалкой и, благодаря наклону желоба, (угол наклона регулировался от 5° до 25°) самотеком поступала в устройство. Питанием служил слив гидроциклонов с диаметром 350 мм ОФ-2 ПГОКа, содержащий 90% класса крупностью меньше 74 мк, железа общего 38,7%, связанного с магнетитом - 1,15%, плотность исходного питания - 1200 г/л.

В первой серии опытов определялись характеристики перелива и сгущенного продуктов без магнитного поля. В оценке по содержанию железа в продуктах разделения выбран угол наклона желоба - 15° , расход суспензии - 120 л/ч при поддержании уровня заполнения - 130 мм. Далее стенки желоба были оклеены в два ряда плитками постоянных магнитов (60×80×10) мм. Напряженность магнитного поля на поверхности плиток - 30 кА/м, по центру желоба от сужения к расширению напряженность уменьшалась от 28 кА/м до 2,2 кА/м.

Таким образом организована "магнитная щель" и гравитационное разделение железорудной пульпы выполнялось при магнитном воздействии и прочих равных условиях. Проведены опыты при использовании сужающегося и расширяющегося желобов (в последнем случае желоб разворачивался на 180°, переоборудовалось разгрузочное приспособление, прочие параметры оставались неизменными). Усредненные результаты этих опытов приведены в таблице 1, где эффективность обогащения рассчитана по формуле:

$$E = \frac{100-100}{\alpha} \frac{(\beta-\alpha)(\alpha-\theta)}{(100-\alpha)(\beta-\theta)}, \quad (1)$$

где α, β, θ - содержание железа общего в исходной руде, в песках и сливе, соответственно.

Таблица 1. Результаты гравитационного обогащения магнетитовой железной руды в наклонном желобе

Условия опыта	Продукты	Плотность г/литр	Выход %	Содерж. железа %	Извлеч. железа %	Эффективность обогащения, %
Сужающийся желоб без магнитов	Исходный	1200	100,0	38,7	100,0	10,1
	Перелив	1100	61,3	36,3	57,5	
	Сгущенный	1350	38,7	42,5	42,5	
Сужающийся желоб с магнитными стенками	Исходный	1200	100,0	38,7	100,0	20,59
	Перелив	1090	40,2	27,2	28,2	
	Сгущенный	1480	39,8	47,2	71,8	
Расширяющийся желоб с магнитными стенками	Исходный	1200	100,0	38,1	100,0	24,72
	Перелив	1080	39,2	24,3	24,9	
	Сгущенный	1590	60,8	48,2	75,1	

Из данных табл. 1 можно сделать вывод о том, что наиболее эффективно осуществлять магнитное сгущение железорудной суспензии в расширяющемся желобе. Для этой системы градиент напряженности магнитного поля направлен навстречу вектору скорости потока пульпы.

При сепарации тонкоизмельченной рудной суспензии в магнитном желобе наблюдается нарастание прядей магнетитовых частиц на поверхности магнитов. Процесс сепарации осуществляется после стабилизации нарастания магнетитовых прядей (при постоянном расходе суспензии). Для равной крупности частиц пульпы тяжелые частицы, проходя через пряди, тормозятся в большей мере, чем легкие, менее инерционные. Это позволяет прогнозировать возможность МГС сепарации, в том числе немагнитных материалов, используя магнетитовую среду как фактор разделения и различие в гидравлической крупности частиц. Установлено, что для грубых железорудных пульп (крупность частиц от -0,5 мм до 50% класса -0,074 мм) более эффективна магнитная гидросепарация в тонком слое. Для тонких пульп (крупность частиц до 90-100% класса -0,074 мм толщина слоя сепарируемого материала не является определяющим фактором: эффективность сепарации в большей мере зависит от плотности пульпы и времени пребывания в зоне магнитных воздействий. Механизм разделения основан на торможении витающих частиц окислов железа и смещении их в сторону увеличения градиента напряженности магнитного поля.

Процесс магнитного сгущения железорудной пульпы сопровождается гидравлическим выносом тонких породных частиц в слив, а его эффективность зависит от скорости потока суспензии.

С целью определения оптимальной скорости потока пульпы в магнитном желобе проведена серия опытов для расширяющегося желоба с углом наклона 5° - 10° - 15° - 20° , что соответствовало скоростям потока 0,5-0,7-0,9-1,7 см/с. Установлено, что при постоянной плотности питания 1200 г/л плотность сгущенных песков практически не зависит от скорости потока пульпы в магнитном желобе. Вместе с тем качественные

показатели продуктов разделения нелинейно связаны со скоростью потока пульпы (рис.1).

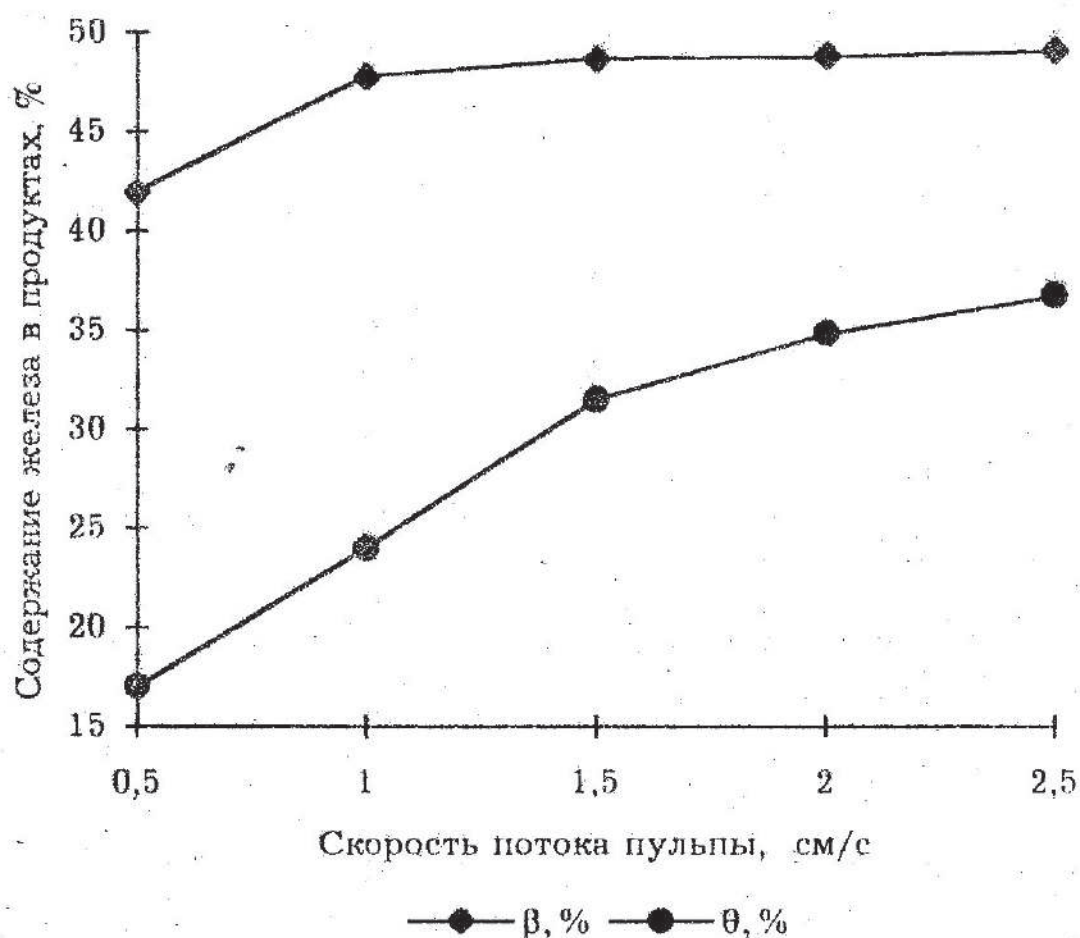


Рис. 1 Зависимости показателей гравитационного обогащения в желобах с наложением магнитного поля от скорости потока пульпы: β - содержание железа в сгущенном продукте, %; θ - содержание железа в сливе, %

Полученные результаты свидетельствуют о том, что рациональный диапазон значений скоростей составляет $0,7 \div 1,2$ см/с, при этом содержание железа в сливе в среднем составляет 24,5%, а содержание железа в песках (по сравнению с исходным питанием) увеличивается в среднем на 10%. Оптимальная плотность питания при работе в данном диапазоне скоростей составляет 1150-1230 г/л при плотности песков 1500 г/л. Установлено, что для более плотных пульп, при концентрации твердого 30-40%, скорость потока должна быть увеличена до $2,5 \div 3,3$ см/с, при этом время сепарации сокращается в 1,5-1,7 раз.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о возможности использования магнитного желоба в качестве элемента конструкции магнитных систем гидросепараторов при разделении в горизонтальных потоках.

Магнитная гидросепарация расширяет возможности традиционных методов гравитационного обогащения (ограниченных верхним пределом крупности частиц, как правило, не менее 500 мк) и перспективна для интенсификации процессов разделения как магнитных, так и немагнитных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартыненко В.П., Бадагов В.Ф., Таран С.М., Зенин В.А. и др. Магнитная гидросепарация - новая технология обогащения тонковкрапленных железных руд //Современные пути развития горного оборудования и технологии переработки. - Днепропетровск: НГАУ.-1996.- С.98-101.

2. Мартыненко В.П., Бадагов В.Ф., Чумаков В.А., Пивняк Г.Г., Таран С.М., Зенин В.А. О влиянии знака полюсов магнитных систем гидросепаратора на эффективность обогащения исходной руды и промпродукта // Вибрации в технике и технологии.- Днепропетровск: НГАУ.-1998.-№ 4(8).-С.21-27.

УДК.622.

Л.Н.Ширин, Е.А.Коровяка, А.Л.Ширин

МОДЕЛИРОВАНИЕ АДАПТАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ПОГРУЗОЧНО-ДОСТАВОЧНЫХ МАШИН ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТОНКОЖИЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.

Дослідженнями адаптаційної спроможності самохідних вантажно-транспортних машин у призабійному просторі крутоспадних рудних тіл встановлені залежності між конструктивними параметрами машини та параметрами очисної виробки, які враховані