

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

ЛИСЯНСКИЙ ЛЕОНИД НАУМОВИЧ

УДК 622.7:622.341.12+
622.7.04.16:622.794.3

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ
ПОТЕРЬ ЖЕЛЕЗА СО ШЛАМАМИ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ
ОКИСЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД КРИВБАССА

Специальность 05.15.08
"Обогащение полезных ископаемых"

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск - 1993

№ 27.699

Работа выполнена в Научно-исследовательской и проектной институте по обогащению и агломерации руд черных металлов Механобрчермет.

Научный руководитель:

заслуженный деятель науки и техники Р Ф, доктор технических наук, профессор В.Н.Шокин

Официальные оппоненты:

доктор технических наук

А.Н. Туркевич

кандидат технических наук

П.И. Пилов

Ведущее предприятие:

Криворожский горно-обогатительный комбинат окисленных руд, г.Долинская

Защита состоится " 1 " июля 1993г. в 10_час. на заседании специализированного совета Д 06В.08.03 при Днепропетровском горном институте.

Адрес : 320027, г.Днепропетровск-27, пр. К.Маркса, 19, Горный институт.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ДГИ.

Автореферат разослан " 31 " июля 1993г.

Ученый секретарь специализированного совета,

доктор технических наук, профессор

В.И. Бондаренко

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00802918 (S)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Широконасыщенное вовлечение в переработку тонковкрапленных железных руд Кривбасса привело к необходимости уменьшения крупности измельчения при подготовке руды к обогащению. Если 25-30 лет назад конечная крупность измельчения на железорудных обогатительных фабриках Кривбасса составляла 80-90% класса минус 0.074мм, то в настоящее время этот показатель достигает 95% класса минус 0.044мм. Это повлекло соответствующее увеличение количества шламов - наиболее тонкой и труднообогатимой фракции (класс минус 0.010 мм), являющейся основной причиной потерь железа в хвостах. Особо актуальна эта проблема для склонных к шламованию окисленных железных руд Кривбасса, при обогащении которых потери железа со шламом составляет до 50% общих потерь. На образование шламов тратится существенная доля общих энергозатрат на измельчение. Наличие шламов приводит к увеличению затрат на операции обезвоживания продуктов обогащения. Шламовая фракция отходов обогащения является одной из причин пыления сухих пляжей хвостохранилищ. Таким образом, вовлечение в переработку тонковкрапленных железных руд (и, в частности, окисленных) привело к возникновению проблем, решение которых является актуальной задачей.

Цель работы. Снижение потерь железа при переработке окисленных железных руд Кривбасса, за счет уменьшения количества образовавшихся шламов и массовой доли полезного компонента в них.

Основная идея работы заключается в создании замкнутых циклов измельчения - обогащения окисленных железных руд на основе барабанных шаровых мельниц и высокоинтенсивных магнитных сепараторов, обеспечивающих вывод из процесса минеральных зерен по мере раскрытия с минимальным шламованием.

Методологическую основу работы составляют теоретические и экспериментальные исследования, связанные с изучением и аналитическим описанием процессов шламообразования и раскрытия сростков с позиций кинетики процесса, гранулометрического состава продуктов, распределения минералов по классам крупности, статистических закономерностей и их взаимосвязей. Работа выполнена с применением современного аппарата прикладной математики.

Научная новизна работы заключается в следующем:

разработка критерия оценки процесса шлакообразования при измельчении, позволяющего сравнить перерабатываемые материалы, а также произвести объективный выбор примененных измельчительных аппаратов и технологических параметров процесса измельчения;

установление закономерностей шлакообразования при измельчении руды в различных условиях, обеспечивающих выбор рациональных параметров процесса при измельчении склонных к ошлакованию материалов;

разработка математических моделей, позволяющих прогнозировать гранулометрический состав раскрытых минеральных зерен и сростков при заданной крупности измельчения руды;

обоснование построения технологических схем обогащения окисленных железных руд на базе применения в замкнутом цикле измельчения процесса магнитного обогащения в сильном поле.

Основные научные положения, защищаемые в диссертации:

1. Для объективной оценки процесса образования шлаков при измельчении следует применять разработанный критерий - индекс шлаковатости, отличающийся от известных отсутствием связи с крупностью измельчения.

2. При выборе рациональных технологических и конструктивных параметров барабанных шаровых мельниц для измельчения склонных к ошлакованию руд необходимо использовать выявленные закономерности, учитывающие влияние на ошлакование продукта измельчения: уровня слива мельницы, степени заполнения барабана мельницей средой; крупности мельющих тел мельниц тонкого измельчения, профиля футеровки барабана мельницы.

3. Для оперативного прогноза потерь железа со шлаками при обогащении измельченного материала целесообразно использовать разработанные зависимости, описывающие связь гранулометрического состава, раскрытых минеральных зерен и сростков с крупностью измельчения.

4. Снижение потерь железа со шлаками в процессе обогащения окисленных железных руд возможно при использовании высокоинтенсивных магнитных сепараторов, выводящих минеральные зерна (по мере их раскрытия) из замкнутых циклов измельчения.

Практическое значение работы заключается в разработке комплекса мероприятий, обеспечивающих получение кондиционных доменных концентратов из окисленных железных руд при меньших (по срав-

нению с существующей технологией) потерях железа в хвостах обогащения.

Реализация результатов работы. Результаты работы использованы при разработке технологических заданий и рекомендаций на проектирование Криворожского горно-обогатительного комбината окисленных руд (КГОКОР), на реконструкции секций по переработке окисленных руд на Центральном, Ново-Криворожском и Ингулецком горно-обогатительных комбинатах (ЦГОК, НКГОК и ИнГОК) с ожидаемым экономическим эффектом 643,90 тыс.руб. на одну технологическую секцию обогатительной фабрики (ОФ) КГОКОРА. Результаты работы внедрены Криворожским центральным рудоремонтным заводом с фактическим годовым эффектом 126,57 тыс.руб. (в ценах 1991г.);

Апробация работы. Основные положения и результаты работы докладывались на: Всесоюзной школе-семинаре молодых ученых и специалистов при ИФКОН АН СССР (г.Москва, 1987); Всесоюзной конференции "Ускорение научно-технического прогресса в промышленности строительных материалов и строительной индустрии" (г.Белгород, 1987г.); Всесоюзном научном совещании "Научные основы выбора оптимальных схем обогащения минерального сырья" (г.Москва, 1988г.); научно-техническом совещании по вопросам проблем рудоподготовки в Кривбассе (г.Кривой Рог, 1988г.); Всесоюзной научно-технической конференции "Интенсификация процессов переработки труднообогатимых, тонковкрапленных руд" (г.Кривой Рог, 1989г.); научно-технических Советах института Механообрчермет (г.Кривой Рог, 1986, 1987, 1988, 1991, 1992, 1993г.г.).

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается: аналитическими и экспериментальными исследованиями, проведенными в лабораторных, полупромышленных и промышленных условиях; применением апробированных методик; многократным дублированием основных экспериментов, усреднением экспериментальных данных и использованием методов математической статистики.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 9 печатных работ, получено 9 авторских свидетельств на изобретения.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 105 наименований и 9 приложений. Работа изложена на 189 страницах машинописного текста, включая 36 рисунков и 14 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАБОТ. ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Из многочисленных научных работ в изучаемой области автором выделены две группы исследований, направленные на совершенствование работы непосредственно измельчительного агрегата, а также исследования, посвященные совершенствованию организации технологических схем обогащения.

Увелишения омылования продуктов измельчения можно достичь совершенствованием технологических и конструктивных параметров барабанных шаровых мельниц. Этому направлению посвящены труды С.Ф.Шинкоренко, Е.П.Салицкой, А.А.Ширяева, В.С.Маргулиса, Ш.А.Шатайлова, В.И.Вайсберга, М.Я.Антонычева, С.И.Митрофанова, Я.П.Корниенко, В.П.Янина, Н.И.Сокура и др. Необходимы обобщение, систематизация и дополнение выполненных ранее работ.

Основной причиной омылования рудной фазы в широко применяемых замкнутых циклах мельница-гидроциклон является разделение материала в гидроциклонах по равнопадаемости. При этом в пески гидроциклонов поступает большое количество "тяжелых", раскрытых рудных зерен и богатых сростков. Многократное их прохождение через мельницу приводит к переизмельчению рудной фазы и увеличению массовой доли железа в шламах. В слив же гидроциклонов попадают "легкие" бедные сростки. Поэтому при обогащении измельченного продукта потери железа в хвостах велики, концентрат разубожен крупными бедными сростками.

Решением проблемы может быть переход к технологическим схемам, обеспечивающим вывод из циклов измельчения минеральных зерен по мере их раскрытия. Развитием этого направления посвящены работы К.А.Разулова, В.И.Карназина, Л.А.Лоповцева, В.В.Карназина, Ю.Р.Ашиткова, П.Е.Остапенко, О.Н.Тихонова, С.Ф.Шинкоренко, Л.П.Шупова, Б.И.Малого и других исследователей.

Анализ состояния вопроса позволил сформулировать задачи исследований:

1. Разработать критерий оценки процесса шламообразования при измельчении.
2. Изучить влияние на омылование (с целью оптимизации процесса): крупности мельчих тел мельниц тонкого помола, степени заполнения мельницы мельницей средней, уровня слива мельницы, профиля фу-

теровки барабана мельницы.

3. Разработать и испытать технологические схемы обогащения окисленных железных руд, обеспечивающие снижение потерь железа со шлаками.

11. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ШЛАМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ РУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В качестве критерия оценки процесса шламообразования при измельчении применяют, в основном, коэффициент шламообразования K_w , доли ед., представляющий отношение массовых долей шламовой и готовой по крупности фракций:

$$K_w = \frac{\beta_w^w}{\beta_r^w}, \quad (1)$$

где β_w^w и β_r^w - массовая доля, соответственно, шламов и готового класса, доли ед.

Коэффициент шламообразования не является универсальным. Сравнение и оценку режимов измельчения производят путем сравнения значений K_w для материалов, измельченных до различной крупности. Это оправдано в случае линейной связи значений β_w^w и β_r^w , что имеет место лишь в области сравнительно крупной измельчения.

В качестве критерия оценки процесса шламообразования при любом диапазоне изменения крупности измельчения автором предложен индекс шламоуности J_w , доли ед.:

$$J_w = 2 \left\{ 1 - \frac{1 - \beta_0^w}{(1 - \beta_0^r) \left(\frac{d_w}{d_r} \right)^\lambda \left[\left(\frac{d_w}{d_r} \right)^\lambda + 1 \right]} \right\}, \quad (2)$$

где β_0^w и β_0^r - массовая доля, соответственно, шламов и готового класса в начальный момент времени, доли ед.;
 d_w и d_r - крупность, соответственно, шламов и готового класса, мм;
 λ - константа.

Апробирование разработанного критерия производилось путем оценки результатов испытаний, выполненных в объеме настоящей работы.

На прокпродукте I стадии обогащения окисленной железной руды изучено влияние крупности мельных тел на ошлакование продуктов измельчения. Сравнивались результаты измельчения мельнички шаров диаметрами 60; 40; 30; 15; 8.2 мм, цилиндровки параболической формы с диаметром основания 25 и высотой 29 мм в мельнице периодического действия. Опыты показали, что при измельчении до ди-

бой фиксированной крупности уменьшение размеров нелющих тел приводит к снижению омылавления продуктов измельчения. Уравнение регрессии, описывающее связь индекса влажности J_w с диаметром нелющих шаров D_w , мм, имеет вид:

$$J_w = 0,23584 + 0,00114 D_w - 0,00001 D_w^2, \quad (3)$$

Удельная производительность мельницы по готовому классу крупности с уменьшением значений D_w (в изученном диапазоне крупности) увеличивается. При измельчении промпродуктов обогащения окисленной железной руды целесообразно применение наиболее мелких из классов выпускаемых отечественной промышленностью мельших тел - шаров диаметром 40 или цилиндров параболической формы с диаметром основания 25 и высотой 29 мм.

Испытания, проведенные на мельнице периодического действия, показали, что повышение степени заполнения мельницы шарами φ_w , % и шаровой загрузки пульпой φ_n , доли ед., (отношение объема пульпы в барабане мельницы к объему шаров) приводит к снижению омылавления продуктов измельчения. Уравнения регрессии, описывающие связь индекса влажности с изучаемыми параметрами, имеют вид:

для исходной руды:

$$J_w = 0,20626 - 0,00032 \varphi_w - 0,01167 \varphi_n; \quad (4)$$

для промпродукта:

$$J_w = 0,23022 - 0,00200 \varphi_w - 0,1111 \varphi_n. \quad (5)$$

При измельчении легкоомыляющихся руд (и, в частности, окисленных железных) необходимо жестко контролировать заполнение барабана мельниц нелющими телами на уровне не ниже 45-50%.

Изучалось влияние уровня слива мельницы на влажность. Уровень слива мельницы определяется отношением диаметров разгрузочной горловины и барабана мельницы. Отношению 0,8 - 1,0 соответствует низкий уровень слива; отношению 0,2 - высокий; 0,4 - средний, обычный. Испытания показали, что зависимость индекса влажности от уровня слива носит экстремальный характер. Наибольшая влажность наблюдается при работе мельницы со средними уровнями слива: 0,4 и 0,6; наименьшая - при самом низком (1,0) и самом высоком (0,2) уровнях слива.

Уравнение регрессии, описывающее связь индекса влажности J_w с уровнем слива Y мельницы, имеет вид:

$$J_w = 0,13588 - 0,09674 \ln Y - 0,04913 (\ln Y)^2. \quad (6)$$

Исследования показали, что при снижении уровня слива с 0.4 до 1.0 предельно достижимая производительность мельницы по исходной руде увеличилась в 3.7 раза, а удельная производительность по классу минус 0.074 мм, несмотря на увеличение крупности продукта измельчения, увеличилась в 2.0 раза.

Изучено влияние на влажность криволинейной угловой футеровки, приводящей к увеличению энергии ударных нагрузок на материал. Выявлено, что переход от волновой футеровки к угловой приводит к увеличению ошланования продуктов измельчения. При измельчении руд, склонных к ошланованию, целесообразно применение мельниц с низким уровнем слива (1.0-0.8) и волновой футеровкой.

На ошланование продуктов измельчения влияет пропускная способность разгрузочной решетки мельницы. Разработана и запатентована авторским свидетельством разгрузочная решетка, обеспечивающая увеличение пропускной способности на 10-15% при одновременном повышении срока службы. Решетка изготовлена Криворожским центральным рудоремонтным заводом и внедрена на Северном ГОКе с годовым экономическим эффектом 126.57 тыс.руб. (в ценах 1991г.).

III. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСКРЫТИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ЗЕРЕН ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ. РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К СОЗДАНИЮ РАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЦИКЛОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ-ОБОГАЩЕНИЯ ОКИСЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

Потери железа со шлами на обогатительном аппарате (как и другие показатели обогащения) определяются, в основном, распределением раскрытых минеральных зерен и сростков по классам крупности. Представляет интерес прогноз гранулометрического состава фракций при заданных крупностях измельчения. Автором предложена математическая модель, представленная уравнениями, описывающими связь массовой доли (выхода) сростков J_c , доли ед., раскрытых рудных зерен J_p , доли ед., и раскрытых нерудных зерен J_n , доли ед., в классе крупности "плюс d", мм, с крупностью измельчения, выраженной через массовую долю остатка на сите R, доли ед.:

$$J_c = J_c^0 e^{-k_c d^{M_c} \left(\ln \frac{R_0}{R}\right)^{M_c}} \quad ; \quad (7)$$

$$J_p = p - (p - J_p^0) e^{-k_p d^{M_p} \left(\ln \frac{R_0}{R}\right)^{M_p}} \quad ; \quad (8)$$

$$J_n = (1-p) - (1-p - J_n^0) e^{-k_n d^{M_n} \left(\ln \frac{R_0}{R}\right)^{M_n}} \quad , \quad (9)$$

где Кс, Кр, Кн, Кс, Кр, Кн, Кс, Кр, Кн - постоянные коэффициенты;

$\frac{P}{G_r, G_n}$ - массовая доля рудного минерала в руде, доли ед.;
 $\frac{P}{G_r, G_n}$ - массовая доля сростков, раскрытых рудных и нерудных зерен в начальный момент времени, доли ед.

Исходными данными для построения уравнений (7)-(9) являются результаты гравитационного анализа пробы при нескольких крупностях измельчения. За раскрытые рудные зерна принимается фракция с плотностью > 4.2 т/м³, нерудные - < 2.8 т/м³, сростки - 2.8 - 4.2 т/м³. Проверка модели на окисленных железных рудах КГОКОРа и ИнГОКа показала удовлетворительное описание экспериментальных данных (коэффициенты корреляции составили 0.947- 0.959).

Из уравнений (7) - (9) следует, что при крупности измельчения руды КГОКОРа, меньшей проектной для I стадии измельчения (70 - 75% класса минус 0.074мм), массовая доля эффективно обогащаемого класса крупности плюс 0.010мм для раскрытых минеральных зерен уменьшается за счет увеличения выхода шлаков. Это предопределяет увеличение потерь и уменьшение эффективности во II стадии обогащения. Рациональной для II стадии измельчения - обогащения окисленных железных руд является технологическая схема, основанная на ведении операций измельчения и обогащения не последовательно, как в традиционных технологических схемах обогащения железных руд (с обогащением измельченного до конечной крупности материала), а в общей замкнутом цикле. При этом минеральные зерна по мере раскрытия выводятся из цикла измельчения в виде конечных продуктов обогащения, а сростки концентрируются в питании мельницы. Предложенный принцип построения рациональной схемы обогащения можно реализовать заменой в традиционной схеме гидроциклонов на обогатительные аппараты или дополнительной установкой обогатительных аппаратов на внутренних потоках цикла измельчения.

В проектах ОФ КГОКОРа и ЦГОКа принят к установке высокоинтенсивный магнитный сепаратор 6ЭРМ - 35/315, схема которого предусматривает получение трех различных по качеству концентратных и одного хвостового продуктов. Имеются технологические предпосылки применения этих сепараторов в циклах измельчения для реализации новых технологических схем.

IV. ИСПЫТАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОБОГАЩЕНИЯ ОКИСЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД

С целью определения возможности применения высокоинтенсивных

магнитных сепараторов в циклах тонкого измельчения окисленных железных руд проведены испытания на установке производительностью 100 кг/ч. Магнитное обогащение осуществлялось на высокоинтенсивном магнитном сепараторе Дюно модели Р-40, позволяющем производить обогащение продуктов в два приема. Испытания проводили на промпродукте I стадии обогащения окисленной руды VI железистого горизонта (жел. гор.) НКГОКа. За базовую для сравнения была принята технологическая схема I с традиционным замкнутым циклом измельчения и магнитным обогащением слива гидроциклона в два приема с перечисткой немагнитного продукта.

Испытаны следующие новые технологические схемы:

схема 2 - отличающаяся от схемы I магнитным обогащением в сильном поле песков гидроциклона с выделением из них грубозернистого концентрата;

схема 3 - с предварительным обогащением исходного промпродукта в сильном магнитном поле, выделением в голове процесса грубозернистого концентрата и дальнейшей переработкой хвостов предварительного обогащения по схеме, идентичной схеме I;

схема 4 - включающая обогащение слива и доизмельченных песков гидроциклона с выделением хвостов и концентрата, возврат на доизмельчение стученного промпродукта обогащения;

схема 5 - отличающаяся от схемы 4 тем, что промпродукт без стучения возвращался на классификацию в гидроциклоне (рис. 1);

схема 6 - включающая подачу исходного стученного материала на магнитное обогащение в сильном поле с получением концентрата, хвостов и промпродукта, доизмельчение последнего и объединение с исходным питанием цикла (рис. 2). Ввиду низких значений массовой доли магнетита в исходном промпродукте операции магнитного обогащения в слабом поле на рис. 1 и 2 не показаны.

При обогащении песков гидроциклона по схеме 2 и предварительном обогащении промпродукта по схеме 3 индукция магнитного поля составляла 0,4, а в остальных операциях - 1,2 Тл. Эти значения соответствовали реально достигнутым на промышленном сепараторе 63PM-35/315. Схемы I и 4 испытаны при двух крупностях измельчения (варианты 1а; 1б; 4а; 4б). Результаты испытаний приведены в табл. 1 (показатели обогащения рассчитаны по отношению к питанию II стадии измельчения и классификации).

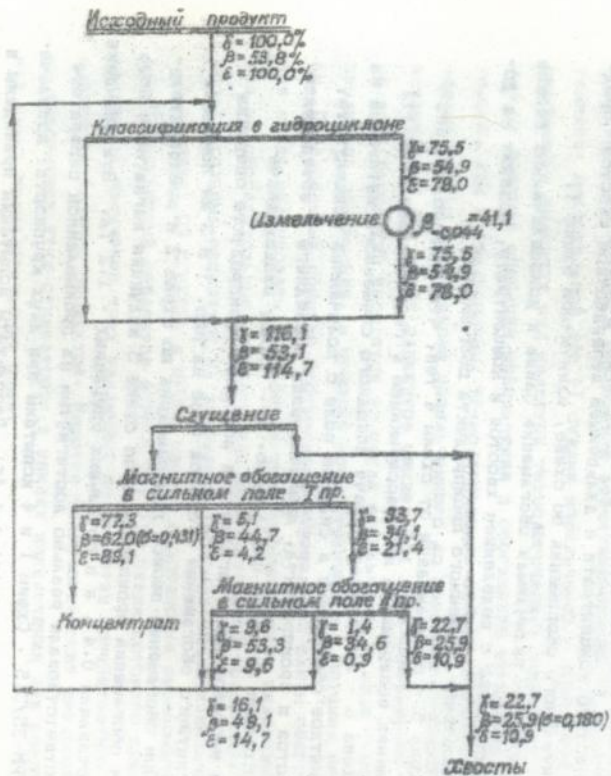


Рис. 1. Технологическая схема 5

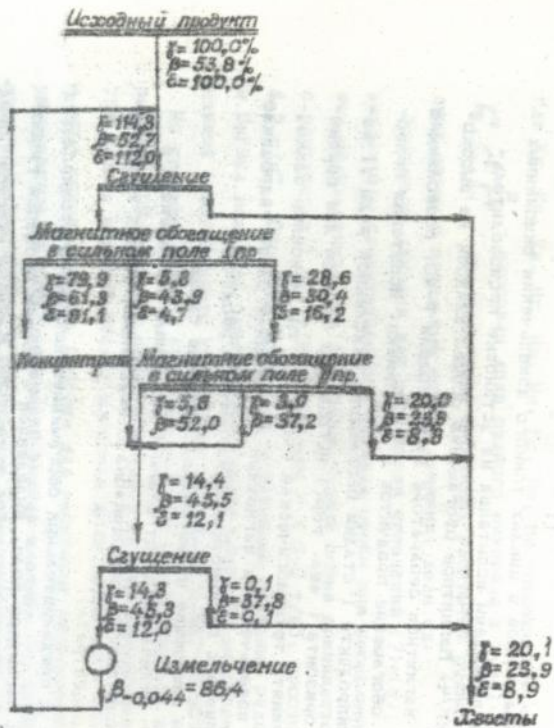


Рис. 2. Технологическая схема 6

При крупности концентрата, полученного по схеме 1а, 89,0% класса минус 0,044 мм массовая доля железа в нем составила 61,7%. Концентраты с близкими качествами получены по схемам 4б и 5 (61,4 и 62,0%) при массовой доле готового класса в этих концентратах на 15,5 и 10,8% и потерях железа в хвостах на 3,6 и 1,9%, соответственно, ниже. Результаты сравнения показателей схемы 1б и схем 2,3 аналогичны (см. табл. 1). Технологические показатели схем 6 и 1б, 4а и 1а свидетельствуют о возможности увеличения качества концентратов новых схем (по сравнению с базовой технологией) при одновременном укрупнении попола и сохранении (или снижении) потерь в хвостах.

Таблица 1

Основные показатели технологических схем II стадии обогащения окисленной железной руды У1 жел. гор. НКГОКа

Схе- ма	Массовая доля клас- са минус 0,044 мм, %		Массовая доля железа, %		Выход концен- трата, %	Извлече- ние же- леза в концент- рате, %	Цирку- лирую- щая наг- рузка, %
	в концент- рате	в хвос- тах	в кон- цент- рате	в хвос- тах			
1а	89,0	93,0	61,7	28,6	76,0	87,2	92,3
1б	81,6	84,8	60,7	27,7	79,1	89,2	56,8
2	68,6	90,9	60,9	24,4	80,6	91,2	29,1
3	69,1	88,0	60,9	21,5	82,1	92,9	75,0(32,0)
4а	81,1	89,6	62,4	27,1	75,6	87,7	22,2
4б	73,5	84,8	61,4	24,1	79,6	90,8	20,5
5	78,2	86,5	62,0	25,9	77,3	89,1	16,1
6	63,0	75,8	61,3	23,9	79,9	91,1	14,3

* В скобках показан выход циркулирующего продукта.

Введение в цикл измельчения обогатительного аппарата уменьшило циркулирующую нагрузку в 1,8 - 5,7 раз. С переходом от базовой схемы к новым существенно уменьшились потери железа, связанные со шлангами. Если для схемы 1а потери с классом минус 0,010 мм составили 11,3%, то для схемы 4а (при более высоком качестве концентрата) - лишь 5,8%. При работе по схемам 1а и 1б производительность измельчительной установки по классу минус 0,044 мм составляет, соответственно, 21,84 и 16,8 кг/ч, для новых же схем, например, 2 и 6 - лишь 8,96 и 2,30 кг/ч. Показатели обогащения схем 2-6 могут быть получены при меньшем фронте

измельчения и, следовательно, при меньших затратах электроэнергии и недлужих тел на измельчение, чем соответствующие показатели базовой схемы I. Удельная производительность вакуум-фильтра при обезвоживании концентрата новой схемы 5 на 25-30% выше, чем при обезвоживании концентрата базовой схемы I.

Испытания различных вариантов новых технологических схем, проведенные на окисленных железных рудах IV жел. гор. НКГОКа и V жел. гор. ИнГОКа, а также укрупненные испытания на установке производительностью 1000 кг/ч подтвердили эффективность этих схем по сравнению с базовой. Исследования выявили общие закономерности при переходе на новую технологию: укрупнение помола на 6-18% класса минус 0,044 мм при сохранении качества концентрата и одновременной снижении потерь железа на 1,1 - 3,7%; возможность повышения качества концентрата при сохранении (или уменьшении) величины потерь железа в хвостах; уменьшение затрат на измельчение, циркулирующей нагрузки и массовой доли железа в ней.

Технические решения, реализованные в новых технологических схемах, защищены 3 авторскими свидетельствами.

У. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ, ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОКИСЛЕННЫЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ РУДЫ

Разработаны рекомендации по переводу ОФ КГОКОРа с традиционной на новую технологию. За основу приняты технологическая схема 5 и рекомендации по измельчению (Глава II). Основное отличие рекомендуемой схемы от базовой заключается в следующем: операция II стадии магнитного обогащения осуществляется в цикле II стадии измельчения, при этом на обогащение подает слив гидроциклона и продукт разгрузки пельницы; концентраты первого и второго роторов сепаратора 6ЭРМ-35/315 выводятся из цикла измельчения в качестве конечного концентрата, хвосты третьего ротора - как отвальные хвосты схемы; концентрат третьего ротора рециркулируется на классификацию.

Ожидаемые технологические показатели по рекомендуемой схеме:

Массовая доля железа, % :		
в концентрате	61.3	(61.0)
в хвостах.	17.2	(18.4)
Выход концентрата, %	42.6	(41.3)
Потери железа в хвостах, %	27.5	(30.0)

В скобках приведены показатели базовой (проектной) схемы.

У1.ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОБОГАЩЕНИЯ ОКИСЛЕННОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ

Расчеты, выполненные на основании технологических рекомендаций, приведенных в Главе У, показали, что годовой экономический эффект от внедрения новой технологии на ОФ КГОКОРа составит 643.9 тыс. руб. на одну технологическую секцию (в ценах 1991г.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации осуществлено обобщение и решение актуальной задачи - уменьшение потерь железа со шлангами при обогащении окисленных железных руд на основе использования замкнутых циклов измельчения - обогащения, обеспечивающих вывод из процесса минеральных зерен, по мере раскрытия, с минимальным омылением.

Выполненные в работе исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

1. На основе теоретических исследований разработан критерий оценки процесса шлангообразования (индекс шлангуемости), позволяющий сравнить материалы, измельчаемые в стандартных условиях, и различные режимы и аппараты измельчения при переработке стандартных материалов.

2. Выявлены закономерности шлангообразования при измельчении рудных материалов в барабанных шаровых мельницах с различными конструктивными и технологическими параметрами:

- при измельчении проипродукта магнитного обогащения окисленной железной руды уменьшение диаметра мельющих шаров в диапазоне 60 - 8 мм приводит к уменьшению шлангуемости и одновременно увеличению удельной производительности мельницы по готовому классу и эффективности измельчения;
- уменьшение степени заполнения мельницы меллющей средой ниже 50% приводит к увеличению шлангуемости;
- зависимость шлангуемости от уровня слива мельницы носит экстремальный характер: наименьшая шлангуемость достигается при наиболее низкой (1.0) и наиболее высокой (0.2) уровнях слива, наибольшая шлангуемость - при среднем уровне (0.4);
- применение угловой (спирально - угловой) футеровки барабана мельницы повышает шлангуемость.

На основании выявленных закономерностей выбраны условия измельчения, обеспечивающие снижение шлангуемости.

3. Разработана и испытана математическая модель процесса раскрытия минеральных зерен при измельчении, позволяющая прогнозировать гранулометрический состав раскрытых минеральных зерен и сроков при заданной крупности измельчения.

4. Разработаны и испытаны технологические схемы обогащения окисленных железных руд, основанные на применении операции магнитного обогащения в сильном поле для вывода из замкнутого цикла измельчения минимально пылавоаных раскрытых минеральных зерен.

Разработанные схемы позволяют получать конечный концентрат с качеством, соответствующим качеству концентрата базовой (традиционной) технологии, но при более крупной измельчении (массовая доля класса минус 0,044 мм на 6-18% меньше), уменьшении количества образующихся чужаков, уменьшении потерь железа на 1,1 - 3,9%, и существенной снижении затрат на измельчение. Показана возможность получать по новым схемам концентрат с массовой долей железа на 0,5 - 1,1% больше, чем по традиционной схеме, при сохранении (или уменьшении) потерь железа в хвостах.

5. Предложенные в работе технические решения приняты институтом Механообчермет в технологических заданиях и рекомендациях на проектирование КГОКОРа, а также секций, переводимых на обогащение окисленных железных руд, на ИлГОКе, ЦГОКе, НКГОКе.

6. Годовой экономический эффект от внедрения разработанной технологии на ОФ КГОКОРа составит 643,9 тыс.руб. на одну технологическую секцию. Фактический экономический эффект от предложенных в работе изобретений составил 126,57 тыс.руб. в год (в ценах 1991г.).

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Особенности и рациональная схема измельчения окисленных железных руд / А.Н. Лисянский, А.А. Ширяев, Т.А. Кунина и др. // Обогащение руд. - 1987, - №3. - С.4 - 7.

2. Лисянский А.Н. К вопросу о рациональной схеме измельчения окисленных кварцитов Кривбасса // Разработка и обогащение рудных и нерудных месторождений при их комплексном использовании. Тематический сб. / ИПКОН АН СССР. - М. - 1988. - С.38.

3. А.С. 1491568 СССР, МКИ В02С 17/18. Разгрузочная решетка барабанной мельницы / Дробин В.Е., Компанеев В.М., Лисянский А.Н. и др. (СССР). - N 4302643/29-33; Заявлено 08.09.87;

4. Лисянский Л.Н. Влияние конструктивных параметров барабанных мельниц и гранулометрического состава измельчаемой руды на смланование продуктов измельчения // Тез. докл. Всесоюзной научн.-технич. конф. "Интенсификация процессов переработки труднообогатимых тонковкрапленных руд", окт. 1989г.

- Кривой Рог, 1989. - С.9.

5. Применение обогатительных аппаратов с целью интенсификации работы замкнутых циклов измельчения / Б.М. Малый, Л.Н. Лисянский, Т.В. Ганзенко и др. // Обогащение руд. - 1989. - N2. - С.8.-11.

6. Дендик Т.В., Лисянский Л.Н., Ганзенко Т.В. Испытания магнитно-флотационной технологии доводки прощупродукта магнитного обогащения окисленных железных руд Кривбасса // Черная металлургия. Вул. научн. - технич. информации. - 1990. - N 2. - С.50.

7. А.С. 1614847 СССР, МКИ ВОЗС 1/100. Способ переработки слабомагнитных руд / Л.Н. Лисянский, Т.В. Ганзенко, В.Н. Малый и др. (СССР). - N 4474638/27-03; Заявлено 16.08.88; Опубл. 23.12.90, Вул. N 47. - 2С.: Ил.1.

8. А.С. 1553172 СССР, МКИ ВОЗВ 7/00. Способ обогащения железных руд и продуктов их магнитного обогащения / Л.Н. Лисянский, Т.В. Дендик (СССР). - N 4434723/27-03; Заявлено 31.05.88; Опубл. 30.03.90, Вул. N 12. - 2С.

9. А.С. 1694226 СССР, МКИ ВОЗС 1/00. Способ магнитного обогащения слабомагнитных руд / Г.И. Нотович, Т.В. Ганзенко, Л.Н. Лисянский (СССР). - N 4727423/03; Заявлено 02.08.89; Опубл. 30.11.91, Вул. N 44; - 2С.

10. Влияние топологии схемы обогащения окисленных железных руд на ее эффективность и энергопотребление / Л.Н. Лисянский, М.А. Левицкий, Т.В. Ганзенко и др. // Пути экономии ресурсов при обогащении руд черных металлов: сб. статей / Институт СССР; Механобчермет. - М.: Недра, 1990г. - С.35-41.

11. О рациональной топологии циклов измельчения и обогащения железных руд / Л.Н. Лисянский, Т.В. Ганзенко, Т.В. Дендик // Научные основы построения оптимальных схем обогащения минерального сырья (Плаквинские чтения, Москва, 11-13 окт. 1988г.): [Сб. научных трудов] / ИИХОН АН СССР. - М.: Наука, 1990г. - С.36-41.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

город Кривой Рог ул. XXII Партсъезда 11

РТИ КГПИ заказ № 64 тираж 100 экземпляров 1993г

AB 27.699

AB 27.699