

Д.Н. МОРДОВИН

(Украина, Кривой Рог, Горный департамент ОАО "АрселорМиттал Кривой Рог"),

С.В. АЛЕКСАНКИН, А.А. ШИРЯЕВ,

Е.Н. НЕСКОРОМНЫЙ, Ю.Л. ГРИЦАЙ

(Украина, Кривой Рог, ООО "НПП Горняк")

ПРИМЕНЕНИЕ ТОНКОГО ГРОХОЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТА НА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКЕ ГОКа "АРСЕЛОРМИТТАЛ КРИВОЙ РОГ"

Практика использования тонкого грохочения на железорудных обогатительных фабриках насчитывает несколько десятилетий. Но только в последние 10...15 лет процесс тонкого грохочения получил весьма широкое распространение в технологических схемах обогащения железных руд в различных странах: Россия, Казахстан, Бразилия, США, Канада, Мексика и др.[1-5]. Это стало возможным благодаря появлению новых конструкций высокочастотных вибрационных грохотов фирмы "Деррик", обеспечивающих высокую эффективность (извлечение) по классам крупности $-0,071$ и $0,05$ мм от 70 до 80% и выше.

Применение тонкого грохочения на ряде предприятий, практически при малых капитальных затратах позволило достигнуть на одних предприятиях повышение содержания железа в магнетитовом концентрате от 1,7 до 2,7%, а на других – повышение производительности на 10...30%. Это особенно важно в условиях роста мировых цен на энергоносители, увеличения стоимости сырья и металлургического передела, спроса на новые виды продукции (металлизированные окатыши и брикеты) для прямого получения стали, требующих низкого содержания вредных примесей, повышенных требований к экологии окружающей среды и др.

В настоящее время на Украине работают 5 горно-обогатительных комбинатов и горно-обогатительный комплекс (ГОК) в составе ОАО "АрселорМиттал Кривой Рог по переработке магнетитовых кварцитов. Технология тонкого грохочения была впервые испытана на Днепровском горно-обогатительном комбинате в 1972...73 г и показала возможность повышения содержания железа в концентрате на 1,4%. Но дальнейшее практическое внедрение этого процесса сдерживалось отсутствием надежных и эффективных грохотов, обеспечивающих разделение по классам $0,05-0,07$ мм с высокой эффективностью.

На горно-обогатительном комплексе осуществляется реконструкция технологических секций обогатительной фабрики по технологии и с применением оборудования, кроме мельниц, компании "Метсо Минералс" с получением концентрата с содержанием железа 66,0%.

Технологическая схема реконструированной секции № 10 включает три стадии измельчения в шаровых мельницах диаметром 4,5 м, работающих в замкнутом цикле с классифицирующим оборудованием: первая стадия со спиральными классификаторами диаметром 3,0 м, вторая и третья стадии с гидро-

Підготовчі процеси збагачення

циклонами діаметром 400 мм; обогачення здійснюється в три стадії на магнітних сепараторах: два однобарабанных WS1236CR з протivotочною ванною в першій стадії, два двухбарабанных сепаратора WS1236CTC-2 во второй стадії і два трехбарабанных WS1236CTC-3 в третій стадії. Во второй і третій стадіях сепаратори з полупротивоточними ваннами. При продуктивності 405,4 т/ч по вихідній руді крупністю 0–16 мм і вмістом заліза 33,93% секція повинна забезпечувати отримання концентрату по виходу 37,21%, 66,0% вмісту заліза.

Одночасно поставлена задача подальшого підвищення вмісту заліза в концентраті на 2,0%.

В процесі рішення цієї задачі були проведені дослідження по двом варіантам: застосування тонкого грохочення в відкритому і замкнутому циклах на діючій секції.

Для виконання досліджень були обрані магнітні продукти другої і третьої стадій магнітної сепарації. В магнітному продукті другої стадії містилося 59,2% заліза. Після грохочення по класу -0,05 мм при ефективності 80%, вміст заліза в подрешетному продукті становив 65,2%. При дообогаченні подрешетного продукту на лабораторному магнітному сепараторі 236-СЭ і обесшамлюванні досягнуто вмісту заліза в концентраті в пересчеті на промислові показники 67,5%. Вихід надрешетного продукту виявився дуже значущим і становив 46,5%.

В пробі магнітного продукту третьої стадії магнітної сепарації вміст заліза становив 64,5% (табл. 1). Богаті класи крупністю -0,05+0,01 і -0,01 мм містять заліза від 67,1 до 69,6%, в сумі – 67,5%. Вихід цих класів дорівнює 85,8%. В класах крупності (0,05-0,25 мм) вміст заліза знаходиться в межах від 23,0 до 52,6%.

Удалення бідних класів крупності з ефективністю 80% дозволяє виділити багату частину продукту з вмістом заліза від 67,0 до 67,5%. Магнітна сепарація подрешетного продукту підвищує вміст заліза в пересчеті на промислові показники до 68,0...68,2%. При цьому вміст кремнезема становить 3,70...3,75%, що нижче порівняно з якістю концентрату 66,0% (SiO_2 – 7,7%). Гранулометричний склад і розподіл заліза по класам крупності в магнітному продукті третьої стадії магнітної сепарації наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Клас крупності, мм	Вихід, %	Вміст заліза, %	Суммарні показники знизу, %		Суммарні показники зверху, %	
			Вихід	Вміст заліза	Вихід	Вміст заліза
+0,25	0,5	23,0	0,5	23,0	100,0	62,62
-0,25+0,16	0,5	30,0	1,0	26,5	99,5	62,82
-0,16+0,074	5,9	35,9	6,9	34,54	99,0	62,99
-0,074+0,050	16,8	52,6	23,7	47,34	93,1	64,70
-0,050+0,010	68,1	67,1	91,8	62,0	76,3	67,37
- 0,010	8,2	69,6	100,0	62,62	8,2	69,6
Всього		62,6				

Підготовчі процеси збагачення

Надрешетний продукт требует доработки в отдельном цикле, либо может быть направлен на доизмельчение на той же секции в третью стадию измельчения.

На полупромышленной установке при производительности 67,3 кг/ч (мельница МШЦ-400×80 объемом 0,08 м³) была испытана схема, воспроизводящая третью стадию измельчения с классификацией и магнитной сепарацией секции № 10, после чего магнитный продукт размагничивался и подавался на высокочастотный лабораторный грохот ГНВС-0,5×1,5, имеющий частоту вращения вала 24,33 с⁻¹, амплитуду колебаний до 2 мм и просеивающую поверхность с ячейкой 0,07 мм. Подрешетный продукт поступал на магнитную сепарацию в два приема, а надрешетный возвращался в ту же мельницу на доизмельчение.

Применение тонкого грохочения позволило получить конечную крупность измельчения 98% класса 0,05 мм. Достигнута эффективность грохочения 90%. Показатели работы грохота ГНВС-0,5×1,5 приводятся в (табл.2).

Таблица 2

Продукт	Выход, %	Содержание класса -0,05 мм, %	Извлечение, %
Питание	100,0	90,20	100,0
Подрешетный	82,85	98,00	90,0
Надрешетный	17,85	51,46	10,0

При достигнутой крупности измельчения 98% класса -0,05 мм получено содержание железа в концентрате 69,6%, что в пересчете на промышленные условия составило 68,2%. Полученные показатели полупромышленных испытаний позволили рекомендовать тонкое грохочение для промышленного внедрения.

Разработаны два варианта технологических схем; 1 – с тонким грохочением в открытом цикле; 2 – с тонким грохочением в замкнутом цикле измельчения. По первой схеме (рис. 1) концентрат секции подвергается тонкому грохочению. Надрешетный продукт дорабатывается в отдельном цикле. Схема с тонким грохочением в открытом цикле позволяет получать 27,71% высококачественного концентрата с содержанием железа 68,0% (табл. 3). Из надрешетного продукта выделяется рядовой концентрат с содержанием железа 65,1%. Технологические показатели обогащения магнетитовых кварцитов с применением тонкого грохочения в открытом цикле приводятся в табл. 3

Таблица 3

Продукт	Выход, %	Содержание железа, %	Извлечение железа, %	Производительность, т/ч	
				сухая масса	влажная масса
Исходная руда	100,0	33,93	100,0	401,4	405,4
Концентрат	27,71	68,0	55,53	111,23	–
Хвосты	62,99	14,95	27,75	252,84	–
Надрешетный продукт	9,30	61,0	16,72	37,33	

Підготовчі процеси збагачення

Фрагмент второй схемы приведен на рис. 2, где в третьей стадии измельчения вместо гидроциклонов приняты грохота типа 2SG48-60R/W-5STK фирмы Деррик. Высокая эффективность разделения по классу $-0,05$ мм и применение мелких шаров диаметром 30 мм обеспечивает достижение крупности измельчения 98% класса $-0,05$ мм и снижение циркулирующей нагрузки в 3,3 раза. При общей производительности по питанию 301,88 т/ч для установки на секции приняты 4 грохота 2SG48-60R/W-5STK. Полезная просеивающая поверхность деки одного грохота равна 9 м^2 , ширина щели выбрана $0,074$ мм.

При производительности секции по исходной руде 405,4 т/ч и содержании железа 33,93% выход концентрата составляет 35,32% (141,28 т/ч), содержание железа в нем 68%. Ожидаемые показатели работы секции по этой схеме приводятся в табл. 4.

Таблица 4

Продукт	Выход, %	Содержание железа, %	Извлечение железа, %	Производительность, т/ч	
				сухая масса	влажная масса
Исходная руда	100,0	33,93	100,0	401,4	405,4
Концентрат	35,32	68,0	70,79	141,78	—
Хвосты	64,68	15,32	29,21	259,62	—

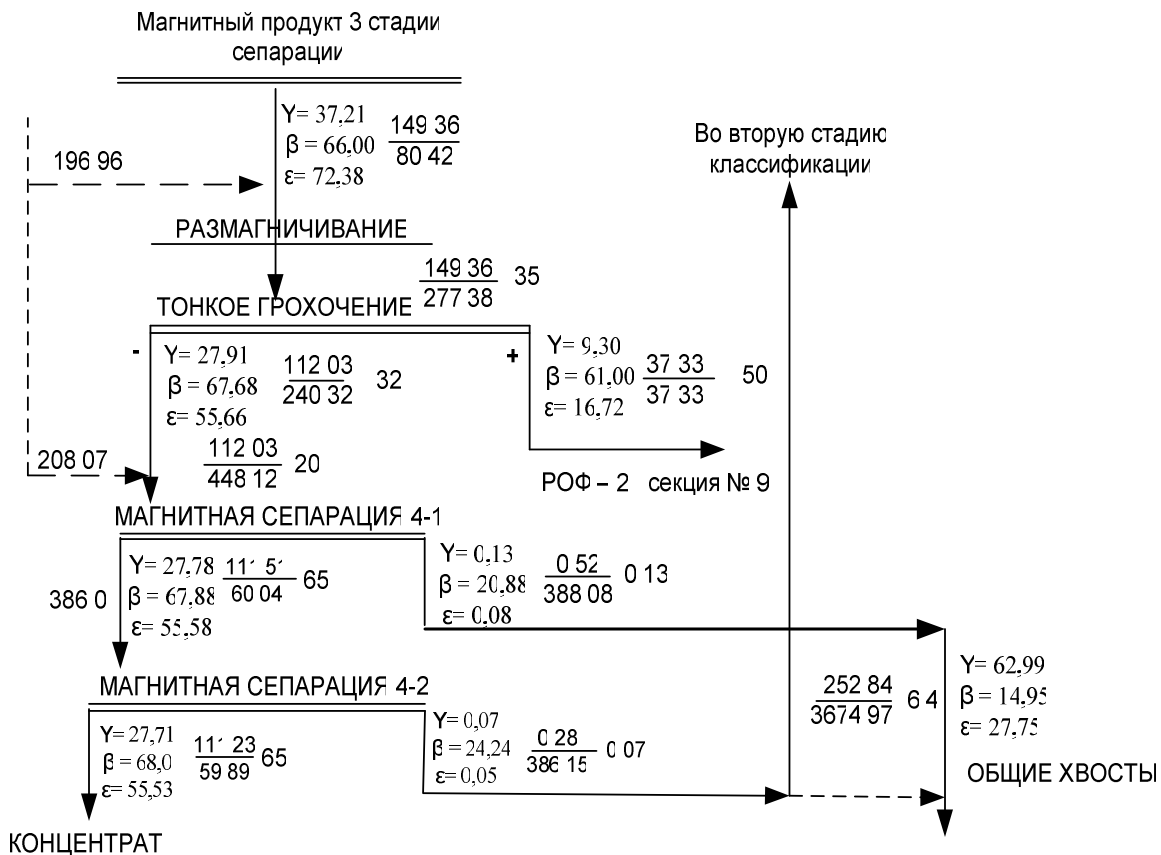


Рис. 1. Технологическая схема обогащения магнитного продукта третьей стадии магнитной сепарации на секции №10 с применением тонкого грохочения в открытом цикле измельчения

Підготовчі процеси збагачення

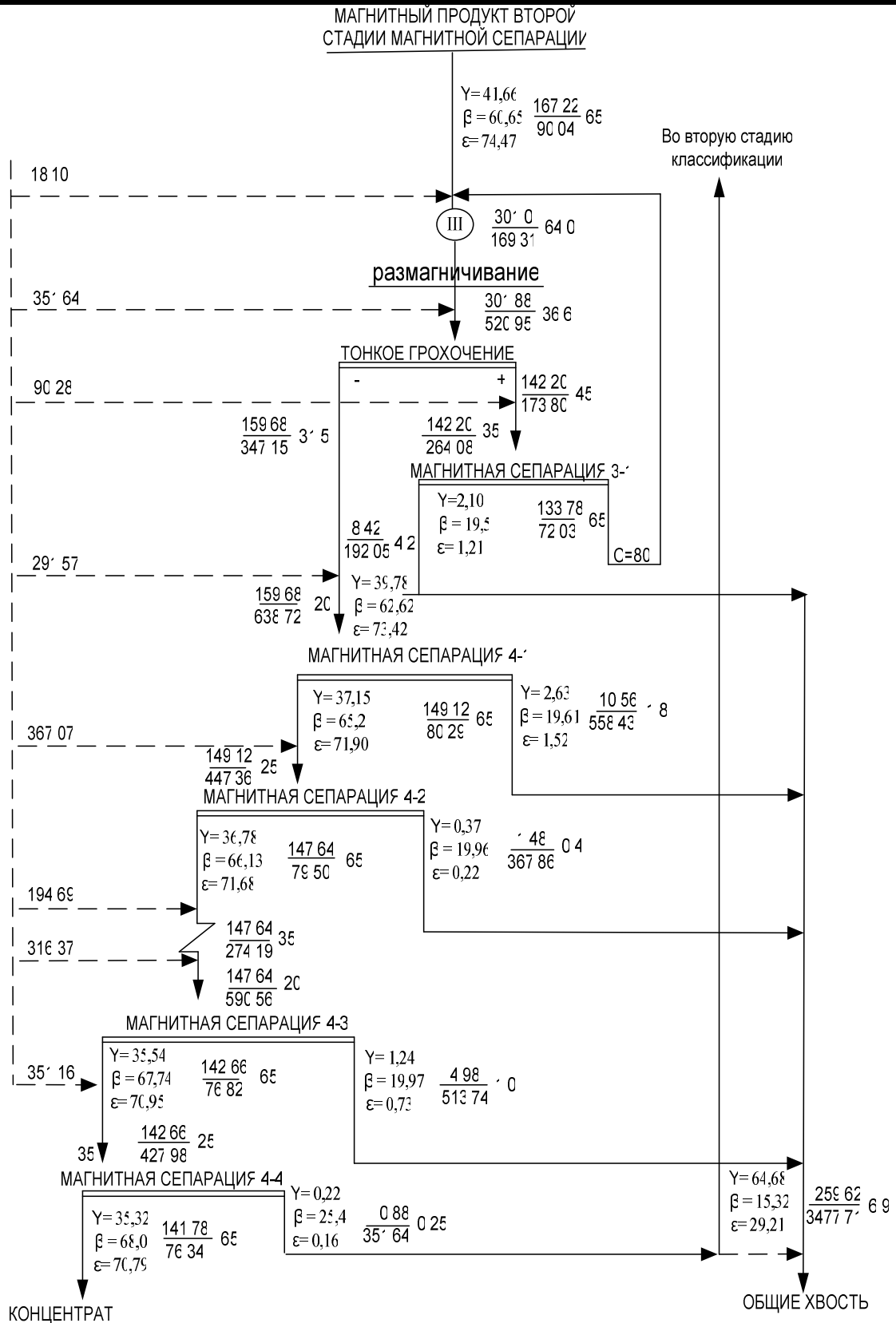


Рис. 1. Технологическая схема обогащения магнитного продукта второй стадии на секции №10 с применением тонкого грохочения в замкнутом цикле измельчения

Підготовчі процеси збагачення

При полном внедрении тонкого грохочения на фабрике №2 выпуск высококачественного концентрата составит 3,07 млн т в год, при переходе фабрики на тонкое грохочение в замкнутом цикле – 3,74 млн т в год.

Список литературы

1. Освоение технологии на второй очереди обогатительной фабрики НКГОКа: Отчет/Механобрчермет, Рук. раб. А.А. Ширяев, Е.П. Рукасова. № ГР75006915-Кривой Рог. 1977-153с.
2. Ведение процесса обогащения магнетитовых железистых кварцитов на модернизированных секциях рудообогатительной фабрики №2: Технологическая инструкция /ОАО АРСЕЛОРМИТТАЛ КРИВОЙ РОГ ГОК, ВТИ 228-ГК-РОФ2-02-2009-16с.
3. Журавлев С.И. Обогащение магнетитовых руд / М.:Недра, -153с
4. Анализ работы зарубежных обогатительных и окомковательных фабрик для обработки магнетитовых руд // Т.Т. Бердышева, Н.И. Мещерякова, Л.А. Рейтаровская, Н.С. Ревзина – М.: ЦНИИТЭП ЧМ, 1982 (обзорная информация. Черная металлургия), -95с.
5. Справочник по обогащению руд черных металлов / С.Ф. Шинкоренко, Е.П. Белецкий, А.А. Ширяев, и др. М.: Недра, 1980 -527с.

© Мордовин Д.Н., Алексанкин С.В., Ширяев А.А.,
Нескоромный Е.Н., Грицай Ю.Л., 2011

*Надійшла до редколегії 15.10.2010 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*