

7. Ребиндер П. А. / П.А. Ребиндер, Е.Д. Шукин, Л.Я. Марголис // ДАН СССР. – 1964. – 154, № 3. – С. 695. Исследование влияния содержания минеральных примесей на реологические свойства водоугольных суспензий/ А. Т. Елишевич, Н. Г. Корженевская, В. Г. Самойлик, С. Л. Хилько // Химия твердого топлива. – 1988. - № 5. – С. 16-19.
8. Дерягин Б. В. Теория устойчивости коллоидов и тонких пленок. – М.: Наука, 1986. – 206 с.
9. Родин Д. П. Исследование электроповерхностных свойств водных суспензий каменных углей Донбасса/ Д.П. Родин, Н.И. Зубова, Ю.Н. Зубкова // Химия твердого топлива. – 1976. - № 4. – С. 134-138.
10. Вода в дисперсных системах/ Б. В. Дерягин, Н. В. Чураев, Ф. Д. Овчаренко. – М.: Химия, 1989. – 288 с.
11. Тарасевич Ю. И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. – Киев: Наукова думка, 1981. – 207 с.
12. Морару В. Н. Изучение роли воды в структурообразовании углеводородных дисперсий органотфильного монтмориллонита/В.Н. Морару, С.А. Маркова, Ф.Д. Овчаренко // Коллоидный журнал. – 1980. – 42, № 1. – С. 54-58.
13. Овчаренко Ф. Д. Гидрофильность глин и глинистых минералов. – Киев: Изд-во АН УССР, 1961. – 292 с.
14. Круглицкий Н. Н. Основы физико-химической механики. – Киев: Вища школа, 1975. – 268 с.

Рукопись поступила в редакцию 10.02.13

УДК 622.74

А.А. ШИРЯЕВ, Е.Н. НЕСКОРОМНЫЙ, ООО «НЛП Горняк»,
А.И. МИРОНЕНКО, С.А. САМОХИНА, С.С. СТАРЫХ, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»

ПРИМЕНЕНИЕ ТОНКОГО ГРОХОЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КОНЦЕНТРАТА НА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКЕ ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «АРСЕЛОРМИТТАЛ КРИВОЙ РОГ»

На основании анализа состояния техники и технологии тонкого грохочения на зарубежных железорудных обогатительных фабриках предложено её применение на горно-обогатительном комплексе ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» для повышения качества железорудного концентрата.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Повышение качества концентрата всегда было и остается самым важным вопросом переработки полезных ископаемых.

Ряд крупных горно-обогатительных комбинатов (ГОКов) стран СНГ в течение последних лет работают по программам реконструкции цехов рудоподготовки и обогащения, которые направлены на повышение качества конечного концентрата. Так как операция дробления в 3-4 раза экономичнее операции измельчения на первом этапе предусматривается снижение крупности дробленого промпродукта, получаемого на участках дробления, что позволяет повысить производительность технологических секций на 13-15%. На втором этапе реконструкции планируется внедрение операции тонкого грохочения, позволяющей повысить качество концентрата.

Анализ исследований и публикаций. 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. [1-4]. Это стало возможным благодаря появлению новых конструкций высокочастотных вибрационных грохотов корпорации Derrick и др., обеспечивающих высокую эффективность разделения по классам крупности -0,07 и -0,05 мм от 70 до 80% и выше.

Применение тонкого грохочения на ряде предприятий при малых капитальных затратах позволило достигнуть повышения содержания железа в магнетитовом концентрате от 1,7% до 2,7%. Это особенно важно в условиях роста мировых цен на энергоносители, увеличения стоимости сырья и затрат в металлургическом переделе, спроса на новые виды сырья с низким содержанием вредных примесей (металлизированные окатыши и брикеты) для прямого получения стали.

В настоящее время в Украине работают 5 горно-обогатительных комбинатов и горно-обогатительный комплекс в составе ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» по переработке магнетитовых кварцитов. Технология тонкого грохочения была впервые испытана на Днепровском горно-обогатительном комбинате в 1972-73гг и показала возможность повышения содержания железа в концентрате на 1,4%. [6] Но дальнейшее практическое внедрение этого процесса сдерживалось отсутствием надежных и эффективных грохотов, обеспечивающих разделение по классам 0,05-0,07 мм с высокой эффективностью.

Постановка задачи. В результате детального анализа оборудования для тонкого грохочения, которое предлагают как зарубежные, так и отечественные компании, специалистами горно-перерабатывающей промышленности был определен как наиболее оптимальный вариант применение высокочастотного грохота разработки корпорации Derrick.

На горно-обогатительном комплексе ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» осуществляется реконструкция технологических секций обогатительной фабрики по технологии и с оборудованием корпорации Metso с получением концентрата содержащего 66,0% железа.

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 гидроциклонами диаметром 400 мм; обогащение осуществляется в три стадии на магнитных сепараторах: два однобарабанных WS1236CR с противоточной ванной в первой стадии, два двухбарабанных WS1236CTC-2 во второй стадии и два трехбарабанных WS1236CTC-3 в третьей стадии. Во второй и третьей стадиях сепараторы с полупротивоточными ваннами. При производительности 405,4 т/ч по исходной руде крупностью 16 - 0 мм и содержанием железа 33,93% секция должна обеспечивать получение концентрата с содержанием железа 66,0% при выходе 37,21%.

Авторами статьи поставлена задача повышения содержания железа в концентрате на 2%. В процессе решения этой задачи были проведены исследования по двум вариантам: применение тонкого грохочения в открытом и замкнутом циклах на действующей секции.

Изложение материалов и результаты. Для выполнения исследований были отобраны продукты второй и третьей стадий магнитной сепарации. В продукте второй стадии содержалось 59,2% железа. После грохочения по классу -0,05 мм при эффективности 80% содержание железа в подрешетном продукте составило 65,2%. При дообогащении подрешетного продукта на лабораторном магнитном сепараторе 236-СЭ и обесшламливания на конусе диаметром 600 мм достигнуто содержание железа в концентрате в пересчете на промышленные показатели 67,5%. Выход надрешетного продукта оказался весьма значительным и составил 46,5%.

В пробе продукта третьей стадии магнитной сепарации содержание железа составило 64,5% (табл. 1). Богатые классы крупностью минус 0,05 мм - плюс 0,01 мм и минус 0,01 мм содержат железа от 67,1% до 69,6%, в сумме - 67,5%. Выход этих классов равен 85,8%. В классах крупности (0,25 - 0,05 мм) содержание железа находится в пределах от 23,0% до 52,6%.

Таблица 1

Гранулометрический состав и распределение железа по классам крупности в магнитном продукте третьей стадии магнитной сепарации

Класс крупности, мм	Выход, %	Содержание железа, %	Суммарные показатели снизу, %		Суммарные показатели сверху, %	
			выход	содержание железа	выход	содержание железа
+0,25	0,5	25,0	0,5	23,0	100,0	64,5
-0,25+0,16	0,5	32,0	1,0	23,5	99,5	64,7
-0,16+0,074	5,9	37,5	6,9	36,2	99,0	64,9
-0,074+0,050	6,8	53,6	13,7	44,8	93,1	66,6
-0,050+0,010	18,1	67,1	81,8	63,4	86,3	67,6
-0,010	68,2	69,6	100,0	62,5	8,2	69,6
Всего	100,0	64,5				

Удаление бедных классов крупности с эффективностью 80% позволяет выделить богатую часть продукта с содержанием железа от 67,0 до 67,5%. Магнитная сепарация подрешетного продукта повышает содержание железа в пересчете на промышленные показатели до 68,0-68,2%. При этом содержание кремнезема составит 3,7-3,75%.

Надрешетный 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 400×800 объемом 0,08 м) была испытана схема, воспроизводящая третью стадию измельчения с классификацией и магнитной сепарацией секции № 10. 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 мельницу на доизмельчение.

Применение тонкого грохочения позволило получить конечную крупность измельчения 98% класса -0,05 мм. Достигнутая эффективность грохочения составила 90% (табл. 2).

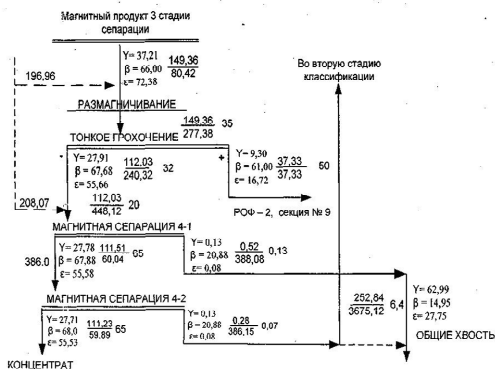
Таблица 2

Показатели работы грохота ГНВС-0,5×1,5			
Продукт	Выход, %	Содержание класса -0,05мм, %	Извлечение, %
Питание	100,0	90,20	100,0
Подрешетный	82,85	98,00	90,0
Надрешетный	17,15	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.

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

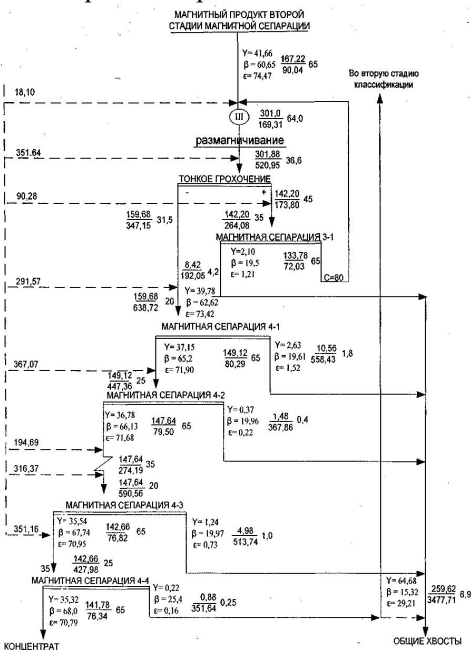


По первой схеме (рис. 1) концентрат секции подвергается тонкому грохочению. Надрешетный продукт дорабатывается в отдельном цикле. Схема с тонким грохочением в открытом цикле позволяет получать 27,71% высококачественного концентрата с содержанием железа 68,0% (табл. 3). Из надрешетного продукта выделяется рядовой концентрат с содержанием железа 65,1%.

Фрагмент второй схемы приведен на рис. 2, где в третьей стадии измельчения вместо гидроциклонов приняты грохота типа 2SG48-60R/W-5STK корпорации Derrick.

Фрагмент второй схемы приведен на рис. 2, где в третьей стадии измельчения вместо гидроциклонов приняты грохота типа 2SG48-60R/W-5STK корпорации Derrick.

Рис. 2. Технологическая схема обогащения магнитного продукта второй стадии на секции № 10 с применением тонкого грохочения в замкнутом цикле измельчения



Высокая эффективность разделения по классу минус 0,05 мм и применение мелких шаров диаметром 30 мм обеспечивает достижение крупности измельчения 98% класса минус 0,05 мм и снижение циркулирующей нагрузки в 3,3 раза. При общей производительности по питанию 301,88 т/ч к установке приняты 4 грохота 2SG48-60R/W-5STK. Полезная просеивающая поверхность деки одного грохота равна 9 м², 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) и содержание железа в нем 68%. (табл. 4)

В настоящее время для обогатительной фабрики №2 ГОКа ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» разработана проектная документация для реконструкции секции № 10 по схеме с применением тонкого грохочения в открытом цикле.

чения в открытом цикле.

Таблица 3
Технологические показатели обогащения магнетитовых кварцитов с применением тонкого грохочения в открытом цикле

Продукт	Выход, %	Содержание железа, %	Извлечение железа, %	Производительность, т/ч
				сухая масса
Исходная руда	100,0	33,93	100,0	401,4
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
Исходная руда	100,0	34,17	100,0	351,67
Надрешетный продукт	10,61	61,0	18,94	37,33

Продукт	Выход, %	Содержание железа, %	Извлечение железа, %	Производительность, т/ч
				сухая масса
Концентрат	48,62	65,1	92,63	170,98
Хвосты	61,99	15,59	26,31	218,02

Таблица 4

Технологические показатели обогащения магнетитовых кварцитов с применением тонкого грохочения в замкнутом цикле

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

Выводы. Инвестиционные и эксплуатационные затраты при тонком грохочении значительно ниже, чем при достижении тех же технологических параметров дальнейшим измельчением либо пенной флотацией. Это подтверждает опыт эксплуатации высокочастотного грохота разработки корпорации Derrick на дробильно-обогатительных фабриках ОАО «Ковдорский ГОК», ОАО «Карельский Окамыш», ОАО «Соколовско-Сарбайское горно-обогатительное производственное объединение» и других.

При полном внедрении тонкого грохочения на грохотах разработки корпорации Derrick на фабрике №2 ГОКа ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» возможен выпуск высококачественного концентрата с содержанием железа в нем 68 %.

Список литературы

1. Анализ работы зарубежных обогатительных и окомковательных фабрик для обработки магнетитовых руд // **Т.Т. Бердышева, Н.И. Мещерякова, Л.А. Рейгаровская, Н.С. Ревзина** - М.: ЦНИИТЭП ЧМ, 1982 (обзорная информация. Черная металлургия), -95с.
2. **Першуков А.А., Першуков А.А.** Горнорудная промышленность - пути и методы реализации программы энергосбережения. М.: Центр физико-технических исследований и новых технологий (ЦФТИ и ТП), 1996, -117с
3. **Пелевин А.Е., Лазебная М.В.** Применение грохотов «Деррик» в замкнутом цикле измельчения на обогатительной фабрике ОАО «Комбинат КМАруда» // Обогащение руд. - 2009. -№2. - С.4-8.
4. **Дж. Веннер, Н.Тране, В.Ю. Лемс.** Опыт применения вибрационных грохотов корпорации «DERRICK» при обогащении железных руд. // Горный журнал. - 2002. - №3. - С. 60-64.
5. Освоение высокочастотного грохота корпорации «DERRICK» на «ССГПО» // **М.М. Турдахунов, О.С. Исаченко, В.А. Барсов и др.** / Горная промышленность. - 2002.-№2.-С.29-30.
6. Промышленные испытания тонкого грохочения концентрата на Днепровском горнообогатительном комбинате. // **С.Г. Евсевич, Б.В. Кизевальтер, Л.А.Дмитриев и др.** Обогащение руд.-Л., 1975 . С.23-28.

Рукопись поступила в редакцию 22.03.13

УДК 622. 23:05459

Т.А. ОЛЕЙНИК, д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «Криворожский национальный университет»
И.В. ХМЕЛЬ, главный обогатитель, ПАО «Северный горнообогатительный комбинат»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЗИНОВЫХ ФУТЕРОВОЧНЫХ ПЛИТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РУДЫ СЕВЕРНОГО ГОКА

Приведены данные использования резиновой футеровки в мельницах Северного горнообогатительного комбината. Показано распределение энергозатрат при использовании резиновой футеровки в мельницах. Доказано, что при использовании резиновой футеровки прирост готового класса увеличился на 17-29 %; снизился расход мелющих тел на 10% и расход электроэнергии на 10-12%

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Для горно-обогатительных комбинатов при современном ухудшении условий разработки месторождений полезных ископаемых, необходимости вовлечения в переработку руд с пониженным содержанием полезного компонента и, следовательно, увеличения объемов переработки исходного продукта, весьма важным является повышение производительности отделений рудоподготовки и, прежде всего, отделений измельчения.

Часть энергии, потребляемой шаровыми мельницами, расходуется на образование новой поверхности, причем характер взаимодействия измельчаемого материала с мелющей средой