

УДК 622.7

**К.И. Лукина, А.Н. Муклакова, А.И. Гладков,
Н.И. Бирюкова**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Рассмотрена технология обогащения железной руды комбината КМАруда, ее вещественный состав. Показана возможность совершенствования схемы переработки железосодержащей руды путем применения винтовых сепараторов. Проведенные лабораторные исследования показали, что с использованием винтовых сепараторов в первой и второй стадиях обогащения получены продукты с различной качественной.

Ключевые слова: обогащение железной руды, винтовые сепараторы, концентрат.

Целью работы являлось совершенствование технологии обогащения железосодержащей руды с учетом новых направлений в области переработки полезных ископаемых.

Известна традиционная технология переработки магнетитовых руд с применением стадийного измельчения и мокрой магнитной сепарации [1, 2].

Для повышения качества концентрата существуют различные способы обогащения с использованием тонкого грохочения, магнитной сепарации в магнитных полях пониженной напряженности, магнито-гравитационной сепарации, модернизированных процессов обесшламливания и флотации [3-6].

Применение магнито-гравитационной сепарации обеспечивает вывод готового концентрата из процесса, уменьшая затраты на измельчение, и исключает операции классификации черновых концентратов.

Для получения суперконцентратов с содержанием 72 % железа и менее 0,3-0,4 % кремнезема применяют обратную катионную флотацию в магнитном поле [5, 6]. Однако применение флотационного метода обогащения сдерживается ввиду применения флотационных реагентов и негативного их последствия на окружающую среду.

В работе рассмотрена технология обогащения железной руды предприятия КМАруда, ее вещественный состав. Показана возможность совершенствования схемы переработки железосодержащей руды путем применения винтовых сепараторов.

Винтовые сепараторы широко применяют в практике обогащения руд и россыпей [7]. Они устанавливаются на стационарных обогатительных фабриках, передвижных установках и драгах.

Иногда применяют в замкнутых циклах измельчения руд, а также в контрольных операциях для доизвлечения ценных компонентов из хвостов. Установка винтовых сепараторов в начале процесса обогащения обеспечивает выделение отвальных хвостов и позволяет увеличить производительность оборудования, а также снизить расходы на переработку минерального сырья.

Винтовые сепараторы отличаются простотой в обслуживании, отсутствием механического привода и потребления энергии; занимают малую площадь.

Проведенные лабораторные исследования показали, что с использованием винтовых сепараторов в первой и второй стадиях обогащения получены продукты с различной качественной характеристикой.

Исследования проводились на лабораторном винтовом сепараторе.

В работе были использованы продукты обогащения различных переделов обогатительной фабрики (концентраты 1 и 2 стадий мокрой магнитной сепарации).

Ранее были проведены лабораторные исследования по определению оптимального режима работы винтового сепаратора и найдена формула, описывающая процесс обогащения.

Качественные показатели были приняты за функцию отклика.

Переменные факторы:

- 1) плотность пульпы, % твердого;
- 2) положение отсекаателя (ножа), град.;
- 3) скорость потока, м/с и др..

Функции отклика:

- 1) содержание железа общего, %;
- 2) содержание железа магнетитового, %;

Таблица 1

Результаты опытов обогащения концентрата 2-й ст. ММС на винтовом сепараторе при различных переменных факторах

№ опыта	Продукты	Выход, %	Массовая доля, %			Извлечение, %		
			Fe _{общ.}	Fe _{магн.}	SiO ₂	Fe _{общ.}	F _{магн.}	SiO ₂
Проба 1								
1	Конц. (тяж. фр)	55,4	67,91	66,12	5,57	56,57	56,91	43,69
	Хвосты (легк. фр)	44,6	64,75	62,19	8,92	43,43	43,09	56,31
	Исходный	100	66,50	64,37	7,064	100,0	100,0	100,0
2	Конц. (тяж. фр)	60,0	67,20	65,20	6,16	60,72	60,75	52,17
	Хвосты (легк. фр)	40,0	65,20	63,18	8,47	39,28	39,25	47,83
	Исходный	100	66,40	64,39	7,084	100,0	100,0	100,0
3	Конц. (тяж. фр)	68,7	66,80	64,67	6,72	69,14	69,22	63,97
	Хвосты (легк. фр)	31,3	65,44	63,11	8,31	30,86	30,78	36,03
	Исходный	100	66,375	64,18	7,218	100,0	100,0	100,0
4	Конц. (тяж. фр)	80,0	66,78	64,50	6,62	80,10	80,575	74,80
	Хвосты (легк. фр)	20,0	66,42	62,19	8,92	19,90	19,425	25,20
	Исходный	100	66,71	64,04	7,08	100,0	100,0	100,0
Среднее значение опытов пробы 2 при оптимальном режиме								
	Конц. (тяж. фр)		73,1	66,57		74,17		
	Хвосты (легк. фр)		26,9	62,99		25,83		
	Исходный		100,0	65,60		100,00		

3) содержание двуокиси кремния, %.

Шламовый анализ проводился по классам крупности, мкм: 20, 40, 60 и 74.

Результаты опытов обогащения продукта (концентрата 2-й стадии мокрой магнитной сепарации) на винтовом сепараторе, проведенных по оптимальному режиму, показаны в табл. 1

Таблица 2

Шламовый анализ продуктов обогащения концентрата 2-й ст.ММС, проба 2

Классы, мкм	Выход, %	Массовая доля		Извлечение	
		Fe _{общ.} , %		Fe _{общ.} , %	
Концентрат					
- 20	4,70	60,4		4,26	
- 40	8,92	60,6		8,12	
- 60	4,00	57,8		3,47	
- 74	10,2	62,9		9,64	
+ 74	72,2	68,7		74,51	
Итого	100,0	66,57		100,0	
Хвосты					
- 20	2,3	23,2		0,847	
- 40	4,1	38,8		2,525	
- 60	9,2	55,2		8,062	
- 74	48,6	66,1		50,999	
+ 74	35,8	66,1		37,567	
Итого	100,0	62,99		100,00	

Из табл. 1 следует, что применение одной операции разделения концентрата 2-й ст. ММС на винтовом сепараторе дает возможность получения фракций с различной качественной характеристикой. Так разница по содержанию расчетных компонентов в продуктах составляет: железа общего до 4 % двуокиси кремния – до 2 %

Опыты по обогащению на винтовом сепараторе в оптимальном режиме проводились на концентрате 1-й ст. ММС (проба 3) с применением: одной основной операции (рис. 1, а); основной операции и двух перечисток (рис. 1, б).

Результаты исследований сведены в табл. 2-3.

Таблица 3

Результаты опытов обогащения концентрата 1-й ст.ММС на винтовом сепараторе в оптимальном режиме, проба 3

№ опыта	Продукты	Выход, %	Массовая доля, %			Извлечение, %		
			Fe _{общ.}	Fe _{магн.}	SiO ₂	Fe _{общ.}	Fe _{магн.}	SiO ₂
Схема рис. 1-а								
1	Концентрат	50,3	55,32	52,44	14,84	66,9	69,46	34,5
	Хвосты	49,7	27,66	23,34	28,49	33,1	30,54	65,5
	Исходный	100,0	41,57	37,977	21,625	100	100,0	100,0
Схема рис. 1-б								
2	Концентрат	35,6	62,04	59,90	10,40	53,13	56,15	17,12
	Хвосты	64,4	30,25	25,86	27,82	46,87	43,85	82,88
	Исходный	100,0	41,57	37,98	21,62	100,0	100,0	100,0

Таблица 4

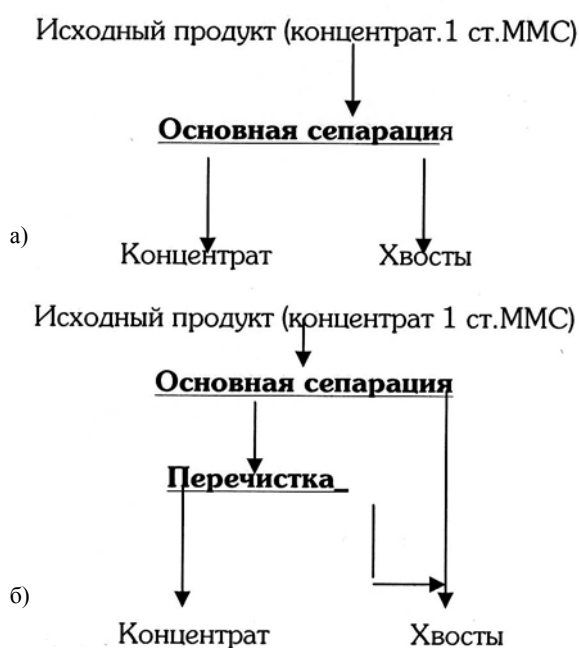
Шламовый анализ концентрата основной операции (схема рис.1-а)

Классы, мкм	Выход %	Массовая доля, %			Извлечение, %		
		Fe _{общ.}	Fe _{магн.}	SiO ₂	Fe _{общ.}	F _{магн.}	SiO ₂
- 20	6,7	14,14	10,60	41,70	1,72	1,36	19,70
- 40	7,9	24,78	20,90	37,52	3,56	3,15	20,90
- 60	10,4	44,90	41,10	22,86	8,49	8,17	16,76
- 74	9,6	61,36	57,61	10,69	10,7	10,57	7,23
+ 74	65,4	63,56	61,41	7,68	75,53	76,75	35,41
Исходный	100,0	55,03	52,33	14,184	100	100,0	100,0

Таблица 5

Шламовый анализ концентрата перечистки (схема рис.1-б)

Классы, мкм	Выход %	Массовая доля, %			Извлечение, %		
		Fe _{общ.}	Fe _{магн.}	SiO ₂	Fe _{общ.}	F _{магн.}	SiO ₂
- 20	1,2	20,00	13,20	42,0 р.	0,38	0,27	4,90
- 40	2,5	32,92	29,06	40,68	1,32	1,25	9,90
- 60	5,4	51,14	47,40	21,63	4,43	4,41	11,37
- 74	28,3	63,97	56,45	8,76	29,04	27,55	24,12
+ 74	62,34	64,56	61,62	8,16	64,83	66,52	49,71
Исходный	100,0	62,34	57,99	10,275	100	100,0	100,0



Результаты опытов 1-2 (табл. 3) показывают, что применение одной операции обогащения концентрата 1-ой ст.ММС на винтовом сепараторе позволяет увеличить массовую долю железа в концентрате с 41,57 % до 55,32 %, при применении перечистки – до 62,04 %. Содержание железа в хвостах составляет 30,25 %. Содержание двуокси кремния в концентрате перечистки и хвостах составляет соответственно 10,275 и 27,82 %.

Содержание двуокси кремния снизилось более, чем в два раза – с 21,62 до 10,40 %. Наибольшее количество кварцсодержащих минералов содержатся в тонких классах (-40 мкм) – более 40 %.

Рис. 1. Схема обогащения концентрата 1-ой ст.ММС на винтовом сепараторе: а) с применением основной сепарации; б) с применением основной и перечисточной операций

Выводы

Проведенные исследования винтовых сепараторов на продуктах 1 и 2-й ст. ММС показали следующее.

Получены продукты с различной качественной характеристикой, что дает возможность совершенствовать технологию обогащения железной руды.

1. При обогащении концентрата 2-ой ст. ММС в концентрате содержание железа увеличивается на 2-4 %, а двуокиси кремния – снижается на 2 %.

2. При обогащении концентрат 1-й ст. ММС содержание железа в концентрате увеличилось с 41,57 % и составляет:

с применением одной операции 55,72 %, а после перемычки – 62,04 %.

Содержание двуокиси кремния снизилось вдвое и составляет 10,4 %. Наибольшее количество двуокиси кремния содержится в тонких классах (-40 мкм) – более 40 %, удаление которого позволит повысить качество концентрата.

3. Установлено, что применение винтовых сепараторов в схеме обогащения железной руды повышает качество концентрата.

Раздельное обогащение продуктов обогащения винтовых сепараторов методом магнитной сепарации позволит получить более высокие технологические показатели.

Работы следует продолжить в направлении оптимизации процесса с применением винтовых сепараторов и обесшламливания продуктов обогащения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Справочник по обогащению руд. Обогащительные фабрики.* М.: Недра, 1984, с.153-224.
2. *Кармазин В.В., Кармазин В.И. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения: Учебник для вузов. Т. 1. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения.* М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2005, 670 с.
3. *Усачев П.А. Анализ эффективности процессов обогащения магнетитовых руд.* Апатиты, изд. КНЦ РАН, 2001, с.166-174.
4. *Усачев П.А. Магнито-гравитационная сепарация железорудных концентратов,* изд КНЦ РАН, 2001, с.174-190.
5. *Усачев П.А. Обратная флотация железных концентратов в магнитном поле.* Апатиты, изд. КНЦ РАН, 2001, с.226-235.
6. *Авдохин В.М., Губин С.Л. Современное состояние и основные направления развития процессов глубокого обогащения железных руд.* Горный журнал №2, 2007, с. 58-64.
7. *Шохин В.Н., Лопатин А.Г. Гравитационные методы обогащения.* М.: Недра, 1993, 250 с. **ИДБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Лукина К.И., Муклакова А.Н., Гладков А.И. – Московский государственный открытый университет горно-нефтяной факультет, тел 8 (495), 682-20-76, , e-mail: gorniy-fakultet@mail.ru
Бирюкова Н.И. – Губкинский филиал МГОУ.

