

УДК 622.765

О. Ю. ПОПЕРЕЧНИКОВА, А. С. СИЗЫХ, С. П. НАГАЕВА (ЗАО «НПО «РИВС»)

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ФЛОТАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДОВОДКИ МАГНЕТИТОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ



О. Ю. ПОПЕРЕЧНИКОВА,
зав. сектором



А. С. СИЗЫХ,
инженер-минералог



С. П. НАГАЕВА,
минералог

Приведены результаты доводки магнетитовых концентратов методом обратной катионной флотации с использованием собирателей на основе аминов. Высокая селективность собирателей исключает необходимость использования депрессоров. Флотация осуществляется на жесткой воде при частичном водообороте. При доводке получен концентрат, содержащий 69,5 % железа (при извлечении от операции 94,62 %) и 1,75 % кремнезема.

Ключевые слова: магнетитовые концентраты, флотационная доводка, обратная катионная флотация, амины, высококачественный железный концентрат.

В настоящее время на мировом рынке железорудного сырья требования к качеству железных концентратов непрерывно возрастают.

На сегодняшний день наиболее распространенной технологией повышения содержания железа в магнетитовых концентратах является их доизмельчение и мокрая магнитная сепарация в слабом поле. Данная технология дает минимальный прирост содержания железа в концентрате, отличается большой энергоемкостью и приводит к увеличению удельной поверхности концентратов, что повышает влажность кека после фильтрования и усложняет процесс окомкования.

Флотационная доводка железорудных концентратов в технологическом отношении является наиболее эффективным методом обогащения, поскольку позволяет снизить содержание кремнезема, фосфора, серы и других примесей и решить проблему производства суперконцентратов.

В течение последних 10 лет ЗАО «НПО «РИВС» выполнило большой комплекс работ

по совершенствованию техники и технологии обогащения железорудного сырья (Россия, Украина, Филиппины). В результате была разработана флотационная технология дообогащения железных концентратов.

Важным аспектом при выборе реагентного режима является вещественный состав концентрата. Неидентичность минерального состава различных месторождений не позволяет рекомендовать универсальный реагентный режим обратной катионной флотации магнетитовых концентратов. Особые трудности при флотации вызывают амфиболы и пироксены, которые плохо извлекаются флотацией при существующих реагентных режимах.

Анализ магнетитовых концентратов Полтавского ГОКа (Украина), направляемых на флотационную доводку, показал, что из числа нерудных минералов, помимо кварца (в основном, в виде сростков), присутствует значительное количество алюмосиликатов (слюда и амфиболы) и карбонатов. Поэтому получение высококачественных магнетитовых концентратов, содержащих 69–70 % железа при извлечении более 92 % в операции доводки, возможно только при разработке эффективных реагентных режимов, которые в настоящее время в промышленных условиях не реализованы.

Магнетитовый концентрат Полтавского ГОКа (рис. 1) представлен магнетитом — 82,53 % (абс.), пиритом и гематитом —

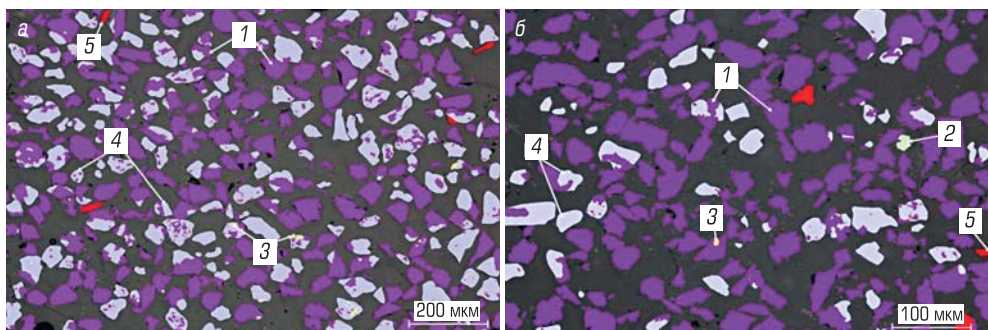


Рис. 1. Магнетитовый концентрат крупностью –71+45 мкм (а) и –45+20 мкм (б), полученный из шихты руды Лавриковского и Еристовского месторождений. Отраженный свет, николи параллельны:
1 — магнетит; 2 — гематит; 3 — пирит; 4 — кварц; 5 — амфиболы

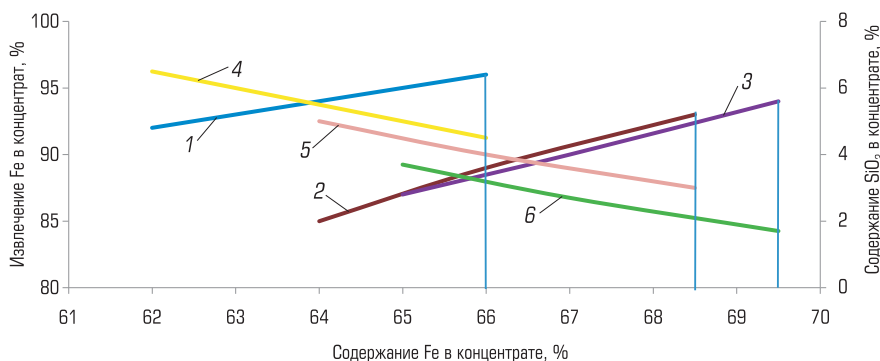


Рис. 2. Технологические показатели обратной катионной флотации при доводке магнетитового концентрата:

1, 2, 3 — извлечение Fe в концентрат при использовании собирателей А, Б, В соответственно; 4, 5, 6 — содержание SiO₂ в концентрате при использовании собирателей А, Б, В соответственно

Таблица 1. Технологические показатели флотационной доводки железного концентрата

Продукт	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		Fe _{общ}	SiO ₂	Fe _{общ}	SiO ₂
Концентрат после доводки	82,5	69,5	1,75	94,62	10,31
Хвосты доводки	17,5	18,64	71,75	5,38	89,69
Исходный железный концентрат	100	60,6	14	100	100

Таблица 2. Технологические показатели флотационной доводки железного концентрата обогащения Ингулецкого ГОКа

Продукт	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %	
		Fe _{общ}	SiO ₂	Fe _{общ}	SiO ₂
Концентрат после доводки	83,41	69,29	1,78	94,75	12,48
Хвосты доводки	16,59	13,8	74,85	5,25	87,52
Исходный железный концентрат	100	60,75	12,22	100	100

0,28 % (абс.). Среди породообразующих минералов преобладают кварц — 10,74 % (абс.), амфиболы — 3,1 % (абс.), слоистые силикаты — 1,7 % (абс.), а также карбонаты — 1,65 % (абс.).

При разработке технологии повышения качества магнетитового концентрата Полтавского ГОКа большое внимание уделялось выбору собирателя для труднофлотируемых амфиболов. В ходе исследований изучены флотационные свойства реагентов, полученных на основе эфира первичного моноамина (А), эфира первичного диамина (Б) и сочетания первичного диамина и четвертичного моноамина (В) (рис. 2). Отметим, что при использовании сочетания данных собирателей отсутствует повышенное пенообразование.

Содержание магнетита в концентрате после флотационной доводки (рис. 3) повысилось до 97,9 % (абс.)

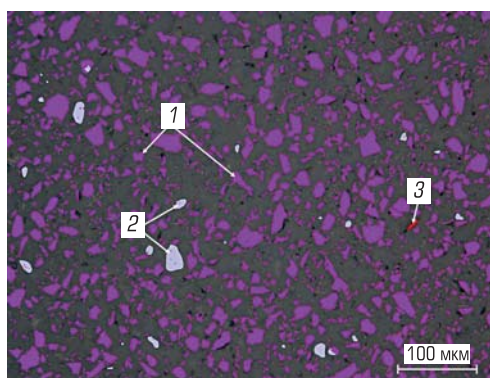


Рис. 3. Магнетитовый концентрат после доводки. Отраженный свет, никели параллельны

1 — магнетит; 2 — кварц; 3 — амфиболы

при степени раскрытия на 98,5 % (отн.). Наибольшая часть свободных зерен магнетита отмечена в классе –10 мкм. В сростках с нерудными минералами присутствуют 1,5 % (отн.) магнетита крупностью –40 мкм. Пирит, содержание которого составляет 0,09 % (абс.), отмечен в виде единичных свободных зерен размером –10 мкм. Нерудные минералы (крупность зерен –40 мкм), составляющие 2 % (абс.), присутствуют в равной степени в виде сростков и свободных зерен.

В ходе испытаний технологии доводки магнетитового концентрата, получаемого на Полтавском ГОКе из пробы труднообогатимых магнетитовых кварцитов Лавриковского и Еристовского месторождений, получен концентрат, содержащий 69,5 % Fe при излечении 94,62 % от операции (табл. 1). Данные результаты были достигнуты за счет высокого извлечения кремнезема — 89,69 %. Средние значения этого показателя, достигнутые по другим технологиям, составляют от 75 до 80 % в зависимости от вещественного состава сырья.

Немаловажным фактором при флотации железосодержащих руд является пульпоподготовка. Для ПАО «Ингулецкий ГОК» (Украина) специалистами ЗАО «НПО «РИВС» была разработана флотационная технология доводки магнетитового концентрата крупностью 92 % класса –44 мкм. С целью повышения флотоактивности кварца применен комплекс механоактивации производства ЗАО «НПО «РИВС». Технологические показатели флотационной доводки приведены в табл. 2.

Ухудшение качества руд и необходимость соблюдения экологических норм в производственных процессах ужесточают требования к реагентному режиму флотационной доводки. Специалистами ЗАО «НПО «РИВС» проведен комплекс работ в этом направлении. Разработаны методики производственного экологического мониторинга и природоохранные мероприятия.

В лабораторных условиях в водной фазе пульпы флотационных хвостов определяли концентрацию флотореагентов, используемых в технологиях доводки, с помощью спектрофотометрии (более простого, недорогого, но менее избирательного метода) и газожидкостной хроматографии. Установлено,

экологического мониторинга и природоохранные мероприятия.

В лабораторных условиях в водной фазе пульпы флотационных хвостов определяли концентрацию флотореагентов, используемых в технологиях доводки, с помощью спектрофотометрии (более простого, недорогого, но менее избирательного метода) и газожидкостной хроматографии. Установлено,

что содержание токсичных соединений в водной фазе не превышает ПДК.

Поскольку используемые реагенты практически не адсорбируются на магнетите, получаемый концентрат хорошо фильтруется, что положительно влияет на последующие операции окомкования.

Основными факторами, определяющими преимущество разработанной технологии доводки магнетитовых концентратов методом обратной катионной флотации являются:

- высокая эффективность и скорость флотации силикатов с использованием собирателя на основе первичных и четвертичных моноаминов;

- отсутствие депрессора;
- возможность работы на жесткой воде;
- экологическая безопасность технологии в условиях частичного водооборота за счет высокой степени адсорбции катионных собирателей на твердой фазе флотационной пульпы. **РЖ**

*Поперечникова Ольга Юрьевна,
Сизых Алексей Сергеевич:
e-mail: rivs@rivs.ru
Нараева Светлана Петровна,
e-mail: SPN@yandex.ru*

"GORNYI ZHURNAL"/"MINING JOURNAL", 2014, № 11, pp. 75–77	
Title	Intensification of the process of flotation technology of magnetite concentrates' finishing
Author 1	Name & Surname: Poperechnikova O. Yu.
	Company: RIVS Science and Production Association (Saint-Petersburg, Russia)
	Work Position: Head of subdivision
	Contacts: e-mail: rivs@rivs.ru
Author 2	Name & Surname: Sizykh A. S.
	Company: RIVS Science and Production Association (Saint-Petersburg, Russia)
	Work Position: Engineer—Mineralogist
Author 3	Name & Surname: Nagaeva S. P.
	Company: RIVS Science and Production Association (Saint-Petersburg, Russia)
	Work Position: Mineralogist
Abstract	Contacts: e-mail: SPN@yandex.ru
	Inasmuch as the rich iron ore reserves have been depleted and in view of the strong competition on the world iron ore market, the iron concentrate quality requirements are continuously increasing at the present time.
	As of today, the commonly used technology to raise iron content of magnetite concentrate is regrinding and low-intensity wet magnetic separation. This technology yields minimum increase in the iron content, consumes much energy and expands specific area of the concentrates, which results in higher moisture content of the filter cake and complicates pelletizing.
	Flotation aftertreatment of iron ore concentrates is a more efficient method of ore processing as it reduces the content of silica, phosphorus, sulfur and other impurities and enables handling the problem of super-concentrate production.
Keywords	In choosing reagent conditions, material constitution of a concentrate to be produced is of importance. Ores at different deposits have different mineral compositions, and there is now way to recommend a universal regime and reagent conditions for reverse cation flotation of magnetite concentrates. Specific difficulty is caused by amphiboles and pyroxenes that are poorly extracted using the existing reagent conditions.
	The analysis of magnetite concentrates of Poltavsky Mining-and-Processing Integrated Works (Ukraine) showed appreciable quantity of aluminum silicates (mica and amphiboles) and carbonates aside from quartz (mainly as intergrown pieces). For this reason, production of high quality magnetite concentrates at iron content of 69–70 % and recovery of over 92 % in aftertreatment circuit is only possible with new effective reagent conditions which are yet not actualized industrially.
	In the last 10 years, RIVS has accomplished a great amount of investigation aimed at improvement of iron ore dressing equipment and technology (Russia, Ukraine, Philippines). The flotation aftertreatment technology has been developed as the result; it allows production of iron concentrates with the increase iron content up to 69.5 % at the recovery of 94.6 %.
	Magnetite concentrates, flotation aftertreatment, reverse flotation, amines, high quality iron concentrate.