

УДК 549 : 553.31 (477.63)

О. Демченко, асп.
E-mail: demchenkooleg121@gmail.com,
В. Евтехов, д-р геол.-минералог. наук, проф., зав. Кафедры
E-mail: evtekhov@gmail.com,
Е. Георгиева, ст. преподаватель
E-mail: hgeorg7@mail.ru
Криворожский национальный университет,
ул. Пушкина, 37, г. Кривой Рог, 50002, Украина

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД – ОДНОГО ИЗ КОМПОНЕНТОВ КРУПНОЗЕРНИСТОГО ОТСЕВА ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫХ ФАБРИК КРИВОРОЖСКОГО БАСЕЙНА

(Рекомендовано членом редакционной коллегии д-ром геол. наук, доц. С.Е. Шнюковым)

Залежи богатых железных руд Криворожского бассейна разрабатываются шахтами, глубина ведения работ составляет 1200-1500 м. В связи со сложностью конфигурации рудных залежей и недостаточной эффективностью технологии извлечения руд, в состав рудной массы попадают обломки вмещающих горных пород, преимущественно, гематитовых кварцитов и сланцев. Это приводит к тому, что общее содержание железа в добываемой рудной массе (52-54 мас.%) значительно ниже среднего значения этого показателя для руд оконтуренных и подготовленных к эксплуатации залежей (около 57 мас.%).

Для повышения качества товарной агломерационной руды, увеличения содержания железа в ее составе используется технология трехстадийного дробления и трехстадийного грохочения добытой рудной массы, реализованная на дробильно-сортировочных фабриках (ДСФ) всех семи шахт бассейна. Мелкозернистый продукт ДСФ с содержанием железа 57-60 мас.% реализуется на мировом рынке железорудного сырья. Крупнозернистые отходы ДСФ с общим содержанием железа 40-46 мас.% (средний показатель около 42 мас.%) складываются.

Отсев ДСФ разных шахт состоит из следующих компонентов: руда богатая гематитовая (7-10 мас.%), кварциты гематитовые обогащенные (5-7%), кварциты гематитовые рядовые (77-85%). Малорудные и безрудные компоненты отсева представлены некондиционными гематитовыми кварцитами (1-2%), разного состава сланцами (0,5-1%), мономинеральными кварцитами и жильным кварцем (около 0,5%). Изредка отмечаются обломки диабазов, амфиболитов, гранитов. Приоритетным по содержанию железа компонентом отсева являются частицы богатых железных руд, представленных четырьмя минеральными разновидностями: 1) железнослюдко-мартитовыми, мартитовыми; 2) дисперсногематит-мартитовыми; 3) мартит-дисперсногематитовыми; 4) дисперсногематитовыми, каолинит-дисперсногематитовыми. Содержание железа закономерно снижается в этом ряду руд и в среднем составляет, соответственно, 64,83; 58,11; 55,65; 50,96 мас.%.

Главным рудообразующим минералом отсева является гематит, количество которого изменяется от 72 (каолинит-дисперсногематитовые руды) до 92 мас.% (железнослюдко-мартитовые, мартитовые руды). Второстепенное значение имеют кварц (6-16 мас.%) и каолинит (0-10 мас.%). В незначительном количестве присутствуют другие реликтовые и новообразованные силикаты (до 0,2 мас.%), а также карбонаты (до 0,3 мас.%), гетит (до 0,2 мас.%). Присутствие тонкодисперсных минеральных фаз (дисперсный гематит, каолинит) было определено с использованием рентгеноструктурного анализа.

Результаты исследований являются основой для разработки технологии машинной рудоразборки крупнозернистого отсева ДСФ с целью выделения кондиционной рудной составляющей, которая по содержанию железа (60-62 мас.%) соответствует высококачественной товарной агломерационной руде.

Ключевые слова: железисто-кремнистая формация, Криворожский бассейн, богатые железные руды, использование отходов обогащения руд.

Введение. Залежи богатых железных руд Криворожского бассейна разрабатываются шахтами, глубина ведения добычных работ составляет 1200-1500 м. В связи со сложностью конфигурации рудных залежей и недостаточной эффективностью технологии извлечения руд в состав рудной массы попадают обломки вмещающих пород, преимущественно, гематитовых кварцитов и сланцев. В связи с этим общее содержание железа в составе добываемой рудной массы (52-54 мас.%) значительно ниже среднего содержания этого же показателя в рудах оконтуренных и подготовленных к эксплуатации залежей (57-58 мас.%).

Для повышения качества товарной агломерационной руды, увеличения содержания в ее составе железа, используется технология трехстадийного дробления и трехстадийного грохочения добытой рудной массы, реализованная на дробильно-сортировочных фабриках (ДСФ) всех семи шахт бассейна. Мелкозернистый продукт ДСФ с содержанием железа 55-60 мас.% реализуется на мировом рынке железорудного сырья. Крупнозернистые отходы ДСФ с общим содержанием железа 40-46 мас.% (средний показатель около 42 мас.%) складываются. К настоящему времени накоплено, по разным оценкам, от 15 до 20 млн т этого вида вторичного железорудного сырья, ежегодно этот показатель увеличивается на 1,5-2 млн т. С целью его утилизации ведутся минералогические и технологические исследования, направленные на разработку эффективной технологии производства из отсева высококачественных полезных конечных продуктов: агломерационной руды с содержанием железа 60-61 мас.%, аглоконцентрата (62-63 мас.%), рядового концентрата (64-66 мас.%) и высококачественного концентрата (67-69 мас.%).

Разработка технологии повторного обогащения отсева ДСФ должна базироваться на результатах его детальных минералогических и петрографических исследований. Предварительные результаты показали, что отсев ДСФ разных шахт состоит из следующих компонентов: руда богатая гематитовая (7-10 мас.%), кварциты гематитовые обогащенные (5-7%), кварциты гематитовые рядовые (77-85%). Малорудные и безрудные компоненты отсева представлены некондиционными гематитовыми кварцитами (1-2%), разного состава сланцами (0,5-1%), мономинеральными кварцитами и жильным кварцем (около 0,5%). Изредка отмечаются обломки диабазов, амфиболитов, гранитов. Неполное извлечение частиц богатых руд из добытой рудной массы, с чем связано их присутствие в составе крупнозернистого отсева ДСФ, объясняется неоптимальностью работы дробильного оборудования [4].

Приоритетным по содержанию железа компонентом отсева являются частицы богатых железных руд. Они представлены четырьмя минеральными разновидностями: 1) железнослюдко-мартитовыми, мартитовыми ("синьками"); 2) дисперсногематит-мартитовыми ("краско-синьками"); 3) мартит-дисперсногематитовыми ("синько-красками"); 4) дисперсногематитовыми, каолинит-дисперсногематитовыми ("красками") (рис. 1). Изучению минерального состава богатых руд Кривбасса посвящены работы многих авторов [1-3, 5, 6]. Наиболее детально исследована железнослюдко-мартитовая составляющая руд. Природа, минеральный и химический состав дисперсногематитовой составляющей были изучены слабее и вызывали споры [1-3, 5-7]. За прошедшие 30-40 лет глубина ведения добычных работ значительно возросла, ми-

неральный состав добываемых руд (в том числе дисперсногематитовых), в связи с проявлением вертикальной минералогической зональности рудных залежей, существенно изменился.

Целью работы было уточнение существующих представлений о минеральном составе руд названных выше четырех минеральных разновидностей, обломки которых присутствуют в составе крупнозернистого отсева ДСФ.



Рис. 1. Основные минеральные разновидности богатых руд входящих в состав отсева ДСФ:
 а – мартитовая ("синька"); б – дисперсногематит-мартитовая ("краско-синька"); в – мартит-дисперсногематитовая ("синько-краска"); г – каолинит-дисперсногематитовая ("краска").

Исходный материал. В качестве исходного материала использовался крупнозернистый отсев ДСФ шахты "Заря-Октябрьская". Выбор определялся центральным положением шахты в границах Саксаганского железорудного района Кривбасса, в границах которого в настоящее время ведется добыча богатых железных руд. Отбор материала исходной пробы проводился на складе крупнозернистого отсева ДСФ шахты. Размер частиц составлял -100+20 мм. Использовался стандартный метод "двадцати пяти точек". Производилась зачистка внешнего слоя заскладированного материала на глубину до 50 см, затем отбирались рядовые пробы массой около 40 кг. Рядовые пробы отсева были скомпонованы в объединенную пробу, масса которой составила 1075 кг.

навеска массой 10 кг для выполнения сокращенного фазового анализа, который проводился в химической лаборатории Государственной инспекции ГИК Южруда. Общее содержание железа ($Fe_{общ.}$) в составе материала объединенной пробы отсева составило 42,64 мас.%, содержание железа, входящего в состав магнетита ($Fe_{магн.}$), – 0,89 мас.%.
 Из оставшегося материала объединенной пробы были отобраны штупы всех названных выше четырех минеральных разновидностей руд. Для каждой из них были изготовлены по 25 прозрачных и 25 полированных шлифов. При проведении минералогических исследований применялись макроскопические и микроскопические (бинокулярный, петрографический, минераграфический микроскопы) методы.

Результаты исследований и их обсуждение. Материал объединенной пробы был усреднен стандартным методом "тройного кольца-конуса", затем усредненный материал ("третий конус") был отквартован, четвертая часть его массы (около 270 кг) была подвергнута дроблению до крупности частиц -10+0 мм. Из продуктов дробления после их усреднения была отобрана

результаты определений количества минералов, полученные в объемных процентах, были пересчитаны на массовые проценты (табл. 1) с учетом плотности минералов и средних показателей плотности руд четырех разновидностей.

Таблица 1. Среднее содержание (мас.%) рудообразующих и второстепенных минералов в составе богатых железных руд, частицы которых присутствуют в крупнозернистом отсева ДСФ

| Минералы | Минеральные разновидности руд | | | |
|---|-------------------------------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| гематит | 91,52 | 81,35 | 78,29 | 71,86 |
| в том числе: | | | | |
| <i>мартит</i> | 83,60 | 70,34 | 32,33 | 2,41 |
| <i>железная слюдка</i> | 7,40 | 1,13 | 0,11 | 0,00 |
| <i>дисперсный гематит</i> | 0,52 | 9,88 | 45,85 | 69,45 |
| магнетит | 0,91 | 1,23 | 0,99 | 0,60 |
| гидроксиды железа | 0,17 | 0,17 | 0,16 | 0,18 |
| в том числе: | | | | |
| <i>гетит</i> | 0,15 | 0,14 | 0,11 | 0,11 |
| <i>лепидокрокит</i> | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| <i>дисперсный гетит</i> | 0,00 | 0,02 | 0,04 | 0,07 |
| минералы группы кварца | 6,45 | 14,68 | 13,21 | 15,83 |
| в том числе: | | | | |
| <i>кварц реликтовый метаморфогенный</i> | 6,21 | 14,44 | 13,05 | 15,75 |
| <i>кварц новообразованный гипергенный</i> | 0,17 | 0,13 | 0,09 | 0,05 |
| <i>халцедон</i> | 0,05 | 0,07 | 0,04 | 0,02 |
| <i>опал</i> | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,01 |
| силикаты | 0,15 | 1,59 | 6,18 | 10,22 |
| в том числе: | | | | |
| <i>реликтовые метаморфогенные (хлорит, биотит, куммингтонит)</i> | 0,01 | 0,07 | 0,08 | 0,13 |
| <i>эпигенетические гипергенные (серпентин, тальк, хлорит, каолинит, селадонит, стильпномелан)</i> | 0,14 | 1,52 | 6,10 | 10,09 |
| <i>карбонаты в том числе:</i> | 0,27 | 0,28 | 0,29 | 0,19 |
| <i>реликтовые метаморфогенные (сидерит, сидероплезит, пистомезит)</i> | 0,03 | 0,09 | 0,14 | 0,07 |
| <i>эпигенетические гипергенные (кальцит, арагонит, доломит, ферродоломит)</i> | 0,24 | 0,19 | 0,15 | 0,12 |

Закінчення табл. 1

| Минералы | Минеральные разновидности руд | | | |
|---|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | 0,03 | 0,09 | 0,12 | 0,18 |
| сульфиды | 0,03 | 0,09 | 0,12 | 0,18 |
| в том числе: | | | | |
| пирит | 0,02 | 0,07 | 0,08 | 0,13 |
| марказит | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| мельниковит | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 0,01 |
| галогениды (галит, сильвин) | 0,38 | 0,41 | 0,43 | 0,48 |
| сульфаты (гипс, алунит, барит, ярозит, копиаптит, целестин) | 0,02 | 0,06 | 0,13 | 0,19 |
| апатит | 0,10 | 0,12 | 0,15 | 0,19 |
| акцессорные минералы (циркон, рутил, ильменит, турмалин) | 0,00 | 0,02 | 0,05 | 0,08 |
| Всего | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Минеральные разновидности богатых руд: 1 – железослюда-мартитовые, мартитовые ("синьки"); 2 – дисперсногематит-мартитовые ("краско-синьки"); 3 – мартит-дисперсногематитовые ("синько-краски"); 4 – дисперсногематитовые, каолинит-дисперсногематитовые ("краски").

В соответствии с результатами минералогических исследований, главным минералом руд является гематит, представленный тремя морфологическими разновидностями: мартитом, железной слюдкой и дисперсным гематитом (табл. 1). Второстепенное значение имеют кварц и каолинит. Кварц представлен двумя генетическими разновидностями: 1) реликтовый, сохранившийся при оруденении исходных железистых кварцитов; 2) новообразованный (цементационный) – продукт заполнения пор кварцем, реже халцедоном, опалом, которые выделялись из эпигенетических гипергенных растворов. Каолинит также присутствует в виде двух генетических разновидностей: 1) продукт разложения исходных глиноземсодержащих силикатов (хлорит, биотит и др.); 2) цементационный (в пустотах руд).

В незначительном количестве в составе руд присутствуют другие эпигенетические гипергенные минералы: карбонаты (кальцит, арагонит, доломит, ферродоломит), силикаты (серпентин, тальк, каолинит, хлорит, се-

ладонит, стильномелан и др.), сульфиды (пирит, марказит, мельниковит), апатит. Их количество закономерно уменьшается от высокопористых мартитовых, железослюда-мартитовых руд через дисперсногематит-мартитовые, мартит-дисперсногематитовые к слабопористым дисперсногематитовым, каолинит-дисперсногематитовым рудам.

Одной из наибольших проблем минералогических исследований богатых руд Кривбасса является идентификация дисперсных минералов (дисперсный гематит, каолинит) [1-3, 7], которые представлены микро- (размер менее 0,01 мм) и наночастицами (менее 0,001 мм). Для их диагностики авторы применили метод рентгеноструктурного анализа. Его результаты (рис. 2) показали, что дисперсногематитовая (суриковая, красковая) составляющая богатых руд представлена, главным образом, гематитом, кварцем и каолинитом. Эти данные использовались при количественных расчетах минерального состава руд (табл. 1).

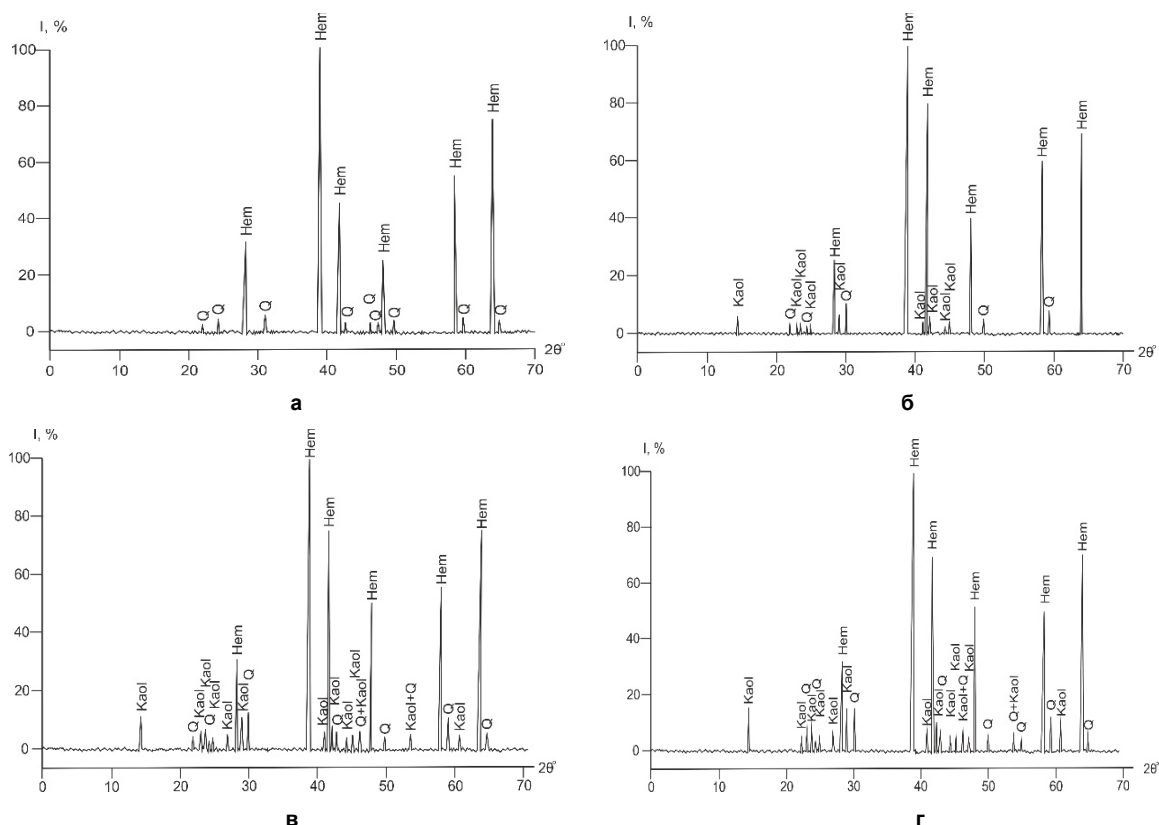


Рис. 2. Рентгенограммы основных минеральных разновидностей богатых руд:

а – железослюда-мартитовые, мартитовые ("синьки"); б – дисперсногематит-мартитовые ("краско-синьки"); в – мартит-дисперсногематитовые ("синько-краски"); г – дисперсногематитовые, каолинит-дисперсногематитовые ("краски")

Для оценки потенциала рудной составляющей изученного отсева методами макрокопической и микрокопической рудоразборки было определено количественное соотношение в его составе четырех минеральных разновидностей богатых руд: железослюдко-мартитовые, мартитовые – 64,1%; дисперсногематит-мартитовые – 21,3%; мартит-дисперсногематитовые –

8,8%; дисперсногематитовые, каолинит-дисперсногематитовые – 5,8%.

Часть материала каждой минеральной разновидности руд использовалась для компоновки навесок, которые были направлены на выполнение сокращенного фазового анализа (табл. 2).

Таблица 2. Результаты сокращенного фазового анализа богатых руд, частицы которых присутствуют в составе крупнозернистого отсева ДСФ

| Минеральные разновидности руд | Содержание, мас. % | |
|--|--------------------|---------------------|
| | Fe _{общ.} | Fe _{магн.} |
| железослюдко-мартитовые, мартитовые ("синьки") | 64,83 | 0,67 |
| дисперсногематит-мартитовые ("краско-синьки") | 58,11 | 0,85 |
| мартит-дисперсногематитовые ("синько-краски") | 55,65 | 0,73 |
| дисперсногематитовые, каолинит-дисперсногематитовые ("краски") | 50,96 | 0,42 |

С учетом количественного соотношения минеральных разновидностей богатых руд в составе отсева ДСФ и данных о содержании в них железа (табл. 2) было рассчитано средневзвешенное содержание железа в рудном материале, оно составило 61,78 мас. %.

Таким образом, выделив из крупнозернистого отсева присутствующую в его составе рудную составляющую с использованием методов гравитационного и магнитного обогащения, можно получить высококачественную агломерационную руду с содержанием железа 60-62 мас. %. Выход этого продукта, прогнозируемо, составит 150-200 тыс. т. По качественным показателям он будет соответствовать самым высоким требованиям мирового рынка железорудного сырья.

Выводы.

1. Богатые железные руды семи месторождений Криворожского бассейна разрабатываются подземным способом. Извлекаемая из недр рудная масса в связи с низким содержанием железа в ее составе (52-54 мас. %) подвергается обогащению на ДСФ шахт методом тройного дробления и грохочения. В результате содержание железа в производимом мелкозернистом (менее 20 мм) продукте – товарной агломерационной руде – повышается до 57-60 мас. %. Отходом обогащения является крупнозернистый (20-100 мм) отсев с содержанием железа 40-46 мас. % (средний показатель около 42 мас. %). На складах шахт накоплено 15-20 млн т отсева; ежегодно этот показатель увеличивается на 1,5-2 млн т.

2. В связи с неоптимальностью разделения рудной и нерудной составляющей в процессе обогащения, в составе крупнозернистого отсева присутствует до 10 мас. % богатой железной руды. Другими его компонентами являются: обогащенные гематитовые кварциты (5-7%), рядовые гематитовые кварциты (77-85%), малорудные гематитовые кварциты (1-2%), сланцы (0,5-1%), мономинеральные кварциты и жильный кварц (около 0,5%). Изредка отмечаются обломки диабазов, амфиболитов, гранитов.

3. Богатые руды представлены четырьмя минеральными разновидностями: железослюдко-мартитовыми, мартитовыми (среднее содержание железа около 65 мас. %), дисперсногематит-мартитовыми (около 58 мас. %), мартит-дисперсногематитовыми (около 56 мас. %), дисперсногематитовыми, каолинит-дисперсногематитовыми (около 51 мас. %). По данным количественных минералогических подсчетов, руды имеют практически биминеральный состав: суммарное содержание

гематита и кварца (для руд разного минерального состава) изменяется от 87 до 98 мас. %.

4. Извлечение из крупнозернистого отсева рудных частиц с использованием магнитной или гравитационной технологий позволит ежегодно дополнительно получать 150-200 тыс. т высококачественной агломерационной руды с содержанием железа 60-62 мас. %.

Список использованной литературы

- Белевцев Я.Н. Генезис железных руд Криворожского бассейна / Я.Н. Белевцев, Г.Г. Бура, Р.П. Дубинкина и др. – Киев: Изд. АН УССР, 1959. – 308 с.
- Белевцев Я.Н. Геология Криворожских железорудных месторождений. Т.2. / Я.Н. Белевцев, Г.В. Тохтуев, А.И. Стрыгин и др.. – Киев: Изд. АН УССР, 1962. – 567 с.
- Белевцев Я.Н. Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Генезис железных руд / Я.Н. Белевцев, В.М. Кравченко, Д.А. Кулик. – Киев: Наукова думка, 1991. – 215 с.
- Демченко О.С. Петрографічний склад відсіву дробарно-сортувальних фабрик Криворізького басейну / О.С. Демченко, В.Д. Євтехов // Сталій розвиток промисловості та суспільства: матеріали міжнародної науково-технічної конференції. Кривий Ріг, 20-23 травня 2015 р. – Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2015. – С. 62-66.
- Каниболоцкий П.М. Петрогенезис пород и руд Криворожского железорудного бассейна / П.М. Каниболоцкий. – Черновцы: Изд. АН УССР, 1946. – 312 с.
- Мартыненко Л.И. Роль гипергенных процессов в образовании руд Саксаганской полосы Кривого Рога / Геология и генезис руд Криворожского железорудного бассейна / Л.И. Мартыненко. – Киев: Изд. АН УССР, 1955. – С. 100-113.
- Федорченко В.С. К вопросу о генезисе "красковых" руд Криворожского бассейна / В.С. Федорченко. – Минералогический сборник. – 1955. – №9. – С. 216-220.

References

- Belevtsev, Ya.N., Bura, G.G., Dubinkina, R.P. et al. (1959). Genesis of the Krivoy Rog basin iron ore. Kiev: Publishing House of Ukrainian Academy of Sciences, 308 p. [in Russian].
- Belevtsev, Ya.N., Tokhtuyev, G.V., Strygin, A.I. et al. (1962). Geology of Kryvyi Rih iron ore deposits. Kiev: Publishing House of Ukrainian Academy of Sciences, 2, 567 p. [in Russian].
- Belevtsev, Ya.N., Kravchenko, V.M., Kulik, D.A. (1991). Precambrian banded iron formations of the European part of the USSR. Genesis of iron ores. Kiev: Naukova Dumka, 215 p. [in Russian].
- Demchenko, O.S., Evtekhov, V.D. (2015). Petrographic composition of screenings from crushing and screening plants of the Kryvyi Rih basin. Sustainable development of industry and society. International scientific-technical conference proceedings. Kryvyi Rih, 20-23 May 2015. Kryvyi Rih: Kryvyi Rih national university, 62-66. [in Ukrainian].
- Kanibolotskyi, P.M. (1946). Petrogenesis of rocks and ores of the Kryvyi Rih iron ore basin. Chernivtsi: Publishing House of Ukrainian Academy of Sciences, 312 p. [in Russian].
- Martynenko, L.I. (1955). The role of supergene processes in the formation of the Saksahan band ores in Krivoy Rog. Geology and ore genesis of ores in the Krivoy Rog basin iron ore. Kyiv: Publishing. House of Ukrainian Academy of Sciences, 100-113. [in Russian].
- Fedorchenko, V.S. (1955). Concerning the genesis of "red dirt" ores in the Krivoy Rog basin. Mineralogical journal, 9, 216-220. [in Russian].

Надійшла до редколегії 17.01.17

O. Demchenko, PhD Student
E-mail: demchenkooleg121@gmail.com,
V. Evtekhov, Dr. Sci. (Geol.-Min.), Prof.
E-mail: evtekhov@gmail.com,
H. Georgiieva, Senior Lecturer
E-mail: hgeorg7@mail.ru
Kryvyi Rih National University,
37, Pushkin Str., Kryvyi Rih, 50002, Ukraine

MINERAL COMPOSITION OF HIGH-GRADE IRON ORES THAT ARE ONE OF THE COMPONENTS OF COARSE GRAINED SCREENINGS FROM CRUSHING AND SCREENING PLANTS IN THE KRYVYI RIH BASIN

The deposits of high-grade iron ores of Kryvyi Rih basin are exploited by mines, the depth of mining operations takes up to 1200-1500 m. Due to the complexity of the configuration of ore deposits and to the lack of efficiency of ore extraction technologies, debris of the surrounding rocks, mainly hematite quartzites and schists, get into the lode rock. In this regard, the total content of iron in produced ore mass (52-54 mass.%) is significantly lower than the average content of the same figure in the ores occurring within contoured and prepared for exploitation deposits (about 57 mass.%).

To improve the quality of marketable sinter ore, to increase the content of iron in its composition, the technology of three-stage crushing and three-stage screening for produced ore mass is used, which is implemented at the crushing and screening plants (CSP) of all seven mines of the basin. Fine-grained product of CSP with iron content up to 57-60 mass.% is sold on the global market of iron ore raw material. Coarse grained waste from CSP with a total iron content up to 40-46 mass.% (average index of about 42 mass.%) are stockpiled.

Screenings from different mines CSP consist of the following components: high-grade hematite ore (7-10 mass.%), enriched hematite quartzite (5-7%), ordinary hematite quartzites (77-85%). Low ore and barren components of screenings are standard hematite quartzites (1-2%), schists of different composition (0.5-1%), monomineral quartzites and vein quartz (about 0.5%). Occasionally fragments of diabase, amphibolite, and granite can be observed. Particles of high-grade iron ores represented by four mineral varieties such as: 1) micaceous hematite-martite, martite; 2) dispersed hematite-martite; 3) martite-dispersed hematite; 4) dispersed hematite, kaolinite-dispersed hematite are the priority components of the screenings in terms of iron content. The iron content naturally decreases in the sequence of ores and is, in average, respectively, 64.83; 58.11; 55.65; 50.96 mass.%.

The main ore-forming mineral is hematite, the amount of which varies from 72 mass.% (dispersed hematite, kaolinite-dispersed hematite ores) to 92 mass.% (micaceous hematite-martite, martite ores). Quartz (6-16 mass.%) and kaolinite (0-10 mass.%) are of secondary importance. Other relict and newly formed silicates are represented in small quantities (up to 0.2 mass.%) as well as carbonates (up to 0.3 mass.%), and goethite (up to 0.2 mass.%). The presence of finely dispersed mineral phases (dispersed hematite, kaolinite) was determined using X-ray analysis.

The research results are the basis for development of the technology for removing conditioned ore components with iron content 60-62 mass.% from CSP screenings by means of machine screening.

Key words: banded iron formation, Kryvyi Rih basin, high grade iron ore, using of waste ore dressing.

O. Демченко, асп.
E-mail: demchenkooleg121@gmail.com,
В. Євтехов, докт. геол.-мінералог. наук, проф., зав. Кафедри
E-mail: evtekhov@gmail.com,
Е. Георгієва, ст. викладач
E-mail: hgeorg7@mail.ru
Криворізький національний університет,
вул. Пушкіна, 37, м. Кривий Ріг, 50002, Україна

МІНЕРАЛЬНИЙ СКЛАД БАГАТИХ ЗАЛІЗНИХ РУД – ОДНОГО З КОМПОНЕНТІВ КРУПНОЗЕРНИСТОГО ВІДСІВУ ДРОБИЛЬНО-СОРТУВАЛЬНИХ ФАБРИК КРИВОРІЗЬКОГО БАСЕЙНУ

Поклади багатих залізних руд Криворізького басейну розробляються шахтами, глибина ведення видобувних робіт складає 1200-1500 м. У зв'язку зі складністю конфігурації рудних покладів і недостатньою ефективністю технології вилучення руд, до складу рудної маси потрапляють уламки вмісних гірських порід, переважно, гематитових кварцитів і сланців. З цим пов'язано те, що загальний вміст заліза у видобутій рудній масі (52-54 мас.%) значно нижчий середнього значення цього показника для руд оконтурених і підготовлених до експлуатації покладів (близько 57 мас.%).

Для підвищення якості товарної агломераційної руди, збільшення вмісту заліза в її складі використовується технологія тристадійного дроблення та тристадійного грохотіння видобутої рудної маси, реалізована на дробарно-сортувальних фабриках (ДСФ) всіх семи шахт басейну. Дрібнозернистий продукт ДСФ з вмістом заліза 57-60 мас.% реалізується на світовому ринку залізорудної сировини. Крупнозернисті відходи ДСФ із загальним вмістом заліза 40-46 мас.% (середній показник близько 42 мас.%) складаються.

Відсів ДСФ різних шахт складається з наступних компонентів: руда багата гематитова (7-10 мас.%), кварцити гематитові збагачені (5-7%), кварцити гематитові рядові (77-85%). Малорудні і безрудні компоненти відсіву представлені некондиційними гематитовими кварцитами (1-2%), різного складу сланцями (0,5-1%), мономінеральними кварцитами та жильним кварцем (близько 0,5%). Зрідка відзначаються уламки діабазі, амфіболітів, гранітів. Пріоритетним за вмістом заліза компонентом відсіву є частки багатих залізних руд, представлених чотирма мінеральними різновидами: 1) залізнослюдо-мартитові, мартитові; 2) дисперсногематит-мартитові; 3) мартит-дисперсногематитові; 4) дисперсногематитові, каолінит-дисперсногематитові. Вміст заліза закономірно знижується в цьому ряду руд і в середньому становить, відповідно, 64,83; 58,11; 55,65; 50,96 мас.%.

Головним рудоутворювальним мінералом відсіву є гематит, кількість якого змінюється від 72 (каолінит-дисперсногематитові руди) до 92 мас.% (залізнослюдо-мартитові, мартитові руди). Другорядне значення мають кварц (6-16 мас.%) і каолінит (0-10 мас.%). У незначній кількості присутні інші реліктові та новостворені силікати (до 0,2 мас.%), а також карбонати (до 0,3 мас.%), гетит (до 0,2 мас.%). Присутність тонкодисперсних мінеральних фаз (дисперсний гематит, каолінит) було визначено з використанням рентгено-структурного аналізу.

Результати досліджень є основою для розробки технології машинної рудорозборки крупнозернистого відсіву ДСФ з метою виділення кондиційної рудної складової, яка за вмістом заліза (60-62 мас.%) відповідає високоякісній товарній агломераційній руді.

Ключові слова: залізисто-кремниста формація, Криворізький басейн, багаті залізні руди, використання відходів збагачення руд.