

ОСОБЛИВОСТІ НАГРОМАДЖЕННЯ І МІНЕРАЛЬНИЙ СКЛАД ВІДХОДІВ ЗБАГАЧЕННЯ ГЕМАТИТОВИХ РУД ШАХТИ "ПІВНІЧНА" РУДНИКА ім. В.А. ВАЛЯВКА (КРИВОРІЗЬКИЙ БАСЕЙН)

У гірничих виробках шахти "Північна" рудника ім. В.А. Валявка видобували багаті гематитові руди так званого валявкинського типу. Рудні поклади об'єднують палеопротерозойську площову кору вивітрювання залістистих кварцитів саксаганської світи і лінзоподібні тіла перемитих продуктів вивітрювання залістистих порід цієї світи, які стратиграфічно належать до перекривної гданцівської світи.

Через недостатню якість руди збагачували на Центральній збагачувальній фабриці (ЦЗФ) рудника, яка через повне відпрацювання рудних покладів була закрита разом з шахтою "Північна" рудника ім. В.А. Валявка на початку 1980-х років. На фабриці з низькоякісної (масова частка заліза 46—50 %) гематитової руди виробляли агломераційну руду з вмістом заліза 53—55 %. Як основний збагачувальний апарат використовували відсаджувальні машини. Грубозернисті (0,1—10,0 мм) відходи збагачення складували у відвалах рудника, дрібнозернисті (0,1—0 мм) трубопроводом скидали до хвостосховищ 1 і 2, які були розташовані у відпрацьованих кар'єрах рудника. Автор досліджувала лежалі хвости накопичувача 2, які в поточний час використовують як вихідну сировину для виробництва гематитового концентрату збагачувальним комплексом підприємства "Підряд".

З метою мінералогічного обґрунтування оптимальної схеми збагачення лежалих хвостів за участю автора були проведені систематичні дослідження їх мінерального складу, топомінералогії техногенного покладу, технологічної мінералогії лежалих хвостів. Використано результати раніше виконаних робіт [1—3]. За одержаними даними, у складі лежалих хвостів були виявлені 42 види і різновиди мінералів, які належать до 8 класів мінералів:

- прості речовини — 2 мінеральні види (графіт, золото);
- сульфіди — 4 (пірит, марказит, мельниковіт, піротин);
- оксиди і гідроксиди — 13 видів і різновидів (кварц, опал, халцедон, мартит, залізна слюдка, дисперсний ге-

матит, магнетит, гетит, лепідокрокіт, дисперсний гетит, рутил, ільменіт, лейкоксен);

- силікати — 14 (альбіт, каолініт, хлорит, хлоритоїд, мусковіт, гідромусковіт, біотит, гідробіотит, кумінгтоніт, ставроліт, андалузит, кіаніт, турмалін, циркон, гранат);

- карбонати — 5 (кальцит, доломіт, сидерит, сидероплезит, пістомезит);

- сульфати — 3 (алуніт, ярозит, гіпс);

- фосфати — 1 (апатит);

- галогеніди — 1 (галіт).

Рудоутворювальними мінералами лежалих хвостів є кварц і гематит (мартит, залізна слюдка і дисперсний гематит), незначною кількістю представлені гідроксиди заліза (гетит, лепідокрокіт, дисперсний гетит) і магнетит. Інші мінерали відіграють роль другорядних, рідкісних або акцесорних.

Гематит. Це головний рудний мінерал лежалих хвостів. Він має три морфологічні різновиди: мартит, залізна слюдка і дисперсний гематит. *Мартит* представлений кутуватими, близькими за формою до ізометричних пористими часточками розміром від 0,01 до 0,1 мм, які часто містять дрібні (0,001—0,02 мм) ксеноморфні реліктові включення магнетиту. Об'ємна частка мартиту становить близько 80 % загальної кількості гематиту в складі хвостів. *Залізна слюдка* утворює пластинчасті, лускуваті кристали розміром за максимальним виміром від 0,01 до 0,1 мм. Найдрібніші (0,001—0,01 мм) кристали залісної слюдки мають вигляд пойкилобластів у кристалах кварцу з нерудних прошарків рудовмісних червоношаруватих мартитових кварцитів. Об'ємна частка залісної слюдки в середньому становить 15 % загальної кількості гематиту. Від дамби, на якій був розташований хвостоскид, вглиб хвостосховища, тобто від грубозернистих хвостів його північної частини до дрібнозернистих хвостів південної, вміст залісної слюдки збільшується від 5—7 до 15—20 %. Це пояснюється кращою “плавучістю” лускуватих кристалів залісної слюдки порівняно з ізометричними часточками мартиту. *Дисперсний гематит* (розмір часточок не перевищує 1—5 мкм) наявний у складі хвостів у незначній кількості (в середньому близько 5 % загального вмісту гематиту). Цей різновид гематиту є продуктом вивітрювання залізовмісних силікатів і карбонатів. Надає червоного кольору лежалим хвостам. Через незначний розмір часточок і їхню високу плавучість віднесений хвостопотоком від місця хвостоскиду і накопичений переважно у південній частині хвостосховища. Вміст дисперсного гематиту від хвостозливної дамби вглиб хвостосховища збільшується від 1—2 до 12—15 % загальної кількості гематиту. Зазвичай дисперсний гематит спільно з глинистими мінералами (головно каолінітом) утворює пухкі яскраво-червоні агрегати сурику, який цементує часточки мартиту і кварцу.

Магнетит. Утворює два морфогенетичні різновиди. Перший — реліктовий, зберігся в центральних зонах агрегатів мартиту в умовах гіпергенної гематитизації магнетиту, який входив до складу первинних магнетитових руд і вмісних магнетитових кварцитів. Виділення такого магнетиту ксеноморфні, розмір їх зазвичай не перевищує 0,01—0,02 мм. Кількість магнетиту-1 близько 80 % загальної кількості магнетиту в складі хвостів. Магнетит другого різновиду представлений порфіробластами в хлоритових сланцях, часточки яких потрапили до рудної маси в процесі видобутку руди. Індивіди і агрегати цього магнетиту ксеноморфні, рідше ідіоморфні, розмір їх 0,01—0,08 мм.

Гідроксиди заліза (гетит, лепідокрокіт, дисперсний гетит). Утворюють переважно плівки, тонкі прожилки в агрегатах мартиту, рідше зростки з кварцом, мартитом, силікатами. Гетит іноді спостерігається у вигляді само-

стійних часточок концентрично-шкаралупуватої або радіально-променистої внутрішньої будови. Лепідокрокіт утворює ксеноморфні зональні вclusions в агрегатах гетиту, відрізняється від нього слабким червоним просвічуванням у прозорих шліфах і чіткими червоними рефlekсами у відбитому світлі. Дисперсний гетит входить до складу прихованокристалічних агрегатів з глинистими мінералами (каолінітом, гідрослюдами та ін.), утворюючи вохру різних відтінків жовтого, бурого кольору. Вохристі, як і згадані вище сурикові, агрегати часто скріплюють рудні й нерудні часточки хвостів, надають їм вигляду механічно нестійких агрегатів, які в процесі рудопідготовки перед збагаченням хвостів легко руйнуються, розмиваються водою. Кількісне співвідношення гетиту, лепідокрокіту і дисперсного гетиту в складі хвостів у середньому становить відповідно 70, 5 і 25 % загальної кількості гідроксидів заліза.

Кварц, опал, халцедон. Кварц — найпоширеніший нерудний мінерал лежалих хвостів. Наявний у вигляді гострокутних часточок ізометричної, полігональної форми. За природою є реліктовим мінералом — продуктом неповного розчинення кварцу вихідних залізистих кварцитів. Близько 95 % часточок кварцу в складі хвостів знаходяться в розкритому (мономінеральному) вигляді, тільки серед найбільших часточок (понад 0,1 мм) трапляються зростки кварцу з так званою емульсійною залізною слюдою, а також мартитом, гідроксидами заліза, силікатами. Наявність включень тонколускуватої залізної слюдки надає часточкам кварцу яскравого червоного забарвлення. У незначній кількості (кожен не більше 1 % від загальної кількості мінералів групи кварцу) в складі хвостів спостерігаються опал і халцедон. Разом вони утворюють прожилки, кірки на поверхні часточок кварцу або мартиту. Через домашню дисперсного гетиту колір опалу і халцедону переважно буруватий, жовтий.

Каолініт та інші силікати. Каолініт, другий за поширенням нерудний мінерал лежалих хвостів, є продуктом вивітрювання первинних глиноземвмісних силікатів (хлориту, біотиту, мусковіту та ін.). Має вигляд дрібних (зазвичай, не більше 1 мкм) пластинчастих, лускуватих кристалів. Входить до складу згаданих вище агрегатів сурику і вохри, вивітрених силікатних часточок. Кількість мінералу помітно підвищується з віддаленням від хвостоскиду, тобто в напрямку з півночі на південь хвостосховища. Хлорит, біотит, кумінгтоніт, мусковіт, а також їхні гідратовані різновиди наявні у складі сланцевих часточок, які зазвичай характеризуються підвищеною (переважно понад 0,1 мм) крупністю. Потрапили до рудного матеріалу внаслідок підмішування до руди вмісних порід у процесі розробки рудних покладів. Різною мірою ці силікати зазнали вивітрювання. Як акцесорні мінерали у складі силікатних часточок наявні: графіт (луски розміром до 0,02 мм), хлоритоїд (дрібні (0,001—0,05 мм) лускуваті кристали світлого жовтувато-зеленуватого кольору в прохідному світлі), ставроліт (стовпчасті кристали завдовжки до 0,05—0,07 мм, іноді ксеноморфні індивіди бурувато-жовтого кольору), гранат (ідіоморфні кристали світло-рожевого альмандину розміром до 0,1 мм), турмалін (короткостовпчасті кристали бурувато-синього кольору завдовжки до 0,07 мм), андалузит і кіаніт (дрібні (до 0,05 мм) ксеноморфні кристали), ільменіт (пластинчасті кристали розміром за максимальним виміром до 0,05 мм), рутил (голчасті кристали завдовжки до 0,05 мм), лейкоксен (прихованокристалічні агрегати — продукт вивітрювання ільменіту).

Карбонати. Виявлено дві групи мінералів: а) залізоземні — сидерит, сидероплезит, пістомезит, які у часточках хвостів утворюють стійкі асоціації з первинними залізистими силікатами (кумінгтоніт, хлорит, біотит); представлені дрібними (до 0,05 мм) ксеноморфними індивідами, різною мірою

вивітрени, внаслідок чого характеризуються жовтуватим, буруватим забарвленням; б) беззалізисті — кальцит, доломіт — епігенетичні мінерали, що утворюють включення, кірки на поверхні часточок маршиту; розмір кристалів до 0,07 мм.

Сульфіди. Виділяють дві групи мінералів: а) сингенетичні пірит і піротин, зазвичай утворюють дрібні (до 0,03 мм) ксеноморфні включення в часточках силікатів; б) епігенетичні марказит і мельниковіт у вигляді кірок, прожилків у складі часточок маршиту, рідше — силікатів і карбонатів.

Апатит. Це рідкісний мінерал лежалих хвостів, наявний у вигляді короткостовпчастих пойкилобластів завдовжки до 0,03 мм у кристалах силікатів або епігенетичних включень у пористих агрегатах маршиту (ksenоморфні індивіди розміром до 0,07 мм).

Сульфати. Алуніт, ярозит, гіпс є продуктами вивітрювання первинних сульфідів і глиноземистих силікатів. Утворюють прожилки, кірки приховано-кристалічних агрегатів або дрібних (до 0,02 мм) кристалів на поверхні часточок силікатів, піриту, кварцу.

Золото. Трапляється у вигляді ксеноморфних частинок розміром до 0,05 мм у північній частині хвостосховища.

Особливість лежалих хвостів дослідженого техногенного покладу полягає в тому, що їх практично повністю (на 95—97 %) складають основні рудні мінерали (маршит і залізна слюдка) у вигляді мономінеральних часточок. Зростки залізної слюдки (емульсоїдний гематит) з кварцом характерні лише для найкрупніших (понад 0,1 мм) часточок кварцу, масова частка яких у складі хвостів не перевищує 1 %. Отже хвости шахти “Північна” можна вважати готовою до збагачення сировиною, яка не потребує попереднього доподрібнення.

Результати мінералогічних досліджень авторів використані для оцінки сировинної бази збагачувального комплексу і розробки оптимальної схеми збагачення залізородної сировини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Акименко Н.М., Белевцев Я.Н., Горошников Б.И. и др. Геологическое строение и железные руды Криворожского бассейна. — М.: Госгеолтехиздат, 1957. — 280 с.
2. Белевцев Я.Н., Бура Г.Г., Дубинкина Р.П. и др. Генезис железных руд Криворожского бассейна. — Киев: Изд-во АН УССР, 1959. — 308 с.
3. Мартыненко Л.И., Попов Е.А., Татунь Г.Г. и др. Основные закономерности формирования коры выветривания железистых пород Кривого Рога // Геология руд. м-ний. — 1971. — № 5. — С. 87—97.