

## СУЧАСНИЙ СТАН МІНЕРАЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РУД У ЗВ'ЯЗКУ З ВИВЧЕННЯМ ЇХ ЗБАГАЧУВАНОСТІ

---

Створений понад 55 років тому для забезпечення рудо-підготовки в чорній металургії (розробка схем, збагачення й огрудкування руд чорних металів, проектування, авторський нагляд при будівництві і наладці гірничо-збагачувальних комбінатів — ГЗК), інститут "Механобрчормет", продовжуючи виконувати ці функції, значно розширив спектр і географію корисних копалин, які підлягають збагаченню. Крім традиційних залізних і манганових руд України, країн ближнього і дальнього зарубіжжя в інституті досліджують руди титану, кольорових металів, золота, фосфору та ін.

Інститут має базу (дослідну фабрику) для виконання робіт зі збагачення руд різними засобами — магнітною сепарацією в слабкому і сильному магнітних полях, гравітацією і флотацією. Об'єктами досліджень є руди (проби крупністю менше 300 мм), продукти їх збагачення (проміжні й кінцеві — концентрати і хвости) та огрудкування.

Дослідження руд на збагачуваність зазвичай завершується не лише складанням звіту про науково-дослідну роботу (НДР), а й виданням вихідних даних для проектування.

В цьому послідовному ланцюзі робіт в інституті першопочаткове і значне місце займають мінералогічні дослідження починаючи з вихідної руди з простеженням способів її збагачення до кінцевих продуктів — концентратів, агломератів і окатишів (котунів).

З цією метою в інституті крім традиційних хімічного, фазового хімічного і напівкількісного спектрального застосовують рентгеноструктурний, термографічний аналізи, електронну мікроскопію, ЯМР, рентгеновський мікроаналізатор MS-46. Визначають загальні фізичні й фізико-механічні властивості руд.

Обов'язковим атрибутом роботи мінералога в інституті, крім геологічного молотка, є бінокляр і мікроскопи прохідного і відбитого світла. Проводять дослідження як звичайних, спеціально виготовлених шліфів, так і препаратів з використанням важких рідин, води або гліцерину. При цьому в процесі вивчення магнітних матеріалів їх попередньо розмагнічують на магнітних котушках, щоб запобігти утворенню магнітних флокул, які приховують розміщення мінеральних зерен.



Рис. 1. Рудорозбирання проби вихідної руди у вузьких класах крупності

Підготовку шліфів і деяких препаратів здійснюють у шліфувальній майстерні інституту, яка оснащена шліфувальним і каменерізним станками, мікроскопами і необхідними матеріалами. Нижче коротко схарактеризовані порядок і методики, які застосовують на різних етапах мінералогічних досліджень.

**Вихідна руда.** Зазвичай проби в інститут доставляє Замовник автотранспортом і залізничним транспортом, іноді літаком або морем на судах. У деяких випадках на відбір проб на родовище виїжджає мінералог. Презентативність проб гарантується Замовником.

Залежно від призначення і видів дослідження маса проби може становити від 50 кг до 600 т. Крупність матеріалу проби визначають тим, де і як відібрана проба — із руди в кар'єрі, із керна свердловин або на дробильній фабриці ГЗК, але не більше 300 мм.

Після надходження проби мінералог разом з іншими спеціалістами оглядає пробу на площадці, в бункері, у скринях, мішках або бочках. Відбирають зразки для виготовлення шліфів, визначення фізичних, фізико-механічних властивостей та з іншою метою. Вимірюють елементи шарування, визначають форму шматків тощо.

При цьому обов'язковою умовою є охоплення всіх різновидів руди, які складають пробу.

Фіксують усі можливі відхилення за складом і фізичним станом проби.

Репрезентативну частину проби (10—500 кг) розсівають на вузькі класи крупності, в яких, починаючи з класу +3 (+5) мм, виконують рудорозбирання з виділенням текстурно-мінералогічних різновидів (рис. 1). З урахуванням виходу класу розраховують вміст різновидів у цілому в пробі.

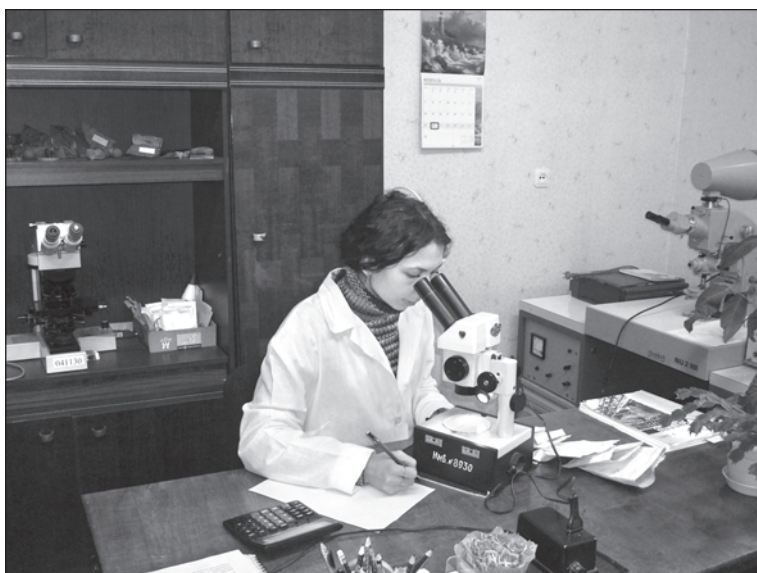
Дані рудорозбирання використовують як для оцінки однорідності проби, так і для розробки технологічної схеми збагачення.

Шліфи, які виготовлені з штуфів вихідної руди, вивчають на мікроскопах прохідного і відбитого світла, складають петрографічну характеристику руди (рис. 2).

Із застосуванням фотонасадок і цифрової фотокамери виконують мікрофотознімки — для ілюстрацій у звіті. При цьому відзначають усі текстурно-структурні



*Рис. 2.* Вивчення полірованих шліфів у відбитому світлі на мікроскопі Neophot 21



*Рис. 3.* Визначення розкриття мінеральних зерен під бінокюляром

особливості руди; детально описують основні рудні й нерудні мінерали: розмір і форму їхніх зерен і агрегатів; наявність у них включень, вторинних змін та ін.

У рудах родовищ, для яких відсутня інформація про мінерали, виділяють мономінеральні фракції з подальшим їх вивченням (хімічний, спектральний, рентгеноструктурний, термографічний та інші види аналізу: визначення фізичних і магнітних властивостей).

На основі виконаних досліджень вихідної руди складають розділ до звіту про НДР, у якому наводять таблиці з результатами повного хімічного і напів-

кількісного спектрального аналізів руди, а також її кількісного складу за даними перерахування хімічного і фазового аналізів. Оцінюють складність зрощення мінералів і дають рекомендації технологам стосовно крупності подрібнення для досягнення повного розкриття мінеральних зерен. Прогнозують якість концентрату і можливі втрати корисного мінералу з хвостами.

Оскільки результати досліджень вихідної руди випереджають роботи зі збагачення, їх негайно надають технологам.

**Дроблена і подрібнена руда.** Дроблення руди до крупності 25—0 або 16—0 мм здійснюють на дослідній фабриці інституту. З дробленої руди відбирають презентативну пробу для здійснення хімічного, спектрального й іноді інших видів аналізу. Необхідну частину проби розсівають на класи крупності.

У класах, крупніших за 3 мм (кускова частина), проводять рудорозбирання з виділенням текстурно-мінералогічних різновидів руди. Особливу увагу приділяють наявності й кількості нерудних і бідних за вмістом корисного компонента руд з метою видалення їх на ранніх стадіях збагачення.

В матеріалі крупністю менше 3 мм (зерниста частина), де різновиди руди здебільшого вже перестають існувати, іноді попередньо оцінюють розкриття мінеральних зерен і дають рекомендації щодо крупності подрібнення руди.

Після подрібнення руди до крупності розкриття рудних мінералів (зазвичай це 95 % класу менше 0,071 або 0,044 мм) оцінюють розкриття мінеральних зерен — по вузьких класах і в цілому по пробі — з виділенням рудних і нерудних мінералів, а також їхніх зростків — багатих, бідних і проміжних (рис. 3). Розраховують коефіцієнт розкриття рудних і нерудних мінералів.

**Проміжні та кінцеві продукти збагачення.** В процесі технологічних випробувань і розробки схеми збагачення руди мінералог вивчає не лише фракції різних технологічних аналізів (магнітного, гравітаційного та ін.), а й продукти експериментів, оперативно оцінюючи в препаратах під мікроскопом їх якість (масову частку корисного компонента), мінеральний склад, крупність мінеральних зерен, ступінь їх розкриття, наявність включень, плівок та інших особливостей. За потреби з дроблених і подрібнених продуктів виготовляють шліфи, які вивчають і фотографують під мікроскопом.

Для кінцевих продуктів збагачення, концентратів і хвостів складають опис-характеристику для звіту про НДР, де висвітлюють перелічені вище властивості, наводять таблиці повного хімічного і фазового аналізів, а також мінерального складу за результатами перерахування хімічних аналізів. Виконують мікрофотографії продуктів, які підтверджують їхні особливості, подані у тексті. Описують фізичні характеристики продуктів — насипну масу, дійсну густину й питому поверхню.

При складанні звіту про НДР мінералог бере участь у викладі висновків, які відбивають результати мінералогічних досліджень, і пояснює особливості технологічних розробок.

Отже, мінералогічні дослідження є необхідним і обов'язковим атрибутом для якісного виконання робіт з вивчення збагачуваності руд на високому науковому рівні.