

УДК 553.31. (477.63)

Смірнов О.Я.

ОБГРУНТУВАННЯ КОМПОНОВКИ ПРЕДСТАВНИЦЬКИХ ПРОБ БІДНИХ ГЕМАТИТОВИХ РУД КРИВОРІЗЬКОГО БАСЕЙНУ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЇХ МІНЕРАЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ (на прикладі Валявкинського родовища)

На конкретному прикладі покладів бідних гематитових руд (гематитових кварцитів) Валявкинського родовища розглянута методика компоновки їх укрупнених, об'єднаних проб і генеральної проби з рядових проб гематитових кварцитів. Метою є забезпечення вихідним матеріалом мінералогічних досліджень і технологічних експериментів з різним рівнем узагальнення мінералогічних даних про цей різновид залізорудної сировини.

Валявкинське родовище магнетитових кварцитів розробляється кар'єром №3 гірничо-збагачувального комплексу комбінату «Арселор-Міттал Кривий Ріг». Східними забоями кар'єру розкритий масив гематитових кварцитів четвертого й шостого залізистих горизонтів саксаганської світи, які є продуктом вивітрювання магнетитових кварцитів цих стратиграфічних горизонтів [1-3, 6]. В поточний час проводяться геологічні, мінералогічні, технологічні дослідження гематитових кварцитів як перспективної залізорудної сировини родовища.

Систематичні дослідження можливості ефективного збагачення гематитових кварцитів Валявкинського родовища були розпочаті в 60-х роках ХХ ст. Відпрацювання технологій збагачення і нового збагачувального обладнання для апаратурного оформлення технологічних схем виконувалось у лабораторіях науково-дослідних і проектних інститутах «Механобр» (м. Санкт-Петербург), «Механобрчормет» (м. Кривий Ріг), «Діпромашвуглезбагачення» (м. Луганськ), Науково-виробничого підприємства «Продекологія» (м. Рівне), Криворізького національного університету, Науково-виробничого об'єднання «РІВС» (м. Санкт-Петербург), Науково-виробничої фірми «Спіріт» (м. Іркутськ) та інших протягом понад 50 років. Роботи виконувались під керівництвом Ю.А.Ашиткова (60-і роки ХХ ст.), В.М.Малого (1976-86 рр.), І.П.Богданової (1986-87 рр.), Л.Ф.Суботи, В.П.Соколової, М.К.Воробйова (1995-2007 рр.), А.А.Лозіна (2005-10 рр.), В.Д.Євтехова (2009-12), М.О.Зябрева (2010-12 рр.), С.А.Прокоп'єва (2011-12 рр.) та ін. Використовувались різні схеми експериментів, які ґрунтувались на використанні магнітних, флотаційних, гравітаційних технологій. У відповідності з результатами лабораторних і напівпромислових експериментів, були одержані позитивні результати як за якістю концентрату, так і

за його виходом, за вилученням заліза до концентрату. Автори попередніх досліджень були одностайні у висновку про важливість представницького характеру проб бідних гематитових руд, які передавались для виконання мінералого-технологічних досліджень. Частина негативних результатів експериментів пояснювалась саме недостатнім представницьким рівнем вихідних проб.

Геологічні, мінералогічні й технологічні дослідження гематитових кварцитів Валявкинського родовища як бідних залізних руд, що потребують збагачення, виконувались за участю автора протягом 2010-11 рр. Використовувались проби, відібрані в забоях кар'єру №3, який розробляється гірничо-збагачувальним комплексом комбінату «АрселорМіттал Кривий Ріг». В процесі геологічного картування рудних покладів четвертого й шостого залізистих горизонтів були відібрані 129 рядових проб бідних гематитових руд.

До основних задач досліджень, крім виявлення особливостей геологічної будови покладів гематитових кварцитів, їх мінерального й хімічного складу, структури, текстури, фізичних властивостей, входила також розробка методу компоновки представницьких проб вихідного матеріалу для виконання мінералого-технологічних експериментів.

За результатами мінералогічних досліджень матеріалу рядових проб, були виділені понад 40 рядових мінеральних різновидів гематитових кварцитів четвертого і шостого залізистих горизонтів: кварцити мартитові, гетит-мартитові, гетит-мартитові слабо маршалітизовані, гетит-мартитові інтенсивно маршалітизовані, гетит-мартитові гіпергенно окварцовані, магнетит-мартитові, залізнослюдко-мартитові, гетит-залізнослюдко-мартитові, магнетит-залізнослюдко-мартитові та ін. Геологічне, мінералогічне, технологічне картування тіл такої кількості мінеральних різновидів руд практично неможливе в умовах постійного просування забоїв кар'єру. До того ж значна кількість мінеральних різновидів руд характеризується близькими мінералогічними, хімічними, фізичними й технологічними показниками. З урахуванням цього, рядові мінеральні різновиди гематитових кварцитів буди об'єднані у 8 укрупнених мінеральних різновидів: 1у – кварцити гетит-гематитові; 2у – кварцити гетит-гематитові маршалітизовані; 3у – кварцити гетит-гематитові окварцовані; 4у – кварцити гематитові; 5у – кварцити гематитові маршалітизовані; 6у – кварцити гематитові окварцовані; 7у – кварцити магнетит-гематитові; 8у – кварцити гематит-магнетитові.

Тіла укрупнених мінеральних різновидів бідних гематитових руд займають певне положення у вертикальному розрізі кори вивітрювання розкритих у забоях кар'єру №3 четвертого і шостого залізистих горизонтів. Положення тіл, складених різновидами руд 1у, 2у, 3у, відповідає верхній зоні кори вивітрювання – гетит-гематитовій; тіл різновидів 4у, 5у, 6у – другій згори зоні – гематитовій; тіл різновиду 7у – третій згори зоні – магнетит-гематитовій; тіл різновиду 8у – зоні найбільш слабких

гіпергенних змін первинних магнетитових кварцитів – зоні гематит-магнетитовій [4, 5].

Слабко гіпергенно змінені залізисті кварцити гематит-магнетитової зони складають найбільш глибоку частину кори вивітрювання бідних магнетитових руд четвертого залізистого горизонту, розкритого в західних забоях кар'єру №3. Руди цієї зони характеризуються вмістом $Fe_{\text{магн.}}$ понад 16 мас.%, що відповідає вимогам до бідних магнетитових руд (магнетитових кварцитів) родовища. В зв'язку з цим вони в поточний час видобуваються як кондиційна магнетитова сировина. Тому для руд гематит-магнетитової зони не планувалось проведення мінералого-технологічних експериментів, спрямованих на дослідження їх збагачуваності як бідних гематитових руд.

Таким чином, компоновка 122 рядових проб була проведена для перших семи укрупнених мінералого-технологічних проб (табл. 1). Не проводилась компоновка 7 рядових проб, які представляли гематит-магнетитову зону кори вивітрювання четвертого залізистого горизонту.

Таблиця 1.

Результати компоновки укрупнених мінералого-технологічних проб бідних гематитових руд (гематитових кварцитів) з матеріалу рядових мінералого-технологічних проб

Укрупнені мінералого-технологічні проби		Кількість рядових мінералого-технологічних проб, матеріал яких увійшов до складу укрупнених проб
індекси	назви	
1у	кварцити гетит-гематитові	16 проб (4 проби руд четвертого залізистого і 12 проб шостого залізистого горизонту)
2у	кварцити гетит-гематитові маршалізовані	5 проб (1 проба руд четвертого залізистого і 4 проби шостого залізистого горизонту)
3у	кварцити гетит-гематитові окварцовані	6 проб (2 проби руд четвертого залізистого і 4 проби шостого залізистого горизонту)
4у	кварцити гематитові	42 проби (8 проб руд четвертого залізистого і 34 проби шостого залізистого горизонту)
5у	кварцити гематитові маршалізовані	14 проб (2 проби руд четвертого залізистого і 12 проб шостого залізистого горизонту)
6у	кварцити гематитові окварцовані	11 проб (2 проби руд четвертого залізистого і 9 проб шостого залізистого горизонту)
7у	кварцити магнетит-гематитові	28 проб (8 проб руд четвертого залізистого і 20 проб шостого залізистого горизонту)
Загалом		122 рядові проби

Середній вміст хімічних компонентів, які є головними для визначення якості руд, наведений у табл. 2.

За результатами геологічних спостережень, що виконувались при відборі рядових мінералого-технологічних проб, були зроблені попередні визначення кількісного співвідношення виділених семи укрупнених мінералого-технологічних різновидів гематитових руд у забоях кар'єру №3 (табл. 3).

Таблиця 2.

Середній вміст хімічних компонентів у складі гематитових кварцитів родовища

Індекси і назви укрупнених мінералого-технологічних проб		Вміст, мас.%					
		Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	FeO	Al ₂ O ₃	S	в.п.п.
1у	кварцити гетит-гематитові	38,84	0,47	0,79	0,17	0,007	2,33
2у	кварцити гетит-гематитові маршалітизовані	30,91	0,51	0,67	0,17	0,005	2,01
3у	кварцити гетит-гематитові окварцовані	34,57	0,58	0,97	0,15	0,004	1,83
4у	кварцити гематитові	39,52	1,23	1,21	0,17	0,005	0,71
5у	кварцити гематитові маршалітизовані	31,17	0,83	1,06	0,17	0,009	0,73
6у	кварцити гематитові окварцовані	34,36	0,89	1,07	0,17	0,007	0,77
7у	кварцити магнетит-гематитові	37,56	10,37	5,28	0,18	0,030	0,32
Середнє		35,43	2,29	1,68	0,17	0,010	1,25

Таблиця 3.

Кількісні співвідношення гематитових кварцитів укрупнених мінеральних різновидів у складі покладів бідних гематитових руд родовища

Укрупнені мінеральні різновиди гематитових кварцитів		Кількісні співвідношення, мас.%
індекси	назви	
1у	кварцити гетит-гематитові	14,3
2у	кварцити гетит-гематитові маршалітизовані	5,8
3у	кварцити гетит-гематитові окварцовані	1,7
4у	кварцити гематитові	60,1
5у	кварцити гематитові маршалітизовані	4,0
6у	кварцити гематитові окварцовані	1,5
7у	кварцити магнетит-гематитові	12,6
Загалом		100,0

Наведені в табл. 3 дані можуть бути уточнені при проведенні більш детальних геологічних і мінералогічних досліджень покладів гематитових кварцитів, наприклад, на стадії проектування збагачувального комплексу по виробництву гематитового концентрату.

Матеріал укрупнених мінералого-технологічних проб може бути використаний при виконанні технологічних експериментів, метою яких є визначення режимів ефективного подрібнення, знешламлення та інших рудопідготовчих операцій. Крім того з використанням цього матеріалу може бути вивчена варіативність показників збачуваності бідних гематитових руд. Для одержання більш узагальнених мінералогічних і технологічних характеристик руд матеріал семи укрупнених проб був скомпонований у три об'єднані проби (табл. 4). Вміст хімічних компонентів у складі гематитових кварцитів трьох об'єднаних проб наведений у табл. 5.

Таблиця 4.

Результати компоновки об'єднаних мінералого-технологічних проб бідних гематитових руд (гематитових кварцитів) з матеріалу укрупнених мінералого-технологічних проб

Об'єднані мінералого-технологічні проби		Укрупнені мінералого-технологічні проби, матеріал яких увійшов до складу об'єднаних проб
індекси	назви	
1о	кварцити гематитові	1у, 4у, 7у
2о	кварцити гематитові маршалітизовані	2у, 5у
3о	кварцити гематитові окварцовані	3у, 6у

Таблиця 5.

Середній вміст хімічних компонентів у складі гематитових кварцитів трьох об'єднаних проб

Індекси і назви об'єднаних мінералого-технологічних проб	Вміст, мас.%						
	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	FeO	Al ₂ O ₃	S	в.п.п.	
1о	кварцити гематитові	38,75	4,07	2,45	0,17	0,013	0,88
2о	кварцити гематитові маршалітизовані	31,09	0,74	0,95	0,17	0,008	1,09
3о	кварцити гематитові окварцовані	34,44	0,78	1,03	0,16	0,006	1,15

За даними табл. 3 і 4 було визначено поширення в забоях кар'єру №3 бідних гематитових руд об'єднаних мінералого-технологічних різновидів (табл. 6).

Таблиця 6.

Кількісні співвідношення гематитових кварцитів об'єднаних мінеральних різновидів у складі покладів бідних гематитових руд родовища

Об'єднані мінералого-технологічні різновиди бідних гематитових руд		Кількісні співвідношення, мас.%
індекси	назви	
1о	кварцити гематитові	87,0
2о	кварцити гематитові маршалітизовані	9,8
3о	кварцити гематитові окварцовані	3,2
Загалом		100,0

Нарешті, для одержання найбільш узагальнених мінералого-технологічних характеристик продуктів збагачення і параметрів технологічного процесу була скомпонована одна генеральна мінералого-технологічна проба. До її складу увійшов матеріал усіх 122 рядових мінералого-технологічних проб. Вміст хімічних компонентів у складі її матеріалу наведений у табл. 7.

Таблиця 7.

Середній вміст хімічних компонентів у складі матеріалу генеральної проби гематитових кварцитів Валявкинського родовища

Генеральна мінералого-технологічна проба	Вміст, мас.%					
	Fe _{заг.}	Fe _{магн.}	FeO	Al ₂ O ₃	S	в.п.п.
1г – кварцити гематитові	37,01	3,11	2,03	0,17	0,012	0,95

Результати мінералогічних досліджень і технологічних експериментів, виконаних з використанням рядових, укрупнених, об'єднаних і генеральної проб гематитових кварцитів Валявкинського родовища, показали ефективність розробленої за участі автора методики компоновки проб. Її можна рекомендувати до використання для вивчення аналогічної сировини залізородних родовищ Криворізького басейну та інших регіонів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белевцев Я.Н., Тохтуев Г.В., Стрыгин А.И. и др. *Геология Криворожских железорудных месторождений* // Киев: Изд. АН УССР, 1962.– Т. 1 – 484 с., т. 2 – 567 с.
2. Додатко О.Д., Дорфман Я.З. *Про кори вивітрювання порід залізисто-кременистої формації Криворіжжя* // Доповіді АН УРСР. Серія Б.– 1973.– № 5.– С. 395-398.
3. Мартыненко Л.И., Попов Е.А., Татунь Г.Т. и др. *Основные закономерности формирования коры выветривания железистых пород Кривого Рога* // Геология рудных месторождений.– 1971.– № 5.– С. 87-97.
4. Смірнов О.Я., Євтехова А.В. *Вертикальна мінералогічна зональність покладів гематитових кварцитів Валявкинського родовища (Криворізький басейн) / Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції. Кривий Ріг, 22-24 березня 2012 р. // Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2012.– С. 15-20.*
5. Смірнов О.Я., Євтехов С.В., Євтехов В.Д. *Мінералогічне обґрунтування оптимальної технології збагачення гематитових кварцитів Валявкинського родовища Кривбасу* // Геолого-мінералогічний вісник Криворізького національного університету.– 2011.– №1 (25).– С. 38-50.
6. Юрк Ю.Ю. *Процеси мартитизації і утворення мартиту в породах і рудах Кривого Рогу.* / Матеріали з мінералогії України. Труды Института геологических наук АН УРСР // Київ: Вид. АН УРСР, 1960.– Вып. 6.– С. 58-80.

СМІРНОВ О.Я. Обґрунтування компоновки представницьких проб бідних гематитових руд Криворізького басейну для виконання їх мінералого-технологічних досліджень (на прикладі Валявкинського родовища).

РЕЗЮМЕ. З метою забезпечення вихідним матеріалом мінералогічних досліджень і технологічних експериментів з різним рівнем узагальнення відомостей про склад і збагачуваність бідних гематитових руд (гематитових кварцитів) була розроблена методика об'єднання їх рядових проб в укрупнені, об'єднані й генеральну проби. Компоновка рядових проб ґрунтувалась на мінералогічних характеристиках гематитових кварцитів, які обумовлюють технологічні показники їх збагачення.

Ключові слова: залізисто-кремениста формація, Криворізький басейн, кора вивітрювання, прикладна мінералогія.

СМИРНОВ А.Я. Обоснование компоновки представительных проб бедных гематитовых руд Криворожского бассейна для выполнения их минералого-технологических исследований (на примере Валявкинского месторождения).

РЕЗЮМЕ. С целью обеспечения исходным материалом минералогических исследований и технологических экспериментов с разным уровнем обобщения сведений о составе и обогатимости бедных гематитовых руд (гематитовых кварцитов) была разработана методика объединения их рядовых проб в укрупненные, объединенные и генеральную пробы. Компоновка рядовых проб основывалась на минералогических характеристиках гематитовых кварцитов, которые обуславливают технологические показатели их обогащения.

Ключевые слова: железисто-кремнистая формация, Криворожский бассейн, кора выветривания, прикладная минералогия.

SMIRNOV O.YA. Basis for putting together representative samples of low-grade hematite ores of the Kriviy Rih basin for carrying out their mineralogical and technological studies (by the example of the Valyavkinske deposit).

SUMMARY. To provide the mineralogical studies and technological experiments with original material having various levels of generalization of information on composition and dressability of low-grade hematite ores (hematite quartzites) with original material, the methodology for combination of their run-of-mine samples into aggregative and full ones has been developed.

Putting together the run-of-mine samples was based on mineralogical properties of hematite quartzites that condition their metallurgical results.

Keywords: banded iron formation, Kryvyi Rih basin, crust of weathering, applied mineralogy.

*Надійшла до редакції 30 березня 2012 р.
Представив до публікації доц. Є.В.Євтехов.*