

УДК 549.731.1 : 553.31 (477.63)

Стрельцов В.О., Євтехов В.Д., Євтехова А.В., Прилепа Д.М.

ТРЕНДИ ЗМІНИ МОРФОЛОГІЇ Й АНАТОМІЇ КРИСТАЛІВ МАГНЕТИТУ В ЗВ'ЯЗКУ З РИБЕКІТИЗАЦІЄЮ МАГНЕТИТОВИХ КВАРЦИТІВ КРИВОРІЗЬКОГО БАСЕЙНУ

Викладені результати дослідження впливу рибекітизації магнетитових кварцитів (бідних магнетитових руд) різного первинного складу (магнетит-залізнослюдкових, залізнослюдко-магнетитових, магнетитових, кумінгтоніт-магнетитових, магнетит-кумінгтонітових) на морфологічні й анатомічні показники індивідів і агрегатів магнетиту. На прикладі руд Первомайського родовища показано, що зі зростанням інтенсивності метасоматозу, незалежно від складу первинних руд, суттєво збільшувались розмір виділень магнетиту, ступінь ідіоморфізму його кристалів та зменшувалась кількість пойкилобластів нерудних мінералів (кварцу, силікатів). Це сприяло зростанню показників розкриття магнетиту при подрібненні руд і внаслідок цього – їх збагачуваності.

Актуальність. Головною метою мінералого-технологічних досліджень родовищ, які розробляються гірничозбагачувальними комбінатами Криворізького басейну є підвищення якісних показників корисного кінцевого продукту (магнетитового концентрату), мінімізація втрат магнетиту у відходах збагачення. Цьому сприяє зростання ефективності геологічного, мінералогічного, технологічного картування рудних покладів, уточнення існуючих уявлень про співвідношення генетичних, мінералогічних, технологічних показників руд, оптимізація технологій їх видобутку, усереднення перед подачею на збагачувальні фабрики та збагачення. До головних причин, які обумовлюють нестабільність роботи технологічних ланцюгів гірничозбагачувальних комбінатів Криворізького басейну, відноситься неоднорідність мінералогічних параметрів магнетитових кварцитів: їх мінерального складу, гранулометричних характеристик індивідів і агрегатів магнетиту, ступеню їх ідіоморфізму, характеру меж їх зростання з індивідами та агрега-

тами нерудних мінералів, а також особливостей структури, текстури магнетитових кварцитів. Висока варіативність цих показників обумовлена проявом низки геологічних явищ (седиментація, метаморфізм, тектогенез, метасоматоз, гідротермальні явища, гіпергенез) у процесі формування сучасного мінералогічного стану руд. Для руд низки родовищ Кривбасу (Первомайське, Ганнівське, Петрівське, Артемівське, меншою мірою Інгулецьке, Валявкінське) [2] особливе значення має натрієвий метасоматоз, який локально спричинив ґрунтовні зміни зазначених мінералогічних показників бідних магнетитових руд. Цим визначається актуальність виконаної авторами роботи.

Аналіз раніше виконаних досліджень. Рибекітові метасоматити поряд з іншими мінеральними різновидами натрієвих метасоматитів Криворізького басейну (егіриновими, альбітовими) відносяться до найбільш детально досліджених геологічних і мінералогічних об'єктів залізорудної саксаганської світи криворізької серії [1-13]. Головну увагу дослідни-

ків привертали питання геологічної позиції, форми, розміру метасоматичних тіл, їх мінералогічної зональності, походження метасоматизуючих розчинів, термодинамічних умов метасоматозу, спрямованості змін мінерального складу залізистих кварцитів і сланців, особливостей геохімії та металогенії метасоматитів. Значно меншу увагу попередні автори звертали на вивчення прикладних аспектів натрієвого метасоматозу, в тому числі рибекітизації. В роботі одного з авторів цієї статті [2] розглядалась варіативність морфологічних, анатомічних характеристик магнетиту по зонах метасоматичних тіл, центральні зони яких складені егіринітами. Протягом останніх років у зв'язку з розширенням фронту гірничодобувних робіт у дев'яти кар'єрах п'яти гірничозбагачувальних комбінатів Кривбасу з'ясувалось, що найбільш поширеним мінеральним різновидом залізородних натрієвих метасоматитів є їх рибекіт-вмісні різновиди. До поточного часу їх детальні мінералогічні дослідження, в тому числі вивчення морфологічних, анатомічних особливостей кристалів і агрегатів магнетиту, які визначальним чином впливають на збагачуваність рибекіт-магнетитових, магнетит-рибекітових метасоматитів, проведені не були.

Мета роботи полягала у визначенні закономірностей зміни в розрізах зональних тіл рибекіт-вмісних метасоматитів розміру кристалів магнетиту, ступеню їх ідіоморфізму та наявності в них сторонніх мінеральних включень.

Вихідний матеріал і методи досліджень. В процесі геологічного та мінералогічного картування родовищ, у межах яких помітним поширенням користуються рибекіт-вмісні метасоматити, авторами були відібрані 340 мінералогічних проб незмінених та різною мірою рибекітизованих магнетит-залізнослюдових, залізнослюдко-магнетитових, магнетитових, кумінгтоніт-магнетитових, магнетит-кумінгтонітових кварцитів. Головним предметом дослідження були представлені 105 пробами рибекіт-вмісні метасоматити продуктивної товщі Первомайського родовища (п'ятий і шостий залізисті горизонти саксаганської світи), в межах якої натрієвий метасоматоз проявлений максимальною мірою в порівнянні з продуктивними товщами інших родовищ Кри-

ворізького басейну. З матеріалу кожної зі 105 проб були виготовлені по 1-3 прозорих і 1-2 полірованих шліфів – загалом 398 шліфів. Морфологічні й анатомічні дослідження магнетиту проводились за стандартними методиками з використанням серійних петрографічних і мінераграфічних мікроскопів.

Результати та їх обговорення. Гранулометричний склад виділень магнетиту. З метою встановлення закономірностей зміни гранулометричного складу індивідів і агрегатів магнетиту в прозорих і полірованих шліфах були виконані заміри потужності безперервних виділень магнетиту – як окремих індивідів, так і агрегатів. Виміри в кожному шліфі проводились за допомогою окулярів з лінійкою по трьох паралельних профілях, проведених на рівній відстані й орієнтованих нормально по відношенню до шаруватості руд. Збільшення підбиралось комбінацією об'єктивів і окулярів таким чином, щоб ціна одного ділення відповідала 0,01 мм (рис. 1).

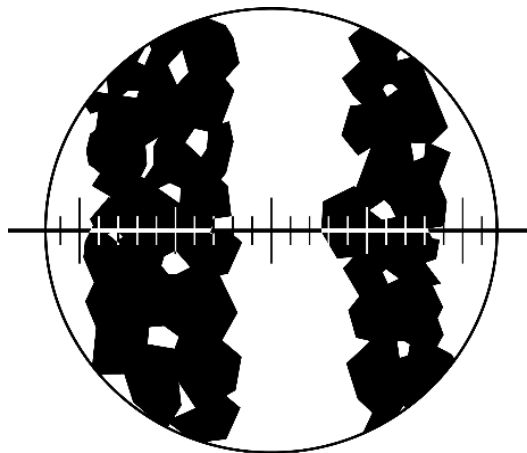


Рис. 1. Схема проведення замірів розміру індивідів і агрегатів у прозорому шліфі за допомогою окуляр-мікрометра з лінійкою.

Чорне – магнетит; біле – кварц.

Виміри проводились тільки по лінії лінійки окуляр-мікрометра. Були одержані близько 50 000 замірів розміру виділень магнетиту в незмінених залізистих кварцитах та різною мірою рибекітизованих їх різновидах. Середні дані наведені в табл. 1.

Одержані дані підтвердили відому закономірність зменшення середнього розміру виділень (індивідів і агрегатів) магнетиту в розрізах залістистих горизонтів від їх периферійних (складених верствами кумінгтоніт-магнетитових, магнетит-кумінгтонітових кварцитів) до центральних частин (складених ма-

гнетит-залізнослюдковими, залізнослюдко-магнетитовими кварцитами) [2]. До табл. 1 занесені також дані про окварцовані магнетитові кварцити, які складають ореольні зони метасоматичних тіл і які не були об'єктом дослідження авторів цієї роботи.

Таблиця 1.

Середній розмір індивідів і агрегатів магнетиту (мм)
з незмінених магнетитових кварцитів і рибекітових метасоматитів
шостого залістистого горизонту Первомайського родовища

Мінеральні різновиди вихідних магнетитових кварцитів	Незмінені магнетитові кварцити	Метасоматити			
		окварцовані магнетитові кварцити	слабо рибекітизовані магнетитові кварцити	рибекітизовані магнетитові кварцити	інтенсивно рибекітизовані магнетитові кварцити (магнетит-рибекітові метасоматити)
магнетит-залізнослюдкові	0,066	0,063	0,067	0,072	0,084
залізнослюдко-магнетитові	0,069	0,064	0,071	0,074	0,085
магнетитові	0,072	0,068	0,073	0,077	0,087
кумінгтоніт-магнетитові	0,076	0,070	0,077	0,080	0,088
магнетит-кумінгтонітові	0,081	0,075	0,081	0,083	0,088

На діаграмі рис. 2 показані закономірності зміни розміру виділень магнетиту по зонах метасоматичних тіл – від незмінених магнетитових кварцитів різного мінерального складу через слабо та інтенсивно рибекітизовані їх різновиди до магнетит-рибекітових метасоматитів. Загальним трендом є поступове зростання значень дослідженого показника магнетиту з наростанням активності рибекітизації магнетитових кварцитів усіх досліджених мінеральних різновидів.

Різниця між середніми показниками розміру виділень магнетиту з різних за складом магнетитових кварцитів з наростанням інтенсивності метасоматичних змін поступово зменшується. Величина цієї різниці для незмінених магнетитових кварцитів становить 0,015 мм (0,081-0,066); для слабо рибекітизованих – 0,014 мм; для сильно рибекітизованих 0,011 мм; для магнетит-рибекітових метасоматитів – 0,004 мм.

Таким чином, з наростанням інтенсивності метасоматичних змін поступово послаблюється вплив фактора первинного складу руд і морфології магнетиту. Гранулометричний стан виділень магнетиту з різних за первинним мінеральним складом магнетитових кварцитів наближається до стану рівноваги.

Ще одним важливим показником морфології індивідів магнетиту, який, як і їх розмір суттєво впливає на ефективність розкриття магнетиту, і таким чином, на ефективність збагачення руд, є ступінь ідіоморфізму його кристалів. Ідіоморфні, близькі до кристалографічно досконалих кристали магнетиту мають форму октаедра, іноді в комбінації з гексаедром і ромбододекаедром. Але в зв'язку з недосконалістю процесу кристалогенезу при формуванні руд Криворізького басейну ідіоморфні форми були недосяжними, утворювались субідіоморфні кристали з різним ступенем їх наближення до ідеальної форми. В бі-

льшості ж випадків неідеальність динамометаморфічного кристалогенезу і прояви епігенетичних геологічних процесів (тектогенез, метасоматоз, гіпергенез і др.) спричинили сучасну ксеноморфність індивідів магнетиту

(рис. 3). Найбільш ефективно розкриття магнетиту при подрібненні руди відбувається за умови, якщо його кристали є ідіоморфними, найменш ефективно, якщо вони ксеноморфні.

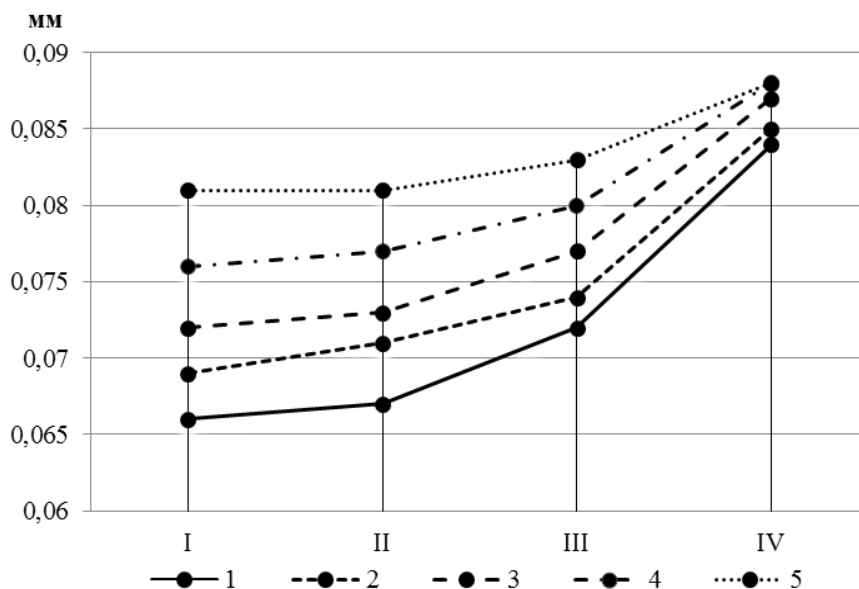


Рис. 2. Спрямованість зміни середнього розміру індивідів і агрегатів магнетиту (мм) зі зростанням інтенсивності натрієвого метасоматозу у верствах різного мінерального складу магнетитових кварцитів шостого залізного горизонту Первомайського родовища.

I – незмінні магнетитові кварцити; II-IV – зони метасоматичних тіл: II – слабкої рибекітизації; III – помірної рибекітизації; IV – інтенсивної рибекітизації (магнетит-рибекітових метасоматитів).

Мінеральні різновиди первинних магнетитових кварцитів: 1 – магнетит-залізнослюдкові; 2 – залізнослюдко-магнетитові; 3 – магнетитові; 4 – кумінгтоніт-магнетитові; 5 – магнетит-кумінгтонітові.

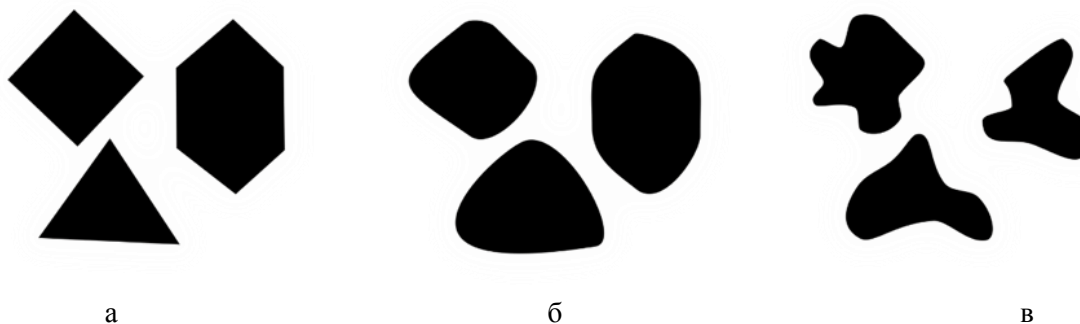


Рис. 3. Форма зрізів у прозорому шліфі ідіоморфних (а), субідіоморфних (б), ксеноморфних (в) індивідів магнетиту.

Таблиця 2.

Середні показники довжини прямолінійних меж індивідів магнетиту з незмінених магнетитових кварцитів і рибекітових метасоматитів шостого залізного горизонту Первомайського родовища (у відсотках по відношенню до загальної довжини периметру індивідів)

Минеральні різновиди вихідних магнетитових кварцитів	Незмінені магнетитові кварцити	Метасоматити			
		окварцовані магнетитові кварцити	слабо рибекітизовані магнетитові кварцити	помірно рибекітизовані магнетитові кварцити	інтенсивно рибекітизовані магнетитові кварцити (магнетит-рибекітові метасоматити)
магнетит-залізнослюдкові	3,75	2,98	3,88	7,72	12,77
залізнослюдко-магнетитові	3,84	2,96	4,15	8,04	13,02
магнетитові	4,89	3,34	5,67	8,77	13,01
кумінгтоніт-магнетитові	6,83	4,86	8,02	10,18	12,98
магнетит-кумінгтонітові	8,32	5,51	9,75	11,13	13,69

Кількісну оцінку ступеню ідіоморфізму кристалів магнетиту автори роботи одержали шляхом визначення співвідношення прямолінійних і криволінійних обрисів кристалів у прозорих шліфах. Результати вимірів наведені в табл. 2. та показані на рис. 4.

З даних табл. 2 даних випливає, що виділення магнетиту лише незначною мірою характеризуються досконалими кристалографічними обмеженнями: прямолінійні становлять лише 3,75-13,69% від загальної довжини обмежень. Спостерігаються чіткі зміни значень цього показника як у ряду первинних магнетитових кварцитів (закономірне зростання в напрямку від магнетит-залізнослюдкових до магнетит-кумінгтонітових кварцитів), так і зі зростанням інтенсивності рибекітизації – для магнетитових кварцитів усіх досліджених мінеральних різновидів.

Як і для показника розміру виділень магнетиту так і для значень їх ідіоморфності спостерігається прояв конвергентності: збільшення інтенсивності рибекітизації спричиняє зменшення різниці за ступенем ідіоморфізму виділень магнетиту з різних за первинним складом магнетитових кварцитів. Значення цього параметру для магнетиту з незмінених залізистих

кварцитів коливається від 3,75 до 8,32% (різниця 4,57%); для магнетит-рибекітових метасоматитів – від 12,77 до 13,69% (різниця 0,92%).

До найбільш поширених проявів неідеальності внутрішньої будови кристалів магнетиту відноситься присутність у них сторонніх мінеральних включень (пойкілобластів), – зазвичай, нерудних мінералів, головним чином, кварцу. В залежності від розташування їх у об'ємі кристалів, виділяють нерівномірно-пойкілобластову, зонально-пойкілобластову, радіально-пойкілобластову структуру індивідів магнетиту (рис. 5). Ідеальною для повного розкриття магнетиту є відсутність у його кристалах пойкилобластів.

Мікроскопічні дослідження з використанням прозорих і полірованих шліфів показали стійку тенденцію до зменшення кількості пойкилобластів у кристалах магнетиту зі зростанням інтенсивності рибекітизації магнетитових кварцитів.

Результати дослідження морфології і анатомії виділень (кристалів і агрегатів) магнетиту свідчать про чіткий прояв декількох трендів їх змін. Зі зростанням активності рибекітизації первинних магнетитових кварцитів різного

мінерального складу фіксується зростання розміру виділень магнетиту, вдосконалення морфології його індивідів, зменшення кількості або зникнення сторонніх мінеральних включень. Всі ці зміни позитивно впливають на здатність магнетиту до розкриття – до утво-

рення мономінеральних його частинок після подрібнення. Таким чином, зростання інтенсивності рибекітизації магнетитових кварцитів сприяє покращенню показників їх збагачуваності.

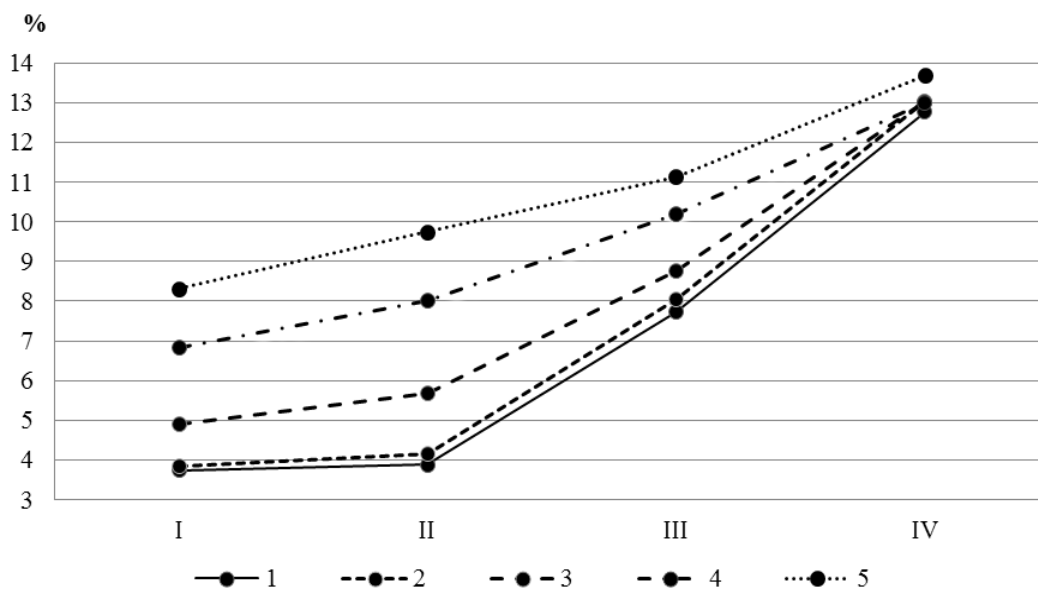


Рис. 4. Спрямованість зміни середнього значення показника ідіоморфізму (%) виділень магнетиту зі зростанням інтенсивності натрієвого метасоматозу у верствах різного мінерального складу магнетитових кварцитів шостого залізного горизонту Первомайського родовища.

I – незмінені магнетитові кварцити; II-IV – зони метасоматичних тіл: II – слабкої рибекітизації; III – помірної рибекітизації; IV – інтенсивної рибекітизації (магнетит-рибекітових метасоматитів).

Мінеральні різновиди первинних магнетитових кварцитів: 1 – магнетит-залізнослюдкові; 2 – залізнослюдко-магнетитові; 3 – магнетитові; 4 – кумінгтоніт-магнетитові; 5 – магнетит-кумінгтонітові.

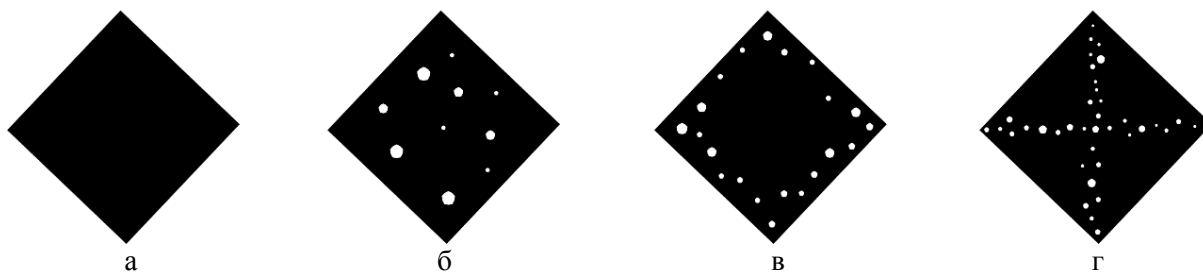


Рис. 5. Особливості розподілу поїкілобластів кварцу в кристалах магнетиту.

a – поїкілобласти відсутні; б-г – різні види розподілу поїкілобластів: нерівномірний (б), зональний (в), радіальний (г).

Висновки

1. Рибекітові метасоматити відносяться до найбільш поширених мінеральних різновидів бідних магнетитових руд багатьох родовищ Криворізького басейну: Первомайського, Ганнівського, Петрівського, Артемівського, меншою мірою Інгулецького, Валявкінського.

2. Рибекітизація суттєво вплинула на мінеральний склад магнетитових кварцитів, розмір індивідів і агрегатів магнетиту, ступінь їх ідіоморфізму, наявність у них включень нерудних мінералів (переважно, кварцу та силікатів) – характеристик, які визначальним чином впливають на основні показники збагачуваності бідних магнетитових руд.

3. Середній розмір виділень (індивідів і агрегатів) магнетиту зі збільшенням інтенсивності рибекітизації первинних магнетитових кварцитів закономірно зростає, незалежно від їх мінерального складу (магнетит-залізнослюдові, залізнослюдко-магнетитові, магнетитові, кумінгтоніт-магнетитові, магнетит-кумінгтонітові). Для незмінених руд значення цього показника коливається в межах 0,066-0,081 мм, для помірно рибекітизованих – 0,072-0,083 мм; для дуже сильно рибекітизованих (магнетит-рибекітових метасоматитів) – 0,084-0,088 мм.

4. Ступінь ідіоморфізму кристалів магнетиту також збільшувалась зі зростанням інтенсивності рибекітизації руд; форма індивідів наближалась до кристалографічно досконалої.

5. Присутність у кристалах магнетиту сторонніх мінеральних включень суттєво зменшується від первинних до інтенсивно метасоматично перетворених магнетитових кварцитів.

6. Таким чином, рибекітизація магнетитових кварцитів сприяла покращенню морфологічних і анатомічних показників кристалів і агрегатів магнетиту і, як наслідок, зростанню їх розкриття при подрібненні та підвищенню збагачуваності бідних магнетитових руд.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

1. **Александров И.В.** Натровый метасоматоз в Криворожье / *Геохимия щелочного ме-*

тасоматоза // Москва: Изд. АН СССР, 1963.– С. 71-151.

Aleksandrov I.V. Sodium metasomatism in Krivorozhye (in Russian) / *Geochemistry of alkali metasomatism* // Moscow: Publishing house of USSR Academy of sciences, 1963.– P. 71-151.

2. **Євтехов В.Д.** Генетическая и прикладная минералогия натриевых метасоматитов железисто-кремнистых формаций Украинского щита (по природным и экспериментальным данным) / *Автореферат диссертации ... доктора геолого-минералогических наук* // Львов: Львовский государственный университет, 1992.– 39 с.

Evtexhov V.D. Genetic and applied mineralogy of sodium metasomites in banded-iron formations of the Ukrainian shield (after natural data and test results) (in Russian) / *Abstract of dissertation ... doctor of geological and mineralogical sciences* // Lviv: Lviv state university, 1992.– 39 p.

3. **Євтехов В.Д., Полтавец Л.И.** Об особенностях состава и свойств рибекитов Северного Криворожья // *Доклады АН УССР. Серия Б.*– 1980.– №5.– С. 13-15.

Evtexhov V.D., Poltavets L.I. Concerning peculiarities of composition and properties of riebeckites of the Northern Krivorozhye (in Russian) // *Reports of the UkrSSR Academy of sciences. Series B.*– 1980.– №5.– P. 13-15.

4. **Євтехов В.Д., Зарайский Г.П., Балашов В.Н., Валеев О.К.** Зональность натриевых метасоматитов в железистых кварцитах Северного Криворожья / *Очерки физико-химической петрологии* // Москва: Наука, 1988.– №15.– С. 17-37.

Evtexhov V.D., Zarayskiy G.P., Balashov V.N., Valeyev O.K. Zoning of sodium metasomites in ferruginous quartzites of the Northern Krivorozhye (in Russian) / *Physicochemical petrology essays* // Moscow: Nauka, 1988.– №15.– P. 17-37.

5. **Елиусев Н.А., Никольский А.П., Кушев В.Г.** Метасоматиты Криворожского рудного пояса / *Труды Лаборатории геологии докембрия АН СССР* // Москва-Ленинград: Изд. АН СССР, 1961.– Вып. 13.– 204 с.

Eliseyev N.A., Nikolskiy A.P., Kushev V.G. *Metasomatites of Krivoy Rog ore belt (in Russian)* // *Proceedings of the Laboratory of Precambrian geology of USSR Academy of sciences // Moscow-Leningrad: Publishing house of USSR Academy of sciences, 1961. – Vol. 13. – 204 p.*

6. **Иванов И.П.** *Проблемы экспериментального изучения минеральных равновесий метаморфических и метасоматических процессов / Труды Института физики твердого тела АН СССР // Москва: Изд. АН СССР, 1970. – 248 с.*

Ivanov I.P. *Issues of experimental studying mineral equilibria of metamorphic and metasomatic processes (in Russian) / Proceedings of the Institute of solid state physics, Academy of sciences of the USSR // Moscow: Publishing house of USSR Academy of sciences, 1970. – 248 p.*

7. **Кушев В.Г.** *Щелочные метасоматиты докембрия // Ленинград: Недра, 1972. – 190 с.*

Kushev V.G. *Alkaline metasomatites of the Precambrian (in Russian) // Leningrad: Nedra, 1972. – 190 p.*

8. **Никольский А.П.** *Натриевые гидротермальные метасоматиты юго-западной части Русской платформы // Геологический журнал. – 1973. – №2. – С. 31-44.*

Nikolskiy A.P. *Sodium hydrothermal metasomatites of south-western part of the Russian platform (in Russian) // Geological journal (Kiev). – 1973. – №2. – P. 31-44.*

9. **Пирогов Б.И., Стебновская Ю.М., Евтехов В.Д. и др.** *Железисто-кремнистые формации докембрия европейской части СССР. Минералогия // Киев: Наукова думка, 1989. – 168 с.*

Pirogov B.I., Stebnovskaya Yu.M., Evtekhov V.D., et al. *Precambrian banded-iron formations of the European part of the USSR. Mineralogy (in Russian) // Kiev: Naukova dumka, 1989. – 168 p.*

10. **Половинкина Ю.Ир.** *Куммингтонит и щелочные амфиболы Кривого Рога // Минералогический сборник. – 1953. – №7. – С. 167-186.*

Polovinkina Yu.Ir. *Cummingtonite and alkaly amphiboles of Krivoy Rog (in Russian) // Mineralogical digest (Lvov). – 1953. – №7. – P. 167-186.*

11. **Стрельцов В.О.** *Генезис і типоморфні особливості рибекіту залізисто-кремнистої формації Криворізького басейну / Проблеми теоретичної і прикладної мінералогії, геології, металогенії гірничодобувних регіонів. VII Міжнародна науково-практична конференція. Збірник тез доповідей. – Кривий Ріг, 2012. – С. 65–68.*

Streltsov V.O. *Genesis and tipomorphic peculiarities of banded-iron formation riebeckite in Kryvyi Rih basin (in Ukrainian) / Issues of theoretical and applied mineralogy, geology, metalogeny of mining regions. VII International scientific-practical conference. Book of abstracts // Kryvyi Rih, 2012. – P. 65-68.*

12. **Стрельцов В.О., Євтехов В.Д.** *Локалізація рибекітових метасоматитів у продуктивних товщах залізорудних родовищ Криворізького басейну. // Геолого-мінералогічний вісник Криворізького національного університету. – № 1 (35). – 2016. – С. 111-120.*

Streltsov V.O., Evtekhov V.D. *Localization of riebeckite metasomatites at productive rock masses of iron ore deposits in Kryvyi Rih basin. (in Ukrainian) // Geological and mineralogical bulletin of Kryvyi Rih national university. – №1 (35). – 2016. – P. 111-120.*

13. **Стрельцов В.О., Євтехова А.В., Євтехов Є.В.** *Вплив рибекітизації на збагачувальність магнетитових руд Первомайського родовища Криворізького басейну / Міжнародна науково-технічна конференція. Сталій розвиток промисловості та суспільства. Збірник тез доповідей // Кривий Ріг, 2014. – С. 12-16.*

Streltsov V.O., Evtekhova A.V., Evtekhov E.V. *Riebeckitization influence on Pervomayske deposit magnetite ores preparability in Kryvyi Rih basin (in Ukrainian) / International scientific-technical conference. Sustainable development of industry and society. Book of abstracts // Kryvyi Rih. – 2014. – P. 12-16.*

СТРЕЛЬЦОВ В.О., ЄВТЕХОВ В.Д., ЄВТЕХОВА А.В., ПРИЛЕПА Д.М. Тренди зміни морфології й анатомії кристалів магнетиту в зв'язку з рибекітизацією магнетитових кварцитів Криворізького басейну.

Резюме. Рибекітові метасоматити відносяться до найбільш поширених мінеральних різновидів бідних магнетитових руд багатьох родовищ Криворізького басейну: Первомайського, Ганнівського, Петрівського, Артемівського, меншою мірою Ингулецького, Валявкінського. Рибекітизація суттєво вплинула на мінеральний склад магнетитових кварцитів, розмір індивідів і агрегатів магнетиту, ступінь їх ідіоморфізму, на присутність у них включень нерудних мінералів (переважно, кварцу та силікатів) – характеристик, які визначальним чином впливають на основні показники збагачення бідних магнетитових руд. Середній розмір виділень магнетиту зі збільшенням інтенсивності рибекітизації первинних магнетитових кварцитів закономірно зростає – від 0,066-0,081 мм для магнетиту з незмінених їх різновидів до 0,084-0,088 мм – з магнетит-рибекітових метасоматитів. Ступінь ідіоморфізму кристалів магнетиту також збільшувалась зі зростанням інтенсивності рибекітизації руд; форма індивідів наближалась до кристаллографічно досконалої. Частота прояву одного з головних різновидів неідеальності внутрішньої будови кристалів магнетиту – присутності в них сторонніх мінеральних включень – суттєво зменшувалась від первинних до інтенсивно метасоматично перетворених магнетитових кварцитів. Таким чином, рибекітизація магнетитових кварцитів сприяла покращенню морфологічних і анатомічних показників кристалів і агрегатів магнетиту і, як наслідок, зростанню параметрів їх розкриття при подрібненні руд, підвищенню показників їх збагачуваності.

Ключові слова: залізисто-кремніста формація, Криворізький басейн, натрієвий метасоматоз, рибекітові метасоматити, магнетит, морфологія кристалів, анатомія кристалів.

СТРЕЛЬЦОВ В.О., ЕВТЕХОВ В.Д., ЕВТЕХОВА А.В., ПРИЛЕПА Д.Н. Тренды изменения морфологии и анатомии кристаллов магнетита в связи с рибекитизацией магнетитовых кварцитов Криворожского бассейна.

Резюме. Рибекітові метасоматити відносяться до найбільш поширених мінеральних різновидностей бідних магнетитових руд багатьох родовищ Криворожського басейну: Первомайського, Анновського, Петровського, Артемовського, в меншій ступені Ингулецького, Валявкінського. Рибекітизація суттєво вплинула на мінеральний склад магнетитових кварцитів, розмір індивідів і агрегатів магнетита, ступінь їх ідіоморфізму, на присутність в них включень нерудних мінералів (в основному, кварца і силікатів) – характеристик, котрі визначають основні показники збагачення бідних магнетитових руд. Середній розмір виділень магнетита збільшується з підвищенням інтенсивності рибекітизації первинних магнетитових кварцитів закономірно зростає – від 0,066-0,081 мм для магнетита з незмінених їх різновидностей до 0,084-0,088 мм – з магнетит-рибекітових метасоматитів. Ступінь ідіоморфізму кристалів магнетита також збільшувалась з ростом інтенсивності рибекітизації руд; форма індивідів наближалась до кристаллографічно досконалої. Частота прояву однієї з головних різновидностей неідеальності внутрішнього строення кристалів магнетита – присутності в них сторонніх мінеральних включень – суттєво зменшувалась від первинних до інтен-

сивно метасоматически преобразованным магнетитовым кварцитами. Таким образом, рибекитизация магнетитовых кварцитов способствовала улучшению морфологических и анатомических показателей кристаллов и агрегатов магнетита и, как следствие, росту параметров их раскрытия при измельчении руд, повышению показателей их обогатимости.

Ключевые слова: железисто-кремнистая формация, Криворожский бассейн, натриевый метасоматоз, рибекитовые метасоматиты, магнетит, морфология кристаллов, анатомия кристаллов.

STRELTSOV V.O., EVTEKHOV V.D., EVTEKHOVA A.V., PRILEPA D.M. Trends of magnetite crystals morphology and anatomy changes in the context of riebeckitization of magnetite quartzites in Kryvyi Rih basin.

Summary. Riebeckite metasomatites are the most common mineral varieties of low-grade magnetite ores of many deposits in Kryvyi Rih basin, such as: Pervomayske, Hannivske, Petrivske, Artemivske, to a lesser extent Inhuletske, Valyavkynske deposits. They are extracted as the run-of-mine raw materials for the production of iron ore (magnetite) concentrate at Iron Ore Mining and Processing Works together with the unaltered magnetite quartzites.

Riebeckitization had a significant impact on the mineral composition of magnetite quartzite, on the size of individuals and aggregates of magnetite, on the degree of their idiomorphism, on presence of inclusions of non-ore minerals (mainly quartz and silicates), namely, on the characteristics, which affect greatly the main indexes of low-grade magnetite ore beneficiation.

The average size of segregations (individuals and aggregates) of magnetite increased consistently with increasing intensity of riebeckitization of primary magnetite quartzites, regardless of the mineral composition of their primary varieties (magnetite-micaceous hematite, micaceous hematite-magnetite, magnetite, cummingtonite-magnetite, magnetite-cummingtonite ones). For unaltered ores the value of this index varies between 0.066 mm and 0.081 mm, for moderately riebeckitized ones (riebeckite-magnetite quartzites) it is 0.072-0.083 mm; for highly riebeckitized (magnetite-riebeckite metasomatites) it is 0.084-0.088 mm.

The degree of magnetite crystals idiomorphism was also increasing with the growth of intensity of ores riebeckitization; individuals form was approaching the crystallographic perfect one.

The number of manifestations of one of the main varieties of internal structure imperfection of magnetite crystals, which is the presence of accessory mineral inclusions in them, is significantly reduced from the primary to the intensively converted metasomatic magnetite quartzites.

Thus, riebeckitization of magnetite quartzites contributed to the improvement of morphological and anatomical indexes of crystals and aggregates of magnetite and, as a consequence, to the growth of parameters of their release when grinding, to the increase in low-grade magnetite ores preparability.

Key words: banded iron formation, Kryvyi Rih basin, sodium metasomatism, riebeckite metasomatites, magnetite, crystal morphology, anatomy of crystals.

*Надійшла до редакції 7 квітня 2016 р.
Представила до публікації професор М.В.Рузіна.*