

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

ВАРІАТИВНІСТЬ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ РИБЕКІТУ КРИВОРІЗЬКОГО БАСЕЙНУ

Розглянуті особливості хімічного складу двох різновидів рибекіту, які утворились внаслідок: 1) метасоматичного заміщення магнетиту, гематиту та кварцу первинних залізностлюдко-магнетитових, магнетитових кварцитів центральних частин залізистих горизонтів; 2) псевдоморфізації кумінгтоніту первинних кумінгтоніт-магнетитових, магнетит-кумінгтонітових кварцитів їх периферійних частин. Показано, що хімічний склад першого близький до стехіометричного, склад другого відрізняється підвищеним вмістом магнію, а також алюмінію, кальцію, відповідає магnezіорибекіту. Для кристалів натрієвих амфіболів обох різновидів характерна хімічна зональність.

Загальні відомості. Рибекіт відноситься до рудо- та породоутворювальних мінералів багатьох родовищ Криворізького басейну: Первомайського, Ганнівського, Жовторіченського, Петрівського, Артемівського та ін. [1-6]. Є продуктом натрієвого метасоматозу в товщі метаморфогенних магнетитових кварцитів і сланців саксаганської світи. Каналами фільтрації метасоматизуючих розчинів були розривні порушення та інші механічно ослаблені структурні елементи залізородної товщі (контакти сланцевих і залізистих горизонтів, ділянки кліважування, дисгармонійної складчастості верств магнетитових кварцитів і сланців, міжбудинних інтервалів на крилах крупних складок та ін.) [2, 3, 5].

Рибекітові метасоматити присутні, переважно, в потужних залізистих горизонтах, утворюють самостійні тіла або присутні в більш складно побудованих зональних метасоматичних тілах, в розрізах яких виділяють тилову зону егіринізації, проміжну зону рибекітизації та передову зону синметасоматичного окварцуння первинних магнетитових кварцитів

[1]. В сланцевих горизонтах внаслідок натрієвого метасоматозу формуються тіла карбонат-хлорит-альбітових метасоматитів [3, 4]. В продуктивній товщі Первомайського родовища, обраного авторами цього повідомлення в якості головного об'єкту досліджень, натрієві метасоматити складають близько 40% її загальної маси. Найбільш поширений їх мінеральний різновид – рибекітові метасоматити: їх кількість становить близько 91% загальної маси натрієвих метасоматитів, відповідний показник егіринових метасоматитів – 8%, альбітових – 1%.

За умовами утворення розрізняються два головних різновиди рибекіту. Рибекіт-1 є продуктом метасоматичного заміщення магнетиту, кварцу та гематиту (залізної слюдки) – рудоутворювальних мінералів залізностлюдко-магнетитових, магнетитових кварцити центральних частин п'ятого та шостого горизонтів саксаганської світи, якими складена продуктивно товща родовища. Рибекіт-2 являє псевдоморфозу по кумінгтоніту – одному з головних мінералів кумінгтоніт-магнетитових, магне-

тит-кумінгтонітових кварцитів периферійних частин названих залізистих горизонтів [7].

Хімічний склад рибекіту залежить від прояву двох головних чинників: складу первинних магнетитових кварцитів і термодинамічних параметрів метасоматизуючих розчинів [1-6, 8-9]. Головна частина мінералоутворювальних хімічних компонентів (кремній, закисне та окисне залізо, меншою мірою магній, незначною – алюміній) надходили до кристалічної ґратки утвореного натрієвого амфіболу із вмісних порід. З розчинів залучались натрій та вода.

Відмінність двох різновидів рибекіту за морфологією, анатомією кристалів, хімічним складом, фізичними властивостями до цього часу детально не досліджувалась.

Метою роботи було визначення особливостей складу рибекіту різного походження, проявів хімічної зональності кристалів.

Вихідний матеріал і методика досліджень. В техногенних відслоненнях забойів Первомайського кар'єру, який розробляється Північним гірничозбагачувальним комбінатом, автори цього повідомлення відібрали 212 проб первинних магнетитових кварцитів і натрієвих метасоматитів. Після детального макро- та мікроскопічного вивчення були вибрані три найбільш представницькі проби рибекіт-магнетитових кварцитів з однаковим (помірним) ступенем метасоматичної переробки магнетитових кварцитів різного первинного мінерального складу. Всі три проби були відібрані з шостого залізистого горизонту – головної складової продуктивної товщі Первомайського родовища:

– проба 1 представляла рибекіт-магнетитовий кварцит, який утворився за рахунок безсилікатного червоношаруватого магнетитового кварциту з центральної частини шостого залізистого горизонту;

– проба 2 – магнезіорибекіт-магнетитовий кварцит, утворений за рахунок кумінгтоніт-вмісного сірошаруватого магнетитового кварциту проміжної частини між центром шостого залізистого горизонту та шостим сланцевим горизонтом;

– проба 3 – магнезіорибекіт-магнетитовий кварцит, утворений за рахунок первинного

кумінгтоніт-магнетитового кварциту з приконтактової частини шостого залізистого і шостого сланцевого горизонтів.

За результатами мікроскопічних спостережень, рибекіт проби 1 утворився внаслідок метасоматичного заміщення гематиту, магнетиту та кварцу, які входили до складу первинного магнетитового кварциту. Амфібол проби 2 утворився шляхом інтенсивної псевдоморфізації рибекітом первинного кумінгтоніту; амфібол проби 3 – внаслідок початкової псевдоморфізації кумінгтоніту.

Хімічний склад натрієвого амфіболу визначався за допомогою мікрозонду Camebax SX-50 у лабораторії Московського державного університету. Прискорювальна напруга становила 15 кВ, сила току зонду 1-2 нА, діаметр зонду 1-2 мкм. Для кристалів рибекіту усіх трьох проб були виконані по п'ять замірів: у центральній частині кристалів (точка 1); у проміжних (точки 2 і 3) і периферійних (точки 4 і 5) частинах. Точність аналізів контролювалась шляхом порівняння з показниками еталонних зразків природного та синтетичного рибекіту.

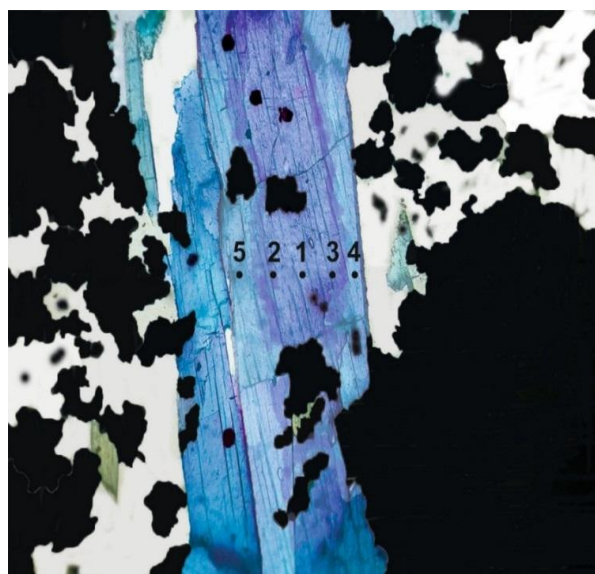


Рис. 1. Кристал рибекіту проби 1 (синє) і положення точок мікрозондування; біле – кварц; чорне – магнетит.

Прохідне світло; без аналізатора; збільшення 110^х.

Рибекіт-1. За даними мікроскопічних спостережень, кристали рибекіту проби 1 характеризуються чітко проявленою зональністю.

Центральна їх частина (рис. 1) більш густо забарвлена (колір густосиній з фіолетовим відтінком), що, за результатами багаторічних спостережень, відповідає рибекіту, хімічний склад якого близький до стехіометричного. В напрямку до периферії кристалів колір змінюється на темноблакитний, це властиве для рибекіту з підвищеним вмістом кумінгтонітового міналу.

Аналіз даних, наведених у табл. 1, свідчить, що результати мікрозондових визначень узгоджуються з попереднім мінералогічним висновком про особливості зональності криста-

лів рибекіту. Вміст кремнезему незначною мірою, але закономірно зростає від центральної частини до периферії кристалу (рис. 2а). В цьому ж напрямку зменшується вміст заліза, показник якого перерахований на закисну форму (рис. 2а). Беручи до уваги також зменшення вмісту оксиду натрію та зростання вмісту оксиду магнію (рис. 2б), можна дійти висновку про зменшення в зазначеному напрямку кількості рибекітового і зростання вмісту кумінгтонітового міналу в складі амфіболу. Кількість другорядних домішок у складі амфіболів також змінюється закономірно: від центру до периферії зростає вміст оксидів кальцію, алюмінію, калію, мангану та зменшується вміст оксиду титану (рис. 2в, г).

Таблиця 1.

Вміст хімічних компонентів (мас.%) у складі рибекіту проби 1

Хімічні компоненти	Точки мікрозондування				
	5	2	1	3	4
SiO ₂	51,91	51,54	51,26	51,68	51,83
TiO ₂	0,019	0,021	0,023	0,020	0,018
Al ₂ O ₃	0,62	0,60	0,37	0,51	0,49
FeO	31,62	32,61	33,00	32,67	32,57
MnO	0,047	0,039	0,031	0,04	0,045
MgO	6,34	6,02	5,49	5,71	6,15
CaO	0,79	0,73	0,58	0,68	0,84
Na ₂ O	5,96	6,34	6,49	6,21	5,72
K ₂ O	0,14	0,11	0,08	0,13	0,15
Загалом	97,45	98,01	97,32	97,65	97,81

З наведеного можна зробити висновок, що на початковій стадії метасоматозу залізнослюдко-магнетитових і магнетитових кварцитів центральних частин залізистих горизонтів термодинамічні умови відповідали параметрам кристалізації стехіометричного рибекіту. В подальшому зі зменшенням активності натрію, фугітивністю кисню в складі розчинів, зміною інших їх термодинамічних показників склад амфіболу поступово наближався до складу магнезіорибекіту.

Рибекіт-2. Як зазначалось вище, був досліджений матеріал двох проб рибекітизованих магнетитових кварцитів, у яких первинно був присутній кумінгтоніт: сірошаруватого магне-

титового кварциту з невисоким вмістом кумінгтоніту та кумінгтоніт-магнетитового кварциту з високим його вмістом. Амфібол обох проб, за даними мікроскопічних досліджень, представлений псевдоморфозами рибекіту по кумінгтоніту. Рибекітизація, яка фіксується за зміною кольору амфіболу зі світлого жовтувато-сірого на блакитний, темноблакитний, відбувалась у напрямку від периферійних до центральних частин кристалів первинного кумінгтоніту. Амфібол проби 2 був рибекітизований значно інтенсивніше: центральні частини його кристалів блакитні, периферійні – темноблакитні (рис. 3). Центральні частини кристалів амфіболу проби 3 практично безбарвні, що

властиве для первинного кумінгтоніту, або дуже світлоблакитні. Периферійні частини кристалів проби 3 світлоблакитні, блакитні, що характерне для магнезіорибекіту (рис. 5).

Аналіз результатів мікрозондового дослідження хімічного складу натрієвих амфіболів

проб 2 і 3 (табл. 2, 3, рис. 4, 6) показав, що для них характерна присутність значної кількості кумінгтонітового міналу.

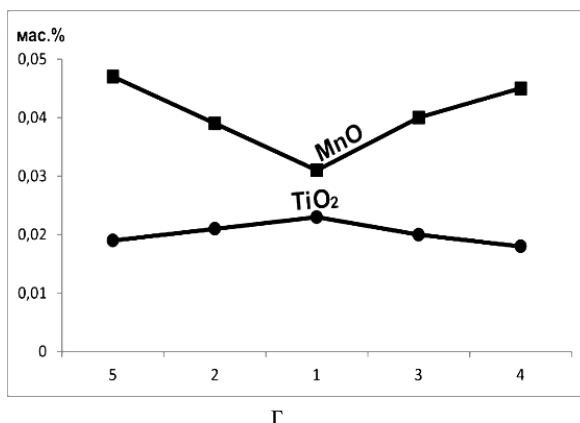
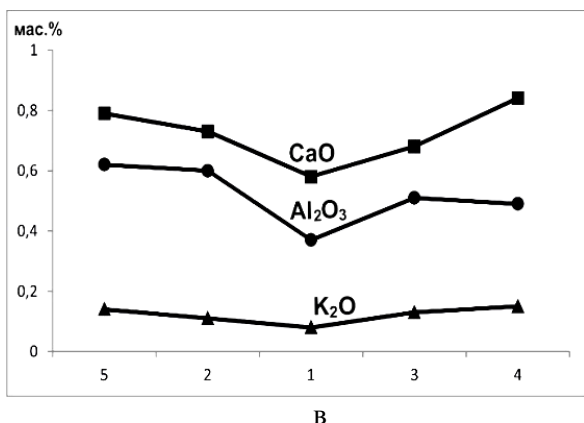
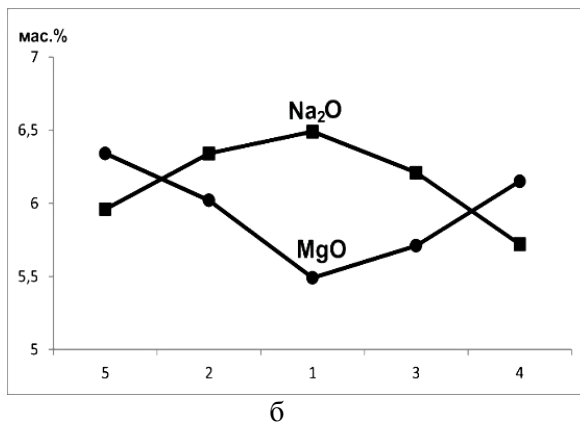
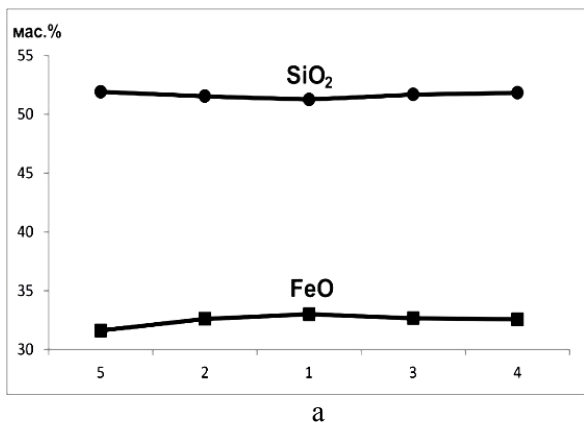


Рис. 2. Зміна вмісту мінералоутворювальних і другорядних хімічних компонентів у складі рибекіту проби 1.

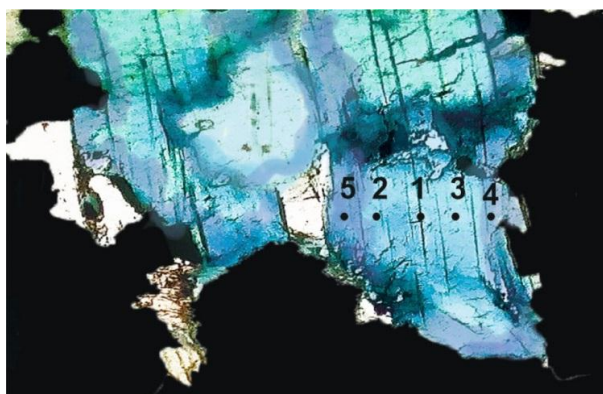


Рис. 3. Кристал магнезіорибекіту проби 2 і положення точок мікрозондування.

Блакитне, синє – магнезіорибекіт; біле – кварц; чорне – магнетит.

Прохідне світло; без аналізатора; збільшення 110^x.

Вміст оксиду магнію в складі амфіболу проби 2 – 11-14 мас.%, проби 3 – 15-19 мас.%, що значно вище відповідного показника рибекіту проби 1 – 5,5-6,5 мас.%.

Таблиця 2.

Вміст хімічних компонентів (мас.%) у складі магнезіорибекіту проби 2

Хімічні компоненти	Точки мікрозондування				
	5	2	1	3	4
SiO ₂	51,69	51,96	52,17	52,07	51,78
TiO ₂	0,022	0,018	0,015	0,019	0,024
Al ₂ O ₃	0,49	0,70	0,72	0,66	0,58
FeO	26,73	25,84	25,69	27,20	28,29
MnO	0,041	0,050	0,059	0,043	0,037
MgO	11,84	13,26	14,27	12,15	11,02
CaO	0,67	0,90	0,98	0,81	0,62
Na ₂ O	5,37	4,76	3,96	4,51	5,28
K ₂ O	0,10	0,12	0,17	0,13	0,09
Загалом	96,95	97,61	98,03	97,59	97,72

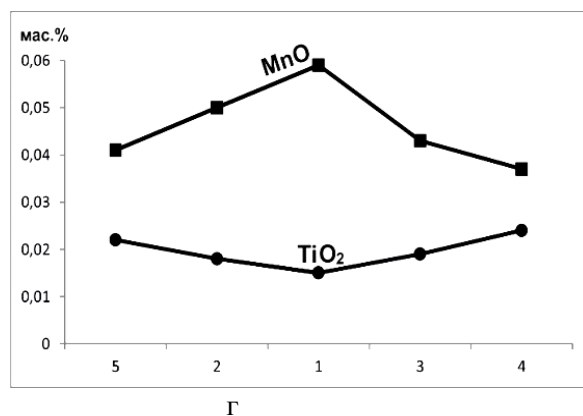
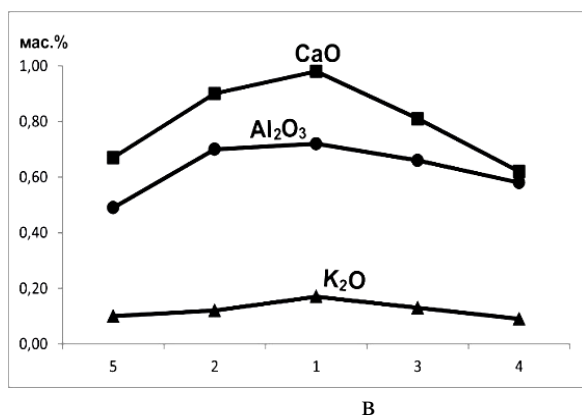
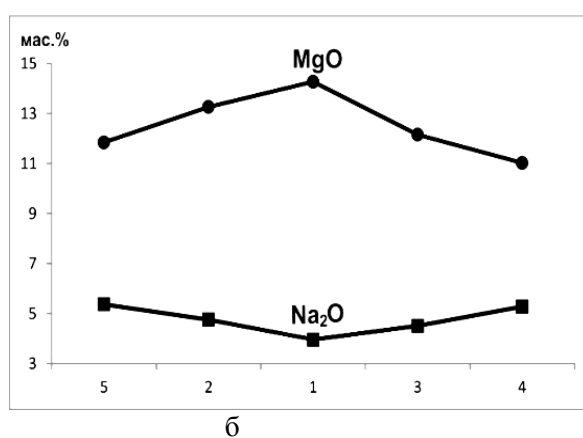
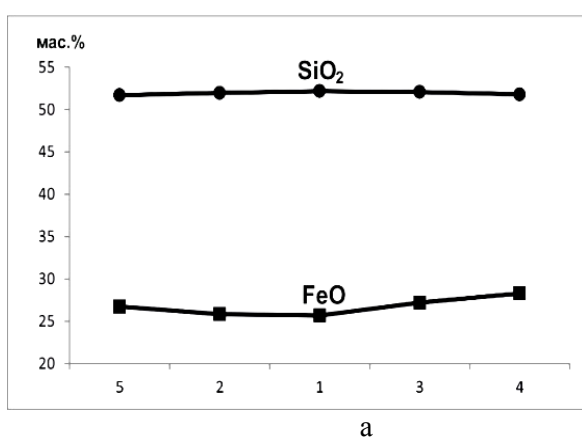


Рис. 4. Особливості зміни вмісту мінералоутворювальних і другорядних хімічних компонентів у складі магнезіорибекіту проби 2.

Вміст оксиду натрію більш низький: у складі амфіболу проби 2 він становить 4-5,5 мас.%, проби 3 – 1-4 мас.%; у складі рибекіту проби 1

значення цього показника помітно вищі – 5,5-6,5 мас.%. Відрізняється характер зональності амфіболів також за вмістом Na₂O. Для метасо-

матичного рибекіту проби 1 значення цього показника в напрямку від центру до периферії кристалів зменшується, для магнезіорибекіту проб 2 і 3, навпаки, зростає.



Рис. 5. Кристал магнезіорибекіту проби 3 і положення точок мікрозондування.

Блакитне – магнезіорибекіт; світле жовтувато-сіре центральних зон кристалу амфіболу – кумінгтоніт; біле – кварц; чорне – магнетит.

Прохідне світло; без аналізатора; збільшення 110^x.

Кількість кремнезему в складі амфіболу проб 2 і 3 в напрямку від центральних до периферійних частин кристалів незначною мірою, але закономірно зменшується через підвищення вмісту в його складі рибекітового міналу – більш високозалізного в порівнянні з кумінгтонітовим міналом.

Через те ж загальний вміст заліза (перерахований на FeO) зростає: для центральних частин кристалів значення цього показника становить 25,7 (проба 2) і 22,8 (проба 3) мас.%. В напрямку до периферійних частин кристалів з переходом до більш високозалізного амфіболу – магнезіорибекіту – вміст FeO зростає до 27-28 мас.% (проба 2) та до 25-26 мас.% (проба 3).

Вміст більшості другорядних хімічних компонентів амфіболу проб 2 і 3 (оксиди алюмінію, кальцію, калію, мангану) закономірно зменшується в напрямку від центральних до периферійних зон кристалів, що властиво для переходу від кумінгтоніту до рибекіту. Це свідчить про винесення цих хімічних компонентів у процесі метасоматичних перетворень кумінгтоніт-вмісних магнетитових кварцитів проби 2 і кумінгтоніт-магнетитових кварцитів проби 3.

Таблиця 3.

Вміст хімічних компонентів (мас.%) у складі магнезіорибекіту проби 3

Хімічні компоненти	Точки мікрозондування				
	5	2	1	3	4
SiO ₂	52,04	52,53	52,84	52,47	51,98
TiO ₂	0,022	0,016	0,013	0,017	0,020
Al ₂ O ₃	0,79	0,84	0,86	0,81	0,82
FeO	25,82	24,06	22,75	25,44	25,13
MnO	0,059	0,07	0,073	0,068	0,052
MgO	15,13	17,00	18,92	16,13	14,98
CaO	0,74	0,92	1,03	0,86	0,69
Na ₂ O	3,17	1,96	0,98	2,14	3,96
K ₂ O	0,10	0,12	0,15	0,10	0,11
Загалом	97,87	97,52	97,62	98,04	97,74

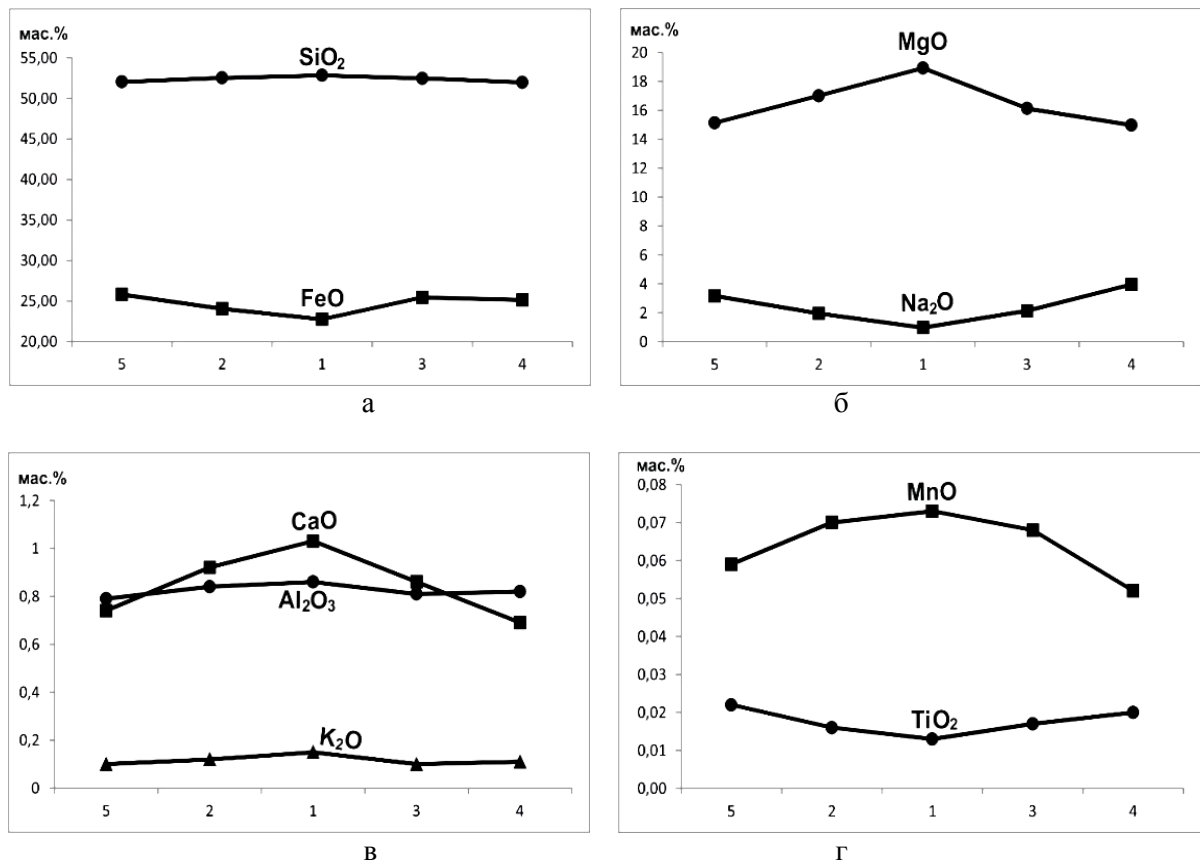


Рис. 6. Особливості зміни вмісту мінералоутворювальних і другорядних хімічних компонентів у складі магнезiorибекіту проби 3.

Вміст титану в зазначеному напрямку зростає, що, вірогідно, пов'язане з його принесенням метасоматизуючими розчинами та осадженням у кристалічній ґратці новоутвореного магнезiorибекіту. Принесення титану розчинами підтверджується присутністю титаніту в тілах егіринових, рибекітових метасоматитів Первомайського, Ганнівського, Жовторіченського родовищ, а також високим вмістом оксиду титану в складі тетраферибіотиту – постійного супутника рибекіту в залізорудних натрієвих метасоматитах.

Спільною рисою амфіболів проб 1, 2 і 3 є закономірне зменшення в цьому ряду вмісту в їх складі рибекітового міналу. Про це свідчать також результати термодинамічних розрахунків [1], за якими в напрямку від центральних до периферійних зон залізистих горизонтів

послаблюється активність метасоматичних перетворень магнетитових кварцитів.

Особливостями хімічного складу метасоматизуючих розчинів обумовлена присутність у складі натрієвого амфіболу низки рідкісних та розсіяних хімічних елементів [2]: скандію, ванадію, галію, германію, ітрію, лантанодів та ін. У окремих випадках вміст елементів-домішок досягає промислово значущих показників, наприклад скандію в рибекіт-магнетитових кварцитах Первомайського родовища.

Висновки

1. Натрієвого метасоматозу зазнали, переважно, магнетитові кварцити потужних залізистих горизонтів, які представляють продуктивні товщі Первомайського, Ганнівського, Петрівського, Артемівського, Інгулецького та ін-

ших родовищ Криворізького басейну. Кількість натрієвих (рибекітових, егіринових, альбітових) метасоматитів становить близько 40% загальної маси продуктивної товщі Первомайського родовища – головного об'єкту досліджень авторів цього повідомлення. Рибекітові метасоматити – найбільш поширений різновид залізородних натрієвих метасоматитів родовища: вони складають близько 91% їх загальної маси, відповідний показник егіринових метасоматитів – 8%, альбітових – 1%.

2. Рибекіт представлений двома генетичними різновидами: 1) продуктом метасоматичного заміщення кварцу, магнетиту, гематиту, які складають безсилікатні магнетитові кварцити центральних частин залізистих горизонтів; 2) псевдоморфозою по кумінгтоніту в силікат-магнетитових, магнетит-силікатних кварцитах периферійних частин залізистих горизонтів.

3. Хімічний склад натрієвого амфіболу першого різновиду близький до стехіометричного, другого різновиду – відповідає магнезіо-рибекіту.

4. Для кристалів рибекіту обох різновидів характерна хімічна зональність. В напрямку від центральних до периферійних частин кристалів рибекіту зростає вміст кремнезему, оксиду магнію та зменшується вміст оксидів заліза й натрію, тобто в зазначеному напрямку зменшується вміст у складі амфіболу рибекітового і зростає вміст кумінгтонітового міналу. Для кристалів магнезіо-рибекіту фіксується зворотна тенденція зміни хімічного складу. Від їх центральних частин до периферії зростає вміст оксидів заліза, натрію та зменшення кількості кремнезему, глинозему, тобто збільшується вміст рибекітового міналу.

ЛІТЕРАТУРА

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

2. **Елисеев Н.А., Никольский А.П., Кушев В.Г.** Метасоматиты Криворожского рудного пояса / Труды Лаборатории геологии докемб-

рия АН СССР // Москва-Ленинград: Изд. АН СССР, 1961. – Вып. 13. – 204 с.

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

4. **Лазаренко Е.К., Гершойг Ю.Г., Бучинская Н.И., Белевцев Р.Я., Возняк Д.К., Галабузда Ю.А., Галий С.А., Квасница В.Н., Кульчицкая А.А., Мельник Ю.П., Мельников В.С., Павлишин В.И., Пирогов Б.И., Туркевич Г.И.** Минералогия Криворожского бассейна // Киев: Наукова думка, 1977. – 544 с.

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

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

7. **Стрельцов В.О.** Генезис і типоморфні особливості рибекіту залізисто-кремнистої формації Криворізького басейну / Проблеми теоретичної і прикладної мінералогії, геології, металогенії гірничодобувних регіонів. Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції (Кривий Ріг, 22-24 березня 2012 р.) // Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2012. – С. 65-68.

8. **Стрельцов В.О., Євтехов В.Д.** Варіативність хімічного складу рибекіту залізисто-кремнистої формації Криворізького басейну / Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців. Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції (Кривий Ріг, 21-23 березня 2013 р.) // Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2013. – С. 73-77.

9. **Стрельцов В.О., Євтехов В.Д., Андрейчак В.А.** Варіативність хімічного складу рибекіту залізородних натрієвих метасоматитів Криворізького басейну / Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців. Матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції (Кривий Ріг, 22-24 березня 2017 р.) // Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2017. – С. 53-56.

REFERENCES

1. **Evtekhov V.D., Zarayskiy G.P., Balashov V.N., Valeyev O.K.** Zoning of sodium

metasomatites in ferruginous quartzites of the Northern Krivorozhye (in Russian) / Physicochemical petrology essays // Moscow: Nauka, 1988.– №15.– P 17-37.

2. **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.*

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

4. **Lazarenko E.K., Gershoyg Yu.G., Buchinskaya N.I., Belevtsev R.Ya., Wozniak D.K., Galaburda Yu.A., Galiy S.A., Kvasnitsa V.N., Kulchitskaya A.A., Melnik Yu.P., Melnikov V.S., Pavlishin V.I., Pirogov B.I., Turkevich G.I.** (1977). *Mineralogy of Kryvoy Rog basin (in Russian) // Kiev: Naukova Dumka, 1977.– 544 p.*

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

6. **Polovinkina Yu.Ir.** *Cummingstonite and alky amphiboles of Krivoy Rog (in Russian) // Mineralogical review (Lvov).– 1953.– №7.– P. 167-186.*

7. **Streltsov V.O.** *Genesis and tipomorphic peculiarities of banded-iron formation reibeckite in Kryvyi Rih basin (in Ukrainian) / Issues of theoretical and applied mineralogy, geology, metalogeny of mining regions. Proceedings of VIII International scientific-practical conference // Kryvyi Rih: Kryvyi Rih National University, 2012.– P. 65-68.*

8. **Streltsov V.O., Evtexov V.D.** *Variability of chemical composition of riebeckite in Kryvyi Rih basin banded-iron formation (in Ukrainian) / Contemporary geological science and practice in the studies of students and young specialists. Proceedings of X All-Ukrainian scientific and practical conference (Kryvyi Rih, 21-23 march, 2013) // Kryvyi Rih: Kryvyi Rih National University, 2017.– P. 73-77.*

9. **Streltsov V.O., Evtexov V.D., Andreychak V.A.** *Variability of riebeckite chemical composition of iron ore sodium metasomatites in Kryvyi Rih basin (in Ukrainian) / Contemporary geological science and practice in the studies of students and young specialists. Proceedings of XIII All-Ukrainian scientific and practical conference (Kryvyi Rih, 22-24 march, 2017) // Kryvyi Rih: Kryvyi Rih National University, 2017.– P. 53-56.*

СТРЕЛЬЦОВ В.О., ЄВТЕХОВ В.Д., ЄВТЕХОВА А.В. Варіативність хімічного складу рибекіту Криворізького басейну.

Резюме. Рибекіт відноситься до рудоутворювальних мінералів багатьох залізородних родовищ Криворізького басейну. Генетично пов'язаний з натрієвим метасоматозом залізистих порід саксаганської світи криворізької серії. Рибекітові метасоматити присутні, переважно, в потужних залізистих горизонтах, які складають продуктивні товщі родовищ. Близько 40% загальної маси руд п'ятого та шостого залізистих горизонтів продуктивної товщі Первомайського родовища, обраного авторами в якості головного об'єкту досліджень, відносяться до метасоматитів і метасоматично змінених магнетитових кварцитів. Найбільш поширений мінеральний різновид натрієвих метасоматитів – рибекітові, вони складають близько 91% загальної маси метасоматитів; відповідний показник егіринових метасоматитів – 8%, альбітових – 1%.

За умовами утворення, розрізняються два різновиди натрієвого амфіболу: 1) продукт метасоматичного заміщення магнетиту, кварцу та гематиту (залізної слюдки), якими складені залізнослюдко-магнетитові, магнетитові кварцити центральних частин залізистих горизонтів; його хімічний склад близький до стехіометричному складу рибекіту; 2) псевдоморфоза по кумінтоніту – рудоутворювального мінералу силікат-магнетитових, магнетит-силікатних кварци-

тів периферійних частин залізистих горизонтів; його хімічний склад відповідає складу магнезіо-рибекіту.

Для кристалів амфіболу обох різновидів характерна хімічна зональність. В напрямку від центральних до периферійних зон кристалів рибекіту зростає вміст кремнезему, оксиду магнію та зменшується вміст оксидів заліза й натрію, тобто зменшується вміст рибекітового та зростає вміст кумінгтонітового міналу. Це свідчить про поступове падіння в процесі росту кристалів активності натрію й фугитивності кисню в метасоматизуючих розчинах. Для хімічного складу кристалів магнезіорибекіту фіксується зворотна тенденція: від їх центральних частин до периферії зростає вміст оксидів заліза, натрію та зменшується кількість кремнезему, глинозему, тобто зростає вміст рибекітового міналу, що свідчить про поступове ослаблення рибекітизації з проникненням розчинів від периферійних до центральних зон кристалів первинного кумінгтоніту.

Ключові слова: залізисто-кремниста формація, Криворізький басейн, натрієвий метасоматоз, мінералогія, рибекіт, хімічний склад.

СТРЕЛЬЦОВ В.О., ЕВТЕХОВ В.Д., ЕВТЕХОВА А.В. Вариативность химического состава рибекита Криворожского бассейна.

Резюме. Рибекит относится к рудообразующим минералам многих железорудных месторождений Криворожского бассейна. Генетически связан с натриевым метасоматозом железистых пород саксаганской свиты криворожской серии. Рибекитовые метасоматиты присутствуют, преимущественно, в мощных железистых горизонтах, которые слагают продуктивные толщи месторождений. Около 40% общей массы руд пятого и шестого железистых горизонтов продуктивной толщи Первомайского месторождения, выбранного авторами в качестве главного объекта исследований, относятся к метасоматитам или метасоматически измененным магнетитовым кварцитам. Наиболее распространенная минеральная разновидность натриевых метасоматитов – рибекитовые, они составляют около 91% общей массы метасоматитов; соответствующий показатель эгириновых метасоматитов – 8%, альбитовых – 1%.

По условиям образования, выделяются две разновидности натриевого амфибола: 1) продукт метасоматического замещения магнетита, кварца и гематита (железной слюдки), которыми сложены железослюдко-магнетитовые, магнетитовые кварциты центральных частей железистых горизонтов; его химический состав близок к стехиометрическому составу рибекита; 2) псевдоморфоза по куммингтониту – рудообразующему минералу силикат-магнетитовых, магнетит-силикатных кварцитов периферийных частей железистых горизонтов; его химический состав отвечает составу магнезиорибекита.

Для кристаллов амфибола обеих разновидностей характерна химическая зональность. В направлении от центральных к периферийным зонам кристаллов рибекита возрастает содержание кремнезема, оксида магния и уменьшается содержание оксидов железа и натрия, то есть уменьшается содержание рибекитового и возрастает содержание куммингтонитового минала. Это свидетельствует о постепенном падении в процессе роста кристаллов активности натрия и фугитивности кислорода в метасоматизирующих растворах. Для химического состава магнезиорибекита фиксируется обратная тенденция: от центральных частей к периферии его кристаллов возрастает содержание оксидов железа, натрия и уменьшается количество кремнезема, глинозема, то есть возрастает содержание рибекитового минала, что свидетельствует о постепенном ослаблении рибекитизации с проникновением растворов внутрь кристаллов первичного куммингтонита.

Ключевые слова: железисто-кремнистая формація, Криворожский бассейн, натриевый метасоматоз, мінералогія, рибекит, химический состав.

STRELTSOV V.O., EVTEKHOV V.D., EVTEKHOVA A.V. Variability of the chemical composition of Kryvyi Rih basin riebeckite.

Summary. Riebeckite refers to the ore-forming minerals of many iron ore deposits in the Kryvyi Rih basin. It is genetically related to the sodium metasomatism of ferruginous rocks of the Saksagan suite of the Kryvyi Rih series. Riebeckite metasomatites are present mainly in the thick ferruginous horizons, which make up the productive strata of the deposits. About 40% of the total mass of ores of the fifth and sixth ferruginous horizons of the Pervomayske deposit productive strata selected by the authors as the main object of research, refer to metasomatites or metasomatically modified magnetite quartzites. The most common mineral variety of sodium metasomatites is riebeckite, it accounts for about 91% of the total mass of metasomatites; the corresponding indicator of aegyrine metasomatites is 8%, and that of albite metasomatites makes up 1%.

According to the formation conditions, there are two varieties of sodium amphibole, they are: 1) the product of metasomatic replacement of magnetite, quartz and hematite (iron mica), which are composed of iron-magnetite, magnetite quartzites of the central parts of the ferruginous horizons; its chemical composition is close to the stoichiometric composition of riebeckite; 2) pseudomorphosis on cummingtonite that is an ore-forming mineral of silicate-magnetite, magnetite-silicate quartzites of peripheral parts of ferruginous horizons; its chemical composition is consistent with that of magnesioriebeckite.

Amphibole crystals of both varieties are characterized by chemical zonation. In the direction from the central to the peripheral zones of the riebeckite crystals, the content of silica, magnesium oxide increases, and the content of iron and sodium oxides decreases, which means that the riebeckite content decreases and the cummingtonite mineral content increases. This indicates a gradual decline in sodium activity and oxygen fugivity in metasomatizing solutions in the process of crystals growth. The reverse tendency is determined for the chemical composition of magnesioriebeckite: from the central parts to the periphery of its crystals, the content of iron, sodium oxides increases, and the amount of silica, alumina decreases, that means that the content of riebeckite mineral increases, which indicates the gradual decline in riebeckitization including solutions penetration into crystals of primary cummingtonite.

Key words: banded iron formation, Kryvyi Rih basin, sodium metasomatism, mineralogy, riebeckite, chemical composition.

*Надійшла до редакції 14 листопада 2018 р.
Представив до публікації професор В.М.Троценко.*