

УДК 552.321.6(477.64)

М.М.Ільвицький, канд. геол.-мінералог. наук,
Н.Ф.Дуднік, канд. геол.-мінералог. наук,
С.Є.Поповченко, канд. геол.-мінералог. наук,
Л.Г.Шукайло, канд. геол.-мінералог. наук,
М.В.Рузина, канд. геол.-мінералог. наук

ВИХІДНИЙ МІНЕРАЛЬНИЙ СКЛАД УЛЬТРАМАФІТІВ ПІВДЕННО-БІЛОЗЕРСЬКОГО МАСИВУ І РОЗПОДІЛ БЛАГОРОДНИХ МЕТАЛІВ

Відновлено вихідний мінеральний склад ультрамафітів Південно-Білозерського масиву за реліктово-псевдоморфними структурами магнетиту і реліктам первинномагматичних мінералів і розподіл у розрізі ультрамафітів благородних металів.

Having been restored the initial mineral contains ultramafits of Yuzno-Belozersky massive on relicts of primary magmatic mineral and distribution in the cut of ultramafits of noble metals.

У межах Південно-Білозерського ультрамафітового масиву виявлено кумулятивні перидотити [3], метаморфізовані до стадії антигорових серпентинітів і тальк-карбонатних порід. Формування нодулів в них пояснюється послідовною зміною асоціацій кумулятивних (олівін I, хромшпінелід I) та інтеркумулятивних (олівін II, ромбічний I і моноклінний I піроксен, хромшпінелід II) мінералів у процесі кристалізації та диференціації магми [4].

В антигорових серпентинітах виявлена реліктово-псевдоморфна структура магнетиту, що оконтурює овоїдний олівін і хромшпінелід і виділяється в тріщинах спайності й відокремленості орто- і клінопіроксенів кумулятивного перидотиту. Інтерстиції овоїдів серпентизованого олівіну виповнені серпентизованими піроксенами і хромшпінелідами, гідротермальним магнетитом.

У великих шліфах (3 x 4 см) при збільшенні 3-8 спостерігаються переважаючі дунітові ділянки полігональної структури кумулятивної фази (олівін I, хромшпінелід I). Між ділянками кумулятивної фази присутні інтерстиційні ділянки інтеркумулятивної фази (олівін II, хромшпінелід II, ромбічний I і моноклінний піроксен у різних співвідношеннях). Ділянки інтеркумулуса можуть бути гарцбургітові (олівін II, хромшпінелід II, ромбічний піроксен I) лерцолітові (олівін III, хромшпінелід III, ромбічний II і моноклінний I піроксен), верлітові (олівін IV, хромшпінелід IV, моноклінний піроксен II), піроксенітові (ромбічний III і моноклінний III піроксен, хромшпінелід I титаномангнетит).

Виконано 104 (у тому числі 11 золотоносних і 13 не золотоносних) лазерних мікроспектральних аналізів (аналітик Б.Т.Гейдман) рудних мінералів кумулятивних ультрамафітів: кумулятивних хромшпінелідів – 61 (у тому числі 3 золотоносні і 7 платиноносних); інтеркумулятивних хромшпінелідів – 14 (у тому числі 3 золотоносні і 3 платиноносні); інтеркумулятивних гідротермальних магнетитів – 21 (у тому числі 3 золотоносні і 2 платиноносні); прожилкових гідротермальних магнетитів – 8 (у тому числі 2 золотоносних і 1 платиноносний).

Вміст золота коливається від 5-10 г/т у магнетиті (Ti^{n+}) з кварц-карбонат-хлорит-тремолітової, хлорит-кварц-карбонатної (вміст Ti в магнетиті 4-5 %) і серпентин-тальк-карбонатної порід; до 50-90 г/т у кумулятивних хромшпінелідах першої генерації; 50-100 г/т в інтеркумулятивних хромшпінелідах другої генерації; 60-200 г/т у інтеркумулятивних гідротермальних магнетитах.

Вміст платини коливається від 5 до 60 г/т в кумулятивних хромшпінелідах першої генерації; від 10 до 80 г/т в інтеркумулятивних хромшпінелідах другої генерації; від 5 до 150 г/т в інтеркумулятивних гідротермальних магнетитах.

Кумулятивні ультрамафіти за хімічним складом і петрографічними перерахунками за методом Заварицького-Соболева представлені гарцбургітами із вмістом віртуального олівіну 70,2–86 %, ромбічного піроксену (13,2–26,4 %, моноклінного піроксену 4 %. За відношенням магнію до заліза (4,4–4,7) кумулятивні перидотити Південно-Білозерського масиву були віднесені до похі-

дних мафітової магми (ультрафербазити за Н.Д.Соболевым). Цей висновок не заперечує раніш проведеним дослідженням ультрамафітів Південно-Білозерського масиву [1].

При вивченні 324 шліфів (В.І.Ганюцький, В.М.Кравченко, [2]), рівномірно відібраних по всій потужності масиву в діагональному квершлязі на горизонті 640 м Запорізького залізничного комбінату (ЗЖРК), указано, що в серпентинітах знайдено релікти перидотитів і піроксенітів, а також накопичення нодулів хромшпінелідів розміром 2–8 мм, які різною мірою заміщені магнетитом при серпентинізації. Вони свідчать про повільну кристалізацію нодулів рудної частини розплаву, в якому пройшла ліквідація.

Таким чином, з урахуванням виявлених і описаних кумулятивних та інтеркумулятивних овоїдних структур перидотитів, що вказують на послідовну кристалізацію і диференціацію магматичного розплаву, на інтервалі 443–527 м у керні свердловини 800 [3] і даних перетину масиву ультрамафітів від лежачого до висячого боку діагонального квершлягом на горизонті 640 м ЗЖРК [2] було поставлено завдання відновлення вихідного мінерального складу ультрамафітів Південно-Білозерського масиву за реліктово-псевдоморфними структурами магнетиту і реліктовими первинно-магматичними мінералами і розподілу в розрізі ультрамафітів благородних металів (Au, Ag, Pt). Нижче наведено дані, одержані в результаті науково-технічного співробітництва Національної гірничої академії України і Науково-дослідного інституту геології Дніпропетровського державного університету.

У напрямку від лежачого до висячого боку тіла ультрамафітів спостерігаються наступні різновиди порід.

Дуніт (№ 1–29) дрібно- і мікрозернистої будови переважно карбонат-тальк-серпентинового складу зі збереженими первинними реліктово-псевдоморфними кумулятивними структурами. Кумулятивний олівін першої генерації округлої, еліпсоїдальної, полігональної форми від 0,2 до 2-3 мм. Хромшпінелід першої генерації утворює кристали октаедричного і кубічного габітусу або зерна ізометрично-округлої форми (100–300 мкм) у вигляді оторочок навколо і всередині кристалів олівіну першої генерації. Вміст його коливається від 1 до 10 %, у середньому становлячи 3%.

Інтеркумулус у дунітах присутній в поодиноких пробах, і його вміст коливається від 0 до 15 %, становлячи в середньому близько 2 %. Інтеркумулус представлений олівіном (від 0 до 7 %, середнє значення – 0,6 %), ромбічним піроксеном (від 0 до 15 %, середнє значення – 0,8 %), хромшпінелідом (від 0 до 3 %, середнє значення – 0,6 %).

Лерцоліт I (№ 30–105) дрібно- і мікрозернистої будови в основному амфібол-серпентинового складу зі збереженими первинними реліктово-псевдоморфними кумулятивними і інтеркумулятивними структурами. Кумулу-

представлений глобулоподібними і полігональними кумулокристалами олівину першої генерації розміром від 0,5 до 3, рідше 5 мм. У поодиноких зразках збереглися релікти олівину розміром від 0,025 до 3 мм (від поодиноких зерен до 8 %). Олівін представлений форстеритом із вмістом фаялітової складової не більше 10 %. Кумулятивний хромшпінелід першої генерації октаедричного і кубічного габітусу або округлої, ізометричної, ромбоподібної форми асоціює з олівіном першої генерації. Розміри зерен хромшпінеліду змінюються від 0,001 до 1,0 мм, середній розмір 0,1–0,3 мм.

У лерцолітах спостерігається друга фаза кристалізації розплаву – інтеркумулус, що становить від 10 до 70 %, середнє значення – 11,5 %. Інтеркумулус складається з олівину (10–45 %, середнє значення – 11 %), ромбічного (5–35 %, середнє значення – 11 %), моноклінного піроксену (2–45 %, середнє значення – 11 %), хромшпінеліду (1–10 %, середнє значення – 2,6 %).

Інтеркумулятивний олівін представлений дрібнішими, ніж кумулятивний олівін глобулями (0,05–0,5 мм, рідко до 1 мм), які утворюють пойкилітові включення в кристалах ромбічних і моноклінних піроксенів.

Ромбічний піроксен (бронзит) таблитчастої, неправильної, клиноподібної форми. Розміри зерен (0,5–3 мм). По ромбічному піроксену розвинений бастит (до 30 %).

Моноклінний піроксен (діопсид) представлений зернами таблитчастої, кутастої форми, близької до ізометричної. Розміри зерен коливаються від 0,3 до 3 мм. По моноклінному піроксену розвиваються амфіболи від актинолітів до титановмісних керсутитів.

Хромшпінелід інтеркумулусу спостерігається на контурах або всередині глобулей олівину і піроксенів у вигляді кристалів кубічного і октаедричного габітусу. Розміри агрегатів і кристалів коливаються від 0,001 до 0,5 мм, рідко до 1 мм. Відмічаються шлірові виділення хроміту до прожилків. Розміри нодулів хроміту коливаються від 0,1 до 2 мм в парагенезисі з ромбічним і моноклінним піроксенами, антигоритом, прохлоритом, які вивопнюють прожилки. Кількість гідротермального пілоподібного магнетиту коливається від 0 до 15 %, у середньому становлячи 4,5 %. Лейкоксен спостерігається епізодично, розміри кристалів від 0,05 до 0,1 мм. Лейкоксен розвивається по магнетиту.

Лерцоліт II (№ 106–215). Кумулятивна фаза варіює від 15 до 85 % і складається крупними глобулями та полігональними зернами олівину (0,1–3 мм). По олівину розвинені повні псевдоморфози серпентину, рідше тальку і карбонату. Релікти олівину (0,01–0,1 мм) зустрічаються в поодиноких зразках. Вміст кумулятивного хромшпінеліду коливається від 1 до 10 %, у середньому становлячи 2 %. Хромшпінелід утворює зерна ізометричної, неправильної, ромбоподібної форми, октаедричного і кубічного габітусу. Розміри зерен варіюють від 0,001 до 2 мм, звичайно від 0,1 до 0,3 мм. Шлірові виділення хроміту часто лейкоксенизовані (ільменохроміт).

Інтеркумулятивна фаза становить від 5 до 30 %, у поодиноких пробах до 50–70 %. Середній вміст інтеркумулусу 10,1 %. Склад інтеркумулусу: олівін II (0–10 %, середнє значення – 3,4 %), ромбічний (0–15 %, у середньому 2 %), моноклінний (0–30 %, середнє значення – 2 %) піроксени, хромшпінелід II (1–10 %, середнє значення – 2,7 %).

Олівін інтеркумулусу представлений дрібнішими від 0,05 до 0,5 мм, рідко до 1 мм глобулями з чіткими контурами куполоподібної та еліпсоїдальної форми, що утворюють пойкилітові включення в ромбо- і клинопіроксенах. По олівину розвиваються повні псевдоморфози серпентину, рідше псевдоморфози ідингситу, тальку, хлориту і карбонату.

Ромбічний піроксен заміщений цілком баститом, іноді зберігаються окремі релікти розмірами 0,2–2 мм.

Моноклінний піроксен (авгіт) – у вигляді кристалів таблитчастої, ізометричної форми, розмірами від 0,05 до 0,5 мм, зрідка до 2 мм.

Хромшпінеліди інтеркумулусу утворюють скупчення кристалічних агрегатів кубічної, октаедричної та ромбоподібної форми.

Сфен спостерігається у вигляді поодиноких зерен розміром від 0,01 до 0,25 мм іноді до 0,6 мм. По периферії зерна сфену оточені оторочкою магнетиту. (№ 136, 137).

Лейкоксен спостерігається у вигляді кристалів неправильної форми, розміром від 0,5 до 2 мм.

Апатит утворює поодинокі безбарвні зерна неправильної форми розміром від 0,01 до 0,1 мм.

У зразках № 134, 168–190 спостерігаються ксеноліти залізистих кварцитів (сланців) грюнерит-сидероплезит-стилвіномеланового складу. У висячому боці ксеноліту спостерігається реакційна зона, що складається з тальк-карбонатних, тальк-прохлоритових, карбонат-прохлоритових, тремоліт-хлоритових порід.

Гарцбургіти (№ 216–237) дрібно- і мікрозернистої будови в основному тальк-карбонат-антигоритового складу зі збереженими первинними реліктово-псевдоморфними кумулятивними структурами з фазою інтеркумулусу.

Перша фаза кристалізації у вигляді крупних від 0,1 до 2 мм кумулокристалів-глобулей і полігональних зерен олівину I генерації. Олівін повністю серпентинізований з утворенням псевдоморфоз антигориту, рідше тальку, карбонату і хлору (рипідоліту).

Хромшпінеліди I генерації (1–5 %, середнє значення – 1,2 %) утворюють кристали октаедричного, кубічного габітусу навколо і всередині зерен олівину. Розміри зерен коливаються від 0,01 до 0,5 мм.

Інтеркумулус (5–25 %, середнє значення – 24 %): олівін (5–25 %, середнє значення – 12 %), ромбічний піроксен (5–25 %, середнє значення – 10 %), хромшпінелід (1–15 %, середнє значення – 2 %).

Інтеркумулятивний олівін представлений дрібнішими, ніж кумулятивний глобулями (0,05–0,3 мм) округлої форми, що утворюють пойкилітові включення в кристалах ромбічних піроксенів. По олівінам утворюються повні псевдоморфози антигориту, рипідоліту, рідше тальку і карбонату.

Ромбічний піроксен повністю заміщений баститом.

Хромшпінеліди ізометрично округлої форми (0,01–2 мм) – мінерали інтеркумулятивної фази розташовані по контурах глобулей олівину і таблиць піроксенів.

Лерцоліт III (NN 245–319) дрібно- і мікрозернистої будови, в основному хлорит-антигоритового складу. Кумулятивна фаза у вигляді крупних (0,1 до 3–5 мм) кумулокристалів глобулей і полігональних зерен олівінів I генерації. У ряді проб збереглися релікти олівину. Вміст реліктів коливається від поодиноких зерен до 30 %. Релікти олівину збереглися тільки в кумулятивній фазі й склад їх коливається від форстеритів (не більше 10 % Fa), хризолітів (20±5 % Fa) до гіалосидеритів (70±5 % Fa).

Хромшпінеліди кумулятивної фази становлять 1–5 %, у середньому 1,2 %. Утворюють кристали октаедричного, кубічного габітусу, а також зерна округлої, ізометричної й неправильної форми всередині та навколо кристалів олівину.

Інтеркумулус становить від 5 до 40 %, у середньому 18 %. Він складається з олівину (5–40 %, середнє значення – 12 %), ромбічного (0–20 %, середнє значення – 0,7 %), моноклінного (3–30 %, середнє значення – 3 %), піроксенів, хромшпінеліду (1–10 %, середнє значення – 2 %). Олівін інтеркумулусу представлений дрібнішими, від 0,05 до 0,5 мм, рідко до 1 мм глобулями з чіткими контурами еліпсоїдальної, шарової і округлої форми.

Ромбічний піроксен утворює виділення ромбовидної таблитчастої, клиноподібної й неправильної форми і роз-

ташований в інтерстиціях глобулей і полігональних зерен олівіну. Іноді навколо зерен ромбічного піроксену спостерігаються келіфітові облямівки моноклінного піроксену. По ромбічному піроксену розвиваються повні псевдоморфози баститу таблитчастої форми (0,3–3 мм). Вміст реліктів ромбічного піроксену варіює від 0 до 20 %, у середньому 1 %.

Моноклінний піроксен (3–30 %, середнє значення – 3 %) у вигляді зерен таблитчастої форми, наближеної до ізометричної (0,3–3 мм), представлений авгітом і діопсидом.

Хромшпінелід (1–10 %, середнє значення – 2 %) розташований по контурах глобулей олівінів і піроксенів у вигляді кристалів октаедричного і кубічного габітусу (0,001–1 мм).

Сфен (1–5%) з оторочками магнетиту утворює агрегатні скупчення клиноподібної й ромбоподібної форми (0,01–0,05 мм).

Лейкоксен розвивається по магнетиту у вигляді агрегатів (0,3–1 мм).

Спостережені зміни в первинному мінеральному складі ультрамафітів обумовлені різним складом і Р-Т умовами кристалізації кумулятивних і інтеркумулятивних фаз, а також жильної фації.

Перший етап кристалізації відповідав довгому розвитку магматичного розплаву в плутонічних зонах (кумулясу), а другий – кристалізації залишкових розчинів-розплавів у проміжних фазах (інтеркумулясу). Третій етап представлений в основному породами габро-норитового ряду – жильні тіла олівін-піроксенового, габро-піроксенітового і габро-діабазового складу. Жили змінені процесами метасоматозу і біметасоматозу і представлені родингітами. Родингіти утворюються на контактах габро-піроксенітів. Мінерали біметасоматичного генезису: гранат, везувіан, воластоніт, флогопіт, тремоліт.

Угору по розрізу ультрамафітів дуніти змінюються лерцолітами I, лерцолітами II, гарцбургіти змінюються лерцолітами III.

У напрямку від лежачого до висячого боку зростає залізистість первинно-магматичних олівінів, піроксенів і хромшпінелідів, їхня титаністість.

Кумулулс має більш магнезійний, ніж інтеркумуляулс склад, що видно із середньої кількості гідротермального магнетиту (%): дуніти лежачого боку (2), лерцоліти II (4), гарцбургіти (3), лерцоліти III висячого боку (6,1).

Розподіл благородних металів угору по розрізу ультрамафітів має наступну тенденцію. Спостерігається зниження середнього вмісту золота угору по розрізу ультрамафітів (г/т): від дунітів (0,0661) лежачого боку до лерцолітів I (0,0264) і лерцолітів II (0,0228) і зростає в гарцбургітах (0,0438), лерцолітах II (0,0431) висячого боку інтрузії.

Платина так само, як золото, має тенденцію накопичення в дунітах лежачого боку і зниження угору по розрізу в лерцолітах I (0,0148 г/т) і лерцолітах II (0,0102 г/т), гарцбургітах і лерцолітах III лежачого боку (0,0059 г/т).

Срібло концентрується в лерцолітах I лежачого боку інтрузії (0,0163 г/т). Від цього локального максимуму вміст срібла зменшується як до висячого боку: лерцоліт II (0,0121 г/т), гарцбургіти (0,0019 г/т), лерцоліти III (0,0022 г/т), так і до дунітів (0,0069 г/т) лежачого боку.

Слід відмітити, що коефіцієнт концентрації золота дорівнює 7 в середньому для всього ультрамафітового тіла, а в дунітах лежачого боку дорівнює 13, лерцолітах I – 5,2, лерцолітах II – 4,6, гарцбургітах і лерцолітах верхньої пачки зростає до 8,8.

Таким чином, з благородних металів в ультрамафітах Південно-Білозерського масиву концентрується, головним чином, золото в породах лежачого і висячого боків інтрузії.

Відносна анізотропія вмісту благородних металів у розрізі ультрамафітів Південно-Білозерського масиву найвища для срібла (72), платини (35) і значно зменшується для золота (13).

1. Бурцева З.А., Ільвицкий М.М., Колбанцев Р.В. и др. Геохимические особенности ультраосновных и основных интрузивных комплексов Украинского щита (в связи с оценкой их никеленосности). – Л., 1976. 2. Ганоцкий В.И., Кравченко В.М. Стратиграфическое положение и состав Белозерской серии докембрия Украинского щита // Відомості Академії гірничих наук України. – 1997. – № 4. – С.58-60. 3. Ільвицкий М.М. Кумулятивні перидотити Південно-Білозерського ультрамафітового масиву (Український щит) // Там само. – С.9-10. 4. Кокс Г.К., Белл Дж. Д., Панкхерст Р. Дж. Интерпретация изверженных горных пород. – М., 1982.

Надійшла до редколегії 10.12.2003 р.