

## МІНЕРАЛЬНІ ВКЛЮЧЕННЯ В ПІРОПАХ ІЗ ОСАДОВИХ КОМПЛЕКСІВ ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

Перші повідомлення про знахідки піропу в теригенних відкладах України з'явилися півсторіччя тому. З того часу встановлена практично повсюдна площадна та “стратиграфічна” зараженість цим мінералом осадового чохла Українського щита (УЩ) та суміжних територій. Піроп виявлений у докембрійських осадових товщах на північному заході України, силурі Верхнього Придністров'я, верхньодевонських-нижньокарбонових відкладах Приазов'я, верхній крейді Волино-Поділля і Придністров'я, верхній крейді та неогенових відкладах Середнього Побужжя, сучасному алювії річок Дністер, Півд. Буг, Горинь, Тетерів та ін. [8]. Однак корінні джерела піропу і донині невідомі, за винятком Східного Приазов'я, де його материнськими породами є відкриті там кімберліти. А отже, питання про походження та пошукове значення теригенного піропу для більшої частини території України залишається невирішеним.

Як неодноразово відзначалося [4—7], важливим джерелом генетичної інформації про українські піропи є мінеральні включення в них. Проте так склалося, що вивчені вони дуже обмежено, хоча безперечно потребують уважнішого ставлення до себе.

На цей час як твердофазові включення у піропах із осадових комплексів України діагностовано понад 10 мінеральних фаз. Це пікроільменіт, рутил, армолколіт, пентландит, амфібол, ортопіроксен, олівін, апатит, карбонати, представники групи кричтоніту (ловерингіт, матіасит), шпінеліди, які встановлені як самостійно (*Ilm*, *Ru*, *Opx*, *Ol*), так і в різних поєднаннях один з одним (*Ilm+Ru*, *Ru + Arm*, *Amf + Pn + Ap*, *Ilm + Ru + Opx + Spl* та ін.) [4—7, 9] \*. Частота їх зустрічальності різна. Пікроільменіт та рутил складають переважну більшість усіх включень, тоді як інші мінерали зафіксовані в одиничних випадках.

Переважає більшість вивчених піропів із включеннями належить до перидотитового, скоріш за все лерцолітового, парагенезису. Вони достатньо витримані за хімічним складом, мають низький вміст хрому та помірний — кальцію і заліза ( $Cr_2O_3 = 1,30—3,30\%$ ,  $CaO = 4,25—5,25\%$ ,  $f = 0,15—0,20$ ). Загалом згадані піропи цілком подібні до малохромових піропів, поширених в осадовому чохлі західної частини УЩ. Незначна кількість (менше 10 %) із

\* У статті прийнято такі умовні скорочення: *Ilm* — пікроільменіт, *Ru* — рутил, *Opx* — ортопіроксен, *Ol* — олівін, *Arm* — армолколіт, *Amf* — амфібол, *Pn* — пентландит, *Ap* — апатит, *Spl* — шпінеліди.

досліджених гранатів із включеннями належить до категорії піроп-альмандинів ( $\text{FeO} = 13,4\text{—}17,2\%$ ,  $\text{MgO} = 13,6\text{—}13,8\%$ ,  $\text{CaO} = 5,40\text{—}8,60\%$ ), які умовно можна віднести до еклогітового парагенезису. Характерною особливістю останніх є те, що як вrostки у них виявлені лише рутил та Mg-ільменіт, тоді як у піропах перидотитового парагенезису відомі всі перелічені вище мінерали.

Докладна характеристика включень у піропах наведена в попередніх публікаціях [4—7, 9], що звільняє нас від необхідності зупинятися на ній у цій статті. Дозволимо собі лише стисло нагадати головне з того, що відомо про предмет нашого дослідження.

Включення пікроільменіту представлені виділеннями двох морфологічних типів. Перший — голчасті й тонкопластинчасті кристали, закономірно орієнтовані в тілі мінерала-господаря, другий — округло- чи овальноізометричні зерна. Як правило, гранати містять включення одного морфологічного типу, частіше першого з них, хоча інколи трапляються індивіди, в яких одночасно наявні і голчасті, й ізометричні вrostки ільменіту. Включення першого і другого типів подібні за хімічним складом і належать до серії твердих розчинів  $\text{MgTiO}_3\text{—FeTiO}_3\text{—R}_2\text{O}_3$ . Характерною рисою ільменітів у піропах перидотитового парагенезису є підвищена концентрація в них MgO та  $\text{TiO}_2$  і порівняно низька — FeO (10,2—17,4; 55,1—60,5; 23,5—30,0 % відповідно), а також достатньо високий вміст домішків  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  і  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (0,3—1,5 і 0,2—1,0 % відповідно). Включення ільменіту в піроп-альмандинах, умовно віднесених нами до еклогітового парагенезису, дещо відрізняються за складом і є менш магнезійними й титанистими і одночасно більш залізистими ( $\text{MgO} = 5,5\%$ ,  $\text{TiO}_2 = 53,6\%$ ,  $\text{FeO} = 38\%$ ).

Другим за поширеністю мінералом включень є рутил. Зазвичай він утворює голчасті кристали, закономірно орієнтовані у гранаті, що містить їх. Із особливостей хімічного складу звертає на себе увагу підвищена концентрація Cr та Al (0,4—1,0 і 0,2—0,6 % відповідно) в рутилах із піропів перидотитового парагенезису і Fe (до 1,7 %) у включеннях цього мінералу в піроп-альмандинах.

Шпінеліди включень, за даними статті [9], в одних випадках представлені високоглиноземистими ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  50—64 %,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  6—20 %, MgO 21,3—23,5 %, FeO 5,0—8,0 %), в інших — високохромовими (до 47 %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) різновидами.

З інших найбільш цікавими та генетично інформативними є включення ортопіроксену та амфіболу. Перший за особливостями хімічного складу відповідає алюмоенстатиту з підвищеним вмістом титану та хрому, другий — високомагнезійному хромвмісному паргаситу.

Наявна на цей час інформація про решту мінералів-в'язнів у піропах є вкрай обмеженою, що не дає змоги робити будь-які узагальнення стосовно їхніх особливостей.

Щодо взаємовідносин між досліджуваними піропами та мінеральними включеннями в них у статті [9] зроблено висновок про їх сингенетичність. Приймаючи це для силікатних і, можливо, деяких інших фаз, притримуємося дещо іншої думки стосовно включень ільменіту та рутилу. Виходячи з морфологічних особливостей останніх, зв'язаності їх хімічного складу зі складом піропів-господарів та враховуючи сучасні погляди на природу подібних вrostків [1], ми схильні вважати, що найімовірніше вони є продуктами розпаду гранатів, що їх містять, тобто належать до епігенетичних утворень.

За даними попередніх робіт [4—7, 9], температура і тиск рівноваги піропів з включеннями становлять 800—1300 °C і 1—4 ГПа. У межах поточного дослідження ми отримали нижчі значення цих параметрів. Для шести зразків піропу з вrostками енстатиту (наші неопубліковані дані та запозичені з роботи [9]) за допомогою гранат-ортопіроксенових геотермометра [11] та геобарометра

[10], які на сьогодні вважають найточнішими для названої пари мінералів, були розраховані  $T$  і  $P$  їх рівноваги, які показали значення відповідно 700—1000 °С і 300—800 МПа. При цьому зауважимо, що ці цифри відображають величини  $T$  і  $P$  лише на момент остаточного встановлення рівноваги між співіснуючими фазами, тобто характеризують останній етап термальної і баричної еволюції зразка. Цілком імовірно, що на час кристалізації вони були вищими.

Вищевикладене та наявні літературні дані дають змогу сформулювати декілька важливих, на наш погляд, висновків.

1. Піропи з різних пошукових площ подібні за хімічним складом та містять однакові мінеральні вclusions, що вказує на однотипність їхніх корінних джерел.

2. У досліджених піропах із розсипищ України наявні як сингенетичні, так і епігенетичні твердофазові вclusions, причому кількісно істотно переважають останні.

3. Піропи з вclusions із осадових відкладів України виявляють аналоги серед таких як із кімберлітових порід [2, 3, 14], так і з перидотитів корового типу [12, 13].

4. Порівняно невисокі  $P$ — $T$ -параметри утворення, незначні варіації та витриманість хімічного складу, наявність мінеральних вclusions, що спостерігаються в піропах із різних типів порід, виявлення вrostків алюмосилікатних фаз з дуже високим вмістом натрію є вагомими аргументами на користь того, щоб як корінні джерела українських теригенних піропів або принаймні деякої їх частини, розглядали не лише кімберліти, як це є сьогодні, а й інші гірські породи, зокрема лужні базальтоїди та перидотити “богемського” типу.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Похиленко Н.П. Поисковая минералогия алмаза. — Новосибирск: ГЕО, 2010. — 650 с.
2. Боткунов А.И., Гаранин В.К., Кудрявцева Г.П. Минеральные включения в гранатах из кимберлитов Якутии // Зап. Всесоюз. минерал. о-ва. — 1983. — Вып. 3. — С. 311—324.
3. Буланова Г.П., Спеццус З.В., Пономаренко А.И. Твердые включения в породообразующих минералах глубинных ксенолитов из кимберлитовых трубок “Мир” и “Обнаженная” // Минерал. журн. — 1993. — 15, № 3. — С. 25—32.
4. Вишневський О.А., Колесник Ю.М., Вишневський А.С. та ін. Піроп з кристалічними вclusions з балтських відкладів Середнього Побужжя // Доп. АН УРСР. Сер. Б. — 1985. — № 4. — С. 9—14.
5. Вишневський А.А., Иванов А.С., Колесник Ю.Н., Вильковский В.А. Армоколлит — первая находка в виде включений в пиропе // Минерал. журн. — 1992. — 14, № 1. — С. 77—82.
6. Вишневський А.А. Хромсодержащие пиropy из балтских отложений Среднего Побужжя (Украина) // Там же. — 1994. — 16, № 2. — С. 97—106.
7. Вишневський О.А. Твердофазові вclusions незвичайного складу в піропі з балтських відкладів Середнього Побужжя // Зап. Укр. минерал. тов-ва. — 2008. — 5. — С. 115—118.
8. Гейко Ю.В., Гурский Д.С., Лыков Л.И. и др. Перспективы коренной алмазоносности Украины. — Киев: Центр Европы, 2006. — 223 с.
9. Цымбал Ю.С. Включения пикроильменита и ассоциирующих с ним минералов в пиропах из теригенных отложений западной части Украинского щита // Минерал. журн. — 2007. — 29, № 1. — С. 67—73.
10. Brey G.P., Kohler T. Geothermometry in four-phase lherzolites. II. New thermobarometers, and practical assessment of existing thermobarometers // J. Petrol. — 1990. — 31, N 6. — P. 1353—1378.
11. Harley S.L. An experimental study of the partitioning of Fe and Mg between garnet and orthopyroxene // Contrib. Mineral. Petrol. — 1984. — 86. — P. 359—373.
12. Seifert A.V., Vrana S. Bohemian garnet // Bulletin of Geosciences. — 2005. — 86, N 2. — P. 113—124.
13. Vrana S. Mineral inclusions in pyrope from garnet peridotites, Kolin area, central Czech Republic // J. of geosciences. — 2008. — 53. — P. 17—30.
14. Wang L., Essene E.J., Zhang Y. Mineral inclusions in pyrope crystals from Garnet Ridge, Arizona, USA: implications for processes in the upper mantle // Contrib. Mineral. Petrol. — 1999. — 135. — P. 164—178.