УДК 622.693:549.1 (477.6)

Кандидаты геол.-минерал.наук ПАНОВ Ю.Б., ПРОСКУРНЯ Ю.А. (ДонНТУ)

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ХРОМПИРОПОВ ИЗ КИМБЕРЛИТОВЫХ ТЕЛ ВОСТОЧНО-ПРИАЗОВСКОГО БЛОКА УКРАИНСКОГО ЩИТА

Исследование типоморфизма минералов — одна из важнейших проблем современной минералогии. Термин «типоморфный минерал» впервые ввел в геологическую науку австрийский минералог и петрограф Фридрих Бекке в 1903 году. Он установил закономерное изменение минерального состава в породах разных фаций с глубиной и предложил называть типоморфными те минералы, которые являются основными составными частями пород. Особый вклад в развитие учения о типоморфизме внесли работы Вернадского В.И., Ферсмана А.Е., Гинзбурга А.И., Лазаренка Е.К., Юшкина М.П. и других ученых. Е.К.Лазаренко дал следующее определение типоморфизму: «…это раздел минералогии, который изучает минералы и их особенности, которые отображают условия образования минералов и их комплексов». В настоящее время этот раздел минералогии направлен, главным образом, на исследование количественных параметров связи между минералами и условиями их образования. Кроме этого, существенно расширились масштабы практического использования типоморфизма минералов, особенно в поисковых целях, при технологической переработке и изучении новых видов минерального сырья [1].

Изучение типоморфизма химического состава минералов — спутников алмаза (в первую очередь хромпиропа) является весьма актуальным направлением, так как позволяет выяснить условия их образования и способствует решению ряда важнейших вопросов прогнозных и поисково-оценочных работ на этот ценнейший вид минерального сырья, необходимого Украине.

Кимберлитовые породы содержат комплекс неравновесного полигенного мантийного материала, представленного глубинными ксенолитами и ксенокристаллами минералов, образовавшихся в широком диапазоне P-T параметров. Между собой кимберлитовые тела различаются соотношением разноглубинных ассоциаций минералов, что позволяет рассматривать каждую трубку как объект, характеризующийся строго индивидуальными особенностями минералов — спутников алмаза, определяющих его типоморфизм. Наиболее широко при решении задач как общегеологического, так и прикладного характера используется пироп, являющийся для кимберлитов и лампроитов ксеногенным минералом, продуктом дезинтеграции фрагментов базит-ультрабазитовых пород, захваченных кимберлитовой магмой на различных уровнях верхней мантии и литосферы.

В кимберлитах Приазовья пироп встречается постоянно и представлен разновидностями дунит-гарцбургитового, лерцолитового, пироксенитового и эклогитового парагенезисов. Преобладает пироп хромшпинелевых перидотитов графит-пироповой фации глубинности [2].

Новые сведения, полученные при детальных исследованиях химического состава около 200 зерен хромпиропа из кимберлитовых тел Приазовского блока Украинского щита, позволили уточнить и детализировать результаты ранее проведенных работ, оценить термобарические условия образования и другие генетические особенности этих глубинных пород и значительно расширить имеющуюся информационную базу данных [3].

При определении химического состава пиропов основной акцент делался на содержание в них второстепенных и рассеянных элементов. Результаты определения со-

держаний элементов- примесей в хромпиропах из кимберлитов Приазовья приведены в таблице 1.

Табл. 1. Содержание элементов-примесей в пиропах из кимберлитов Приазовья, (г/т)

трубка Южная

Элементы	Sc	Ga	Zr	Hf	Ti	V	Nb	Co	Ni	Sr
Среднее, по 41 пробе	147	5,63	85,4	1,82	1779	256	0,31	36	54	0,89
Пределы, от-до	1112-212	1,92-9,99	24,2-152,8	0,35-3,44	2215-2665	191-318	0,12-0,59	33-43	30-110	0,19-7,94

продолжение таблицы 1

La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Ho	Y	Er	Yb
0.25	0.54	2.01	0.63	0.68	2.56	2.64	0.57	14.3	1.54	1.56
0.06-2.11	0.21-2.29	0.63-3.94	0.58-2.74	0.25-1.20	0.50-4.29	0.45-4.75	0.11-1.02	2.3-26.4	0.25-3.46	0.34-4.07

трубка Новоласпинская

Элементы	Sc	Ga	Zr	Hf	Ti	V	Nb	Co	Ni	Sr
Среднее, по 39 пробам	157	5,01	75	1,79	1767	234	0,55	35	52	0,72
Пределы, от-до	110 200	1,47 8,22	6 153	0,57 3,94	169 2924	164 283	0,25 1,37	28 44	25 132	0,19 3,48

продолжение таблицы 1

La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Dy	Ho	Y	Er	Yb
0,36	0,49	3,06	1,69	0,71	2,62	3,15	0,63	15,32	1,80	1,80
0,13 1,5	0,17 1,64	1,04 22,69	0,74 2,95	0,35 1,49	0,92 5,15	0,92 6,51	0,16 1,24	1,97 33,11	0,60 3,67	0,54 3,63

Цирконий. Содержания циркония в пиропах из кимберлитов Приазовья составляют: в трубке Южная — в среднем 85,4 г/т (разброс значений от 24, 2 до 152, 8 г/т); в трубке Новоласпинская — в среднем 75 г/т (от 6 до 156 г/т); в трубке Надежда — в среднем 83,7 г/т (от 10 до 189 г/т); в трубке Петровская — 66,5 г/т (от 14 до 157,2 г/т).

Такие значения (более 70 г/т), существенно превышают подобные показатели для пиропов из большинства алмазоносных регионов мира. При изучении кимберлитовых пиропов различных стран мира установлено, что гранаты с высокими содержаниями Zr характерны для трубок, тяготеющих к низкому уровню алмазоносности. Полученные данные свидетельствуют о протекавшем в литосферной мантии достаточно интенсивном метасоматозе, с которым связано обогащение пиропов цирконием и, в меньшей степени, иттрием и титаном [4,5]. Влияние низкотемпературного метасоматоза на сохранность алмазов в настоящее время не совсем ясно, однако воздействие его может быть, скорее всего, отрицательным.

Иттрий. Средние содержания иттрия в хромпиропах из кимберлитовых трубок Приазовья следующие: Южная — 14,3 г/т (от 2,3 до 26,4 г/т); Новоласпинская — 15,32 г/т (от 1,97 до 33,11 г/т); Надежда — 18,8 г/т (от 2 до 60 г/т); Петровская — 19,8 г/т (от 9,1 до 39,3 г/т).

Содержания иттрия в пиропах, превышающие 10 г/т, и отчетливо выраженная положительная корреляция иттрия и галлия указывают на метасоматическое изменение

его на глубинах не менее 140 км [5]. Следовательно, процессы петрогенеза с анатектическим плавлением ультрабазитов, в ходе которых могли кристаллизоваться алмаз и его минералы-спутники, происходили на этих глубинах

Никель. Средняя концентрация этого элемента в пиропах из кимберлитов Приазовья практически одинакова и составляет: в трубке Южной — 54 г/т (от 30 до 110 г/т); в трубке Новоласпинской — 52 г/т (от 25 до 132 г/т); в трубке Надежда — 55,1 (от 23 до 213 г/т); в трубке Петровской — 47,1 г/т (от 38,3 до 68,2 г/т).

Содержание никеля в хромпиропе отражает температуру мантийных пород при эруптивном внедрении в них кимберлитовой магмы и нечувствительно к составу основных компонентов пиропа и давлению. Таким образом, по содержанию никеля в каждом изученном зерне хромпиропа, используя установленную линейную зависимость [5,6,7] можно определить температуру мантийных пород во время захвата его магмой

Кобальт в хромпиропах содержится в количестве: трубка Южная — 36 г/т (от 33 до 43 г/т); трубка Новоласпинская — 35 (от 28 до 44 г/т).

Полученные данные превышают содержания кобальта в пиропах из перидотитовых ксенолитов (менее 25 г/т), отмеченных в кимберлитах Басутоленда (Лесото) [5].

Галлий. Концентрация его в приазовских пиропах следующая: трубка Южная — 5,63 г/т (от 1,92 до 9,99 г/т); трубка Новоласпинская — 5,01 г/т (от 1,47 до 8,22 г/т); трубка Надежда — 5,8г/т (от 2,1 до 9,5 г/т); трубка Петровская — 6,7 г/т (от 3,5 до 11,5 г/т).

Эти значения сходны с аналогичными для пиропов из трубки Удачная (Якутия) — более 5 г/т и кимберлитов северо-западных территорий Канады — более 3 г/т [8, 9].

Стронций. Содержания стронция в пиропах Приазовья, в общем, низки и составляют: в трубке Южной — 0,89 г/т (от 0,19 до 7,94 г/т); в трубке Новоласпинской — 0,72 г/т (от 0,19 до 3,48 г/т); в трубке Надежда — 5,5 г/т (от 0,0 до 79,2 г/т). Без учета единичной «ураганной» пробы (79,2 г/т) содержание стронция составит 2,7 г/т; в Петровской трубке — 1,75 г/т (от 0,0 до 12,6 г/т).

Эти значения существенно ниже, чем в подобных пиропах из алмазоносных кимберлитов Якутии — 4–6,5 г/т и Канады — более 3 [5].

Редкие земли. Большинство зерен пиропа из кимберлитов по сравнению с гранатами из других ультраосновных пород, а также со средним хондритом значительно обогащены редкоземельными элементами [5]. В хромпиропах трубки Южной установлены следующие их содержания:

легкие РЗЭ (лантановая группа): La — 0,25г/т (от 0,06 до 2,11 г/т); Ce — 0,54 г/т (от 0,21 до 2,29 г/т);

средние РЗЭ (иттриевая группа): Sm — 1,63 г/т (от 0,58 до 2,74 г/т); Eu — 0,68 г/т (от 0,25 до 1,20 г/т); Gd — 2,56 г/т (от 0,50 до 4,29 г/т); Dy — 2,64 г/т (от 0,45 до 4,75 г/т);

тяжелые РЗЭ (скандиевая группа): Er — 1,54 г/т (от 0,25 до 3,46 г/т); Yb — 1,56 г/т (от 0,34 до 4,07 г/т).

Количество РЗЭ в пиропах трубки Новоласпинской составляет:

легкие РЗЭ: La — 0,36 г/т (от 0,13 до 1,50 г/т); Ce — 0,49 г/т (от 0,17 до 1,64 г/т);

средние РЗЭ: Sm — 1,69 г/т (от 0,74 до 2,95 г/т); Eu — 0,71 г/т (от 0,35 до 1,49 г/т); d — 2,62 г/т (от 0,92 до 5,15 г/т); Dy — 3,15г/т (от 0,92 до 6,51 г/т);

тяжелые РЗЭ: Er — 1,80 г/т (от 0,60 до 3,67 г/т); Yb — 1,80 г/т (от 0,54 до 3, 63 г/т).

На графиках распределения нормализованных по стандартному хондриту редкоземельных элементов пиропы приазовских кимберлитов демонстрируют высокие и достаточно постоянные содержания тяжелых РЗЭ (от 4 до 20) и средних РЗЭ (от 3 до

15) при пониженном количестве легких РЗЭ (от 0,3 до 5). Эта же закономерность выражается отношением скандий — иттрий более 30 (обогащение тяжелыми РЗЭ) и неодим — иттрий менее 0,6 (обогащение легкими РЗЭ), тогда как пиропы из алмазоносных кимберлитов различных регионов мира как правило, существенно обогащены легкими РЗЭ по сравнению с тяжелыми и графики их распределения имеют крутой наклон [5].

Ниобий. Концентрация ниобия в приазовских пиропах следующая: трубка Южная — 0,31 г/т (от 0,12 до 0,59 г/т): трубка Новоласпинская — 0,55 г/т (от 0,25 до 1,37 г/т).

Этот элемент является индикатором кристаллизационного фракционирования магмы и совместно с цирконием и редкими землями накапливается в остаточных расплавах независимо от их состава [10]. Приведенные содержания ниобия находятся в пределах средних его значений для кимберлитовых пиропов.

Скандий. Содержание скандия в исследованных хромпиропах составляет: в трубке Южной — 147г/т (от 112 до 212 г/т); в трубке Новоласпинской — 157 г/т (от 110 до 200 г/т).

Такие показатели несколько превосходят верхнюю границу разброса значений этого элемента в пиропах известных месторождений — 90–110 г/т [5]. Очевидно, обогащение приазовских пиропов скандием и тяжелыми редкими землями имеет одну и ту же природу.

Ванадий. В хромпиропах определена следующая концентрация ванадия: в трубке Южной — 256 г/т (от 191 до 318 г/т); в трубке Новоласпинской — 234 г/т (от 164 до 283 г/т).

Пиропы из кимберлитов ЮАР и Ботсваны содержат ванадия меньше 400 г/т [5], так что его содержание в кимберлитовых гранатах Приазовья по значению близко Южно-Африканским.

Таким образом, к типоморфным химическим особенностям изученных ксеногенных зерен пиропа из кимберлитовых трубок Приазовья можно отнести:

— широкую вариацию содержаний циркония (от 6 до 189 г/т), при среднем его содержании в трубках Приазовья от 66,5 до 85,4 г/т. Эти показатели существенно превышают аналогичные данные по большинству описанных в литературе пиропов из алмазоносных кимберлитов мира;

— высокие цирконий-иттриевые отношения (7,5), что значительно больше, чем это установлено для кимберлитовых тел мира с промышленным уровнем алмазоносности;

— малую концентрацию стронция (среднее по трубкам от 0,72 до 2,7 г/т), что в 3–6 раз меньше, чем в пиропах из алмазоносных кимберлитов Якутии и Канады;

— существенное обогащение тяжелыми и средними редкоземельными элементами (от 3 до 20), при пониженном количестве легких редких земель (от 0,3 до 5), тогда как большинство пиропов из алмазоносных трубок мира демонстрируют обратную зависимость.

Широкое сравнение типоморфных особенностей пиропов из кимберлитовых тел Приазовья с гранатами из алмазоносных пород Якутии, ЮАР, КНР, Канады, Австралии и других стран, выявило много сходного в их геолого-минералогических и геохимических особенностях, что, в сочетании с общегеологическими сведениями позволяет рассматривать Приазовский блок Украинского щита как новую потенциально алмазоносную область Восточно-Европейской алмазоносной провинции.

Библиографический список

1. **Павлишин В.І., Матковський О.І., Довгий С.О.** Генезіс мінералів. — Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2003. — 672 с.

2. **Цымбал С.Н., Татаринцев В.И., Князьков А.П.** Минералы глубинных парагенезисов из кимберлитов трубки Южная (восточное Приазовье) // Минералогич. Журнал, 1996. — 18. — № 3. — С 18–45.

3. **Панов Б.С., Гриффин В.Л., Панов Ю.Б**. Р–Т условия образования хромпиропа из кимберлитов Украинского щита // Допов. АН України, 2000. — № 3. — С. 137–143.

4. **Илупин И.П., Гриффин В.Л., Каминский Ф.В.** Титан в кимберлитах, титан и цирконий в гранатах — показатели интенсивности глубинного метасоматоза // Докл. Российской АН, 1999. — 366**.** — № 6. — С. 806–808.

5. **Griffin W.L., Ryan C.G.** Trace elements in indicator minerals: Area selection and target evaluation in diamond exploration. // J. Geochem. Explor., 1995. — V. 53. — P. 311–337.

6. **O' Neill H. St. C., Wood B. J.** An experimental study of Fe- Mn partitioning between garnets and olivine and it's calibrations as a geothermometer. // Contrib. Mineral. Petrol, 1980. # 70. P. — 59–70.

7. **Finnerty A. A., Boyd F. R.** Thermobarometry for garnet peridotite xenolites: a basis for mantle stratigraphy. // Mantle Xenolites, Wiley, New- York, 1987. — pp.381–402.

8. **Похиленко К.П., МакДональд Дж. А., Мельник У.И.** Индикаторные минералы кимберлитовой трубки CL-25 кратона Слейв, Северо-западные территории (Канада) // Геология и геофизика, 1997. — 38. — № 2. — С. 514–522.

9. **Специус З.В., Гриффин В.Л.** Рассеянные элементы в минералах эклогитов из кимберлитовой трубки Удачная (Якутия) // Геология и геофизика, 1997. — 38. — №1. — С. 226–232.

10. **Кривдик С.Г., Ткачук В.И.** Петрология щелочных пород Украинского щита. — Киев: Наук. думка, 1990. — С. 395–387.

© Панов Ю.Б., Проскурня Ю.А., 2005

УДК 552.2:550.4 (477.6)

Инж. ТАРАСОВА В.А. (ДонНТУ)

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД ВОСТОЧНОГО ПРИАЗОВЬЯ

Приазовский блок является восточной частью Украинского щита (УЩ). От остальной его части блок отделен Орехово-Павлоградским глубинным разломом. В свою очередь, по геологическому строению Приазовский блок расчленяется на две части — западную и восточную, которые существенно отличаются по строению. Характерной особенностью Восточного Приазовья является наличие глубокометаморфизованных комплексов пород, разновозрастных интрузивных и субвулканических образований разнообразного состава, широкое распространение разномасштабных нарушений различных направлений. В основании Приазовского блока по геофизическим данным и широкому развитию магматических пород Оровецким Ю.П. выделен мантийный диапир первично ультраосновного состава [1]. Под Восточно-приазовским блоком зафиксирована центральная часть этого диапира, который ранее упоминался Кармазинным П.С. как восточно-приазовский батолит [2]. Активная жизнь диапира продолжалась от раннего протерозоя до палеозоя. Первично ультраосновная магма, внедряясь в толщи протерозойских пород, ассимилировала их, обогащаясь различными химическими элементами, и привносила их в вышележащие породы [1]. Этим объясняется обогащение пород различными полезными компонентами.

В пределах Кальмиусской площади Восточного Приазовья геологами Приазовской ГРЭ в результате глубинного геологического картирования ГГК-50 были впервые выявлены несколько субвулканических построек в пределах участков Вербовый, Кичиксу и Кирилловский. Эти структуры сложены в основном трахитами, андезитами, их ксенокластолавами и лавобрекчиями палеозойского возраста. Вмещающие породы