

В. С. Абушкевич, Е. В. Волкова, Л. Ф. Сырицо

ДАЙКИ ЛАМПРОФИРОВ ХАНГИЛАЙСКОГО РЕДКОМЕТАЛЬНОГО РУДНОГО УЗЛА В ВОСТОЧНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ¹

В последние годы уделяется большое внимание исследованию дайковых пород в пределах редкометальных рудных узлов фанерозоя. Предполагается, что их изучение, особенно характера взаимосвязи даек с редкометальными гранитами, позволит уточнить происхождение рудоносных редкометальных магм, в том числе источников магмагенерации, состава субстрата, оценить роль и характер в этом процессе мантийно-корового взаимодействия, а также охарактеризовать геодинамические режимы формирования столь специфических по составу флюидонасыщенных магм. Решение этих проблем было начато нами при анализе даек Хангилайского рудного узла в Восточном Забайкалье, в пределах которого дайковый комплекс получил широкое развитие как по разнообразию даек, так и по длительности их образования. В составе рудного узла выделяются два промышленных месторождения редких металлов, приуроченных к сателлитам Хангилайского массива биотитовых гранитов и имеющих различную металлогеническую специализацию – Орловское танталовое месторождение, связанное с литий-фтористыми гранитами западного сателлита, и Спокойнинское вольфрамное месторождение в пределах мусковит-альбитовых гранитов восточного сателлита [1].

В настоящей статье рассматриваются петрохимические и геохимические особенности даек лампрофиров, получивших наибольшее распространение в пределах исследуемого региона.

Хангилайский рудный узел расположен на территории Агинской структурно-формационной зоны, сложенной преимущественно слабометаморфизованными песчано-сланцевыми породами. Особенностью этого региона по сравнению с соседними зонами (Даурская на западе и Газимуро-Аргунская на востоке) является слабое развитие интрузивных образований. Данный рудный узел приурочен к выходу Хангилайской интрузии, находящейся в осевой части Хангилай-Шилинского хребта в районе пересечения двух систем разрывных нарушений – северо-западной и субширотной. Зона разломов северо-западного простирания разделяет разновозрастные песчано-сланцевые толщи ононской свиты рифея (они слагают восточную часть рудного поля) и слабометаморфизованные алевролитовые отложения зун-шивинской свиты девон-каменноугольного возраста [2, с. 96–108].

В пределах Хангилайского рудного узла дайки лампрофиров относятся к наиболее ранним магматическим образованиям и распространены на большой территории. Их положение контролируется разрывными нарушениями преимущественно северо-западного простирания.

Лампрофиры создают рои субпараллельных тел с четкими прямыми контактами мощностью от 0,5 м до первых десятков. Наиболее мощная и протяженная (до 2 км) пологопадающая дайка лампрофиров представляет собой силлоподобное тело мощностью до 200 м и служит своего рода «покрышкой» для Орловского массива. Простирание некоторых даек прослежено на сотни метров.

Лампрофиры сложены плотными темно-серыми, иногда почти черными породами. Их структура, в основном массивная, гетерогранонематобластовая, с элементами пойкилобластовой. Текстура – массивная, с элементами параллельной, обусловлена субпараллельной ориентировкой растущих кристаллобласт актинолита. Порода средней и мелкозернистая, с преимущественным размером минеральных индивидов 0,05–1,0 мм (реже до 1–2 мм). Практически все рассматриваемые дайки лампрофиров в пределах рудного узла являются лампрофирами спессартитового ряда, в которых вкрапленники представлены амфиболом и в подчиненной степени биотитом.

На основании различия в геологическом положении, минеральном составе [3] и степени проявления метаморфизма в составе рассматриваемых лампрофиров выделяются следующие группы:

1) первичные амфиболовые лампрофиры – спессартиты, характеризующиеся наличием крупных – до 5 мм по удлинению вкрапленников амфибола, практически не несущих следов замещения; эти породы распространены в северо-восточной части района в поле развития ононской свиты рифея;

2) метаамфиболовые лампрофиры – метаспессартиты, метаморфизованные в условиях зеленосланцевой фации. Метаморфизм их выражается в том, что первоначальный цветной минерал – роговая обманка – замещается светло-зеленым волокнистым актинолитом, а располагающиеся в промежутках таблички плагиоклаза интенсивно гранулированы и часто превращены в микрогранобластовый агрегат, с размером изометричных кристаллобласт 0,02–0,08 мм. Метаспессартиты распространены преимущественно на западном фланге в поле алевролитовых отложений зун-шивинской свиты девон-каменноугольного возраста.

Первичные спессартиты характеризуются следующим минеральным составом: вкрапленники амфибола – 60%, плагиоклаз основной массы – 35%, кварц – доли процента; рудный минерал – до 1%, хлорит (цоизит) – до 3%, соссюрит, карбонат (единично).

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 03-05-65293).

Амфибол представлен магниальной роговой обманкой и керсутитом и образует в породе крупные – до 5–5,5 мм по удлинению и 1,5–2 мм в поперечнике – зерна правильной формы, нередко содержащие простые двойники. По единичным зернам амфибола развивается мелкочешуйчатый агрегат цоизита. Основная масса состоит из зерен плагиоклаза (0,4–0,6 мм), с четким двойниковым строением и неясно выраженной зональностью. Микрозондовыми исследованиями установлено, что центральные части зерен отвечают An № 58–61, периферические – An № 50. Вторичные изменения выражаются в умеренной сосюритизации плагиоклаза. В аксессуарных количествах отмечаются зерна сульфидов (титаномагнетит?) размером 0,1–0,3 мм, а также апатита.

Минеральные составы метаспессартитов и первичных спессартитов существенно отличаются. Главные минералы метаспессартитов представлены амфиболом – 20–25%, плагиоклазом – 15–20% и биотитом – 5–10%; второстепенные: кварцем – доли процента; аксессуарные: сульфидами, апатитом; вторичные: актинолитом – 50–55%, сосюритом и карбонатом (единично).

Преобладающий в породе актинолит, в виде мелких иголок размером 0,05–0,1 мм, не только замещает роговую обманку, но и захватывает периферийные участки граничащих с ним зерен плагиоклаза, также замещая его, что обуславливает элементы пойкилобластовой структуры. Реликты роговой обманки сохранились только местами, и их размер не превышает 0,5–1,5 мм. Растущие кристаллобласты актинолита заметно ориентированы в одном направлении, с чем связана параллельная текстура породы. Микрозондовые исследования показали, что первичный амфибол представлен в породе магниальной роговой обманкой, а вторичный – актинолитом. В некоторых реликтовых табличках плагиоклаза слабо выступают черты двойникового строения и зональность, которая проявляется в том, что в центральных частях зональных зерен плагиоклаз отвечает An № 56–61, а периферических – An № 47–50. Вторичные изменения выражаются в сосюритизации плагиоклаза и замещении амфибола мелкочешуйчатым (размеры чешуек 0,01–0,05 мм) биотитом красновато-бурого цвета. В аксессуарных количествах отмечаются ильменит и апатит.

Петрохимические исследования (табл. 1) показали изменчивость состава этих пород за счет широких вариаций в содержаниях алюминия, магния и железа, что обусловлено различной степенью проявления процессов метаморфизма и наложенного метасоматоза под воздействием Хангилайской интрузии. Тем не менее для всех пород характерно существенное обогащение магнием (до 14,5 масс.% MgO) и железом до (10 масс.% FeO). На классификационной диаграмме $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ фигуративные точки составов ложатся в поле субщелочных базальтоидов, а на диаграмме калиевой щелочности $\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ соответствуют высококалиевой известково-щелочной серии. По петрохимическому составу дайки западного и восточного флангов рудного узла различаются весьма существенно (табл. 1). Это проявляется в повышенной глиноземистости и, напротив, значительно меньшей магниальности, а также в повышенном содержании натрия в составе даек западного фланга.

Таблица 1. Химический состав (масс.%) даек лампрофиров Хангилайского рудного узла

Компонент	Дайки западного фланга (девон-карбон)						Дайки восточного фланга (рифей)						
	1	2	3	4	5	Среднее	6	7	8	9	10	11	Среднее
SiO ₂	52,50	51,50	53,31	52,49	48,72	51,70	53,05	46,03	50,16	52,06	51,11	51,56	50,66
TiO ₂	1,39	1,42	1,42	0,86	1,02	1,22	1,12	1,09	1,32	0,93	1,31	1,16	1,16
Al ₂ O ₃	16,40	16,50	15,78	16,31	24,23	17,84	16,95	9,84	12,36	16,24	13,04	12,25	13,45
Fe ₂ O ₃	9,12	9,45	10,31	7,09	4,59	8,11	7,60	10,3	9,25	7,97	8,58	8,32	8,67
MnO	0,14	0,14	0,18	0,13	0,07	0,13	0,11	0,15	0,14	0,14	0,12	0,12	0,13
MgO	6,01	6,23	4,99	5,50	1,84	4,91	9,34	14,54	12,02	9,67	9,62	10,73	10,99
CaO	9,39	8,55	6,11	5,77	4,42	6,85	4,56	8,40	7,01	6,46	6,55	6,87	6,64
Na ₂ O	2,59	3,52	5,12	3,06	3,60	3,58	3,81	1,62	2,30	2,70	2,77	2,45	2,61
K ₂ O	1,11	1,20	1,27	3,48	4,89	2,39	3,02	2,90	2,23	1,98	2,72	2,50	2,56
P ₂ O ₅	0,19	0,19	0,36	0,31	0,11	0,23	0,27	0,41	0,54	0,25	0,60	0,54	0,44
п.п.п.	1,16	1,30	0,10	4,70	6,30	2,71	0,20	4,30	2,10	1,50	3,20	3,20	2,42
Сумма	100,00	100,00	98,95	99,70	99,79	99,67	100,03	99,58	99,43	99,90	99,62	99,70	99,73

Примечание. Все железо определено как Fe₂O₃. 1–11 – дайки лампрофиров (соответственно номера проб: 354, 351, 830, 819, 909, 941, 824, 827, 954, 826а, 827а). Анализы выполнены в химико-аналитической лаборатории СевМорГео.

Как видно из табл. 2, геохимический состав лампрофиров изменяется в широких пределах в зависимости от положения даек в той или иной толще вмещающих пород (рифей или девон-карбон), а также от близости к интрузии. Причины таких вариаций требуют доизучения. Дайки восточного фланга по сравнению с дайками западной части рудного узла заметно обогащены барием (до 3256 ppm Ba), стронцием (до 1046 ppm), хромом (до 314 ppm), никелем (до 497 ppm), но в них отмечается заметно меньшее количество ниобия, иттрия и циркония. В лампрофирах западного фланга установлено повышенное содержание фтора (до 600 ppm F). Рассматривая распределение редкоземельных элементов (РЗЭ), можно отметить, что для лампрофиров западного фланга свойственно повышенное их суммарное содержание (до 190,26 ppm) и более высокое La/Yb отношение (до 34,4), чем для лампрофиров восточного фланга – соответственно 122,38 ppm и 20,11. Все лампрофиры имеют слабо проявленный европиевый минимум – 0,83–0,88. Как видно из рис. 1, характер распределения РЗЭ в лампрофирах и ранних мезозойских интрузивных комплексах Забайкалья основного состава (акатуевский – шошонитовый и шахтаминский – монзонитовый) весьма сходен [1]. При этом наблюдается определенное различие в суммарном содержании и распределении РЗЭ в составе даек, залегающих в разновозрастных толщах вмещающих пород, что отражает, скорее всего, разную степень фракционирования лампрофировой магмы, заметно большую в дайках западного фланга интрузива (девон). Не исключено также метасоматическое воздействие литий-фтористой магмы Орловского массива.

Таблица 2. Содержание малых элементов (г/т) в дайках лампрофиров Хангилайского рудного узла

Компонент	Дайки западного фланга (девон-карбон)						Дайки восточного фланга (рифей)						
	1	2	3	4	5	Среднее	6	7	8	9	10	11	Среднее
F	400	600	–	–	–	500	–	–	–	–	–	–	–
Li	–	–	34	–	–	34	118	102	–	–	44	42	76
Ba	160	184	533	1102	1428	681	2082	3256	2305	1650	2343	2816	2409
Rb	30	45	53	–	–	43	65	90	–	–	65	45	66
Sr	296	261	193	716	362	366	755	484	1008	866	1149	1046	885
Cr	7	177	187	55	149	115	209	314	184	199	171	230	218
Ni	50	50	31	38	41	42	204	497	343	204	220	298	294
V	223	218	138	126	76	156	143	186	158	168	167	155	163
Zn	74	81	245	159	290	170	254	109	134	313	136	200	191
Co	–	–	41	28	29	33	37	28	27	39	38	41	35
Nb	–	–	15	–	–	15	10	9	–	–	15	13	12
Y	29	34	54	–	–	39	13	27	–	–	28	25	23
Zr	124	145	192	–	–	154	100	181	–	–	220	203	176

Примечание. Анализы 1, 2, 4, 5, 8, 9 выполнены рентгенофлуоресцентным методом в химико-аналитической лаборатории СевМорГео, 3, 6, 7, 10, 11 – методом ICP MS в химико-аналитической лаборатории института Техноприбор. Фтор определялся количественным спектральным анализом в спектральной лаборатории кафедры геохимии геологического факультета СПбГУ. Знак «–» – элемент не определялся.

Для представительной пробы лампрофиров в лаборатории изотопной геохимии и геохронологии ИГД РАН было выполнено изотопное исследование Sm–Nd системы. Из полученных данных (по валу породы) следует, что рассматриваемые лампрофиры характеризуются положительным значением $\epsilon Nd = +2,1$, что является показателем большой доли первичного ювенильного вещества при образовании лампрофировой магмы.

Из геодинамических диаграмм следует, что изучаемые лампрофиры соответствуют известково-щелочной серии (рис. 2, а). В то же время необходимо обратить внимание на обособленный характер положения фигуративных точек состава даек западного и восточного флангов интрузива (рис. 2, б). Так, дайки лампрофиров, залегающие в девон-каменноугольной толще, сформировались в режиме базальтов вулканических островных дуг, в то время как лампрофиры, прорывающие рифейскую толщу, – в обстановке срединно-океанических хребтов. Индивидуальное положение полей лампрофиров не может служить однозначным показателем оценки режима образования даек, так как все они сформировались, скорее всего, одновременно на начальных стадиях мезозойской тектономагматической активизации рассматриваемого региона. Тем не менее наметившиеся различия в геодинамической обстановке формирования находятся в согласии с геохимическими особенностями даек западного и восточного флангов рудного узла. Так, дайки, прорывающие рифейскую толщу, по сравнению с дайками из девонских толщ обогащены барием, стронцием, тугоплавкими элементами, имеют спектр распределения РЗЭ, сходный с ранними

Образец/Хондрит

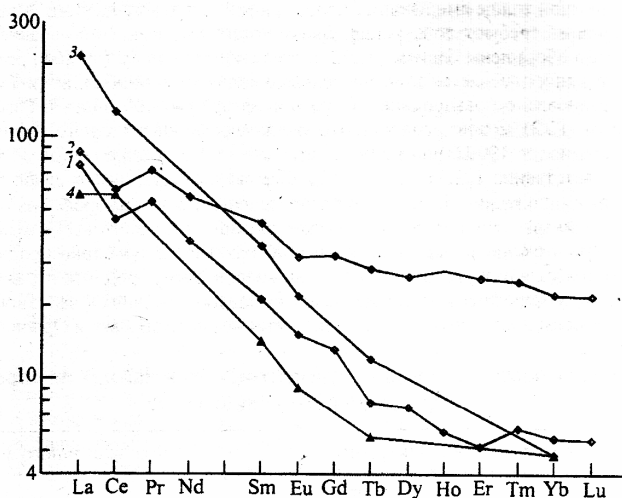


Рис. 1. Нормированное на хондрит распределение РЗЭ в лампрофирах Хангилайского рудного узла.

1, 2 – дайки лампрофиров: 1 – восточного фланга рудного узла (рифей), 2 – западного фланга рудного узла (девон–карбон); 3, 4 – мезозойские интрузивные комплексы Восточного Забайкалья: 3 – акагуевский комплекс, шошониты, 4 – шахтаминский комплекс, габбро-монзониты.

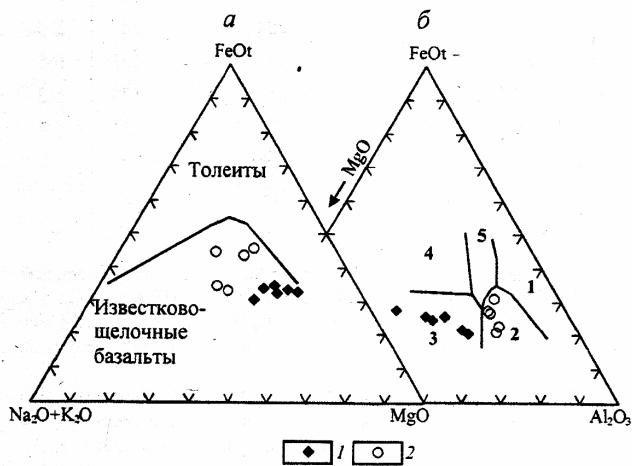


Рис. 2. Положение составов лампрофиров Хангилайского рудного узла на геодинамических диаграммах.

а – $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})\text{-FeOt-MgO}$ [4, с. 523–548]; б – $\text{FeOt-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ [5, с. 121–132]. 1, 2 – лампрофиры: 1 – восточного фланга рудного узла (рифей), 2 – западного фланга рудного узла (девон–карбон). 1–5 – базальты: 1 – островных центров спрединга, 2 – вулканических островных дуг, 3 – срединно-океанических хребтов, 4 – океанических островов, 5 – континентальные.

базитовыми комплексами Забайкалья, что является показателем меньшей степени фракционирования образующей их лампрофировой магмы. Не исключено, что выявленные отличия в составе магматитов, залегающих в разновозрастных вмещающих толщах, возможно, обуславливают различную металлогеническую специализацию малых массивов сателлитов Хангилайского рудного узла.

Summary

Abushkevich V. S., Volkova E. V., Syrico L. F. The lamprophyre dikes of the Khangilaiski rare metal ore node in Eastern Transbaikal.

The article describes petrochemical and geochemical features in the composition of lamprophyre dikes in the Khangilaiski ore node in Eastern Transbaikal. It is revealed, that the lamprophyres correspond to the spessartites sequence. Research has shown a difference in chemical composition between those dikes in the western and those in the eastern regions, all of which are located in rock formations of varying age.

Литература

1. *Сырицо Л. Ф.* Мезозойские гранитоиды Восточного Забайкалья и проблемы редкометального рудообразования. СПб., 2002. 2. *Гребенников А. М.* Орловское танталовое месторождение. Месторождения Забайкалья: В 2 т. М., 1995. Т. 1, кн. II. 3. *Rock N. M. S.* Lamprophyres. London, 1984. 4. *Irvine T. N., Baragar W. R. A.* A guide to the chemical classification of the common volcanic rock // Can. J. Earth Sci. 1971. Vol. 8. 5. *Pearce J. A., Gorman B. E., Birkett T. C.* The relationships between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks // Earth Planet. Sci. Lett. 1977. Vol. 36.

Статья поступила в редакцию 29 июня 2004 г.