



УДК 549.02+552.11+552.323.5

Д. П. Савельев¹, П. Ю. Плечов², Т. М. Философова¹

¹ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
г. Петропавловск-Камчатский
e-mail: savelyev@kscnet.ru*

² *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
Геологический факультет, Москва*

Лимбургит из пикритового комплекса горы Шаромский Мыс (Восточная Камчатка)

Дана характеристика лимбургита (бесполевошпатовой высококальциевой породы семейства щелочных пикробазальтов) из пикритового комплекса г. Шаромский Мыс. Структуру породы определяют обильные крупные (до 2 мм) вкрапленники и гломеропорфировые сростки клинопироксена, погруженные в измененную основную массу, содержащую также футляровидные и расщепленные кристаллы клинопироксена, зёрна замещенного тальком и серпентином оливина и биотит. Состав клинопироксена вкрапленников и основной массы показывает эволюцию расплава при кристаллизации породы. Состав шпинелида, содержащегося в качестве включений в клинопироксене лимбургитов, резко отличен от шпинели пикритов. Геохимические параметры лимбургита сходны с таковыми для пикрита этого же района, чёткий тантал-ниобиевый минимум говорит об островодужном генезисе пород.

Вулканические комплексы, включающие пикритовые лавы, всегда привлекают особое внимание петрологов. Это связано с тем, что ультрамафиты являются индикатором особых условий магмогенеза, прежде всего — повышенных степеней плавления мантийных источников. Важным является также вопрос генетической связи пикритов с вмещающими породами меньшей магнезиальности.

На Восточной Камчатке ультрамафические вулканы развиты на нескольких участках — в составе мел-палеогеновых островодужных образований в хребтах Тумрок и Валагинский, в р-не г. Шаромский Мыс [2–3, 7], а также в составе палеоокеанических комплексов на п-ове Камчатский Мыс и на Вахильском поднятии [5, 6] (рис. 1). В Восточных хребтах пикриты тесно связаны с вулканическими породами меньшей магнезиальности. Некоторые исследователи отмечают, что пикробазальты и гиаломеланефелиниты (авгититы) предшествуют появлению пикритов [4]. Состав пикритов Восточной Камчатки изучен достаточно детально, в то же время другим ультрамафитам уделялось значительно меньшее внимание. В нашей статье мы представляем результат изучения лимбургита (бесполевошпатовой высококальциевой породы семейства щелочных пикробазальтов), отобранного на одном из участков развития пикритов — в р-не г. Шаромский Мыс.

Гора Шаромский Мыс является северным окончанием Ганальского хребта, но во многих публикациях этот район отнесен к Валагинскому хреб-

ту [напр., 2], что отражает принадлежность района к геологическим структурам Валагинского хребта. Здесь развиты мел-палеогеновые вулканогенно-осадочные островодужные образования [2], на геологической карте они отнесены к валагинской серии [1].

Изученные нами породы были отобраны в тектонической зоне в борту ручья у западного подножия г. Шаромский Мыс, в обнажении преобладали обломки лав и туфов пикритов, заключенные в серпентинитовый матрикс. Порода D1447–4 имеет весьма экзотический химический, нормативный и модальный состав (табл. 1). По содержанию кремнезёма, щелочей и оксида магния порода может быть отнесена к низкотитанистым щелочным пикробазальтам или базанитам (рис. 2). От пород семейства пикритов она отличается меньшим содержанием MgO и гораздо большим содержанием CaO (рис. 38). Отношение CaO/Al₂O очень высокое (2,12) при высоком содержании K₂O (1,48 мас.% в пересчете на безводные 100%). В нормативном составе эти особенности проявляются в появлении нормативного ларнита и фельдшпатоидов.

В породе обильны крупные гломеропорфировые сростки (2–5 мм) кристаллов и отдельные вкрапленники (до 2 мм) клинопироксена, погруженные в основную массу (рис. 4а). Большинство вкрапленников клинопироксена содержит многочисленные включения шпинелида до 0,1 мм размером. В основной массе выделяются футляровидные и расщепленные кристаллы клинопироксена длиной до 1 мм в измененной, возможно, изначально стекловатой

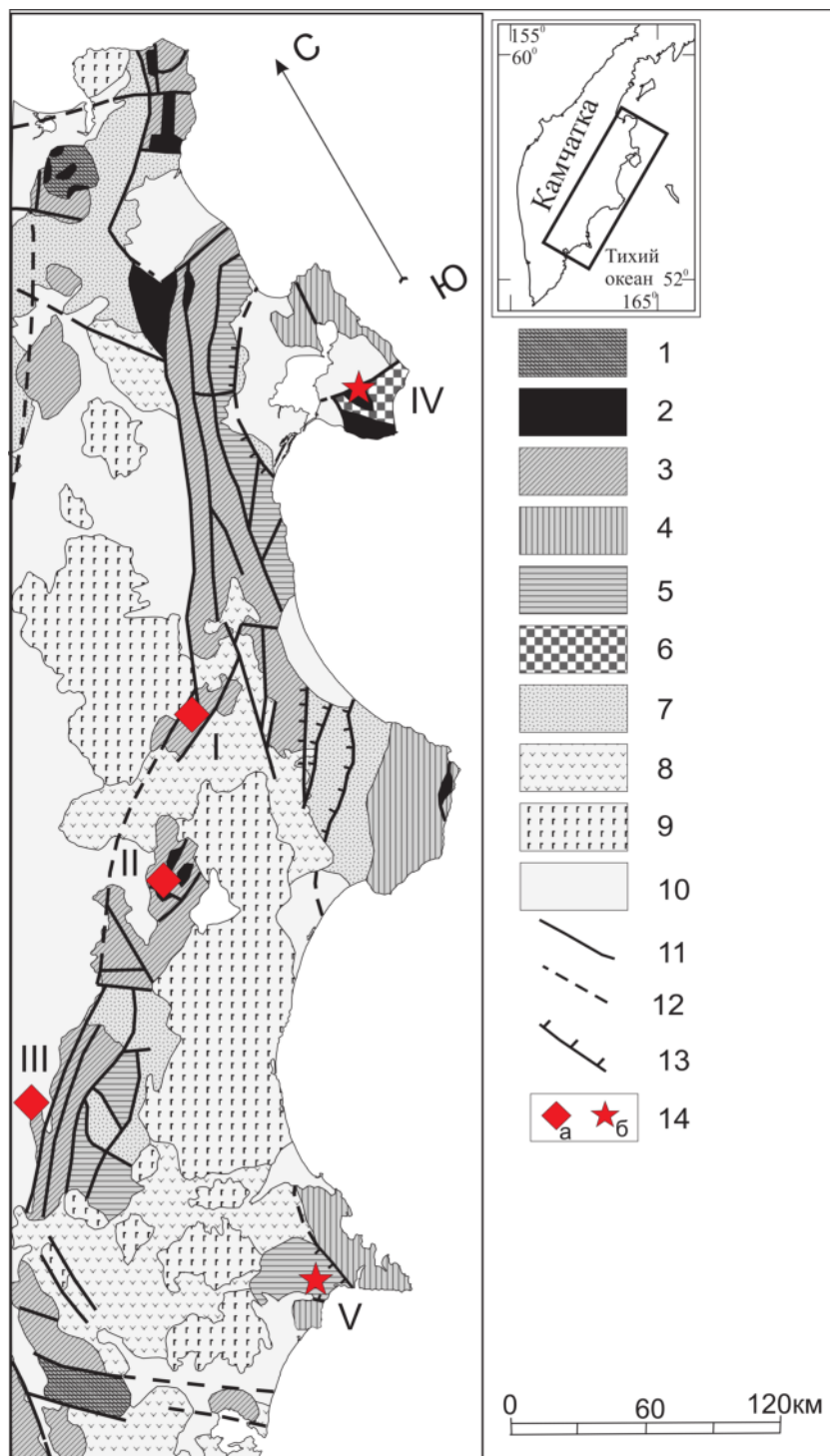


Рис. 1. Тектоническая схема Восточной Камчатки. 1–6 — мел-палеогеновые аккреционно-складчатые комплексы: 1 — выступы метаморфических пород, 2 — гипербазиты и габбро офиолитовой ассоциации, 3 — мел-палеоценовые аллохтонные образования Озерновско-Валагинской палеодуги, 4 — верхнемеловые-эоценовые образования Кронцовкой палеодуги, 5 — верхнемеловые-эоценовые образования ветловского аккреционного комплекса, 6 — меловые океанические образования смагинского комплекса; 7 — олигоцен-миоценовые молассовые образования Тюшевского и Литкенского прогибов; 8–9 — образования Восточно-Камчатского вулканического пояса: 8 — миоцен-плиоценовые и плиоцен-эоплейстоценовые комплексы, 9 — четвертичные вулканиты; 10 — рыхлые отложения четвертичных депрессий, 11–13 — разрывные нарушения: 11 — достоверные, 12 — предполагаемые под рыхлыми отложениями, 13 — надвиги; 14 — выходы пикритов Восточной Камчатки (I — хр. Тумрок, II — Валагинского хр., III — г. Шаромский Мыс, IV — п-ова Камчатский Мыс, V — Вахильского поднятия), а — островодужных, б — океанических.

матрице (рис. 4б-г). Оливин полностью замещен вторичными минералами (тальк и серпентин). В первоначальной породе он присутствовал в подчиненных количествах в виде небольших (0,2–0,3 мм) округлых зёрен. Мелкие поры (0,1–0,2 мм) распределены в породе относительно равномерно и заполнены вторичным карбонатом. При изучении породы на сканирующем электронном микроскопе в основной массе были определены также пластинки биотита до 0,1 мм длиной.

Петрографически и петрохимически порода отвечает лимбургитам (первое описание Rosenbusch, 1872), т. е. бесполовошпатовой вулканической породе, характеризующейся обилием вкрапленников авгита в первоначально стекловатой основной массе. Высокие даже для лимбургитов содержания кальция могут объясняться кумуляцией клинопироксена или вторичными процессами карбонатизации. В пользу второго говорит аномально высокое содержание в породе Sr.

Таблица 1. Содержание петрогенных окислов (в масс. %) и микроэлементов (в г/т) в ультрамафических породах г. Шаромский Мыс.

Петрогенные окислы определены методом XRF в аналитическом центре ИВиС ДВО РАН (аналитик Н. Ю. Курносова), FeO – суммарное железо; микроэлементы определены методом ICP-MS в ИПТМ РАН, г. Черноголовка (аналитик – В. К. Карандашев). 1 – лимбургит (образец D1447-1), 2 – пикрит (образец D1446).

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	ппп	Сум.
1	39,8	0,47	8,1	13,3	0,17	17,1	13,5	1,9	1,4	0,39	4,27	100,3
2	31,4	0,32	5,6	10,9	0,10	0,7	38,6	0,8	0,1	0,20	11,09	99,8
	Li	Be	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	As	
1	2,2	0,80	45,8	267	113	48,7	70,5	135,1	75,4	7,2	-	
2	31,5	0,61	17,0	130	1403	50,5	1145	40,5	58,9	7,2	0,17	
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Ag	Sb	Cs	Ba	La	
1	45,7	920	11,0	30,3	0,46	0,23	0,062	0,15	0,93	324	5,4	
2	4,1	134	5,9	21,9	0,47	0,24	0,030	0,083	1,08	14	3,1	
	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	
1	14,3	2,2	11,0	2,9	0,92	2,7	0,39	2,2	0,41	1,2	0,16	
2	9,1	1,4	6,8	1,6	0,45	1,4	0,21	1,2	0,23	0,67	0,09	
	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Pt	Tl	Pb	Bi	Th	U	
1	1,1	0,16	1,0	0,024	0,18	0,010	0,26	5,1	0,034	0,69	0,42	
2	0,60	0,092	0,66	0,026	0,051	—	0,015	0,58	—	0,47	0,39	

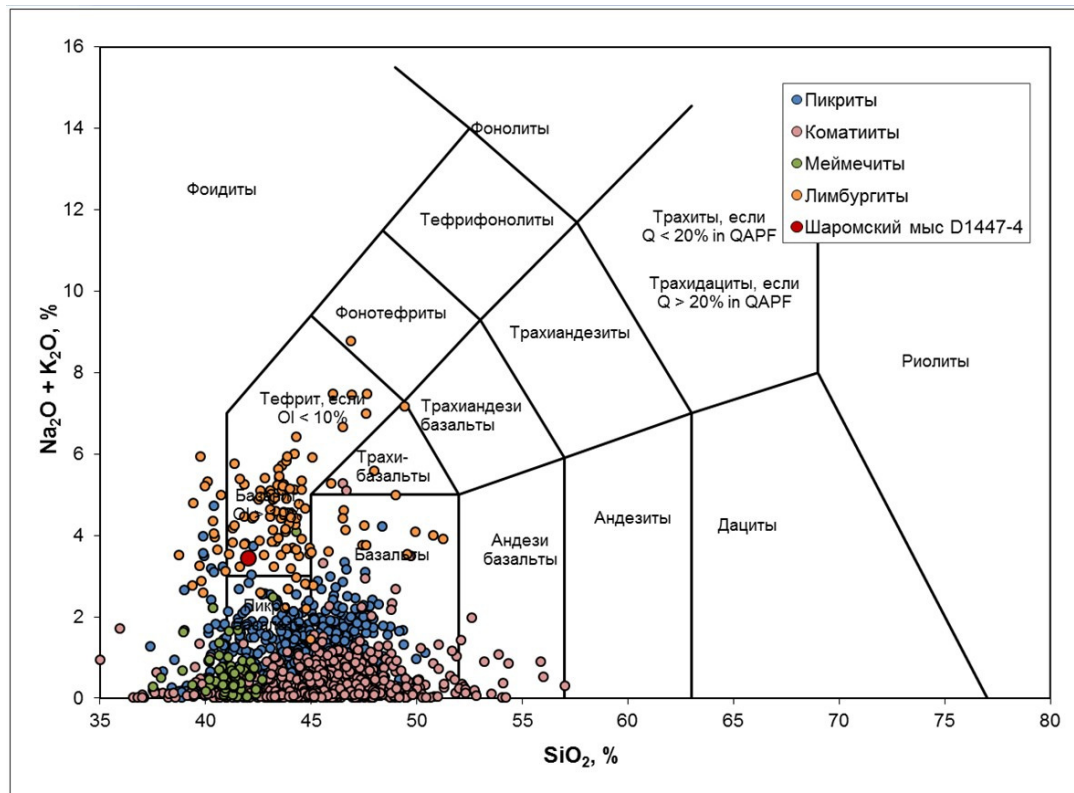


Рис. 2. Состав породы D1447-4 в сравнении с породами семейств пикритов и субщелочных пикробазальтов на диаграмме TAS. Выборка пикритов, коматиитов, меймечитов и лимбургитов по базе GeoRoc.

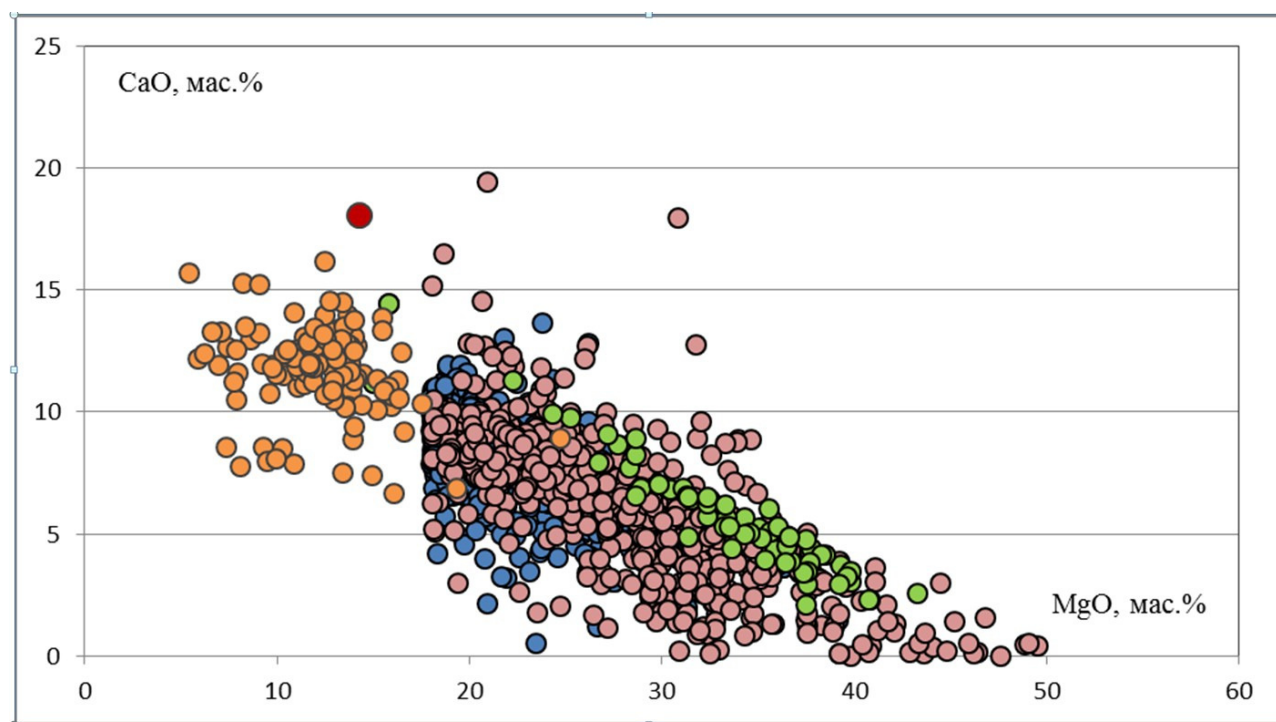


Рис. 3. Состав породы D-1447-4 в сравнении с породами семейств пикритов и субщелочных пикробазальтов на диаграмме MgO-CaO. Выборка пикритов, коматитов, меймечитов и лимбургитов по базе GeoRos. Условные обозначения те же, что и на рис. 2.

Состав минералов был определён в ИВиС ДВО РАН на микроанализаторе «Самбах» с помощью ЭДС X-Max 80. Клинопироксены вкрапленников несколько более магнезиальные, чем клинопироксены основной массы ($(\text{Mg}/\text{Mg} + \text{Fe}^{2+}) = 0,81-0,88$ и $0,75-0,85$, соответственно). Также вкрапленники несколько обеднены (по сравнению с клинопироксенами о.м.) Al_2O_3 , Fe_2O_3 и TiO_2 . В отличие от клинопироксенов пикритов, клинопироксены limburgитов практически не содержат хрома, что согласуется с геохимией пород. Центр и край вкрапленников почти не отличаются по составу, слабая зональность проявлена в том, что некоторые зоны (не краевые, но и не самые центральные) обогащены SiO_2 и обеднены Al_2O_3 и TiO_2 , что на изображении, сделанном в обратно рассеянных электронах, выражено в виде более темных узких полос (рис. 4г). Признаком изменения состава расплава в процессе кристаллизации породы является также то, что практически все крупные вкрапленники клинопироксенов содержат многочисленные включения шпинелидов (титаномagnetита), а в основной массе шпинелиды отсутствуют. Состав этих шпинелидов очень сильно отличается от шпинелей пикритов. Шпинелиды внутри клинопироксенов limburgитов характеризуются очень сильной окисленностью, низкой хромистостью и глиноземистостью. Состав такой (среднее из 26 анализов): $\text{TiO}_2 = 2,3$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 6,28$; $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,11$; $\text{MgO} = 4,80$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 58,48$; $\text{FeO} = 26,33$; $\text{MnO} = 0,46$ (Fe_2O_3 рассчитано исходя из стехиометрии).

Сравнение мультиэлементного спектра limburgита со спектром пикрита из того же района позволяет предположить происхождение их из единого мантийного источника (рис. 5). Чёткий Ta-Nb минимум говорит об островодужном генезисе пород, что согласуется с геохимическими данными по пикритам Восточных хребтов Камчатки [7]. Если обращать внимание только на элементы, устойчивые при вторичных процессах, то спектры очень близки, в частности, практически параллельны спектры РЗЭ. Резкое обогащение limburgита K, Rb, Ba, Pb и Sr, возможно, связано с наложенным процессом, которым объясняется и очень высокое содержание Ca (кальциевый метасоматоз?). Но более вероятно, что высокие содержания крупноионных литофильных элементов в исследованном limburgите связаны с геохимическими особенностями мантийного источника, как это показано для пикритов Восточных хребтов [3, 7]. При этом вторичные процессы уменьшают концентрации этих элементов в пикритах [3].

В изученном нами образце limburgита анализ показал содержание платины 0,01% (табл. 1), при пороге чувствительности метода — 0,005%. Нельзя делать выводы по одному непредставительному анализу, но, возможно, это не случайная аномалия, а отражение связи ультрамафических пород Шаромского Мыса с массивами платиноносной дунит-клинопироксенит-габбровой формации, развитой на Камчатке.

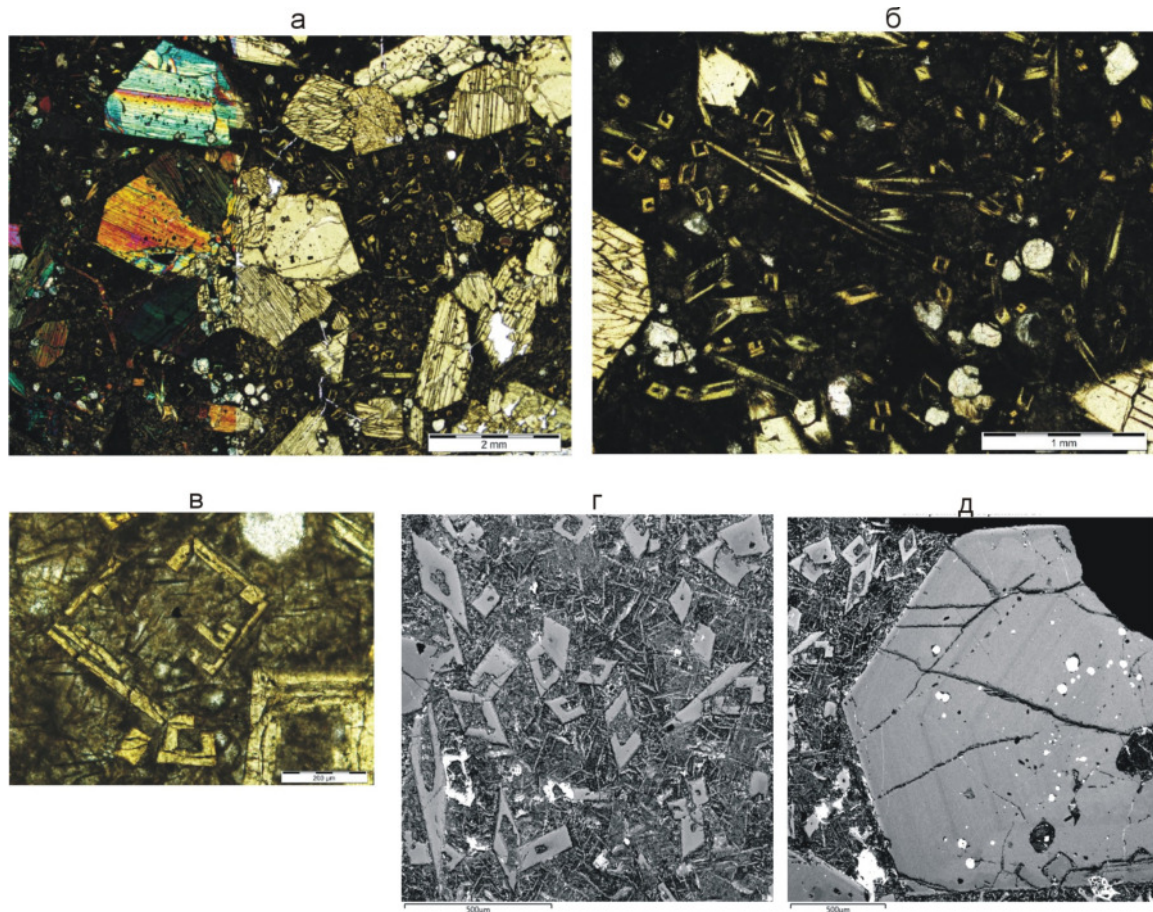


Рис. 4. Структура лимбургита: а-в — фотографии прозрачных шлифов под микроскопом (а — общий облик породы D1447-4, слева изображение в скрещённых николях, справа — при одном николе; б — структура основной массы породы, в — коробчатый кристалл клинопироксена в основной массе); г-д — фотографии в обратно рассеянных электронах (выполнена на сканирующем электронном микроскопе (SEM Vega 3 Tescan)), г — футляровидные кристаллы клинопироксена и микролиты биотита в основной массе, д — вкрапленник клинопироксена с включениями шпинелида.

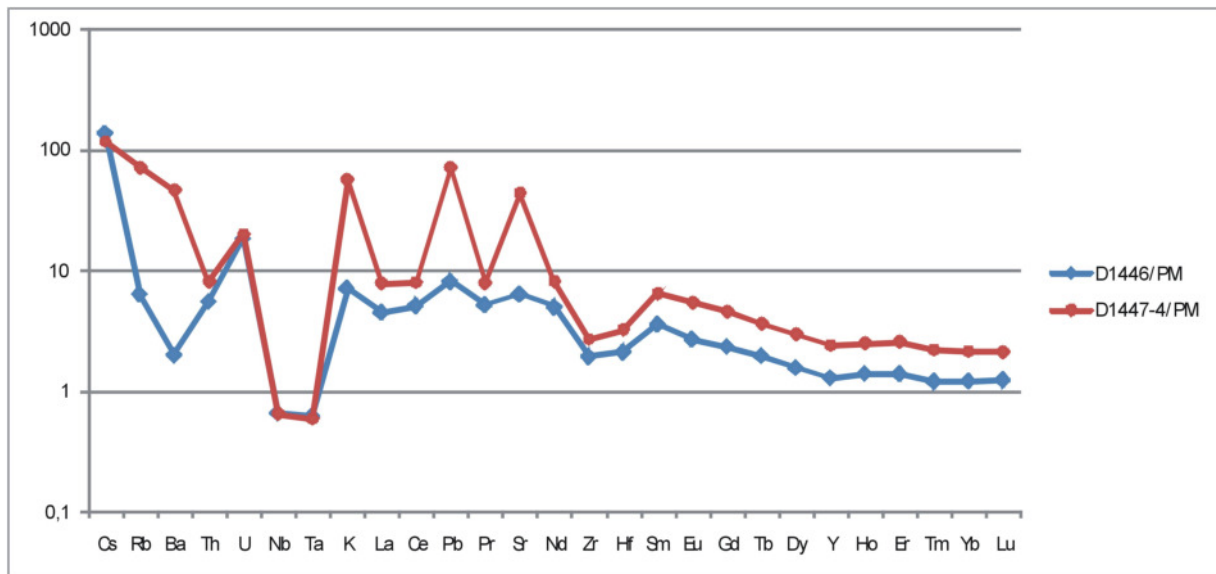


Рис. 5. Мультиэлементные спектры лимбургита и пикрита г. Шаромский Мыс. D1446 — пикрит, D1447-4 — лимбургит. Нормирование выполнено к составу примитивной мантии по (Sun, McDonough, 1989).

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток», проект № 15-I-2-045.

Список литературы

1. Бояринова М. Е. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Восточно-Камчатская серия. N-57-XV. (Шаромы). М.: 1986. 71 с.
2. Каменецкий В. С., Данюшевский Л. В., Зинкевич В. П. и др. Новые данные о пикритах горы Шаромский Мыс (п-ов Камчатка) // Геохимия. 1991. № 4. С. 597–604.
3. Каменецкий В. С., Соболев А. В., Карпенко С. Ф., Портнягин М. В. Ультрамафический вулканизм Восточной Камчатки: геохимия и петрология. В сб.: Аккреционная тектоника Восточной Камчатки. М.: Наука, 1993. С. 156–196.
4. Магматические горные породы. Том. 5. Ультраосновные породы. М.: Наука, 1988. 512 с.
5. Савельев Д. П. Плагноклазовые пикриты п-ова Камчатский Мыс (Восточная Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 2014. № 4. С. 43–53.
6. Савельев Д. П. Меловые пикриты Восточной Камчатки: новые данные // Материалы региональной научной конференции «Вулканизм и связанные с ним процессы», посвящённой Дню вулканолога, 29–30 марта 2013 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН. 2014. С. 118–123.
7. Kamenetsky V. S., Sobolev A. V., Joron J.-L., Semet M. P. Petrology and Geochemistry of Cretaceous Ultramafic Volcanics from Eastern Kamchatka // J. Petrology. 1995. Vol. 36. № 3. P. 637–662.