

Подаваемые гидротермами вещества мобилизовались не только в виде рассеянной вкрапленности и прожилков, но и в форме линз и тонких прослоев, располагающихся согласно общему напластованию. Первоначально рудные концентрации избирательно приурочивались к определенным пластам рыхлых, более пористых осадков. Часть гидротермальных растворов достигала поверхности, в результате чего формировались известково-кремнистые конкреции. На стадии ослабления гидротермальной деятельности по мере снижения активности водного режима седиментации, возможно, формировались алюмосиликатные конкреции, которые фиксируются на более позднем верхнепелляярвинском временном уровне калевия.

1. Белевцев Я. Н. Металлогения докембрия и метаморфогенное рудообразование. Киев, 1990. 396 с.

2. Ботвинкина Л. Н. Генетические типы отложений областей активного вулканизма // Тр. Геол. ин-та. Вып. 263. М., 1974. 318 с.

В условиях зонального метаморфизма наблюдается перераспределение отдельных рудных элементов внутри породы. Это выражается в перекристаллизации рудных минералов с образованием пирита и халькопирита второй генерации. В результате метаморфических преобразований выносятся V и привносятся Rb, остальные элементы устойчивы.

В результате палеовулканологического и геохимического анализа установлено, что исследуемые породы принадлежат к эффузивно-терригенной формации [3]. Помимо лав и туфов, в составе формации заметную роль играют песчаники и глины терригенного происхождения, обогащенные туфовым материалом, которые образуются в условиях мелководных континентальных бассейнов [5].

3. Страхов Н. М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М., 1963. 534 с.

4. Попов В. Е. Генезис вулканогенно-осадочных месторождений и их прогнозная оценка. Л., 1991. 287 с.

5. Белоусов В. В. Основы геотектоники. 2-е изд., перераб. и доп. М., 1989. 382 с.

МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ И ЖЕЛЕЗИСТЫЕ ЛАМПРОИТЫ КОСТОМУКШСКОГО РАЙОНА

М. Г. Попов, В. Я. Горьковец, М. Б. Раевская

Институт геологии Карельского НЦ РАН, Петрозаводск; gorkovet@krc.karelia.ru

На Костомукшском месторождении, к западу от него и на месторождении Корпанга развиты многочисленные маломощные (0,15–4,0 м) дайки различных лампроитов. Они приурочены к субмеридиональным тектоническим зонам. Преимущественное простирание даек северо-восток 5–15°, падение субвертикальное. Дайки секут все осадочные, вулканогенно-осадочные и интрузивные комплексы верхнего лопия. Абсолютный возраст магнезиальных лампроитов, определенный изохронным Rb-Sr и Sm-Nd методами, составляет 1230 ± 5 млн лет [1].

Проведенные исследования позволяют впервые разделить лампроиты Костомукши на магнезиальные и железистые (рис. 1). Магнезиальные лампроиты с разной степенью детальности охарактеризованы в публикациях [1–8], поэтому их описание дается в обобщенном виде с учетом опубликованных материалов, а в таблице приведены пределы колебаний содержаний химических компонентов в них.

Магнезиальные лампроиты представляют собой мелкозернистые, реже тонкозернистые массивные породы темно-серого до коричневого цвета. Структура их порфиристая. Фенокристаллы сложены оливином, флогопитом, реже лей-

цитом. Структура основной массы микролитовая, гипидиоморфнозернистая, интерсертальная. Постоянно присутствует девитрифицированное стекло в количестве 10–20% от объема породы. Основные породообразующие минералы: оливин, диопсид, ромбический пироксен, флогопит, лейцит и продукты его замещения, редко калиевый щелочной амфибол (К-рихтерит) и калиевый полевой шпат (ортоклаз). Акцессорные минералы: хромит, рутил, ильменит, перовскит, монацит, титанит, циркон, апатит, сульфиды. Вторичные минералы: хлорит, серпентин, тальк, карбонат. По соотношению основных породообразующих минералов выделяются ультраосновные — существенно оливиновые, диопсид-оливиновые и оливин-диопсид-флогопитовые; основные — лейцит-оливин-диопсид-флогопитовые и салические — существенно лейцитовые лампроиты.

Железистые лампроиты представлены титаномагнетит-биотит-амфиболовыми и силикатно-карбонатными породами.

Титаномагнетитовые биотит-тремолитовые (апопироксенитовые) породы с первичномагматическим карбонатом представляют собой мелкозернистые массивные породы темно-серого цвета.

Химический состав разновидностей лампроитов Костомукши

	Магнезиальные	Железистые					
	34 ан.	7	C478-16	419	1к-14	C509-2	C494-16
SiO ₂	36,79–48,05	37,16	42,28	42,56	43,73	44,30	45,54
TiO ₂	1,92–4,12	0,70	2,86	3,55	1,81	2,34	1,74
Al ₂ O ₃	4,28–8,40	5,74	4,98	6,67	8,30	6,89	10,93
Fe ₂ O ₃	7,37–11,86	12,46	3,26	3,79	2,73	1,59	1,00
FeO		13,30	19,97	11,35	9,63	17,00	13,93
MnO	0,07–0,30	0,22	0,19	0,175	0,27	0,219	0,134
MgO	12,53–28,51	15,16	11,91	16,56	13,33	13,21	9,14
CaO	3,01–9,43	4,51	4,98	9,15	7,36	6,55	4,00
Na ₂ O	0–1,2	0,50	0,08	0,36	2,50	0,17	0,10
K ₂ O	1,55–7,10	2,27	2,82	0,99	2,43	3,84	6,65
H ₂ O	0,24–5,08		0,10	0,12	0,58	0,19	0,21
ппп	1,92–9,96	7,88	5,51	3,64	6,31	2,66	4,51
P ₂ O ₅	0,51–2,67	0,44	0,47	0,56		0,74	1,18
Cr ₂ O ₃	0,044–0,267		0,070	0,115		0,078	0,038
V ₂ O ₅	0,005–0,036		0,036	0,040		0,042	0,037
CoO	0,005–0,014		0,006	0,008		0,004	0,004
NiO	0,048–0,230		0,095	0,075		0,072	0,023
CuO			0,002	0,014			0,0005
ZnO			0,013	0,022		0,012	0,014
Li ₂ O			0,0098	0,0090		0,0097	0,0157
Rb ₂ O	0,0064–0,0252		0,0144	0,0035		0,0220	0,0387
Cs ₂ O	0,00005–0,0004		0,0035	0,0008		0,0014	0,0051
Сумма		100,30	99,61	99,74	99,68	99,94	99,83
Ba	0,108–0,55		0,155			0,053	
Sr	0,03–0,206					0,011	

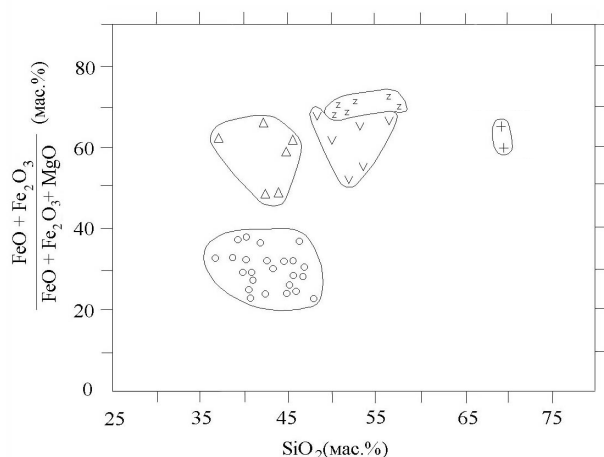


Рис. 1. Диаграмма $\frac{FeO + Fe_2O_3}{FeO + Fe_2O_3 + MgO} - SiO_2$

для щелочных и субщелочных пород Костомукши

Показаны фигуративные точки составов магнезиальных (о) и железистых (Δ) лампроитов; калиевых (▽) и натриевых (□) керсантитов, а также натриевых трахириодацитов (+)

Структура их реликтовая панидиоморфнозернистая, нематобластовая. В шлифах наблюдается микропятнистая текстура — чередование меланократовых участков, обогащенных биотитом, с лейкократовыми, главным образом сложенными или тремолитом, или карбонатом. Основные породообразующие минералы: тремолит, биотит, титаномагнетит, карбонат. Акцессорные минералы: апатит, циркон, сульфиды. Мелкие неправильной формы зерна титаномагнетита образуют тесные сростания с биотитом, амфиболом и карбонатом. Тремолит псевдоморфно замещает удлиненно- и

короткопризматические зерна клинопироксена. По-видимому, биотит-амфиболовые породы образовались в результате аутометаморфизма биотитового пироксенита.

Кварц-биотит-титаномагнетит-амфибол-карбонатные (силикатно-карбонатные) породы участками содержат кальцит до 50%. Это массивные серого цвета разномасштабные породы, имеющие «микро-блоковое» строение. Одни участки неправильной формы сложены крупнозернистым полисинтетически сдвойникованным кальцитом с многочисленными тонкими включениями титаномагнетита, другие сложены тонкоиглольчатый агрегатом амфибола в тесном сростании с титаномагнетитом и карбонатом, а третьи представлены тесными микрографическими сростаниями кварца с титаномагнетитом, карбонатом и амфиболом. Силикатно-карбонатные породы образуют прожилки и гнезда в высокожелезистых титаномагнетит-биотит-тремолитовых породах с карбонатом.

Петрохимические особенности пород лампроитового комплекса отражены в таблице химического состава пород и на диаграммах (рис. 1–5).

На петрохимической диаграмме $CaO + Na_2O + K_2O - SiO_2 + Al_2O_3$ (рис. 2) фигуративные точки магнезиальных лампроитов Костомукши расположены, в основном, в поле лампроитов и лишь единичные точки находятся в пограничной зоне с полем камафугитов и в зоне частичного перекрытия поля лампроитов с полем кимберлитов второй группы (слюдными). Из 34 фигуративных точек ни одна не расположена в поле типичных кимберлитов на диаграммах $CaO + Na_2O + K_2O - SiO_2 + Al_2O_3$ (рис. 2) и $Al_2O_3 - MFT$ (рис. 3). В то же время фигуративные точки магнезиальных лампроитов

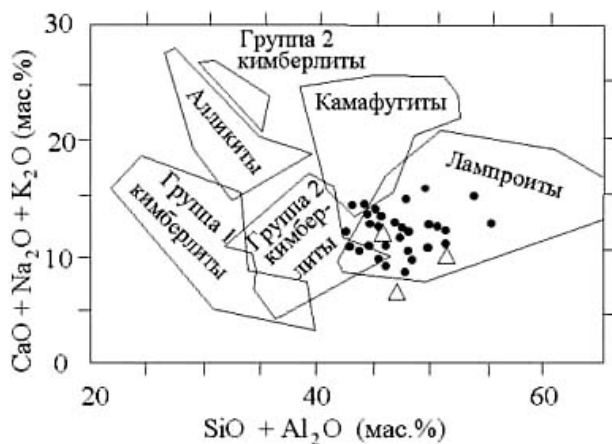


Рис. 2. Диаграмма $\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$ для пород ультракалевой серии

Диаграмма показывает поля кимберлитов 1 и 2 группы, лампроитов, камафугитов и алликовитов, а также положение на графике мелноитовых кимберлитов (треугольники) и лампроитов Костомукши (точки)

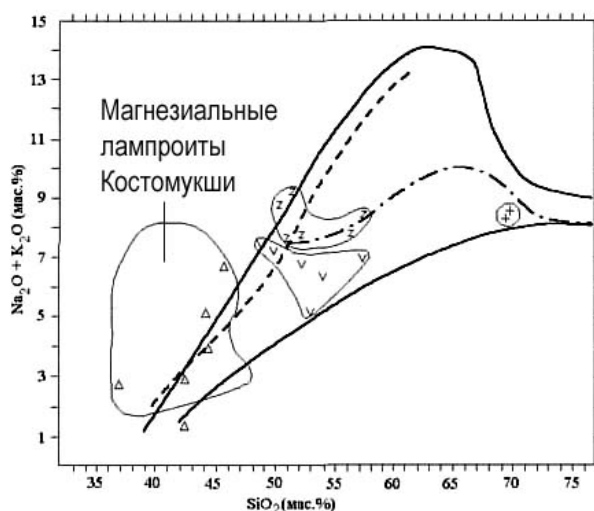


Рис. 4. Диаграмма $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ для щелочных и субщелочных пород Костомукши

Здесь и на рис. 5 показаны фигуративные точки составов железистых лампроитов (Δ), калиевых (v) и натриевых (z) керсантитов, натриевых трахириодацитов (+), а также поле магнезиальных лампроитов Костомукши

Костомукши пространственно частично совмещены с таковыми мелноитовых кимберлитов, содержащих мелилит, на рис. 2 и в их поле на рис. 3. Это означает, что среди изучаемых лампроитов имеются разности, содержащие мелилит и без него. На диаграмме $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MFT}$ (рис. 3) четко выделяются две петрохимические серии магнезиальных лампроитов Костомукши — глиноземистая и железо-титанистая с постепенными переходами между ними. Кроме того, по петрохимическим особенностям (диаграм-

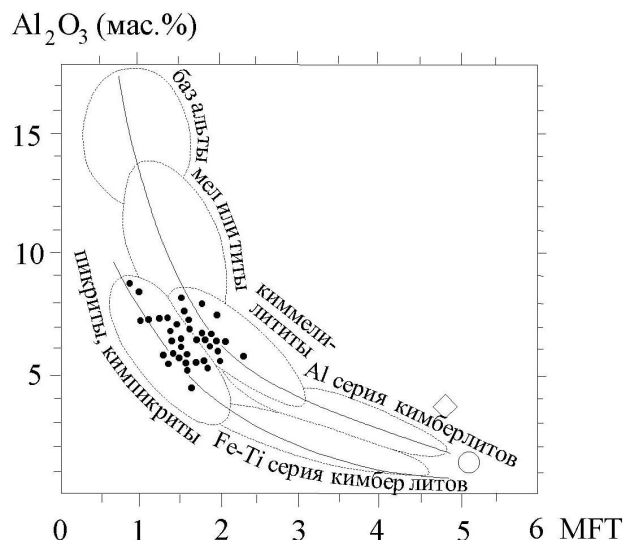


Рис. 3. Диаграмма $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MFT}$ ($\text{MgO}/(\text{FeO}_{\text{tot}}+\text{TiO}_2)$) для пород ультракалевой серии

Линиями показаны Al и Fe-Ti серии вулканических пород, а также «примитивная мантия» (ромб), «деплетированная мантия» (круг) и лампроиты Костомукши (точки)

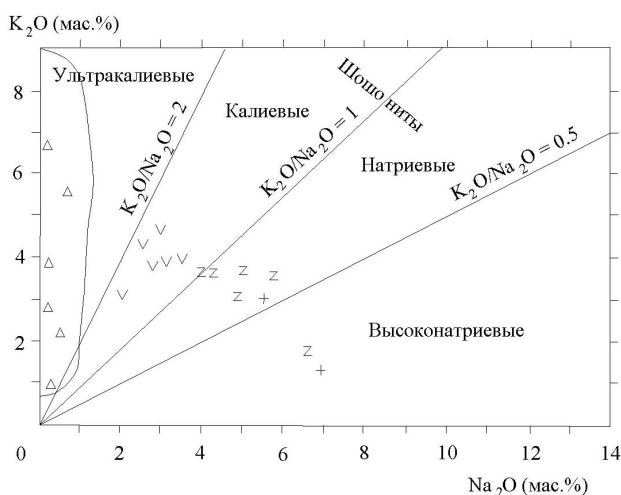


Рис. 5. Диаграмма $\text{K}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O}$ для щелочных и субщелочных пород Костомукши

Усл. обозн. см. на рис. 4

ма $(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}) - \text{SiO}_2$, рис. 1) внутри лампроитового комплекса нами впервые выделяются два эволюционных ряда: 1 — магнезиальный (существенно оливиновые — существенно лейцитовые разности) и 2 — железистый (титаномангнетит-биотит-амфиболовые — силикатно-карбонатные породы), имеющие различный петрохимический (табл.) и минеральный состав.

Породы магнезиального ряда сформировались в результате кристаллизационной и фракционной

дифференциации лампроитовой магмы. Конечными членами этого ряда являются существенно лейцитовые разности. На поздних этапах лампроитового магматизма предположительно в промежуточных камерах произошло ликвационное разделение лампроитового расплава на магнезиальный и высокожелезистый, обогащенный кальцием и флюидами (CO_2 , H_2O). Конечными членами эволюции последнего являются силикатно-карбонатные породы и калиевые карбонатиты. На петрохимических диаграммах $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ (рис. 4) и $\text{K}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O}$ (рис. 5) породы железистого ряда ($F = 47,8-71,0$) расположены внутри поля

магнезиальных ($F = 23,8-37,7$) лампроитов, а на диаграмме $(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}) - \text{SiO}_2$, рис. 1) они образуют два четко обособленных поля.

Интенсивный дайковый лампроитовый магматизм в рифее в районе Костомукши проявился в обстановке континентального внутриплитного рифтогенного геодинамического режима в условиях растяжения в кратонизированной архейской земной коре, что обусловило возникновение многочисленных глубинных расколов и полостей, играющих роль магмовыводящих каналов для калиевых щелочных магматических расплавов.

1. Беляцкий Б. В., Никитина Л. П., Савва Е. В., Левский Л. К. Изотопные характеристики лампроитовых даек восточной части Балтийского щита // Геохимия. 1997. № 6. С. 658–662.

2. Горьковец В. Я., Раевская М. Б., Белоусов Е. Ф. и др. Геология и металлогения района Костомукшского железорудного месторождения. Петрозаводск, 1981. 141 с.

3. Проскуряков В. В., Увадьев Л. И., Журавлев и др. Щелочные калиевые породы района Костомукшского железорудного месторождения (Западная Карелия) // Доклады АН СССР. 1989. Т. 307, № 6. С. 1357–1460.

4. Проскуряков В. В., Увадьев Л. И., Воинова О. А. Лампроиты Карело-Кольского региона // Доклады АН СССР. 1990. Т. 314, № 4. С. 940–943.

5. Проскуряков В. В., Увадьев Л. И. Лампроиты вос-

точной части Балтийского щита // Изв. АН СССР, сер. геол. 1992. № 8. С. 65–75.

6. Орлова М. П., Шаденков Е. М. Лампроиты Костомукши (Юго-Западная Карелия) // Зап. ВМО. 1992. № 6. С. 33–43.

7. Никитина Л. П., Левский Л. К., Лохов К. И. и др. Протерозойский щелочно-ультраосновной магматизм восточной части Балтийского щита // Петрология. 1999. Т. 7, № 3. С. 252–275.

8. Путинцева Е. В., Ульянов А. Г. Камафугиты (и кимберлиты группы II) – представители семейства калиевых ультрамафитов Костомукшского дайкового поля // Рифтогенез, магматизм, металлогения докембрия. Корреляция геологических комплексов Фенноскандии: Материалы междунар. конф. Петрозаводск, 1999. С. 116–117.

ПОСТЛОПИЙСКИЕ ДАЙКИ СУБЩЕЛОЧНЫХ ПОРОД КОСТОМУКШСКОГО РУДНОГО РАЙОНА

М. Г. Попов, М. Б. Раевская, В. Я. Горьковец

Институт геологии Карельского НЦ РАН, Петрозаводск; gorkovet@krc.karelia.ru

В кратонизированной архейской земной коре Костомукшской гранит-зеленокаменной структуры, на Западных объектах (рис. 1), были выявлены не отмеченные ранее в публикациях и отчетах маломощные (0,10–1,5 м) дайки калиевых и натриевых лампрофиров и трахириодацитов. Они приурочены к тем же тектоническим зонам, что и дайки лампроитов, и имеют такие же элементы залегания. Лампрофиры не несут следов регионально-метаморфизма, и их тела не участвуют в складчатости. Налицо имеется пространственная, структурно-тектоническая и временная близость формирования даек лампрофиров и лампроитов. Их непосредственные взаимоотношения на настоящее время не наблюдались.

Лампрофиры Костомукши, относящиеся к калиевой и натриевой сериям (рис. 2), имеют один и тот же минеральный состав. Различны лишь их количественные соотношения. Поэтому ниже приводится их общая петрографическая характеристика. Это мелкозернистые, реже тонкозерни-

стые массивные породы серого цвета. Для них характерны полнокристаллическая, панидиоморфнозернистая, гипидиоморфнозернистая, порфировая, гломеропорфировая и аллотриоморфнозернистая в тонкозернистых разностях структуры. Фенокристы сложены или отдельными крупными таблицами биотита, или их скоплениями размером до 1–2 мм. Текстура массивная, мелкопятнистая. Последняя обусловлена развитием лейкократовых эллипсоидальной формы обособлений размером до 2×4 мм кварц-карбонат-плагиоклазового и плагиоклаз-карбонатного состава в основной более меланократовой, обогащенной биотитом массе. Основные породообразующие минералы: биотит, плагиоклаз (альбит-олигоклаз, реже андезин), карбонат, кварц, несдвоенный ортоклаз (?). В калиевых разностях в больших количествах содержится биотит, в натриевых – кислый плагиоклаз. Акцессорные минералы: апатит, циркон, сфен, рудный, редко зеленый турмалин. Карбонат в этих породах предположительно первич-