

# КОНКРЕЦИОННЫЕ И МЕТАЛЛОНОСНЫЕ ГОРИЗОНТЫ ЛАДОЖСКОЙ СЕРИИ

*А. В. Первунина*

Институт геологии Карельского НЦ РАН, Петрозаводск; [aelita@krc.karelia.ru](mailto:aelita@krc.karelia.ru)

При структурно-тектоническом исследовании территории Северного Приладожья была выявлена тесная генетическая и пространственная связь ареалов калевийского вулканизма с формированием металлоносных сульфидсодержащих горизонтов хомогенных пород, в некоторых случаях содержащих алюмосиликатные и карбонатные конкреции. Палеовулканологический анализ показал, что металлоносные образования ладожской серии делятся на две группы. Одни залегают среди вулканических и туфовых накоплений либо в местах выклинивания лав – в проксимальных зонах вулканических извержений. Другие удалены от эруптивных центров на большие расстояния, т. е. находятся в дистальных зонах. Происхождение первой группы хомогенных пород, несомненно, имеет вулканогенную природу, так как подобные образования находятся в тесном парагенезисе с вулканитами. Генезис пород второй группы с достаточной достоверностью определяется как гидротермальный, поствулканический. В геологической литературе описаны такие группы пород, их относят к смешанным хомогенным вулканогенно-осадочным образованиям фации разгрузки газогидротермальных источников [1, 2]. Отмечается их оторванность во времени от вулканических извержений [3]. Подобные металлоносные образования ладожской серии изучены недостаточно и требуют дальнейших углубленных исследований.

Палеовулканологические и литологические исследования металлоносных и сульфидных горизонтов Северного Приладожья проводились на объектах, расположенных в различных метаморфических зонах. Металлоносные сульфидные горизонты проксимальных зон эруптивных центров представлены метаалевролитами, углеродистыми сланцами и аркозовыми метапесчаниками. Их метаморфическими аналогами являются сульфидизированные биотитовые, биотит-амфиболовые сланцы и кварц-полевошпатовые амфиболсодержащие гнейсы. Породы отличаются повышенным содержанием Fe, Mg и Ca, что также указывает на туфогенно-осадочный генезис. Накопление металлов происходило одновременно с затухающей вулканической деятельностью. Подобные образования представляют собой продукты фумарольно-гидросольфатарной деятельности, площади распространения которой могли значительно превышать размеры вулканического очага [2, 4]. Такие металлоносные осадки в разрезе находятся в переслаивании с лавами, туфогенными и пирокластическими образованиями, соответствующими составу излившихся пород (табл.). Сульфидная минерализация в таких горизонтах представлена пиритом, пирротинном, халькопиритом, мельниковит-пиритом, реже сфалеритом, а также ильменитом, графитом, лимонитом.

Содержание некоторых рудных элементов в металлоносных осадках ладожской серии, г/т

№ пробы	Район	Минерал	Вмещающая порода	Ni	Co	Cu	Pb
101-3	Ляскеля	Pitg	Метапесчаник	50	0,1	1	Не обн.
101-4	Ляскеля	Pir	Метапесчаник карбонатный	2	0,1	Не обн.	Не обн.
101-4	Ляскеля	Pitg	Метапесчаник карбонатный	30	5	Не обн.	Не обн.
101-5	Ляскеля	Pir	Метаалевролит	20	0,1	10	50
101-6	Ляскеля	Pir	Метаалевролит	3	0,1	3	65
101-6	Ляскеля	Pitg	Метаалевролит	50	0,3	35	1
102-8	Ляскеля	Pir	Метапесчаник	40	50	3	Не обн.
102-8	Ляскеля	Pitg	Метапесчаник	60	10	1	Не обн.
1828-3	Ляскеля	Ilm	Метаалевролит	2	10	20	Не обн.
1828-3	Ляскеля	Pir	Метаалевролит	1	0,8	Не обн.	Не обн.
2196-1	Пялкъярви	Pitg	Метаалевролит	30	5	1400	Не обн.
2199-1	Пялкъярви	Ilm	Амфиболовый сл.	30	4	50	Не обн.
2203-2	Пялкъярви	Pir	Биотитовый сланец	5	2	15	350
2203-3	Пялкъярви	Pir	Биотитовый сланец	Не обн.	5	35	Не обн.
2203-3	Пялкъярви	Pitg	Амфиболовый сланец	50	7	20	15
2203-3	Пялкъярви	Ti	Амфиболовый сланец	Не обн.	Не обн.	50	Не обн.
2223-1	Вяртсиля	Pitg	Кварцевый метапесчаник	50	10	250	Не обн.
2224-1	Вяртсиля	Pitg	Метаалевролит	8	10	40	Не обн.
2225-1	Вяртсиля	Mrk	Биотит-гранатовый метапесчаник	30	10	30	Не обн.
2225-1	Вяртсиля	Pitg	Биотит-гранатовый метапесчаник	10	6	20	Не обн.
95-5	Вуориниеми	Pitg	Биотит-амф. гнейс	50	3	3	15

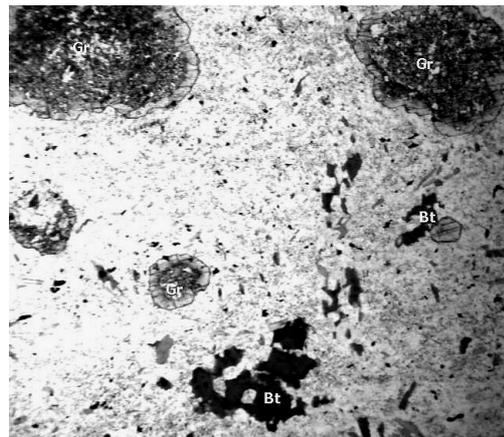
Примечание. Результаты локального лазерно-спектрального анализа получены на масс-спектрометре ELAN 6100 DRC с индуктивно-связанной плазмой методом ICP MS в аналитическом центре ИМГРЭ, 1998 г. Принятые в таблице сокращения: Pitg – пирротин, Pir – пирит; Mrk – марказит; Ilm – ильменит; Ti – титанит.

Металлоносные осадочные образования ладожской серии с бедной сульфидной вкрапленностью встречаются на позднепалеозойском стратиграфическом уровне среди ритмичнослоистых толщ метаалевролитов и метапесчаников. Эти горизонты ассоциируют с уровнем развития известково-кремнистых конкреций. Рудные концентрации образовались в стадию поствулканической гидротермально-эксплуатационной деятельности, при рассмотрении которой следует отметить ее влияние на процессы седиментогенеза. Прежде всего, отмечается периодичность действия гидротермальных источников, которая выражается в ритмичном напластовании различных по составу осадочных пород. Редкая рассеянная рудная минерализация представлена пиритом и пирротинном. Для рассматриваемого типа поствулканических образований характерны ассоциирующие с ними байиты [2], метаморфическими аналогами которых являются горизонты карбонатно-кремнистых конкреций (рис. 1). К этому классу относятся образования, которые формируются преимущественно на последнем этапе вулканической активности восходящими фумаролами и гидротермами, но не на земной поверхности, а внутри толщи осадков.

Конкреции ладожской серии представлены округлыми или овальными стяжениями диаметром до 5 см, вытянутыми параллельно напластованию и будинированными тонкими линзами карбонатных прослоев. Химический состав карбонатно-кремнистых конкреций однообразен. Характерны довольно умеренные содержания  $\text{SiO}_2$  — от 50 до 65%, высокие концентрации  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — более 12% и  $\text{CaO}$  — около 10%.

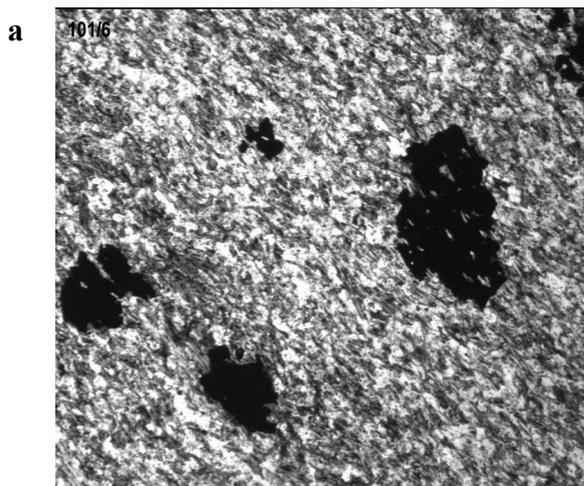
Рудные концентрации осадочных толщ ладожской серии, содержащих конкреции, генетически и пространственно связаны как с вулканогенно-осадочными, так и с вулканогенными отложениями. Рудные минералы метаосадочных толщ в сульфид-

ной форме образуют вкрапленные, прожилково-вкрапленные и прожилковые текстуры и структуры (рис. 2). Содержание сульфидов в слоях достигает 20%. В целом в изученных образцах отмечается повышенное содержание  $\text{TiO}_2$  (до 1,0%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (до 12%), а также  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$  и  $\text{Pb}$  (см. табл. и рис. 3). Хемогенные метаосадочные образования отличаются по геохимии. В метапесчаниках выше концентрация  $\text{Yb}$ ,  $\text{Sr}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Na}$  и  $\text{Al}$ , в метаалевролитах —  $\text{Mg}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{V}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Cs}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{Nb}$  и  $\text{K}$ . В зонах фумарольной стадии отмечаются повышенные концентрации  $\text{Li}$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{Sr}$ ,  $\text{Sn}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Co}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{V}$  и  $\text{Mo}$ , содержание которых выше, чем в сингенетических им лавовых образованиях.



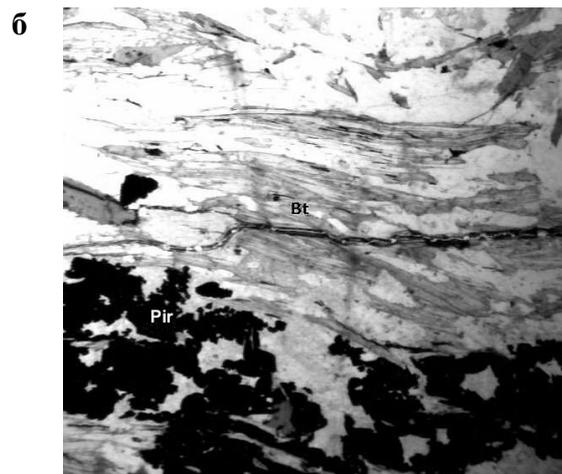
**Рис. 1. Гранат-биотитовый метапсаммит из карбонатно-кремнистой конкреции**

Пос. Реускула. В однородной мелкозернистой основной массе, состоящей из эпидота и кварца, наблюдаются порфиробласты зонального граната и ксенобласты биотита. В породе присутствует тонкая рассеянная вкрапленность пирита. Структура породы порфиробластовая, структура основной массы — blastosammitовая. Без анализатора. Ув. 100×



**Рис. 2. а. Сульфидизированный метапсаммит**

Пос. Ляскеля. На фоне мелкозернистой основной массы, сложенной кварцем, биотитом и полевым шпатом, наблюдаются изометричные зерна пирита, образующие рассеянную вкрапленность. Структура blastosammitовая. Никולי ||. Ув. 100×



**б. Сульфидизированный биотитовый плагиогнейс**

О. Корвутсари. Чередование прослоев различного минерального состава обуславливает полосчатость породы. Биотит-плагиоклаз-кварцевые полосы перемежаются с полосами тонких сегрегационных сростаний пирита. Лепидобласты биотита ориентированы параллельно гнейсовидности. Структура гранонематобластовая. Без анализатора. Ув. 100×

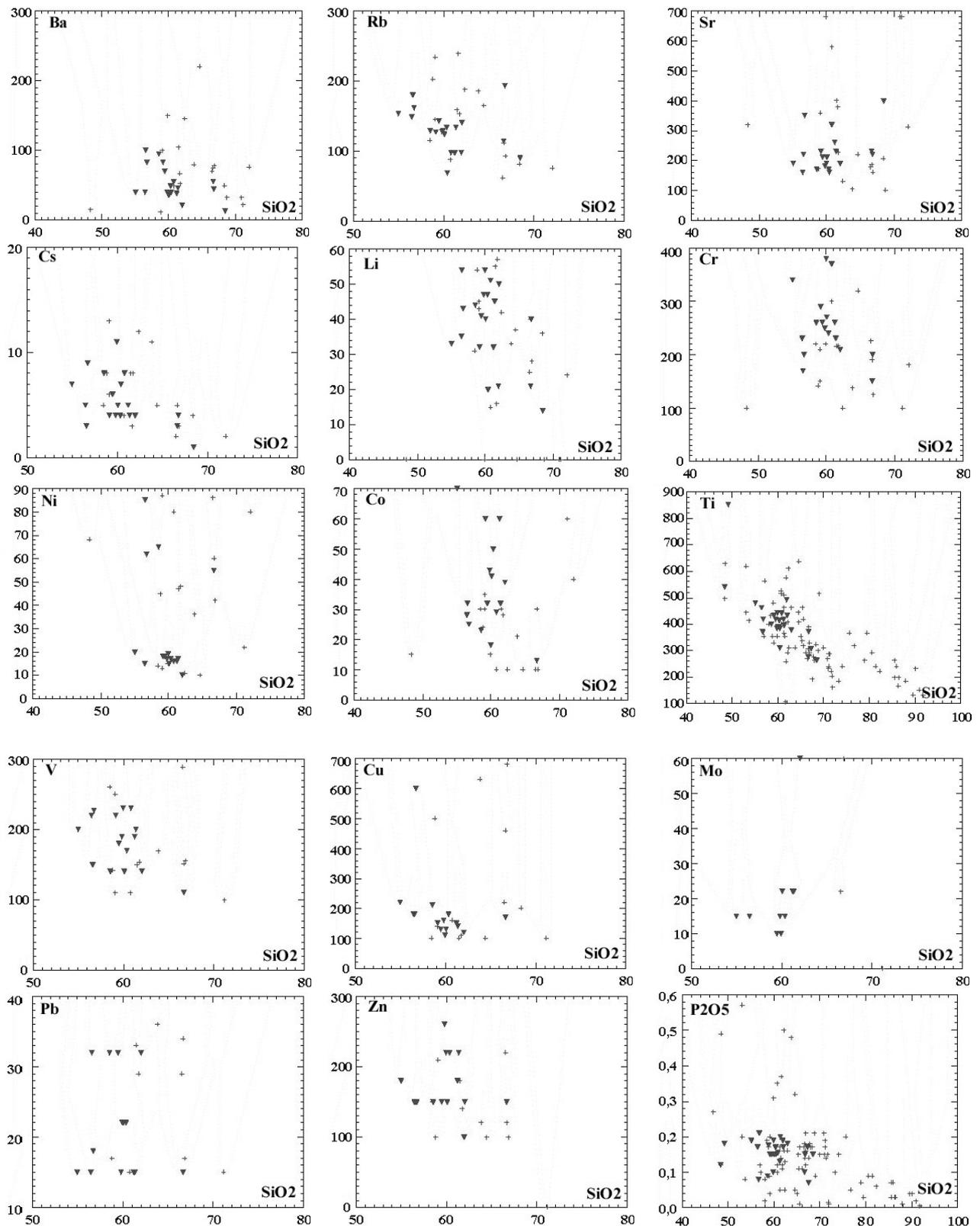


Рис. 3. Диаграммы распределения переходных металлов и некоторых рассеянных элементов в калевийских металлонесных образованиях (в г/т)

+ 1      ▼ 2

1 — металлонесные осадки дистальных зон, 2 — металлонесные осадки проксимальных зон эруптивных центров калевия

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](mailto: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  $1230 \pm 5$  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.