

Особенности минерального и химического состава пород архейского ультрамафит-мафитового комплекса Патчемварек-Северный

Морозова Л.Н., Рундквист Т.В.

ГИ КНЦ РАН, Анапумы, morozova@geoksc.apatity.ru, rund@geoksc.apatity.ru

Аннотация. В статье приводятся данные о минеральном составе, содержании петрогенных и редких элементов в архейских ультрамафит-мафитовых массивах Патчемварек и Северный, расположенных в непосредственной близости от регионального глубинного разлома, отделяющего Мурманский блок от зеленокаменного пояса Колмозеро-Воронья. Метаперидотиты, метагаббро и метаанортозиты массивов Патчемварек и Северного, представляют собой дифференциаты единого магматического расплава и слагают расслоенный комплекс, включающий ультраосновные и основные кумулаты. Высокое значение магнезиальности в метаперидотитах ($mg\# = 0.85$) относительно метагаббро ($mg\# = 0.57$) и метаанортозитов ($mg\# = 0.34$) коррелируется с повышенными содержаниями Co и Ni и пониженными содержаниями высокозарядных (Zr, Hf, Cs, Nb, Y, Th, U, REE) и крупноионных литофильных (Ba, Rb, Sr, K) элементов.

Ключевые слова: габбро, анортозиты, перидотиты, архей, редкие и редкоземельные элементы, Кольский полуостров.

Features of the mineral and chemical composition of rocks from the Archean Patchchvarek-Severny ultramafic-mafic complex

Morozova L.N., Rundkvist T.V.

Geological institute KSC RAS, Apatity, morozova@geoksc.apatity.ru, rund@geoksc.apatity.ru

Abstract. The article presents data on the mineral composition, content of petrogenic, rare elements in the Archean Patchchvarek and Severny ultramafic-mafic massifs located in a close proximity to the regional deep fault separating the Murmansk block from the Kolokmozero-Voronya greenstone belt. Metaperidotites, metagabbro and metaanorthosites of the Patchchvarek and Severny massifs occur as differentiates of a single magmatic melt and compose a layered complex of ultrabasic and basic cumulates. The high magnesium content in metaperidotites ($mg\# = 0.85$) is correlated with some increased metagabbro ($mg\# = 0.57$) and metaanorthosites ($mg\# = 0.34$), contents of Co, Ni and decreased by high field strength elements (Zr, Hf, Nb, Y, Th, U, REE) and large-ion lithophile elements (Ba, Rb, Sr, K).

Key words: gabbro, anorthosites, peridotites, Archean, rare and rare earth elements, Kola Peninsula.

Введение

Массивы Большой Патчемварек, Малый Патчемварек, Северный и ещё несколько более мелких тел расположены в зоне сочленения двух крупных региональных структур архейского возраста – Мурманского блока и зеленокаменного пояса Колмозеро-Воронья. В последние годы большой интерес к интрузивному комплексу Патчемварек-Северный связан с возобновлением исследований Колмозерского литиевого месторождения. Колмозерское месторождение редкометальных пегматитов локализовано в метагаббро-анортозитах Патчемварекского массива (Морозова, 2018). Возрастные характеристики данных интрузий долгое время являлись предметом дискуссии. По данным (Кудряшов, Мокрушин, 2011) время формирования массива Патчемварек составляет 2925 ± 6 млн. лет, массива Северный – 2935 ± 8 млн. лет, что позволяет рассматривать породы массивов как фрагмент древнего протолита догранулитовых и догранитных ассоциаций Мурманского микроконтинента (Минц и др., 2010). По данным (Вревский, Львов, 2016) габбро-анортозиты массива Патчемварек сформированы 2661.8 ± 7.1 млн. лет назад, что в пределах ошибок совпадает с возрастом других габбро-анортозитовых массивов Кейвского блока Кольско-Норвежской провинции Фенноскандинавского щита.

В данной статье акцентировано внимание на петрографических характеристиках пород массивов и их петро-геохимических особенностях. Материал был собран в ходе полевых работ, направленных на изучение литиевых пегматитов Колмозерского месторождения.

Результаты исследования

Патчемварекский массив метагаббро-анортозитов представляет собой крутопадающую (50-80°) на северо-восток тектоническую пластину шириной до 2 км и длиной ~7 км. Контакты метагаббро-анортозитов с трондьемитовыми гнейсами Мурманского блока и метаморфизованными породами зеленокаменного комплекса Колмозеро-Воронья тектонизированные и в северо-восточной части затушеваны более поздними метасоматическими изменениями, связанными с внедрением пегматитовых расплавов. Основная часть массива сложена лейкократовыми (Pl = 70-85 %; Amf = 30-25 %) и мезократовыми (Pl = 40-60 %; Amf = 40-60 %) метагаббро и метаанортозитами (Pl = 90-100 %, Amf = 0-10 %) крупно- среднезернистой структуры, массивной текстуры. В южной части массива отмечаются участки пород пятнистой структуры, характеризующиеся обособленным распределением темноцветных минералов и плагиоклаза. Наиболее измененные разности пород, представленные мелкозернистыми сланцеватыми ортоамфиболитами, приурочены к краевым частям массива.

Метагаббро (рис. 1) blastogabbro-офитовой структуры состоят из полисинтетически сдвойникованных субидiomорфных кристаллов лабрадора-битовнита (An_{64-85}) – Pl-I, интерстиции между которыми выполнены нематобластовым агрегатом кристаллов зеленоватого амфибола, по составу отвечающего амфиболу тремолит-актинолитового ряда и магнезио-горнблендиту. В зональных зернах Pl-I центральные части имеют более основной состав (An_{71}) по сравнению с краевыми зонами (An_{64}). Более поздний андезин (An_{47-50}) – Pl-II, замещает кристаллы лабрадора-битовнита и образует несдвойникованные ксеноморфные зерна. Зерна Pl-I амфиболлизированы, эпидотизированы. Отмечаются зерна Pl-I с изогнутыми границами двойниковых швов.

Амфиболлизированные и эпидотизированные метаанортозиты гипидiomорфнозернистой структуры состоят из длиннопризматических кристаллов лабрадора-битовнита длиной 8-10 мм. Акцессорные минералы: титанит, апатит, титаномагнетит, пирит, пирротин, халькопирит.

Ортоамфиболиты нематобластовой и гранонематобластовой структуры иногда с реликтами габбровой структуры состоят из мелкозернистого амфибола ряда тремолит-актинолита и не-

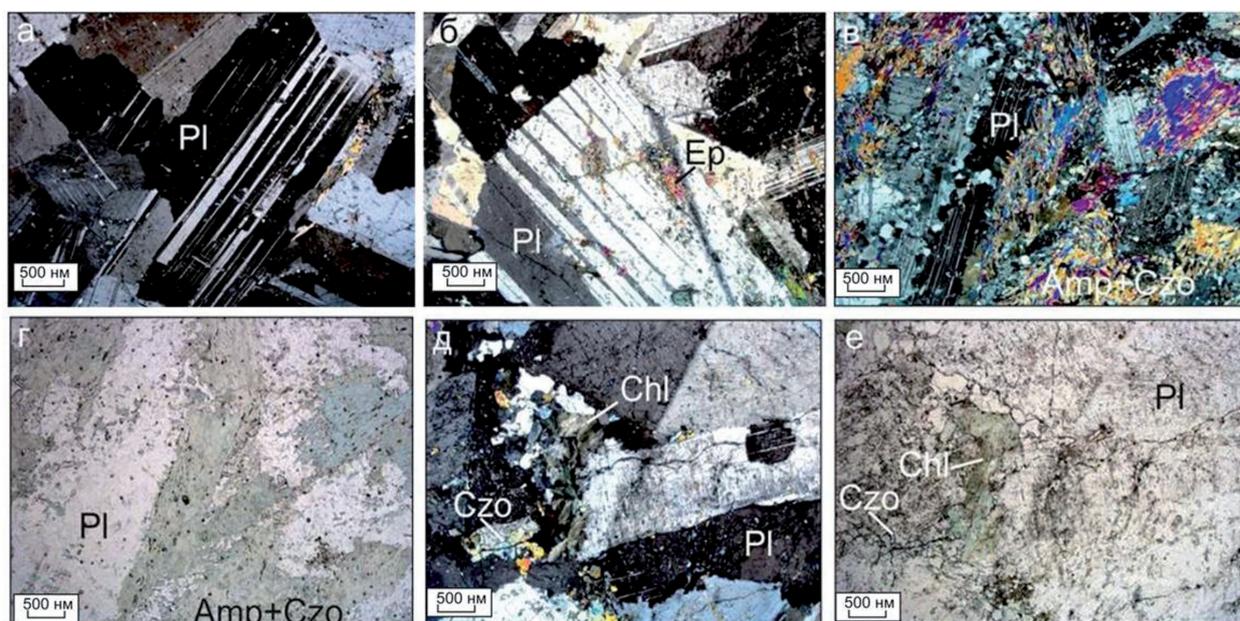


Рис. 1. Габброиды массива Большой Патчемварек. Фото прозрачных шлифов.

Pl – плагиоклаз; Ep – эпидот; Amp – амфибол; Czo – клинозоизит; Chl – хлорит. а, б, в, д, – николи скрещены; г, е – без анализатора.

Fig. 1. Gabbroids of the Bolshoi Patchvarev massif. Photo transparent thin sections.

Pl – plagioclase; Ep – epidote; Amp – amphibole; Czo – clinzoisite; Chl – chlorite. a, b, c, d, – Nicols are crossed; g, e – without analyzer.

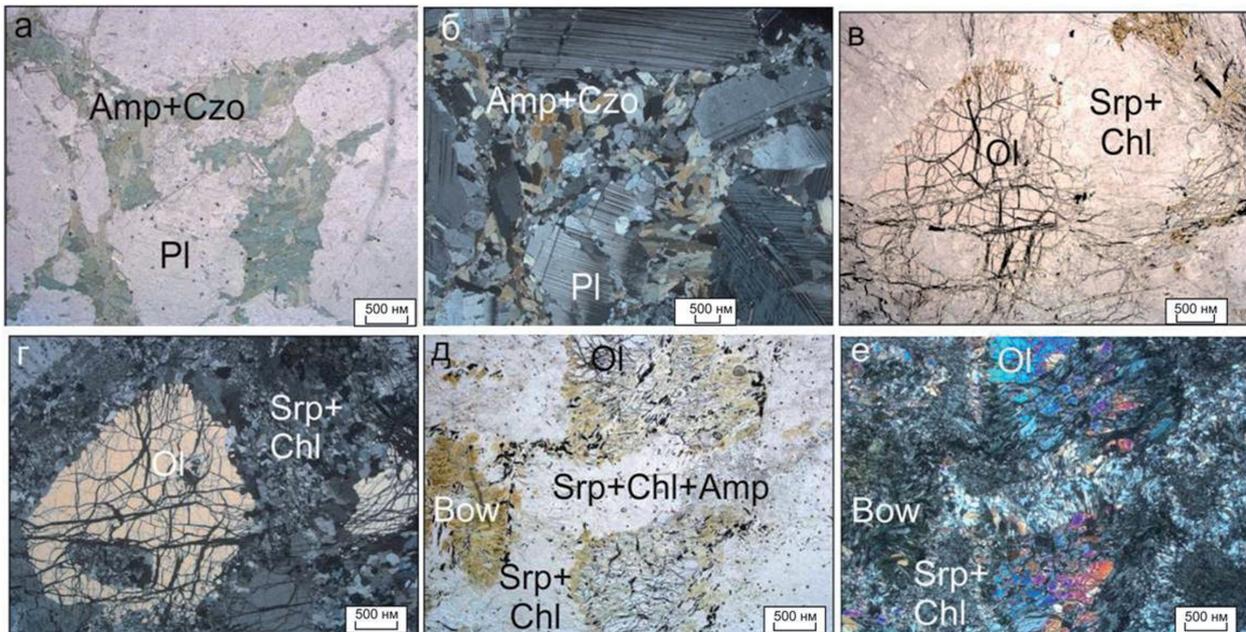


Рис. 2. Горные породы массива Северный. Фото прозрачных шлифов.

Pl – плагиоклаз; Ol – оливин; Srp – минералы семейства серпентинов; Bow – боулингит; Amp – амфибол; Czo – клиноцоизит; Chl – хлорит. а, б, в, д, ж – николи скрещены; г, е – без анализатора.

Fig. 2. Rocks of the Severnyy massif. Photo of transparent thin sections.

Pl – plagioclase; Ol – olivine; Srp – minerals of the serpentine family; Bow – bowling; Amp – amphibole; Czo – clinozoisite; Chl – chlorite. a, b, c, d, ж – Nicols are crossed; g, e – without analyzer.

сдвойникового плагиоклаза (олигоклаз-андезин) в соотношении 1:1. Эпидотовые и эпидотроговообманковые амфиболиты включают плагиоклаз (30-40 %), роговую обманку (40-45 %), эпидот (до 35 %), титанит (до 10 %) и клиноцоизит. Титанит в виде губчатых зерен неправильной формы слагает шпирь длиной до 3-4 мм, расположенные согласно с общей директивностью породы.

Рассеянная сульфидная минерализация в породах массива Патчемварек представлена пирротинном, халькопиритом, пиритом, сфалеритом, единичными зернами сперрилита и гессита (Mokrushin et al., 2017).

Северный массив метагаббро-анортозитов линзообразной формы имеет протяженность ~ 4 км при ширине ~ 2 км. Основная часть массива сложена метагаббро и метаанортозитами аналогичным вышеописанным. В юго-западной части массива отмечаются выходы метаультрамафитов. По мнению Юдина Б.А (1980), Шаркова Е.В. (1984) и некоторых других исследователей, ультраосновные породы представляют собой дифференциаты единого с габбро и анортозитами дифференцированного комплекса.

По минеральному составу среди пород массива Северный выделены метапироксениты (Ol = 5-40 %), метаперидотиты (Ol = 45-50 %) и серпентиниты. Кроме оливина в метаультрамафитах отмечается амфибол (10-40 %), серпентин (10-85 %), также присутствуют хлорит и магнетит (рис. 2).

Оливин представлен реликтами зерен, в отдельных случаях окруженных радиально-лучистыми амфиболовыми каймами. Оливин замещается шнуровидными агрегатами лизардита, магнетита и боулингита. Интерстиции между зернами оливина выполнены пластинчатым антигоритом, хлоритом, амфиболом тремолит-актинолитового ряда, магнетитом. Амфиболитизированные серпентиниты нематобластовой или пойкилобластовой структуры с фибробластовой основной тканью сложены серпентином, по оптическим свойствам диагностированным как антигорит. Бесцветный амфибол тремолит-актинолитового ряда образует зерна в массе антигорита или формирует скопления овальной формы длиной около 2 мм. Магнетит (2-5 %) представлен вкрапленностью с размером зерен до 1 мм.

Изучение химического и редкоземельного состава пород показало, что изученные породы относятся к семействам перидотитов и габброидов нормальной щелочности. В нормативных составах метагаббро и метаанортозитов присутствует оливин: 3.05 (мол. к-ва) и 0.71 (мол. к-ва), соответственно. Величина магнезиальности ($mg\#$) понижается от метаперидотитов (0.85) к метагаббро (0.57) и метаанортозитам (0.34). Высокое значение магнезиальности в метаперидотитах коррелируется с повышенными содержаниями Co и Ni и пониженными содержаниями высокозарядных (Zr, Hf, Cs, Nb, Y, Th, U, REE) и крупноионных литофильных (Ba, Rb, Sr, K) элементов.

Метагаббро ($\Sigma REE = 15.67$ г/т; $(La/Yb)_N = 1.82-3.01$) и метаанортозиты ($\Sigma REE = 27.56$ г/т; $(La/Yb)_N = 3.40-3.72$) отличаются от метаперидотитов ($\Sigma REE = 5.35$ г/т) повышенными содержаниями REE, более дифференцированными спектрами распределения редкоземельных элементов и наличием положительной Eu аномалии ($Eu/Eu^* = 1.27-2.60$) (рис. 3 а). Положительная Eu аномалия может свидетельствовать о накоплении плагиоклаза в процессе фракционирования исходного расплава.

От метагаббро ($(La/Sm)_N = 1.67-2/34$; $(Gd/Yb)_N = 0.99-1.18$) к метаанортозитам ($(La/Sm)_N = 2.33-2.62$; $(Gd/Yb)_N = 1.13-1.12$) отмечается рост LREE при сопоставимых содержаниях MREE и HREE. Это может указывать на накопление легких лантаноидов в остаточном расплаве в процессе дифференциации магматического расплава.

На графиках распределения несовместимых элементов, нормированных к примитивной мантии (рис. 3 б), проявлены отрицательные аномалии Ba и Nb, положительная аномалия Th и относительное обогащение пород Cs и Rb. Различия заключаются в том, что для метагаббро и метаанортозитов установлена положительная аномалия Sr, в то время как для метаперидотитов – отрицательная. Это может свидетельствовать о комплементарности составов пород массивов и участии плагиоклаза в процессе фракционирования исходного расплава.

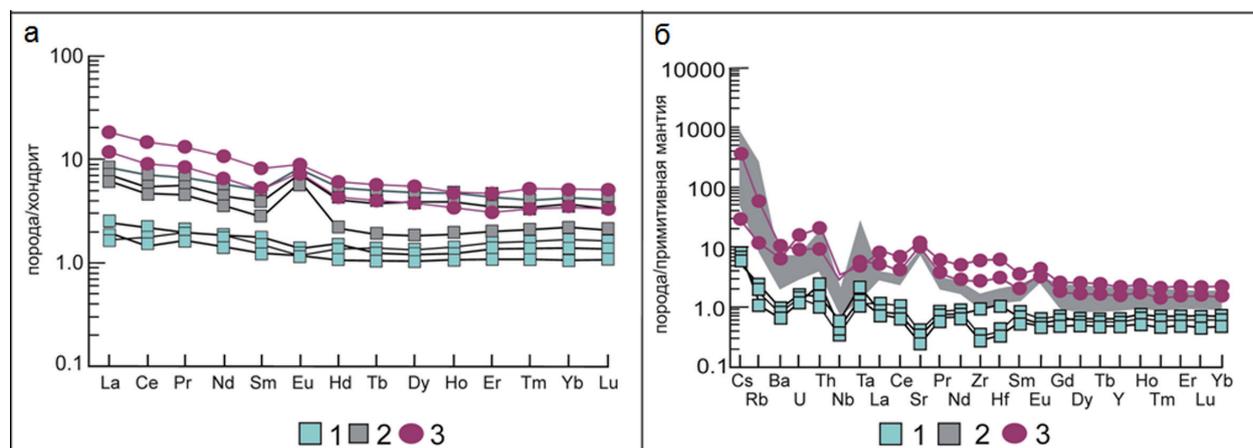


Рис. 3. Распределение редкоземельных и несовместимых элементов в метаперидотитах (1), метагаббро (2) и метаанортозитах (3) Патчемварекского и Северного массивов.

а – нормировано по хондриту (Boynnton, 1984); б – нормировано по примитивной мантии (Sun, McDonough, 1989).

Fig. 3. Distribution of rare earth and incompatible elements in and metaperidotites (1), metagabbro (2) and metaanorthosites (3) from Patchemvarek and Severny massifs.

a – chondrite-normalized (Boynnton, 1984); b – normalized to the composition of primitive mantle (Sun, McDonough, 1989).

Выводы

На основании полученных данных (сходство и закономерное распределение редких элементов в соответствии с магнезиальностью) можно подтвердить высказанное ранее рядом авторов предположение о том, что породы массивов являются дифференциатами единого магматического расплава и слагают расслоенный комплекс, включающий ультраосновные и основные кумулаты. При

этом метаперидотиты принадлежат приподошвенным частям интрузии, а метагаббро и метаанортозиты – вышележащим горизонтам, обогащенным плагиоклазом.

Относительное обогащение пород Cs, Rb и Th и высокие отношения Th/Ta (до 13.50) могут свидетельствовать о контаминации исходных расплавов веществом архейской континентальной коры.

Авторы выражают благодарность П.А. Серову за участие в полевых работах.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 0226-2019-0053.

Литература

1. Вревский А.Б., Львов П.А. Изотопный возраст и гетерогенность источников габбро-анортозитов массива Патчемварек (Кольский полуостров) // Доклады АН. 2016. Т. 469. № 2. С. 204–209.
2. Кудряшов Н.М., Мокрушин А.В. Мезоархейский габбро-анортозитовый магматизм Кольского региона: петрохимические, геохронологические и изотопно-геохимические данные // Петрология. 2011. Т. 19. № 2. С. 173–189.
3. Минц М.В., Сулейманов А.К., Бабаянц П.С. и др. Глубинное строение, эволюция и полезные ископаемые раннедокембрийского фундамента Восточно-Европейской платформы: Интерпретация материалов по опорному профилю 1-ЕВ, профилям 4В и ТАТСЕЙС. М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС. 2010. Т. 1. 408 с.
4. Морозова Л.Н. Колмозерское литиевое месторождение редкометалльных пегматитов: новые данные по редкоэлементному составу (Кольский полуостров) // Литосфера. 2018. Т. 18. № 1. С. 82–98.
5. Шарков Е.В. Анортозитовые ассоциации Кольского полуострова. Анортозиты Земли и Луны. М. Изд-во: Наука. 1984. С. 5–61.
6. Юдин Б.А. Габбро-лабрадоритовая формация Кольского полуострова и ее металлогения. Л. Изд-во: Наука. 1980. 168 с.
7. Boynton, William V. Cosmochemistry of the rare earth elements : meteorite studies. Rare Earth Element Geochemistry. editor / P. Henderson. Elsevier, 1983. P. 63-114.
8. Mokrushin A.V., Kudryashov N.M., Gabov D.A., Huber M. Sulphide and precious metal mineralization of the Mesoarchean Patchemvarek gabbroanorthosite Massif (Kola region, Russia) / Материалы V Международной конференции. Улан-Удэ. Бурятский государственный университет. 2017. С. 191–192.
9. Sun S.-S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes. Magmatism in the Ocean Basins. 1989. Norriss. Oxford. Geological Society Spec. Publ. V. 42. P. 313–345.