

Егорова С.В.

ИГ КарНЦ РАН, Петрозаводск, zumlic@mail.ru

Комплекс лерцолитов-габброноритов (КЛГН), выделенный В.С. Степановым [1], имеет наиболее широкое среди друзитов распространение в Беломорском подвижном поясе (БПП) и объединяет в своем составе многочисленные дайки и малые интрузии возраста ~ 2.4 млрд. лет. На протяжении многих лет этот комплекс вызывает большой интерес у исследователей. Дискуссионными остаются вопросы о составе объединенных в этом комплексе пород, времени их формирования, условиях и времени их метаморфических преобразований [2-6]. Проведение региональных корреляций интрузивных магмических комплексов в пределах БПП осложняются изменениями минерального состава палеопротерозойских интрузивных пород, обусловленных дискретно проявленным в пределах структуры палеопротерозойским высокобарным метаморфизмом. Важной особенностью минерального состава пород КЛГН является, что, с одной стороны, они во многих случаях сохраняют первичные магматические минеральные ассоциации, а с другой стороны, имеют широкий спектр вторичных изменений, вплоть до эклогитизации (в районе с. Гридино [7]). Оценка условий магматического этапа формирования и последующих метаморфических преобразований в габброноритах является важным моментом, как в оценке состава и условий кристаллизации первичных магматических ассоциаций, так и в корреляции метаморфических процессов в разных сегментах БПП.

С целью оценки условий магматического и постмагматического этапов формирования габброноритов КЛГН были изучены габбронориты в северной части БПП. Полученные результаты были сопоставлены с полученными ранее результатами для палеопротерозойских габброноритов в северной, центральной и южной частях БПП (Енский район, район с. Гридино, о. Супротивные).

В северной части БПП в Полярнозоринском районе Мурманской области в северо-западном окончании западного мыса о-ва Роватостров оз. Бабинская Имандра были установлены два тела субширотного простиранья, сложенные габброноритами различной сохранности. В непосредственной близости с вмещающими биотитовыми гнейсами развиты тонко-мелкозернистые полевошпатовые амфиболиты. По мере продвижения от контакта к центру тела зернистость постепенно увеличивается, и породы приобретают состав гранатовых амфиболитов. Центральные части изучаемых тел о-ва Роватостров характеризуются высокой степенью сохранности и сложены мелко-среднезернистыми массивными габброноритами, сохраняющими реликты магматических структур и минералов. Главные породообразующие минералы в них представлены орто- и клинопироксеном, плагиоклазом, гранатом. В меньшей степени в породах развиты амфибол и биотит.

Детальное петрографическое и микрозондовое изучение габброноритов центральной части тела позволило установить включения хромшпинели ($Cr\# = 66$) в крупных идиоморфных, иногда окрашенных в бурый цвет, зернах ортопироксена ($X_{Mg} = 83-79$). На следующем этапе кристаллизовались клинопироксен ($Wol_{40}En_{41}Fs_1$) и, вероятно, лейстовидные и таблитчатые зерна основного плагиоклаза, которые практически полностью перекристаллизованы.

Исходя из результатов минералого-петрографического изучения габброноритов о-ва Роватостров, можно заключить, что последовательность ликвидусных ассоциаций в них была следующей: $Crt \rightarrow Opx \rightarrow Crx + Pl$. Важное отличие данных пород от изученных ранее габброноритов центрального и южного Беломорья [8, 9] – отсутствие в них оливина (обеих генераций).

Вторичные преобразования в породах проявлены в формировании клинопироксеновых и амфиболовых кайм, установленных на границах ортопироксена и плагиоклаза. Клинопироксен в каймах имеет следующий состав: ($Wol_{32-43}En_{37-48}Fs_{3-10}$), амфибол представлен паргаситовой роговой обманкой. Гранат (состава $Alm_{25-33}Prp_{42-50}Grs_{12-15}$) также является одной из главных минеральных фаз габброноритов о. Роватостров и присутствует в них в виде идиоморфных и неправильной формы зерен граната внутри перекристаллизованных зерен плагиоклаза. Состав метаморфического плагиоклаза отвечает олигоклазу-андезину (An_{28-35}). Местами по плагиоклазу развивается скаполит, что отличает их от габброноритов района оз. Каложное, с. Гридино и о-ва Супротивные, где подобные явления не известны.

Рассмотрение химизма габброноритов о-ва Роватостров показало, что по своим петрохимическим характеристикам породы являются типичными для комплекса лерцолитов-габброноритов. Для них характерны высокие содержания MgO (до 16.64 %), Cr (до 2329 ppm) и Ni (до 405 ppm) на фоне повышенных концентраций SiO_2 (до 52.40 %), низких TiO_2 (до 0.69 %), $Fe_2O_3^*$ (до 12.28 %) и CaO (до 9.70 %).

Спектры распределения РЗЭ в габброноритах о-в Роватостров, нормированные по хондриту [10], демонстрируют слабодифференцированный (среднее значение $(\text{Ce/Yb})_N \sim 3.6$) характер распределения лантаноидов: с незначительным обогащением в области легких РЗЭ (среднее значение $(\text{La/Sm})_N \sim 2.3$), и незначительным обеднением в области тяжелых РЗЭ (среднее значение $(\text{Gd/Yb})_N \sim 1.2$). Для графика распределения редких элементов стоит отметить деплетированность габброноритов о-ва Роватостров высокозарядными элементами: $(\text{Nb/Nb}^*)_N = 0.12-0.18$, $(\text{Zr/Zr}^*)_N = 0.28-0.50$.

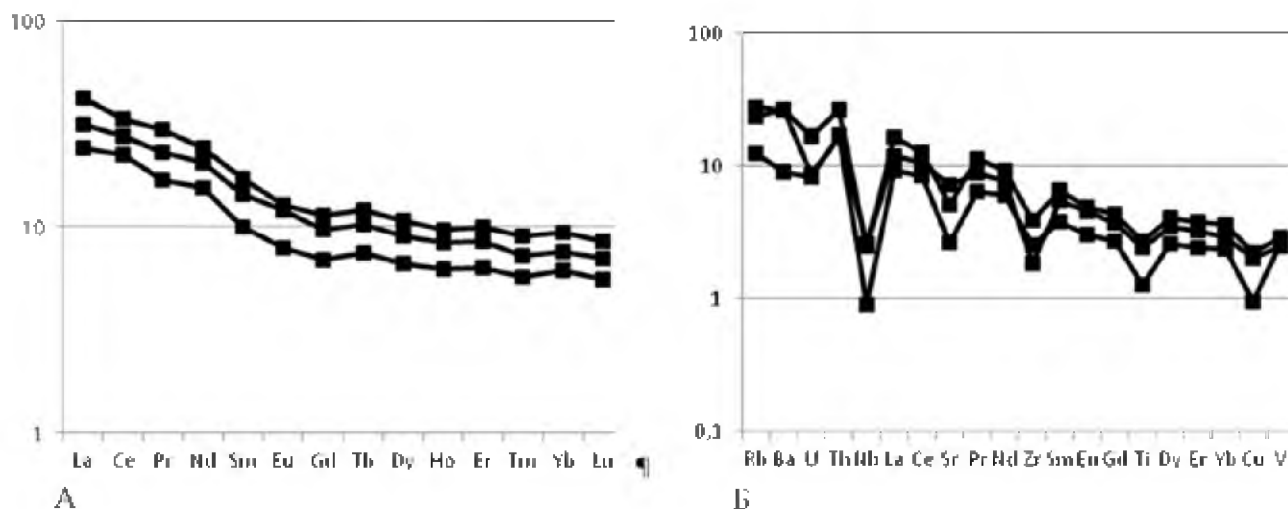


Рис. 1. Спектры распределения А. РЗЭ и Б. рассеянных элементов габброноритов о-ва Роватостров, нормированные по хондриту и по примитивной мантии, соответственно.

Таким образом, первые результаты изучения палеопротерозойских габброноритов северной части БПП (о-в Роватостров оз. Бабинская Имандра Полярнозоринский район Мурманской области) позволяют установить для них последовательную смену ликвидусных ассоциаций при кристаллизации расплавов в виде: $\text{Crt} \rightarrow \text{Orx} \rightarrow \text{Crx} + \text{Pl}$. Сопоставление габброноритов о-ва Роватостров с изученными ранее палеопротерозойскими габброноритами в северной, центральной и южной частях БПП (район оз. Каложное, с. Гридино, о. Супротивные) показало существенное сходство их минералогическо-петрографических и петрохимических характеристик, что позволяет предполагать сходство условий магмогенерации и принадлежность этих пород к единому раннепалеопротерозойскому (~ 2.4 млрд. лет) магматическому комплексу. Существующие различия (отсутствие оливина и несколько более низкие концентрации MgO , Cr , Ni , и более высокие SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 в габброноритах о-ва Роватостров), вероятно, являются отражением глубинных магматических процессов, предшествовавших внедрению интрузивов.

Автор выражает благодарность А.В. Степановой за любезно предоставленный материал для исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанов В.С. Основной магматизм докембрия западного Беломорья. Л.: Наука, 1981. 216 с.
2. Балаганский В.В., Кудряшов Н.М., Балашов Ю.А. и др. О возрасте друзитового массива Жемчужный, СЗ Беломорье: U-Pb изотопные данные и геологические следствия // Геохимия. 1997. № 2. С. 158-168.
3. Криволицкая Н.А., Беляцкий Б.В., Смолькин В.Ф. и др. Геохимические особенности массивов друзитового комплекса центральной части Беломорского подвижного пояса: II. Исследование самарий-неодимовой изотопной системы в породах и уран-свинцовой системы в щирконах. Геохимия, 2010. № 11. С. 1132-1153.
4. Шарков Е.В., Смолькин В.Ф., Красивская И.С. Раннепротерозойская магматическая провинция высокомагнезиальных бонинитоподобных пород в восточной части Балтийского щита // Петрология. 1997. Т. 5. № 5. С. 503-522.
5. Lobach-Zhuchenko S.B., Arestova N.A., Chekulaev V.P. et al. Geochemistry and petrology of 2.40-2.45 Ga magmatic rocks in the north-western Belomorian Belt, Fennoscandian Shield, Russia // Precambrian Research. 1998. V. 92. P. 223-250.
6. Stepanova A., Stepanov V. Paleoproterozoic mafic dyke swarms of the Belomorian Province, eastern Fennoscandian Shield // Precambrian Research. V. 183. 2010. P. 602-616. doi:10.1016/j.precamres.2010.08.016.
7. Володичев О.И., Слабунов А.И., Бибикина Е.Б. и др. Архейские эклогиты Беломорского подвижного пояса (Балтийский щит) // Петрология. 2004. Т. 12. № 6. С. 609-631.

8. Егорова С.В., Степанова А.В. Магматические минеральные ассоциации габброноритов Беломорского подвижного пояса, как индикаторы РТ-параметров кристаллизации // Проблемы плейт- и плюм- тектоники в докембрии. Матер. III Росс. конф. по проблемам геологии и геодинамики докембрия. СПб. С. 54-57.
9. Егорова С.В., Степанова А.В. Палеопротерозойские габбронориты северной части беломорского подвижного пояса – новые данные о минеральном составе и химизме // Тр. КарНЦ РАН. Сер. Геология Докембрия. № 3. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2012. С. 56-64.
10. McDonough W.F., The composition of the Earth // Chemical Geology, 1995. V. 120. P. 223-253.

ИЗУЧЕНИЕ АГРЕГАЦИИ НАНОЧАСТИЦ ШУНГИТОВОГО УГЛЕРОДА В СРЕДАХ РАЗЛИЧНОЙ ПОЛЯРНОСТИ

Михайлина А.А.

Институт геологии КарНЦ РАН, Петрозаводск, eniaam@list.ru

Введение

Шунгитовый углерод (ШУ) вызывает высокий научный и практический интерес, но, не смотря на длительную историю исследования, он так и остается загадкой.

Как известно, ШУ выстроен из соединенных между собой частиц преимущественно глобулярной формы [1], однако, природа частиц, их структура и способ соединения остаются невыясненными [2].

Во многих потенциальных применениях наночастицы (НЧ) углерода шунгитов предложено изучать в форме дисперсий [3]. Дисперсии НЧ углерода – перспективные объекты биомедицинских исследований и применения [4], они имеют широкое распространение в природе, являются строительным материалом почв и осадков, играют большую роль в биологических и геохимических процессах, оказывая влияние на экологическую обстановку.

При взаимодействии НЧ углерода шунгитов происходит их агрегация, механизмы которой можно изучать посредством вторичной структуры.

Влияние природы растворителя на вторичную структуру ШУ, а именно на процесс агрегации и образование фрактальной структуры, представляет интерес для их применения. В связи с этим целью работы было изучение влияния сред различной полярности на размер агрегатов и вторичную структуру углеродных кластеров в дисперсиях ШУ.

Объекты и методы исследования

На первом этапе исследовались устойчивые дисперсии ШУ в полярном растворителе – воде и в неполярных: изопропиловом спирте (ИПС), толуоле и четыреххлористом углероде (CCl_4). НЧ из водной дисперсии (значение pH водных дисперсий ШУ близко к нейтральному) были перерастворены в органических растворителях при последовательной замене воды на растворители с понижением полярности: на ИПС, затем на толуол или CCl_4 , как описано в [5].

Размер частиц в дисперсии и распределение частиц по размерам (рис. 1а, б) определяли методом динамического светорассеяния (ДСР) на анализаторе размера наночастиц Zetasizer Nano ZS (Malvern Instruments).

Далее, при конденсации дисперсий на стеклянной подложке, были получены пленки, профиль, шероховатость и площадь которых исследовали на сканирующем лазерном 3D-микроскопе Keyence серии VK.

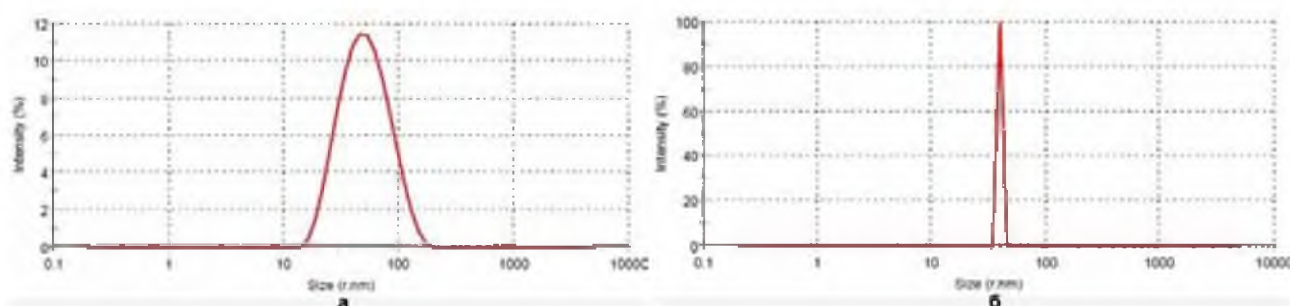


Рис. 1. Распределение по размерам НЧ ШУ по данным ДСР: а). устойчивая водная дисперсия; б). дисперсия ИПС..