

Признаки присутствия океанической коры в харбейском метаморфическом комплексе (Полярный Урал)

Уляшева Н.С.

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, nataliaulyashewa@yandex.ru

Аннотация. Проведены петрографические, минералогические и петрохимические исследования баррузитовых амфиболитов и глаукофановых сланцев западной части харбейского метаморфического комплекса. Установлено, что метаморфические минералы: глаукофан, баррузит и гранат сформировались при прогрессивном метаморфизме. Анализ содержаний породообразующих оксидов, редких и редкоземельных элементов указывает на то, что породы генетически связаны и схожи по составу с океаническими базальтами N-MORB.

Ключевые слова: глаукофановый сланец, баррузитовый амфиболит, метаморфизм, харбейский метаморфический комплекс.

Signs of the presence of oceanic crust in the Kharbei metamorphic complex (Polar Ural)

Ulyasheva N.S.

Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktvykar, nataliaulyashewa@yandex.ru

Abstract. Petrographic, mineralogical and petrochemical studies of barroisite amphibolites and glaucophane schists of the western part of the Kharbei metamorphic complex have been carried out. It was found that metamorphic minerals: glaucophane, barroisite and garnet were formed during progressive metamorphism. Analysis of the contents of rock-forming oxides, rare and rare-earth elements indicates that the rocks are genetically related and similar in composition to oceanic N-MORB basalts.

Key words: glaucophane schist, barroisite amphibolite, metamorphism, Kharbei metamorphic complex.

Введение

На Полярном Урале в районах тектонических надвигов в пределах комплексов и отдельных зон встречаются породы с глаукофаном, баррузитом, кроситом, являющиеся индикторами высокотемпературного метаморфизма. По мнению исследователей (Коновалов и др., 2009; Вализер, 1988) их формирование связано с дислокационным метаморфизмом в позднепалеозойское время. В западной части нижнепротерозойского харбейского метаморфического комплекса (Полярный Урал) по ручью Скалистому и правым притокам ручья Бадьяган распространены баррузитовые амфиболиты. Среди них на границе с верхнепротерозойскими отложениями няровейской серии встречаются тела глаукофансодержащих пород, относящихся к Западно-Харбейской зоне голубых сланцев (Вализер, 1988). Для установления состава и условий формирования баррузитовых амфиболитов и глаукофансодержащих пород нами проведены петрографические и петрохимические исследования этих образований.

Минеральный состав, структурные и текстурные особенности пород изучены под поляризационным микроскопом. Содержания породообразующих оксидов (таблица 1) получены с помощью метода мокрой химии в ЦКП «Геонаука» Института геологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар). Определение концентраций редких и рассеянных элементов в метаморфитах выполнено путем кислотного разложения исходных образцов и дальнейшего анализа с помощью секторного масс-спектрометра с ионизацией в индуктивно связанной плазме ICP-MS методом в Институте геологии и геохимии им. А. Н. Заварицкого (г. Екатеринбург, масс-спектрометр ELAN 9000, аналитик Ронкин Ю.Л.), а также в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар, ЦКП «Геонаука», масс-спектрометр Agilent 7700x, аналитик Игнатьев Г.В.)

Петрография и минералогия

Барруазитовые амфиболиты имеют массивную, слабосланцеватую текстуру и мелкозернистую порфиробластовую и гранонематобластовую структуру. Они состоят из барруазита (50-70 %), альбита (до 10-20 %), клиноцоизита (до 10 %), граната (1-3 %), кварца (до 1 %), хлорита (до 5 %) и мусковита (до 3 %). Акцессорные минералы представлены цирконом, флюоритом, апатитом и титанитом, рудные – магнетитом и пиритом.

Амфибол – барруазит представлен зелеными и голубовато-зелеными длиннопризматическими и призматическими кристаллами размером до 1 мм. По краям минерал замещается хлоритом. Изредка в барруазите отмечаются реликты эденита.

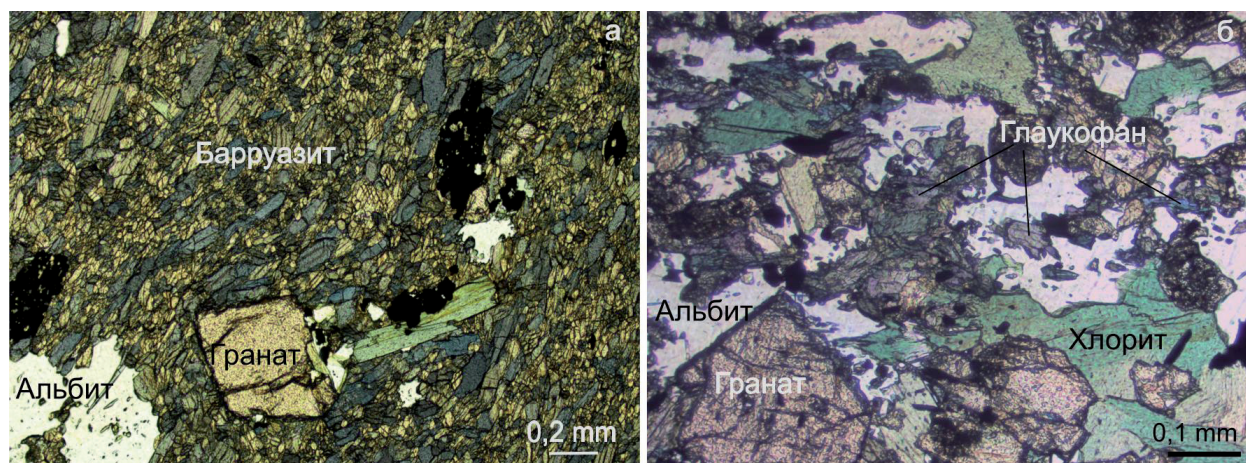


Рис. 1. Порфиробласты граната в барруазитовом амфиболите (а) и глаукофановом сланце (б) харбейского метаморфического комплекса. Фотографии шлифов при одном никеле.

Fig. 1. Garnet porphyroblasts in barroisite amphibolite (a) and glaucophane schist (b) of the Kharbei metamorphic complex. Photos of thin sections at one nicholas.

Гранат образует порфиробласты (рис. 1а) размером до 0.7 мм и имеет пироп-спессартин-гроссуляр-альмандиновый состав. Минерал содержат включения клиноцоизита и альбита. В гранате наблюдается прогрессивная зональность: уменьшение марганца и увеличение магния и железа от центра к периферии кристаллов.

Альбит образует линзовидной и изометричной формы порфиробласты с гелицитовой структурой с включениями клиноцоизита и амфибола. Хлорит и мусковит встречаются в виде крупных чешуек, часто развиваются поперек сланцеватости и ассоциируются с титанитом.

Глаукофановые сланцы имеют массивную, полосчатую, местами слабосланцеватую текстуру; мелкозернистую, порфиробластовую и лепидонематогранобластовую структуру. Они состоят из граната (15-20 %), альбита (25-30 %), глаукофана (10-15 %), барруазита (3-5 %), хлорита (15 %), клиноцоизита (5 %), мусковита (2-3 %) и кварца (3-4 %). Акцессорные минералы представлены апатитом и цирконом (до 1 %), рудные – ильменитом, рутилом и магнетитом (2-3 %).

Полосчатая текстура пород обусловлена распределением гранатов в виде полос и удлиненных линзовидных выделений. Гранат образует скопления мелких зерен и порфиробласты размером до 0.8 мм (рис. 1б). Центральные части гранат отвечают по составу спессартину. Наблюдается увеличение железа и магния и уменьшение марганца от центра к периферии зерен. Включения в нем представлены клиноцоизитом и глаукофаном. Минерал замещается по трещинкам хлоритом. Скопления мелких зерен граната отделены от основной массы породы кварцевым прослоем.

Порфиробласты размером до 0.5 мм образует также альбит изометричной и линзовидной формы. Минерал содержит включения глаукофана, рудных минералов и клиноцоизита.

Глаукофан представлен длиннопризматическими шестоватыми кристаллами и ромбовидными сечениями размером до 1 мм. Он плеохроирует от бледно-желтого до фиолетового. Минерал по краям замещается или обрастает барруазитом.

Клиноцоизит размерами до 0.3 мм имеет призматические зерна с грязно-желтой окраской.

Хлорит образует чешуйки до 0.7 мм. Иногда наблюдаются сноповидные выделения этого минерала. Он имеет коричневые цвета интерференции.

Значения давлений формирования глаукофана и барруазита согласно схеме субфаций метаморфизма (Добрецов и др., 1974) и диаграмме $Al_{IV} - Na_{M4}$ (Brown, 1977) в изучаемых породах оценивается не меньше 7-9 кбар. Зональность гранатов указывает на прогрессивный метаморфизм. При низкотемпературных условиях (320-460 °С) в породах сформировался глаукофан и высокомарганцевый гранат, при повышении температуры (460-550 °С) глаукофан, видимо, заместился барруазитом, а спессартиновый гранат – альмандиновым гранатом.

Петрогеохимические особенности пород

Согласно дискриминантной функции (Великославинский и др., 2013), разграничивающей метаморфизованные магматические породы от осадочных, барруазитовые амфиболиты и глаукофановый сланец являются ортообразованиями. Химический состав пород приведен в таблице 1. На TAS диаграмме (Middlemost, 1994) точки составов пород занимают область магматических пород основного состава. Метабазиты близки по составу к высокожелезистым натриевым низкоглиноземистым толеитам. В некоторых барруазитовых амфиболитах и глаукофановом сланце наблюдается увеличение оксида натрия до 5-6 мас. %, что вероятно связано с натриевым метасоматозом.

Таблица 1. Химический состав (мас.%) барруазитовых амфиболитов (1–6) и глаукофанового сланца (7) харьбейского метаморфического комплекса.

Table 1. Chemical composition (wt.%) of barroisite amphibolites (1-6) and glaucophane shale (7) of the Harbin metamorphic complex.

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	45.66	45.04	52.76	45.32	46.14	47.13	49.32
TiO ₂	1.51	1.49	1.44	1.33	1.31	1.31	1.02
Al ₂ O ₃	13.14	14.12	12.77	14.08	13.14	12.11	14.89
Fe ₂ O ₃	8.19	3.55	3.63	7.33	4.39	4.68	6.11
FeO	7.97	11.8	9.49	7.9	11.1	10.36	10.26
MnO	0.19	0.27	0.29	0.33	0.27	0.17	0.48
MgO	6.16	7.45	6.35	6.78	6.76	7.8	5.53
CaO	11.33	9.21	7.2	7.58	7.96	6.76	3.47
Na ₂ O	2.7	2.51	3.36	3.43	4.58	6.19	5.05
K ₂ O	0.13	0.12	0.11	0.11	0.22	0.1	0.12
P ₂ O ₅	0.14	0.076	0.01	0.088	0.12	0.05	0.14

Изучаемые породы имеют низкие содержания редкоземельных элементов ($\Sigma REE - 23.63-48.72$ г/т). На диаграмме, где содержания редкоземельных элементов нормированы относительно содержания их в хондрите (рис. 2а), барруазитовые амфиболиты и глаукофановый сланец образуют схожие спектры распределения элементов с небольшой отрицательной европиевой аномалией и в основном с более низким количеством легких редких земель относительно тяжелых (La/Yb – 0.54-1.24). На спайдер-диаграмме видно (рис. 2б), что линии содержаний редких и редкоземельных элементов в изучаемых породах идентичны и близки к содержанию их в базальте N-MORB. На идентификационных диаграммах точки составов барруазитовых амфиболитов и глаукофанового сланца располагаются в области океанических образований (рис. 2в,г). В отличие от базальтов N-MORB, барруазитовые амфиболиты и глаукофановый сланец имеют аномально низкие концентрации Zr и Hf и повышенные содержания железа, что сближает их с паргасит-гастингситовыми амфиболитами (Уляшева, 2020) центральных частей харьбейского метаморфического комплекса и свидетельствует об их едином генезисе.

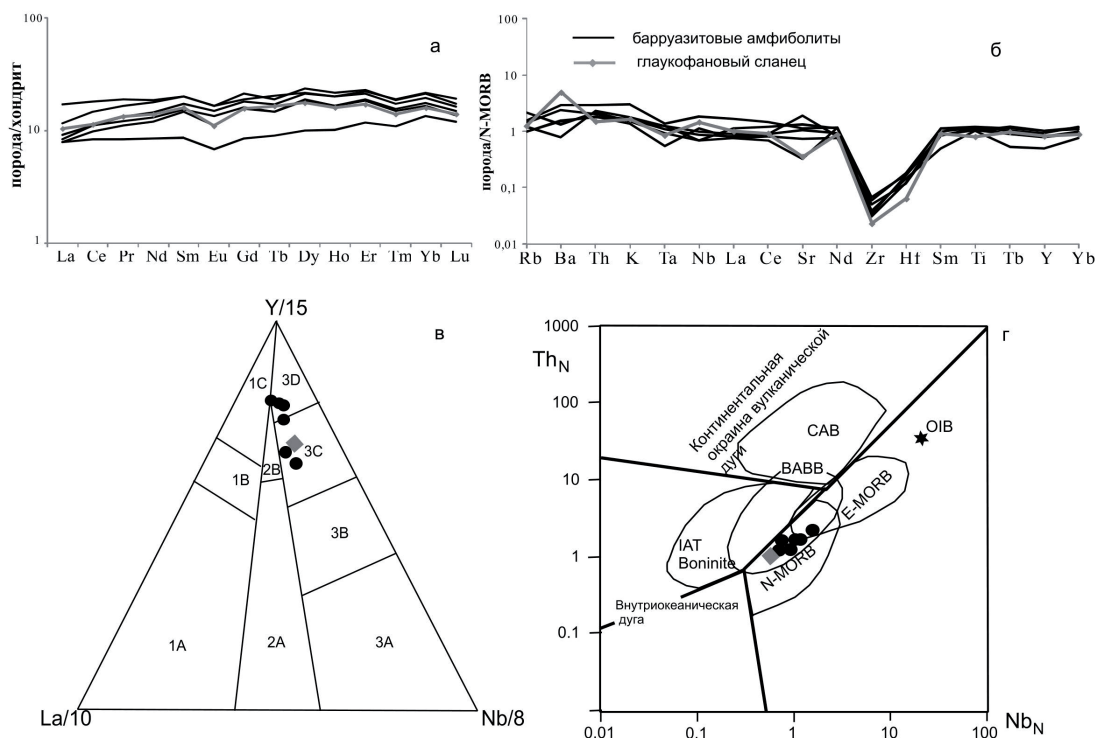


Рис. 2. Графики (а и б) со спектрами содержаний редких и редкоземельных элементов, нормированных относительно хондрита и N-MORB (Sun, McDonough, 1989), и идентификационные диаграммы (в (Cabanis et al., 1989) и г (Saccani, 2014)) для баррозитовых амфиболитов и глаукофанового сланца харбейского метаморфического комплекса. Названия полей на диаграммах соответствуют: 1А – САВ (известково-щелочные базальты), 1В – САВ+IAT (островодужные толеиты), 1С – IAT, 2А – континентальные базальты, 2В – BABB (базальты задугового бассейна), 3А – щелочные базальты континентальных рифтов, 3В, С – E-MORB (обогащенные базальты срединно-океанических хребтов), 3D – N-MORB (примитивные базальты срединно-океанических хребтов). Точки составов пород: черные круги – баррозитовые амфиболиты, серый ромб – глаукофановый сланец.

Fig. 2. Graphs (a and b) with spectra of trace and rare-earth elements normalized to chondrite and N-MORB (Sun, McDonough, 1989), and identification diagrams (in (Cabanis et al., 1989) and d (Saccani, 2014)) for barroisite amphibolites and glaucophane schist of the Kharbei metamorphic complex. 1A – CAB (calc-alkaline basalts), 1B – CAB + IAT (island-arc tholeiites), 1C – IAT, 2A – continental basalts, 2B – BABB (basalts of the back-arc basin), 3A – alkaline basalts of continental rifts, 3B, C – E-MORB (enriched basalts of the mid-ocean ridges), 3D – N-MORB (primitive basalts of the mid-ocean ridges). Points of rock compositions: black circles - barroisite amphibolites, gray rhombus – glaucophane schist.

Выводы

Изучение петрографических и минералогических особенностей баррозитовых амфиболитов и глаукофановых сланцев харбейского метаморфического комплекса показало, что они образовались при прогрессивном метаморфизме. Петрогеохимический состав пород указывает на их генетическую связь. На основании анализа содержаний редких и редкоземельных элементов можно предположить, что протолитом для изучаемых пород служили магматические породы основного состава, близкие к базальтам N-MORB.

Литература

1. Вализер П.М., Ленных В.И. Амфиболы голубых сланцев. М. Изд-во: Наука. 1988. 203 с.
2. Великославинский, С.Д., Глебовицкий, В.А., Крылов, Д.П. Разделение силикатных осадочных и магматических пород по содержанию петрогенных элементов с помощью дискриминантного анализа // ДАН. 2013. Т. 453. № 3. С. 310–313.

3. Добрецов Н.Л., Соболев В.С., Соболев Н.В., Хлестов В.В. Фации регионального метаморфизма высоких давлений (под ред. В.С. Соболева). М. Изд-во: Недра. 1974. 328 с.
4. Коновалов А.Л., Доливо-Добровольский Д.В., Мельгунов А.Н., Казак А.П. Дислокационный метаморфизм протерозойских комплексов Харбейско-Марункеуской структурно-формационной зоны (Полярный Урал) // Региональная геология и металлогения. 2009. № 39. С. 33–45.
5. Уляшева Н.С. Геохимия амфиболитов харбейского палеопротерозойского метаморфического комплекса (Полярный Урал) // Труды КНЦ РАН. Сер. Геология. 2020. № 10. С. 49–60. <http://dx.doi.org/10.17076/geo1266>.
6. Brown E.H. The crosstie-content of Ca-amphibole as a guide to pressure of metamorphism / E.H. Brown // J. Petrol. 1977. V. 18. N. 1. P. 53–72.
7. Cabanis B., Lecolle M. Le diagramme La/10-Y/15-Nb/8: un outil pour la discrimination des series volcaniques et la mise en evidence des processus de melange et / ou de contamination crustale // Comptes Rendus de l'Academie des Sciences. 1989. V. 309. P. 2023–2029.
8. Middlemost, E.A.K. (1994) Naming Materials in the Magma / Igneous Rock System. Earth-Science Reviews, 1994. № 3. PP. 215–244. [http://dx.doi.org/10.1016/0012-8252\(94\)90029-9](http://dx.doi.org/10.1016/0012-8252(94)90029-9).
9. Saccani E. A new method of discriminating different types of post Archean ophiolitic basalts and their tectonic significance using Th-Nb and Ce-Dy-Yb systematics, Geoscience Frontiers. 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gsf.2014.03.006>.
10. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes // Magmatism in the oceanic basins. Eds. A.D. Saunders, M.J. Norry. Geol. Soc. Spec. Publ. 1989. № 42. P. 313–345.