

типными разновозрастными структурами (каковыми являются раннедокембрийские и фанерозойские складчатые пояса) и приуроченность коматиитов к раннему докембрию.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты №№: 07-05-00527-а, 08-05-00861-а) и в рамках программ №4 и №5 фундаментальных исследований ОНЗ РАН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Palme H., O'Neill H.St. C. Cosmochemical estimates of mantle composition // In: Treatise on Geochemistry. Elsevier Ltd. 2003. V. 2. P. 1-38.
2. Poudjom Djomani Y., O'Reilly S.Y., Griffin W.L., Morgan P. The density structure of subcontinental lithosphere through time. Earth and Planetary Science Letters. 2001. V. 184. P. 605-621.
3. Allegre C.J. Limitation on the mass exchange between the upper and lower mantle: the evolving convection regime of the Earth // Earth Planet. Sci. Lett. 1997. V.50. P. 1-6.
4. Трубецкин В.П. Основы тектоники плавающих компонентов // Физика Земли. 2000. №9. С. 4-40.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ, ВОЗРАСТ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛЯРНОУРАЛЬСКИХ ЭКЛОГИТОВ

Вшивцев А.Н.

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, alsoft@list.ru

В настоящее время особый интерес представляют высокobarические метаморфические комплексы, которые можно использовать в качестве геодинамических индикаторов пограничных областей палеоконтинент–палеоокеан. Среди интереснейших образований в составе метаморфических комплексов являются эклогиты, возраст и генезис которых не всегда ясен. Примером развития разнообразных эклогитов является марункеуский комплекс на Полярном Урале.

Марункеуский эклогит-амфиболит-гнейсовый комплекс, представляющий собой тектонический блок, расположен в палеоконтинентальном секторе Полярного Урала. Блок расположен к западу от Главного Уральского надвига, фиксируемого с юга на север офиолитами Сыумкеу. Эклогитсодержащие породы находятся в основании харбейского метаморфического комплекса в ранге марункеуской свиты [7].

В строении марункеуского комплекса участвуют эклогиты, симплектит-эклогиты и апоэклогитовые амфиболиты в ассоциации с метакристаллитами, а также плагиогнейсы, плагиомигматиты и K-Na мигматиты. В относительно небольшом объеме, но почти повсеместно присутствуют продукты метасоматического изменения метаморфических пород: гранатиты, существенно роговообманковые породы, жилы и обособления, сложенные омфацитом, часто в ассоциации с белой слюдой. Отмечаются также пегматитовые, аплитовые и кварцевые жилы. В северо-восточной части марункеуского комплекса, установлены породы с глаукофаном [9].

В ходе микроскопических петрографических исследований эклогитов и апоэклогитовых пород в тонких шлифах было установлено, что почти повсеместно эклогиты подверглись значительной амфиболитизации, альбитизации и окварцеванию, в составе них присутствуют слюды (мусковит, биотит). Выделяются амфиболитизированные эклогиты, мусковитизированные амфиболитизированные эклогиты, альбитизированные эклогиты, апоэклогитовые амфиболиты, а так же выделяются породы с метасоматическими структурами. В целом породы характеризуются полосчатостью, наблюдается циклическая смена минерального состава от меланократовых до более лейкократовых образований [2].

Амфиболитизированные эклогиты характеризуются порфирогранобластовыми структурами, массивными текстурами (рис.1-а). Породы сложены призматическими бледно-зелеными или бесцветными зернами пироксена (омфацит), порфиробластами светло-розового граната, амфиболами (сине-зеленые роговые обманки). Гранаты замещаются цоизитом. Рудный – пирит.

В мусковитизированных амфиболитизированных эклогитах присутствует мусковит.

Среди лейкократовых образований выделяются амфиболитизированные альбитизированные эклогиты и двуслюдяные альбит-кварцевые сланцы с реликтами эклогитов (рис.1-б). В породах содержание вновь образованных кварца и альбита составляет от 10 до 30%. Отмечаются мусковит и биотит. Реликты эклогитов представлены парагенезисами гранат–омфацит, где большая часть пироксенов замещена амфиболами с образованием симплектитов с альбитом вокруг гранатов (рис.1-в, г). В зонах развития симплектитов встречаются диабласти биотита и мусковита. Часто присутствует кальцит.

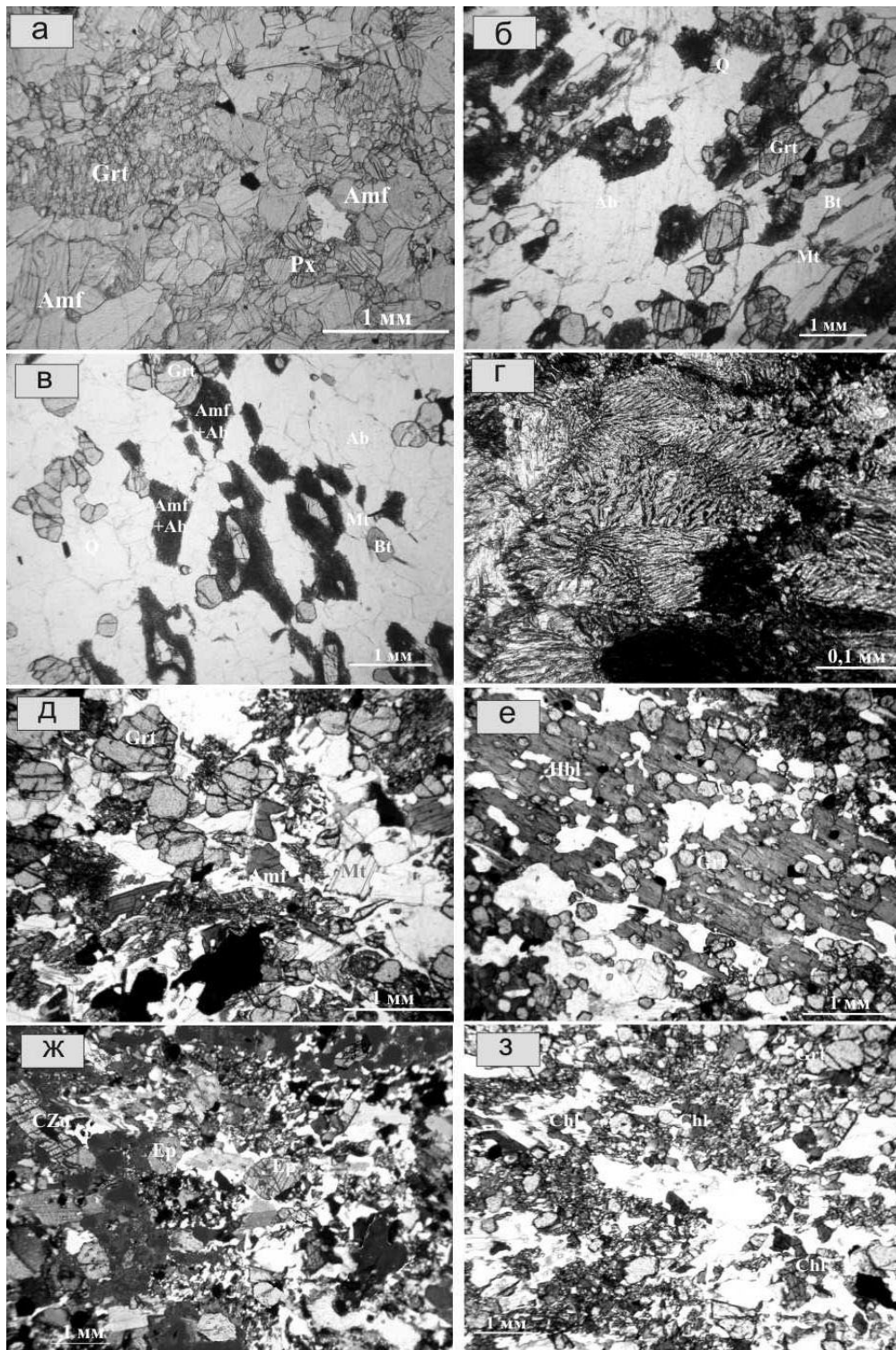


Рис. 1. Эклогиты и апоэклогитовые породы марункеуского комплекса:

а – амфиболитизированный эклогит с порфиробластами граната (николи ||); б – эклогит амфиболитизированный, альбитизированный. Вокруг гранатов развиваются симплектиты амфиболов и пироксенов с альбитом (николи ||); в – двуслюдяной альбит-кварцевый сланец. Вокруг гранатов развиты симплектиты амфиболов с альбитом (николи ||); г – амфиболитизированный эклогит (николи +); д – гранатовый апоэклогитовый амфиболит (николи ||); е – гранатовый апоэклогитовый амфиболит с порфиробластами роговой обманки (николи ||); ж – апоэклогитовый эпидотовый амфиболит (николи +); з – гранатовый апоэклогитовый амфиболит с чешуйками хлорита (николи ||).

Условные обозначения: Q – кварц, Pl – плагиоклаз, Ab – альбит, Kfs – калиевый полевой шпат, Px – пироксен, Bt – биотит, Mt – мусковит, Ep – эпидот, CZo – клинозоизит, Hbl – роговая обманка, Amf – амфибол, Grt – гранат, Chl – хлорит, Rut – рутил.

Наиболее часто встречаемые разности апоэклогитовых амфиболитов – гранатовые апоэклогитовые амфиболиты (рис.1-д). Для них характерны порфиروبластовые структуры (рис.1-е) с участками диаблостовых. Текстуры массивные. Породы сложены амфиболами, которые часто замещаются эпидотом. Присутствует кварц. Часто содержится реликтовый пироксен, альбит, слюды. Рудный – рутил. Основная ткань породы сложена амфибол (пироксен?)–плаггиоклазовым мелкозернистым агрегатом, часто с участками, похожими на симплектиты.

Апоэклогитовые эпидотовые амфиболиты (рис.1-ж) характеризуются порфирогранобластовыми структурами и массивными текстурами ближе к сланцеватым. Породы сложены амфиболами, содержат значительное количество кальциевых минералов – эпидота и клиноцоизита. В породах присутствует кварц, плаггиоклаз (альбит), мусковит, биотит развивается по краям чешуек мусковита в виде каемоков, иногда замещает амфиболы. Акцессорные минералы циркон и апатит. Рудный – рутил. Иногда в апоэклогитовых амфиболитах присутствуют чешуйки хлорита (рис.1-з).

Вопрос о возрасте метаморфитов марункеуского комплекса остается спорным. Максимальные значения возраста пород, определенные путем K-Ar и Pb-Pb датирования минералов из эклогитов, составляют 1.70 , 1.56 , 1.54 млрд лет [4]. В последние годы сопоставимые значения возраста эклогитов (1.68 ± 0.07 , 1.61 ± 0.07 , 1.54 ± 0.15 , 1.54 ± 0.14 млрд лет) были получены на основе Rb-Sr и Sm-Nd изохронных систем по породе в целом и по метаморфогенным минералам, включая амфибол [1]. Эти данные дают основание считать, что, во-первых, условия эклогитовой фации имели место на наиболее ранней стадии метаморфической истории марункеуского комплекса и, во-вторых, ультравысокобарический метаморфизм, который обычно связывается с субдукцией океанической коры, в пределах рассматриваемой территории проявился в раннедокембрийское время, около 1,70 млрд лет назад, или даже ранее, если учитывать наличие в эклогитах наложенного амфибола. Иная интерпретация возраста процессов эклогитообразования дается на основе недавно полученных изотопных значений в интервале от 352 ± 5 до 360 ± 3 (в среднем 355.5 ± 1.5) млн лет по Rb – Sr минеральным изохронам эклогитов и амфиболитов [11]. Именно этот интервал принимается как время проявления ультравысокобарического метаморфизма. Ранее близкое значение ($366 \pm 8,6$ млн лет) было получено по Sm – Nd минеральной изохроне [10].

В двух последних случаях анализировались породы, имеющие в своем составе белую слюду. Поэтому определения возраста в интервале 352-366 млн лет могут указывать на время одного из этапов метаморфического преобразования эклогитов [1], связанного, например, с их эксгумацией [6]. Хотя нельзя полностью исключать и вероятность тектонического совмещения разновозрастных эклогитов [1] и даже полихронность ультравысокобарического метаморфизма [9].

По петрохимической классификации эклогиты и апоэклогитовые породы относятся к субщелочным габброидам, габброноритам и троктолитам, а из вулканогенной серии аналогами являются толеитовые базальты и долериты, так же известково-щелочные базальты [3].

Эклогиты характеризуются заметными вариациями содержаний SiO_2 (45,8-56,49%). Разброс порядка 10% содержаний SiO_2 в породах может быть объяснен последующими их преобразованиями при метаморфизме, гранитизации и метасоматозе.

Породы принадлежат двум петрохимическим рядам – нормальному и умеренно-щелочному, имеют преимущественно натриевый и калиево-натриевый тип щелочности. Это в основном низко-калиевые образования, небольшая часть составов (субщелочные) относится к нормально-калиевым.

По железистости различаются три группы пород: магнезиально-железистые ($f=25-40$), железистые ($f=40-55$) и высокожелезистые ($f>55$).

По граничному содержанию Al_2O_3 эклогиты относятся к высокоглиноземистому типу, а эклогиты, подвергшиеся наибольшему изменению в результате метасоматоза и гранитизации, принадлежат к низкоглиноземистому типу. Средне- и низкоглиноземистые породы характеризуются калиево-натриевым и натриевым типом щелочности, а высокоглиноземистые – только калиево-натриевым.

Протолитами эклогитов могли быть ортопороды базитового ряда (габброиды), туффитов с основным и ультраосновным материалом, а также ультрабазиты [4, 5]. Такой широкий спектр исходных пород можно объяснить разным составом протолитов или (и) дальнейшими преобразованиями пород с привносом–выносом петрогенных компонентов.

Взаимоотношение эклогитов и первичных магматических пород (перидотиты и габброиды) установлено в останцах на вершине Слюдяной Горки в южной части марункеуского комплекса. Ассоциация эклогитов с плаггиоклазовыми перидотитами и габбро, постепенные переходы пород в эклогиты, особенности минерального состава эклогитов Слюдяной Горки позволяют считать, что эклогиты исследованной территории – вторичные породы, формировавшиеся в условиях земной коры при высоких давлениях [8]. Полученные нами данные о первичной природе метаморфитов согласуются с результатами более ранних геологических исследований, но они, как нам представляется, скорее всего, указывают на более широкий круг протолитов [3].

На классификационной диаграмме Дж. Пирса составы эклогитов и их измененных разностей в основном локализованы в полях низкокалиевых толеитов и известково-щелочных базальтов островных дуг, часть фигуративных точек попадает в поле базальтов океанического дна (рис.2). На диаграмме $\text{AF}'\text{M}$ точки эклогит-

тов попадают в область щелочных составов, только незначительная часть в область известково-щелочной серии и толеитов [4]. В целом наблюдается толеитовый тренд распределения составов.

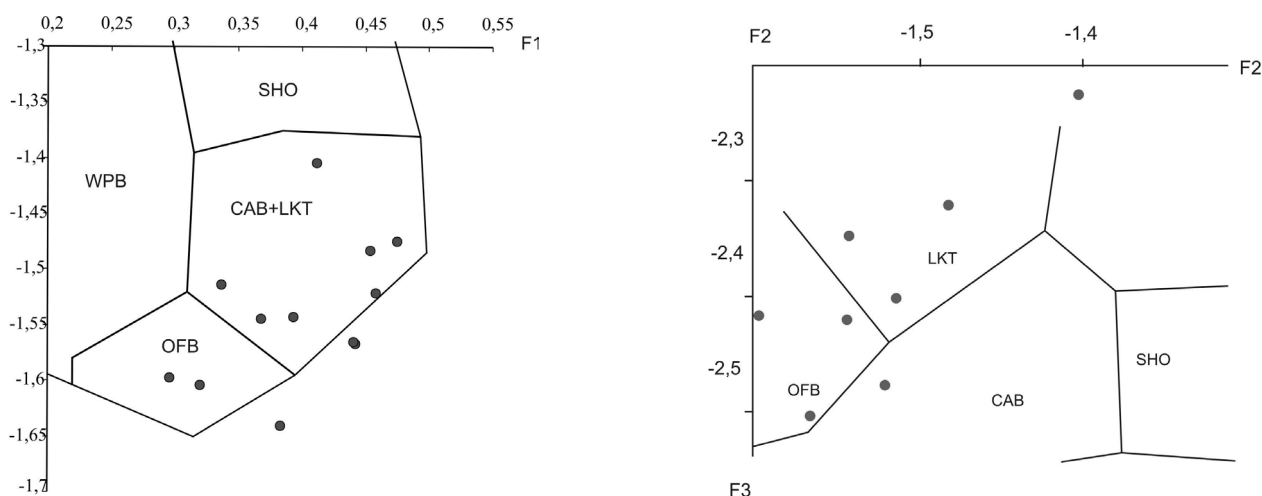


Рис. 2. Классификационная диаграмма для реконструкции палеогеодинамических условий образования пород [13].

Поля: OFB — базальтов океанического дна, LKT — низкокальциевых толеитов островных дуг, CAB — известково-щелочных базальтов островных дуг, SHO — шошонитов, WPB — континентальных базальтов и базальтов океанических островов.

Сходные результаты мы получаем, используя диаграмму $MnO \cdot 10 - P_2O_5 \cdot 10 - TiO_2$ [12].

Как мы видим, протолиты эклогитов могут принадлежать формационным типам, сформировавшимся в островодужных обстановках, но часть из них соответствует породам океанического дна. Такая неоднородность в распределении пород различных геодинамических обстановок, может быть связана с их последующим тектоническим совмещением в ходе коллизионных и постколлизионных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анреичев В. Л., Ронкин Ю. Л., Серов П. А. и др. Новые данные о докембрийском возрасте эклогитов Марункеу (Полярный Урал) // ДАН. 2007. Т. 413. № 4. С. 503-506.
2. Вшивцев А. Н. Петрографические особенности пород юго-западной части марункеуского комплекса (Полярный Урал, бассейн реки Немур-юган) // Вестник Института геологии. 2005. № 6 (126). С. 2-5.
3. Вшивцев А. Н. Петрохимические особенности и первичный состав эклогитов района Слюдяной Горки (Полярный Урал, хребет Марункеу) // Вестник Института геологии. 2006. № 8 (140). С. 14-16.
4. Петрохимические методы исследования горных пород. М.: Недра, 1985. 511 с.
5. Предковский А. А. Реконструкция условий седиментогенеза и вулканизма раннего докембрия. Л.: Наука, 1980. 152 с.
6. Пыстин А. М., Пыстина Ю. И. Высокобарический метаморфизм в истории формирования земной коры Урала // Материалы Международного петрографического совещания. Т. 4. Апатиты: КолНЦ РАН, 2005. С. 194-195.
7. Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург, 1994.
8. Удовкина Н. Г. Эклогиты Полярного Урала. М.: Наука, 1971. 192 с.
9. Удовкина Н. Г. Эклогиты Урала. М.: Наука, 1985. 286 с.
10. Шацкий В. С., Симонов В. А., Ягоуцц Э. и др. // ДАН. 2000. Т. 371. № 4. С. 519-523.
11. Glodny J., Austrheim H., Molina J. F. et al. // Geochim. et cosmochim. acta. 2003. V. 67. P. 4353-4371.
12. Mullen E. $MnO-TiO_2-P_2O_5$: a major element discriminant for basaltic rocks of ocean environments and implications for petrogenesis // Earth and Planet. Sci. Lett. 1983. Vol. 62, N1. P. 41-58.
13. Pearce J. A. Statistical analysis of major element patterns in basalts // J. Petrol., 1976. Vol. 17, N 1. P. 15-43.

МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ СКВАЖИННЫХ ГЕОАКУСТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ НА КАМЧАТСКОМ ГЕОДИНАМИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ

Гаврилов В.А., Власов Ю.А., Морозова Ю.В., Федористов О.В., Яковлева Ю.Ю.

Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г.Петропавловск-Камчатский, vgavr@ksnet.ru

Результаты синхронных электромагнитных и геоакустических измерений в реальной геосреде представляют значительный интерес для широкого круга вопросов, связанных с исследованиями физической природы источ-