

Е.В. Пушкарев, Г.Б. Ферштатер, Ф. Беа

**ГЕОХИМИЯ РЗЭ, КАК КРИТЕРИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ
ВОСТОЧНОХАБАРНИНСКОГО КОМПЛЕКСА К ГИПЕРБАЗИТ-ГАББРОВЫМ
АССОЦИАЦИЯМ ПЛАТИНОНОСНОГО ТИПА**

Природа и формационная принадлежность восточнохабарнинского комплекса (ВХК), представленного линейным стратифицированным плутоном дунит-клинопироксенит-вебстерит-габброноритового состава, не раз обсуждалась в литературе. Это связано с тем, что он входит в состав Хабаровинского офиолитового массива и выяснение его генезиса может дать важную информацию для расшифровки петрологических и тектонических событий, связанных с эволюцией Уральского палеоокеана. Наиболее распространенная точка зрения, которой придерживались исследователи геологического направления, сводилась к его отождествлению с расслоенными сериями офиолитов [1]. При этом не фиксировалось внимание на существенных различиях в составе пород восточнохабарнинского и других габбро-гипербазитовых комплексов, входящих в состав полиформационного Хабаровинского массива. Все гипербазиты и габброиды увязывались в единую структуру, представлявшую собой крупную запрокинутую на запад складку, образовавшуюся в результате надвигания с востока блока океанической коры на западные, палеоконтинентальные толщи [3].

Напротив, многие исследователи отмечали своеобразие состава пород и минералов восточнохабарнинского комплекса, которые характеризуются высокими содержаниями щелочей, особенно калия (до 1.5-2%), стронция (до 1000-1500 г/т), рубидия, фосфора и т.д., что противоречило их офиолитовой природе. Породы постоянно содержат первичный амфибол, биотит, часто калиевый полевой шпат, богаты акцессорными минералами: апатитом, сфеном и др. Помимо этого с клинопироксенитами восточнохабарнинского комплекса ассоциировано низкотитанистое титаномagnetитовое оруденение качканарского типа, а акцессорные и рудные хромшпинелиды в дунитах, по данным Е.П. Царицына, по составу очень близки хромитам из массивов Платиноносного пояса Урала [7]. Эти и многие другие данные послужили основой для сопоставления ВХК и массивов Платиноносного пояса Урала [2]. Наши исследования подтвердили сделанные ранее выводы о вещественном сходстве этих пород и показали, что одним из возможных механизмов образования дунит-клинопироксенит-габбровой серии пород в обоих случаях является дифференциация расплава оливиновых клинопироксенитов, обогащенных глиноземом [4,6].

Дополнительную важную информацию о формационной принадлежности пород восточнохабарнинского комплекса дает изучение геохимии редкоземельных элементов, которые имеют индикаторное значение при решении многих вопросов петрогенезиса [10]. Существующая геологическая литература изобилует данными о составе редких земель в породах офиолитовых комплексов складчатых поясов и современных океанов, но в ней отсутствует информация о РЗЭ в породах Платиноносного пояса Урала либо аналогичных образований юго-восточной Аляски. Данная статья в некоторой степени восполняет этот пробел. Анализы выполнены

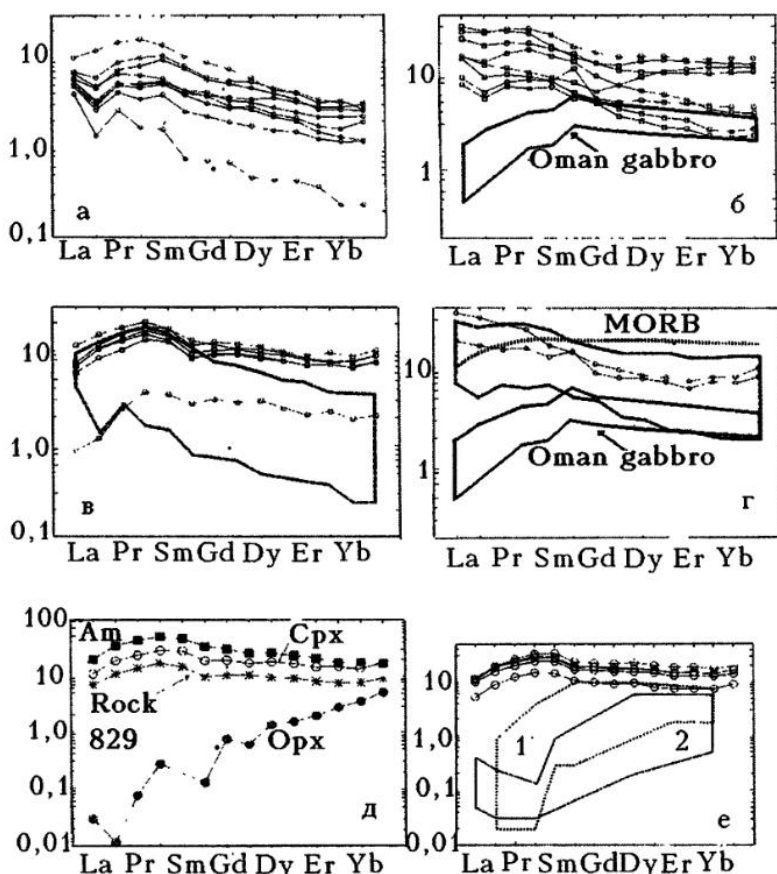
методом ICP-MS в Университете г. Гранада (Испания). В выборку, помимо пород восточнохабарнинского комплекса, для сравнения были включены пироксениты и габброиды из Нижнетагильского, Качканарского, Кытлымского, Кумбинского и других массивов Платиноносного пояса Урала.

Распределение РЗЭ в пироксенитах и габброидах ВХК и Платиноносного пояса Урала приведено на рисунке а-г. Характер распределения редкоземельных элементов в обоих случаях однотипный и характеризуется преобладанием легких лантаноидов над тяжелыми. Степень фракционирования лантаноидов, определяемая по $(La/Yb)_n$ отношению, более высокая для клинопироксенитов Платиноносного пояса (5-7), снижается для клинопироксенитов ВХК до 1-2, при несколько более высоких суммарных содержаниях РЗЭ в последних. Среднее $(La/Yb)_n$ отношение для габброидов восточнохабарнинского комплекса равно 3-4, а спектр распределения РЗЭ соответствует среднему для габброидов Платиноносного пояса Урала. Уровень содержания легких РЗЭ превышает хондритовый стандарт в 5-10 раз в клинопироксенитах и в 10-30 раз - в габброидах, приближаясь к хондритовому уровню в области тяжелых лантаноидов. Распределения лантаноидов в клинопироксенитах и базитах и ВХК и Платиноносного пояса Урала резко отличаются от расслоенных перидотит-габбровых серий офиолитов и базальтов срединно-океанических хребтов (СОХ), которые характеризуются более низким содержанием РЗЭ и $La/Yb < 1$. Концентрации легких лантаноидов в "платиноносных" габброидах в 20-50 раз и более выше, чем в офиолитовых (см. рисунок б, г).

Другой важной стороной проведенной работы является выяснение роли главных породообразующих и акцессорных минералов в валовом распределении

Содержания РЗЭ, нормированные по отношению к хондриту [13].

а,б-Платиноносный пояс: а-клинопироксениты, б-габброиды; в,г-восточнохабарнинский комплекс: в-пироксениты, г-габброиды; д-вебстерит (Rock) восточнохабарнинского комплекса и слагающие его породообразующие минералы: Срх-клинопироксен, Орх-ортопироксен, Ам-амфибол; е-клинопироксены из пироксенитов восточнохабарнинского комплекса. Поля: Oman gabbro-состав габброидов из расслоенной серии офиолитового комплекса Семайл, Оман; 1-клинопироксены из перидотитов срединно-океанических хребтов [11]; 2-клинопироксены из перидотитов офиолитового комплекса Троодос [5]. На диаграммах в, г, поля, оговоренные штриховой линией - составы одноименных пород Платиноносного пояса Урала. MORB - средний состав базальтов срединно-океанических хребтов [8]



РЗЭ в породах. Это связано с появившимися в последнее время данными об изменениях состава пород и характера распределения в них РЗЭ под влиянием процессов высокотемпературного мантийного метасоматоза [10]. Например, Дж.Бодиниером с соавторами в массиве Лерц (Перинеи) описаны гарцбургиты, обогащенные легкими лантаноидами, связанными, с амфиболом, который, как считают авторы, метасоматически развивается в гарцбургитах под влиянием жил амфиболовых пироксенитов [9].

Пироксениты и габброиды ВХК и Платиноносного пояса Урала во всех случаях характеризуются положительным наклоном трендов распределения РЗЭ независимо от того, содержат они амфибол и флогопит или нет. Более того, амфибол и клинопироксен, первичная природа которых во многих случаях не вызывает сомнений, имеют одинаковые тренды распределения РЗЭ, совпадающие с трендом для породы в целом (см. рис. д). Ортопироксен, напротив, обеднен легкими и обогащен тяжелыми элементами. Судя по петрографическим данным, орто- и клинопироксен в вебстерите кристаллизовались примерно одновременно, и, следовательно, распределение РЗЭ в минералах определяется кристаллохимическими особенностями самих минералов. Сходными закономерностями обладают все изученные нами пробы. Все без исключения клинопироксены ВХК в 3-20 раз обогащены редкими землями относительно хондритового уровня и имеют $(La/Yb)_n > 1$, т.е. имеют, в целом, такое же распределения РЗЭ, как и включающие их породы.

Сходство геохимических моделей распределения РЗЭ в породах и клинопироксенах также свойственно и офиолитовым комплексам, которые характеризуются обогащенностью тяжелыми лантаноидами, по отношению к легким [5,11] (см. рис. е). Приведенные примеры показывают, что распределение РЗЭ в рассмотренных случаях отражает первичные геохимические особенности пород и не связано с какими-либо метасоматическими преобразованиями.

Таким образом, породы восточнохабарнинского комплекса и Платиноносного пояса Урала принадлежат к единому геохимическому типу, резко отличному от офиолитовых ассоциаций. Уровень концентраций и характер распределения РЗЭ в породах, клинопироксенах и амфиболах восточнохабарнинского комплекса и Платиноносного пояса Урала указывает на обогащенность легкими лантаноидами мантийного субстрата, послужившего источником для расплавов дунит-клинопироксенит-габбровых серий. Этому условию может отвечать вторичный мантийный субстрат верлитового (клинопироксенитового) состава, который теоретически мог образоваться при взаимодействии деплетированного при офиолитогенезе пириолита с основными расплавами [4,6]. Обогащенность подобного субстрата кальцием (клинопироксеном) и, соответственно, стронцием и легкими РЗЭ могут обеспечить геохимические характеристики, реально наблюдаемые в гипербазит-габбровых ассоциациях платиноносного типа.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 95-05-14280) и международного научного фонда INTAS (проект INTAS-94-1857).

Список литературы

1. Абдулин А.А., Авдеев А.В., Сеитов Н.С. Тектоника Сакмарской и Орь-Илекской зон Мугоджар. Алма-Ата: Наука, 1977. 239 с.
2. Варлаков А.С. Петрография, петрохимия и геохимия гипребазитов Оренбургского Урала. М.: Наука, 1978. 239 с.
3. Зоненшайн Л.П., Кориневский В.Г., Казьмин В.Г. и др. Строение и развитие Южного Урала с точки зрения тектоники литосферных плит // История развития Уральского палеоокеана. М.: Изд-во АН СССР, 1984. С. 6-56.
4. Петрология постгарцбургитовых интрузивов Кемпирсайско-хабарнинской офиолитовой ассоциации (Южный Урал) / П.А. Балыкин, Э.Г. Конников, А.П. Кривенко и др. Свердловск: УрО АН СССР, 1991. 160 с.

5. *Соболев А.В., Батанова В.Г.* Мантийные лерцолиты офиолитового комплекса Троодос, о-в Кипр: геохимия клинопироксена//Петрология. 1995. Т. 3, N. 5. С: 487-495.
6. *Ферштатер Г.Б., Пушкарёв Е.В.* Магматические клинопироксениты Урала и их эволюция//Изв. АН СССР. Сер. геол. 1987. N. 3. С. 13-23.
7. *Царицын Е.П.* Петрохимические особенности гипербазитов и состав акцессорных хромшпинелидов Хабаровинского ультраосновного массива//Минералогия и геохимия гипербазитов Урала. Свердловск, 1977. С. 17-32.
8. *Шиллинг Дж.Г.* Эволюция морского дна на основе данных по геохимии редкоземельных элементов//Петрология изверженных и метаморфических пород дна океана. М.: Мир, 1973. С. 198-241.
9. *Bodinier J.L., Vasseur G., Vernieres J. et al.* Mechanism of mantle metasomatism: geochemical evidence from the Lherz orogenic peridotite//J. Petrology. 1990. V. 31, Pt. 3. P.597-628.
10. Geochemistry and mineralogy of rare earth elements. Reviews in mineralogy. The Mineral. Soc. America. Washington. 1989. V. 21. 348 p.
11. *Johnson K.T.M., Dick H.J.B., Shimizu N.* Melting in the oceanic upper mantle: an ion microprobe study of diopsides in abyssal peridotites//J.Geoph. Res. 1990. V. 95, N B3. P. 2661-2678.
12. *Pallister J.S., Knight R.J.* Rare-earth element geochemistry of the Samail ophiolite near Ibra, Oman//J.Geoph.Res. 1981. V. 86, N B4. P. 2673-2697.
13. *Sun S-S., McDonough W.F.* Chemical and isotopic systematic of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. Magmatism in the ocean basins//Geol.Soc.Lond.Spec.Pub. 1989. V. 42. P. 313-345.