

УДК 552.3:551.2

ДАЙКОВЫЕ СЕРИИ В ОФИОЛИТАХ ЮЖНО-АНЮЙСКОЙ СУТУРЫ (ПАЛЕОГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ)

© 2003 г. А. В. Ганелин, С. Д. Соколов, О. Л. Морозов, П. Лейер, Дж. Хоуриген

Представлено академиком Ю.М. Пушаровским 02.07.2002 г.

Поступило 05.07.2002 г.

Южно-Анюйская сутура (ЮАС) является важным тектоническим элементом мезозойско-кайнозойского Северо-Востока России, расположенным на границе Анюйско-Чукотской и Верхояно-Колымской складчатых областей (рис. 1). ЮАС образовалась в результате закрытия позднемезозойского океанического бассейна, разделявшего Северо-Азиатский и Северо-Американский континенты и связанного с Пацификой [1–3]. Комплексы пород, вскрывающиеся в ЮАС, представлены главным образом вулканогенно-осадочными и терригенными отложениями позднеюрско-раннемелового возраста. Присутствие в юго-восточном обрамлении и предположительно в центральной части палеозойских офиолитовых комплексов позволило некоторым исследователям предположить, что история развития ЮАС могла начаться в среднепалеозойское время [4, 5].

Исследованиями последних лет была установлена внутренняя покровная структура ЮАС, имеющая северную вергентность [5]. В составе аллохтонных комплексов содержатся офиолиты, представляющие собой реликты коры Анюйского палеоокеанического бассейна. Вместе с тем следует отметить, что возраст, состав и происхождение офиолитов изучены еще плохо, что не позволяет определить время существования, тип бассейна и его тектоническую историю. Данная работа направлена на ликвидацию этого серьезного пробела в наших знаниях о тектонике столь важного структурного элемента мезозойско-кайнозойского Северо-Востока Азии. Основное внимание сосредоточено на характеристике дайковых комплексов, некоторые из которых выделены впервые.

Наиболее крупные выходы офиолитов расположены в южном обрамлении ЮАС на границе с

Алазейско-Олойской зоной Верхояно-Колымской складчатой области. Офиолиты слагают Алучинский и Громадненско-Вургувеевский массивы, приуроченные к западному и северо-восточному флангам Яракваамского террейна (рис. 1).

В Алучинском массиве обнажаются породы дунит-гарцбургитового и полосчатого комплексов. Здесь же, на левом и правом берегах р. Б. Анюй, обнажается комплекс крупнозернистых габброидов с офитовой структурой, которые прорываются серией даек мелкозернистых диабазов, габбро-диабазов, включающих в себя скрини периодотитов. Эти породы слагают Атамановский периодотит-габбровый массив. Они рассматривались как коровая (габбровая) часть офиолитового разреза с комплексом параллельных даек [4]. Абсолютные датировки габброидов отсутствуют. По данным геолого-съёмочных работ (Ю.М. Довгаль, 1979 г., и др.) среди норийских конгломератов присутствует галька габброидов Атамановского массива, что определяет верхний возрастной предел.

Громадненско-Вургувеевский периодотит-габбровый массив сложен преимущественно полосчатыми габброидами с подчиненным количеством периодотитов. Породы массива рассматривались как фрагмент офиолитовой ассоциации, представляющий собой океанический фундамент ЮАС [6]. Изотопные датировки по плагиогранитизированным габброидам составляют 332 млн. лет (Ar–Ar-метод) [7]. По данным П. Лэйера (Ar–Ar-метод, возраст плато, Университет Аляски, США), возраст роговой обманки из габбро составляет 312.2 ± 11.1 млн. лет.

На севере Яракваамского террейна габброиды Громадненско-Вургувеевского массива прорваны серией даек, которые выше по разрезу переходят в палеозойские вулканиты. В тесной ассоциации с плутоническими комплексами обоих массивов находятся среднекаменноугольные–мезозойские вулканогенно-осадочные образования островодужного генезиса Яракваамского террейна [7, 8].

Геологический институт
Российской Академии наук, Москва
Геофизический институт Университета Аляски,
Фербенкс, США
Стэнфордский университет, Калифорния, США

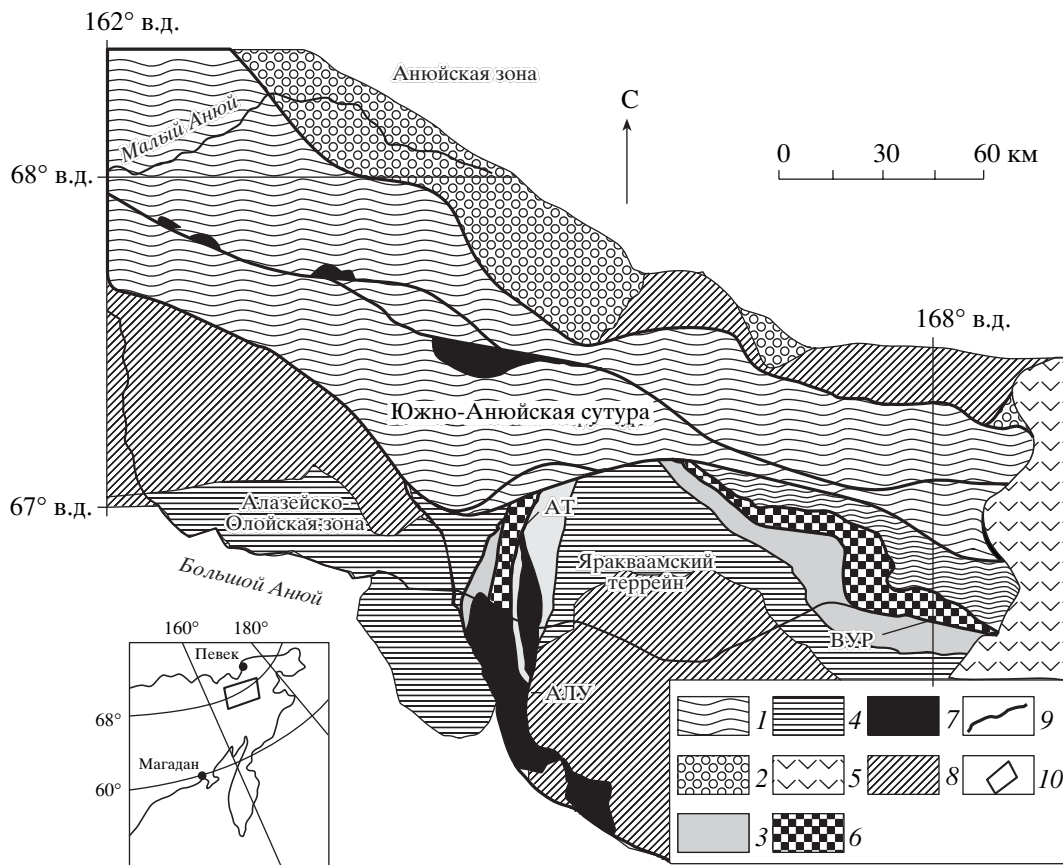


Рис. 1. Схема основных структурных элементов Южно-Анной сутуры и ее обрамления (по [5, 6] с изменениями). 1 – мезозойские вулканогенно-терригенные комплексы Южно-Анной сутуры; 2 – триасовые турбидиты Анной зоны Чукотского микроконтинента; 3 – позднелазейские вулканогенно-терригенные отложения Алазейско-Олойской зоны; 4 – мезозойские вулканогенно-терригенные отложения Алазейско-Олойской зоны; 5 – меловые молассовые отложения; 6 – Атамановский и Громадненско-Вургувеевский перидотит-габбровые массивы; 7 – Алучинский гипербазитовый массив; 8 – меловые наложенные вулканогенно-осадочные комплексы; 9 – разломы; 10 – район работ. Массивы: АТ – Атамановский, ВУР – Громадненско-Вургувеевский, АЛУ – Алучинский массив.

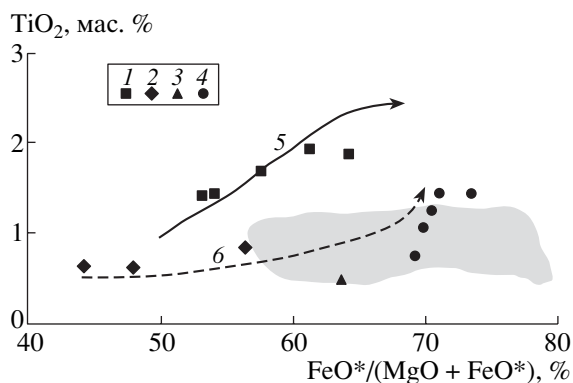


Рис. 2. Диаграмма TiO_2 – железистость для пород дайковых комплексов Атамановского и Громадненско-Вургувеевского массивов. 1, 2 – дайки Атамановского массива: 1 – высокофракционированные диабазы и базальты типа N-MORB, 2 – низкотитанистые островодужные базальты; 3, 4 – дайки Громадненско-Вургувеевского массива: 3 – дацит, 4 – базальты, андезит-базальты; 5 – тренд эволюции базальтов COX (ВТП) по [10]; 6 – тренд эволюции и затемненное поле островодужных толеитов по [11, 12].

Дайки Атамановского массива. На правом берегу р. Орловки изучен диабазовый комплекс, представляющий собой серию дайковых тел северо-западного простирания, прорывающих крупнозернистые габбро-диабазы и габбро. Мощность даек колеблется от первых сантиметров до первых метров, наблюдаются зоны закладки. Из разных мест дайкового комплекса были сделаны определения возраста габбро-диабазовых даек Ar–Ar-методом. По данным П. Лейра возраст роговой обманки 226.6 ± 10.5 млн. лет (Университет Аляски, США), по данным Дж. Хоригена – 220 ± 3.9 млн. лет (Стэнфордский Университет, США).

Среди особенностей вещественного состава следует отметить следующие: большинство изученных образцов характеризуются колебаниями TiO_2 (1.43–1.93%) при низких содержаниях калия (0.16–0.31%), что соответствует толеитам типа N-MORB. На диаграмме TiO_2 – $FeO^*/(FeO^* + MgO)$ (рис. 2) составы пород ложатся на линию тренда

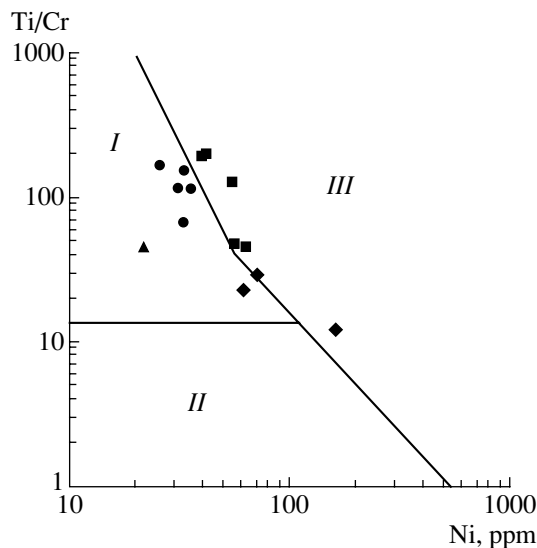


Рис. 3. Соотношение Ti, Cr и Ni в дайках Атамановского и Громадненско-Вургунеевского массивов. I–III – области островодужных и океанических серий по [13]: I – умеренно титанистые толеитовые серии островных дуг, II – низкотитанистые (бонинитовые и др.) серии островных дуг, III – высокотитанистые толеитовые серии срединно-океанических хребтов, окраинных морей и т.п. Остальные обозначения те же, что и на рис. 2.

дифференциации толеитов срединно-океанических хребтов. Этот же вывод подтверждается анализом распределения Ti, Cr, Ni (рис. 3). Данные по

РЗЭ (рис. 4а) показывают, что исследуемые образцы характеризуются значительной степенью фракционирования ($La + Sm + Yb = 8.8–11.4$ г/т), деплетированность в отношении легких РЗЭ ($La/Yb = 0.7–0.9$). В некоторых образцах присутствует незначительная отрицательная европиевая аномалия. На многоэлементных графиках (рис. 4в) спектры образцов из даек Атамановского комплекса соответствуют распределению элементов в типичных океанических толеитах.

В то же время среди мелкозернистых даек присутствуют породы, которые по сравнению с описанными выше разновидностями характеризуются более высоким содержанием MgO (9.6–9.9 мас.%) и пониженным значением величины FeO^*/MgO (0.7–0.9). В этих образцах наблюдается значительно более низкий уровень РЗЭ ($La + Sm + Yb = 3.7$ г/т) и других высокочarged элементов. Спектры распределения элементов параллельны спектрам в описанных выше разновидностях. Перечисленные особенности характерны для примитивных базальтов типа N-MORB. Вместе с тем рассматриваемые образцы имеют пониженные концентрации TiO_2 (0.62–0.84%) и пониженные количества Cr (167–310 г/т) и Ni (62–165 г/т). На диаграмме $TiO_2-FeO^*/(FeO^* + MgO)$ (рис. 2) эти породы располагаются в основании тренда островодужных толеитов, а на диаграмме Ni–Ti/Cr (рис. 3) попадают в поля умеренно титанистых острово-

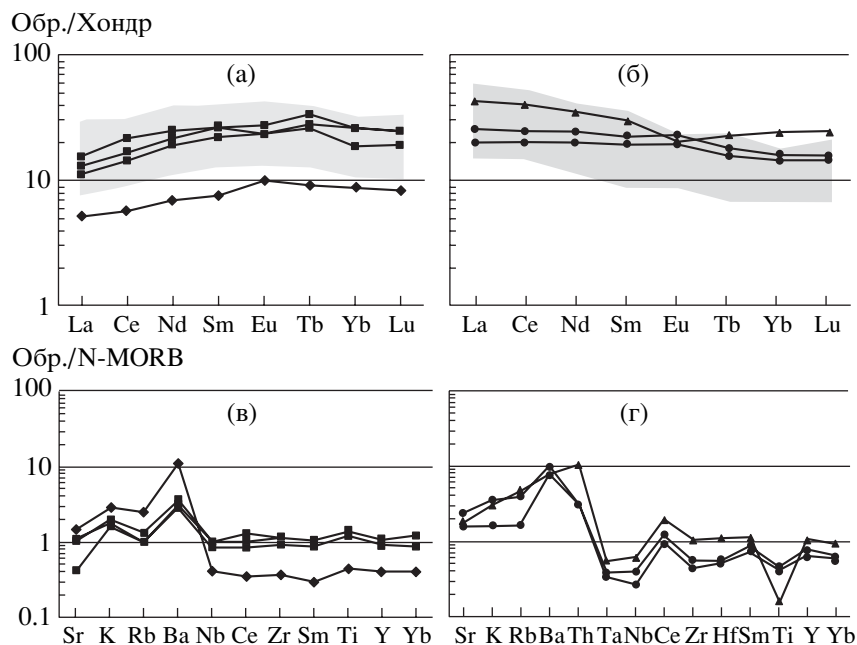


Рис. 4. Графики распределения РЗЭ, нормализованные по хондриту (а, б), и многоэлементные графики, нормализованные по N-MORB (в, г), для пород дайковых серий Атамановского и Громадненско-Вургунеевского массивов. Затемнены поля: а – дайки офиолитов Омана по [14], б – область островодужных составов по [11, 12]. Обозначения те же, что и на рис. 2.

дужных серий, располагаясь вблизи границы с низкотитанистыми островодужными сериями. На основании приведенных характеристик эти породы могут рассматриваться как сформированные в островодужной обстановке.

Дайки Громадненско-Вургувеемского массива обнажаются в левом борту среднего течения р. Коральвеем и протягиваются на расстояние около 2 км. Дайки представляют собой субвертикальные тела северного простирания мощностью до 2 м. Среди даек наблюдаются скрины габбро. Породы представлены диабазами, габбро-диабазами, базальтами, андезибазальтами, андезитами, дацитами. В верхней части встречаются тела вулканокластических пород.

При анализе распределения TiO_2 , Cr, Ni и РЗЭ на дискриминантных диаграммах составы пород ложатся на тренды и попадают в поля островодужных серий (рис. 2, 3, 4). Базальты характеризуются общим содержанием РЗЭ около 10 хондритовых норм и преобладанием ЛРЗЭ ($La + Sm + Yb = 9.6-11.6$ г/т, $La/Yb = 1.9-2.3$), а в образце дацита $La + Sm + Yb = 17.8$ г/т и $La/Yb = 2.6$. На многоэлементном графике спектры всех изученных образцов из даек демонстрируют островодужную природу с соответствующим повышенным содержанием легких литофильных элементов и пониженным содержанием высокочarged элементов. Наблюдаются характерные для пород островодужного генезиса отрицательные аномалии Ta, Nb, Ti, Zr (рис. 4г).

Как видно из приведенных выше характеристик, среди дайковых комплексов Атамановского и Громадненско-Вургувеемского массивов присутствуют породы, относящиеся к островодужным толеитовым сериям. Однако они имеют разные геохимические параметры, что не позволяет рассматривать их как производные единого родоначального расплава.

Приведенные данные позволяют сделать выводы о геодинамических особенностях формирования рассмотренных дайковых серий. Сочетание в дайковом комплексе Атамановского массива островодужных толеитов с фракционированными толеитами типа N-MORB позволяет сделать предположение о формировании комплекса в геодинамической обстановке над зоной субдукции. Возможно, рассмотренный комплекс свидетельствует об одной из стадий развития бассейна окраинно-морского типа. Полученный авторами первый результат абсолютного датирования дайки габбро-диабазов (226.6 ± 10.5 млн. лет) свидетельствует о мезозойском возрасте даек Атамановского массива, что указывает на гетерогенность Алучинских офиолитов, которые традиционно рассматриваются как палеозойские.

Вещественные характеристики дайкового комплекса Громадненско-Вургувеемского массива, а также его структурные взаимоотношения с палеозойскими островодужными вулканитами указывают на формирование в островодужной обстановке.

Главный вывод проведенного исследования состоит в том, что на основе нового фактического материала впервые установлена надсубдукционная природа дайковых комплексов. В сочетании с имеющимися данными по плутоническим породам офиолитов [9] это свидетельствует о широком распространении в южном обрамлении ЮАС различных геодинамических комплексов палеозойско-мезозойской конвергентной окраины. Тем самым открывается перспектива на базе дальнейшего изучения офиолитовых комплексов реконструировать древние зоны перехода континент-океан.

Исследования проводились при финансовой поддержке РФФИ (грант 01-05-64535, 02-05-64217, РФФИ-98 Арктика 00-05-96227) и ФЦП "Интеграция" (проект Э0382).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натанов Л.П.* Тектоника литосферных плит СССР. М.: Недра, 1990. Кн. 2. 334 с.
2. *Парфенов Л.М.* Континентальные окраины и островные дуги мезозойской Северо-Востока Азии. Новосибирск: Наука, 1984. 192 с.
3. *Сеславинский К.Б.* // Геотектоника. 1979. № 5. С. 56-68.
4. *Лычагин П.П.* // Тихоокеан. геология. 1985. № 5. С. 33-41.
5. *Соколов С.Д., Бондаренко Г.Е., Морозов О.Л. и др.* // ДАН. 2001. Т. 376. № 1. С. 80-84.
6. *Лычагин П.П., Бялобжеский С.Г., Колясников Ю.А., Ликман В.Б.* Геология зоны перехода континент-океан на Северо-Востоке Азии (реферативное изложение результатов важнейших исследований 1985-1990 гг.). Магадан, 1991. С. 140-157.
7. *Кораго Е.А.* Магматические формации р. Бол. Анюй как индикаторы геодинамических обстановок прошлого и длительно-дискретного развития Южно-Анюйской складчатой зоны. Магматизм и метаморфизм Северо-Востока Азии. Материалы IV регион. петрограф. совещ. по Северо-Востоку России. Магадан, 2000. С. 187-190.
8. *Городинский М.Е., Довгаль Ю.М.* // Геология и геофизика. 1968. № 7. С. 26-35.
9. *Ганелин А.В., Силантьев С.А., Базылев Б.А.* Состав и палеогеодинамические аспекты формирования офиолитов Южно-Анюйской сутуры (Северо-

- Восток России). Материалы VII Междунар. конф. по тектонике плит им. Л.П. Зоненшайна. М. 2001.
10. Сахно В.Г., Мартынов Ю.А. Твердая кора океанов (проект "Литос"). М.: Наука, 1987. С. 65–91.
 11. Фролова Т.И., Перчук Л.Л., Бурикова И.А. Магматизм и преобразование земной коры активных окраин. М.: Недра, 1989. 261 с.
 12. Шараськин Л.Я. Тектоника и магматизм окраинных морей в связи с проблемами эволюции коры и мантии. М.: Наука, 1992. 163 с.
 13. Симонов В.А., Буслов М.М., Кунгурцев Л.В., Казанский А.Ю. // ДАН. 1994. Т. 339. № 5. С. 650–653.
 14. Магматические горные породы / Под ред. О.А. Богатикова. М.: Наука, 1985. Т. 3. 488 с.