

Гора Байдара, первые данные: возраст и геохимические особенности пород Толстых М.Л.¹, Смирнова М.Д.², Бабанский А.Д.², Певзнер М.М.³, Волюнец А.О.⁴, Лебедев В.А.², Ларионова Ю.О.²

Mount Baydara, first data: age and geochemical features of rocks Tolstykh M.L.¹, Smirnova M.D.², Babansky A.D.², Pevzner M.M.³, Volynets A.O.⁴, Lebedev V.A.², Larionova Yu.O.²

¹ *Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва; e-mail: mashtol@mail.ru*

² *Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва*

³ *Геологический институт РАН, г. Москва*

⁴ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский*

Изучены вулканиды горы Байдара, расположенной в северной части хребта Кумроч. Породы представлены амфиболовыми-двупироксеновыми андезитами, сходными с вулканидами соседнего вулкана Шивелуч. Однако, как макро-, так и микрохимия пород Байдары заметно отличается от характеристик Шивелуча. Для андезитов Байдары характерны очень низкие содержания K_2O , а также всего спектра РЗЭ, крупноионных элементов, тория и урана. Возраст пород составляет около 700 тыс. лет.

Введение

Гора Байдара (56°42'6.43" с.ш., 161°36'30.76" в.д., 821 м) расположена на северо-западном склоне хребта Кумроч и приурочена к сложнопостроенному вулканическому комплексу (массив г. Острой), сложенному преимущественно пирокластическими толщами (пемзовые туфы среднего состава). Лавы в границах массива представлены маломощными потоками андезитов и андезибазальтов в районе гор Овальной и Байдары. Данные о составе этих пород приводятся только в пояснительной записке к геологической карте [2].

Нашей задачей было установление возраста пород, слагающих постройку г. Байдара, а также сравнение этих пород по геохимическим и минералогическим характеристикам с наиболее распространенными породами соседнего вулкана Шивелуч, который, в отличие от Байдары, хорошо изучен [1 и др.].

Петрография, минералогия

Амфиболовые андезиты обоих вулканических центров (Байдара и Шивелуч) имеют сходные минералогические характеристики: во вкрапленниках преобладают плагиоклазы андезин-битовнитового состава, в меньшем количестве представлены амфиболы (роговые обманки и паргасит), причем амфиболы Шивелуча несколько более магнезиальны (#Mg до 0.8 и 0.6, соответственно). Клино- и ортопироксены сходных составов присутствуют в подчиненных количествах. Наиболее существенным минералогическим отличием можно считать отсутствие оливина среди минеральных фаз Байдары, в то время как для лав и пирокластике Шивелуча весьма характерно наличие зерен магнезиального оливина в реакционной кайме, почти всегда с включениями хромшпинелида.

В плагиоклазах Байдары проанализированы стекловатые расплавные включения, по составу соответствующие дациту. Сходные по составу расплавные включения обнаружены в минералах-вкрапленниках Шивелуча.

Геохимия

Породы Байдары – амфибол-двупироксеновые андезиты, так же, как и наиболее распространенные голоценовые породы вулкана Шивелуч. Однако, при формальном

сходстве, есть значительные различия, которые выражаются и в валовом составе этих андезитов, и в содержаниях микроэлементов.

Валовой состав. При сходном диапазоне SiO₂, TiO₂, FeO, CaO, Na₂O, заметная разница наблюдается в содержаниях глинозема, магния и, в особенности, калия (рис. 1).

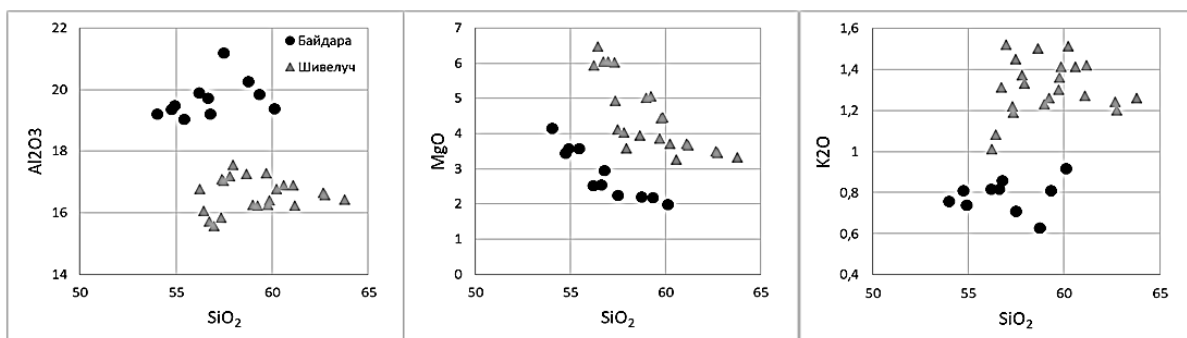


Рис. 1. Бинарные диаграммы для пород горы Байдара (наши данные) и массива Шивелуч [1].

Микроэлементный состав. Породы обоих вулканических центров могут характеризоваться как островодужные (Ta-Nb минимум, обогащение Sr, Pb). Однако породам каждого вулканического центра присущи свои особенности. Лавы вулкана Байдара характеризуются более низкими содержаниями большинства микроэлементов различных групп: в первую очередь, крупноионных (Cs, Rb) и всех, в том числе легких, редкоземельных (La-Lu), а также Th, U (рис. 2). Кроме того, породы Байдары сильно обеднены Sr и Ni (концентрации Sr более чем в 10 раз, а Ni – в 2 раза ниже, чем в породах НФД Шивелуча).

Изотопные характеристики. Андезиты массива Байдара демонстрируют следующие изотопные отношения: $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 0.513082-0.513122, $\epsilon_{\text{Nd}} = 9.4-8.7$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 0.703314-0.703325, что в целом соответствует изотопным характеристикам андезитов Шивелуча.

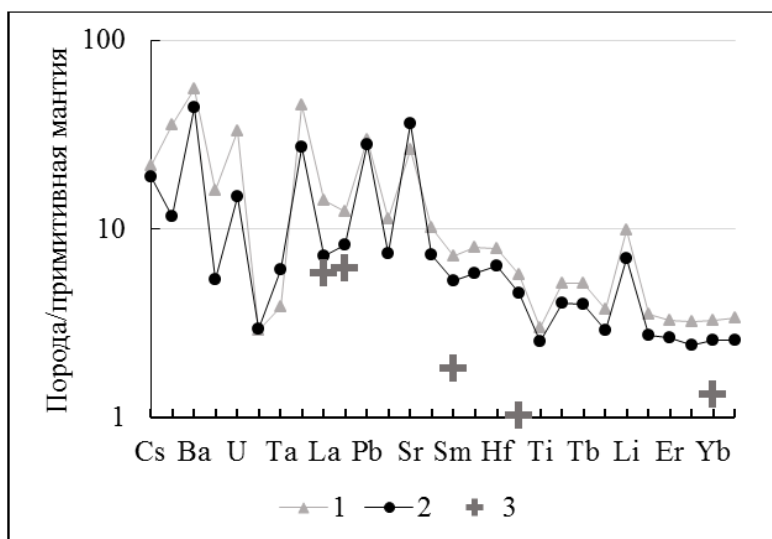


Рис. 2. Спайдер-диаграмма для пород вулкана Шивелуч и горы Байдара. 1 – усредненные данные по андезитам вулкана Шивелуч [1], 2 – усредненные данные по андезитам горы Байдара, 3 – усредненные составы коровых осадочно-обломочных пород [6].

Возраст, полученный методом К-Аг датирования в лаборатории изотопной геохимии и геохронологии ИГЕМ РАН для образцов пород Байдары, составил 0.71 ± 0.05 млн. лет, что значительно превышает геохронологические характеристики тефры начальной фазы деятельности (НФД) вулкана Шивелуч – 60-70 тыс. лет [1].

Обсуждение результатов

Итак, разновозрастные вулканические продукты, относящиеся к постройке горы Байдара и НФД вулкана Шивелуч, несмотря на значительное сходство в минералогии, имеют слишком много геохимических различий, чтобы предполагать их генетическую преемственность. Некоторые характеристики (например, низкую магнезиальность, а также концентрации Sr и Ni в породах Байдары по сравнению с породами вулкана Шивелуч) можно объяснить минералогическими особенностями лав (отсутствием среди минеральных фаз Байдары ксеногенного парагенезиса оливин+хромшпинелид). Однако обеднение наиболее некогерентными элементами (LILE, LREE, Th, U) нельзя связать с особенностями кристаллизации и фракционирования; эти параметры напрямую связаны лишь с составами породообразующих расплавов, генезис которых проблематичен.

Многие исследователи [1 и др.] рассматривают андезиты различных вулканических центров Камчатки (Шивелуч, Авачинский), а также кислые расплавы, частично их формировавшие, в качестве результата дифференциации базитовых выплавов из деплетированного источника и масштабного фракционирования амфибола. Однако амфибол не является концентратором LREE, а также Th и U, LILE; следовательно, его фракционирование должно обеспечивать обогащение кислого дифференциата этими элементами по сравнению с исходным базитовым расплавом типа MORB. Породы Байдары имеют некоторые адакитовые характеристики ($Sr/Y > 60$), однако по соотношениям прочих редких элементов существенно отличаются (рис. 3) от классических адакитов Алеутской дуги [7]. Таким образом, нельзя считать кислые породообразующие расплавы Байдары результатами частичного плавления слэба.

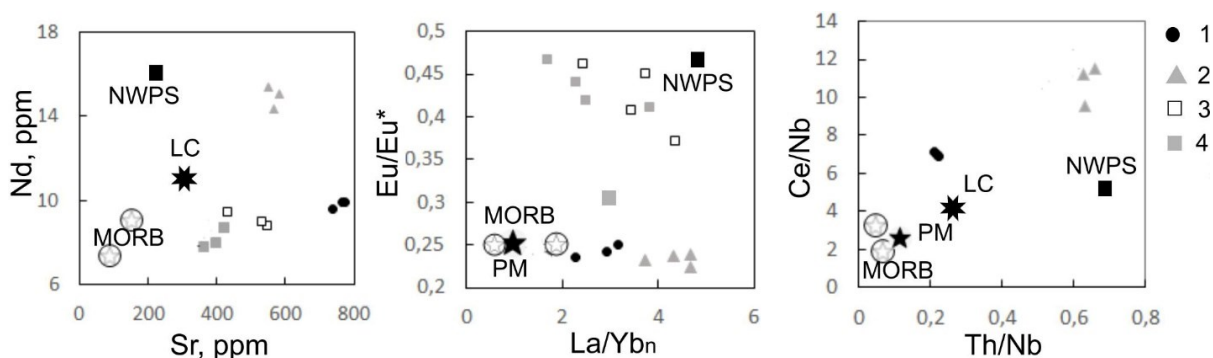


Рис. 3. Соотношения редких элементов в андезитах различных вулканических центров. 1 – НФД вулкан Шивелуч [1], 2 – Байдара (наши данные), 3, 4 – Командорская серия Алеутской дуги и вулкан Пийпа [7]. PM, MORB – составы примитивной мантии и MORB [5], NWPS – усредненный состав осадка северо-западной части Тихоокеанской плиты [4], LC – усредненный состав континентальной нижней коры [6].

Еще одной гипотезой происхождения крупных андезитовых эруптивных центров можно считать процессы широкого вовлечения в процесс магмогенеза осадочных толщ (либо верхне- и среднекоровых, либо субдуцируемого осадочного покрова погружающейся плиты. Чрезвычайно низкие концентрации элементов-примесей (рис. 2, 3) в некоторых типах осадочных и осадочно-обломочных горных пород [6] позволяют предположить возможность участия осадков в процессе происхождения магм. Сравнение усредненного осадка северо-западной части Тихоокеанской плиты с составом эталона NWPS [4] демонстрирует их значительные различия с характеристиками андезитов Байдары. Возможно, следует обратить большее внимание на состав континентальной коры в изучаемом районе, поскольку множественные геофизические исследования демонстрируют наличие во многих магматических системах одного или нескольких средне- и верхнекоровых очагов. Согласно геологической схеме [3] показано, что эти территории относятся к северной

части Ачайваям-Валагинской палеодуги, нижние части разреза которой представлены, в значительной мере, толщами кремнистых пород, песчаников, аргиллитов и др. Согласно [6], некоторые типы осадочно-обломочных пород (песчаники и кремнистые породы) радикально обеднены наиболее несовместимыми элементами. Возможно, именно они вовлечены в процесс плавления корового вещества при взаимодействии с высокотемпературными агентами плавления – скорее всего, примитивными мантийными выплавками базитового состава.

Выводы

1. Установлено, что вулканизм в массиве г. Острой-Байдары завершился около 0.7 млн лет назад.

2. Лавы г. Байдары, представленные амфиболово-двупироксеновыми андезитами, при формальном сходстве их минералогического и валового состава с андезитами массива Шивелуч, имеют значительные геохимические отличия.

3. Обедненность пород Байдары большинством некогерентных элементов может быть связана с масштабной ассимиляцией первичным расплавом осадочно-обломочных пород корового происхождения.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания 0137-2019-0014 при финансовой поддержке РФФИ № 20-05-00085.

Список литературы

1. Горбач Н.В. Происхождение и эволюция магм вулканического массива Шивелуч (Камчатка) по геологическим и петролого-геохимическим данным. Дисс. на соиск. ст. канд. геол.-мин. наук. Владивосток: ДВГИ ДВО РАН, 2013. 172 с.
2. Государственная геологическая карта РФ, 1:200 000, Лист О-57-II, СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. Пояснительная записка.
3. Сухов А.Н., Цуканов Н.В., Беляцкий Б.В., Рукавишников Д.Д. Вулканические комплексы тыловой части позднемеловой Ачайваям-Валагинской палеодуги в структуре хребта Кумроч (Восточная Камчатка) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2016. Вып. 32. № 4. С. 20-34.
4. Duggen S., Portnyagin M., Baker J. et al. Drastic shift in lava geochemistry in the volcanic-front to rear-arc region of the Southern Kamchatkan subduction zone: Evidence for the transition from slab surface dehydration to sediment melting // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2007. V. 71. P. 452-480.
5. Sun S.-S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Magmatism in the ocean basins* // Geological Society, London, Special Publications. 2007. V. 42. P. 313-345. DOI: <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1989.042.01.19>
6. Taylor S.R., McLennan S.M. *The Continental Crust: Its Composition and Evolution* // Oxford, London, Edinburgh, Boston, Palo Alto, Melbourne: Blackwell Scientific. 1985. 312 p.
7. Yagodinski G.M., Volynets O.N., Koloskov A.V. et al. Magnesian andesites and the subduction component in a strongly calc-alkaline series at Piip Volcano, Far Western Aleutians // *Journal of Petrology*. 1985. V. 35. P. 163-204.