



Давыдова Мария Юрьевна

В 2006 г. окончила Дальневосточный государственный технический университет. С 2007 г. работает в Дальневосточном геологическом институте, вначале в должности инженера, с 2013 г. – младшего научного сотрудника.

Область научных интересов – связь магматических и геодинамических процессов в зоне перехода «океан–континент». Основной объект исследований – крупный долгоживущий вулканический центр Уксичан (Срединный хребет, Камчатка). Работает над диссертацией, научный руководитель – д.г.-м.н. А.Б. Перепелов.

С 2009 г. Мария Юрьевна ежегодно участвует в экспедициях на Камчатке, организуемых Институтом вулканологии и сейсмологии

ДВО РАН. За это время ей удалось побывать в районах вулканов Уксичан, Толбачик, Мутновский, на Козыревском и Авачинском хребтах. В 2013 г. работала на Трещинном Толбачинском извержении им. 50-летия ИВиС ДВО РАН. Собранный материал ляжет в основу будущих исследований.

В 2009–2010 гг. прослушала курс лекций на кафедре геохимии и петрологии в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова по предметам «геохимия», «магматические формации различных геодинамических обстановок», «основы физической геохимии», «геохимия изотопов и геохронология». Осваивала методы компьютерного моделирования в ГЕОХИ РАН под руководством д.г.-м.н. А.А. Арискина.

В 2011 г. проходила обучение в международной вулканологической школе в районе Толбачинских вулканов (Ключевская группа вулканов, Камчатка), организованной Институтом вулканологии и сейсмологии ДВО РАН.

Имеет публикации в научных изданиях. Участница всероссийских и региональных конференций, а также международных симпозиумов. Являлась руководителем работ по 7 грантам (6 – ДВО РАН, 1 – РФФИ).

М.Ю. ДАВЫДОВА

Влияние коровой контаминации на генезис магматических расплавов вулканического центра Уксичан (Срединный хребет, Камчатка)

Рассмотрены результаты исследований крупнейшего вулканического центра Срединного хребта Камчатки – Уксичан. Установлены составы породообразующих и акцессорных минералов, определены концентрации петрогенных и примесных элементов, получены изотопные характеристики различных этапов геологической истории. На основании комплексного геолого-петрологического и минералого-геохимического изучения пород сделан вывод о роли коровой контаминации в образовании лав центра Уксичан.

Ключевые слова: коровая контаминация, Камчатка, Срединный хребет, вулкан Уксичан, генезис, петрология.

Influence of crustal contamination on the genesis of Uksichan volcanic center melts (Sredinny Range, Kamchatka). M.Yu. DAVYDOVA (Far East Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok).

The results of study of the largest volcanic center of Sredinny range in Kamchatka – Uksichan are discussed. Rock-forming and accessory minerals, concentrations of major and trace elements, isotopic characteristics of different stages of geological history were obtained. Based on a complex geological and petrological as well as mineralogical and geochemical study of rocks, we deduced the role of crustal contamination in the formation of Uksichan center lavas.

Key words: crustal contamination, Kamchatka, Sredinny Range, Uksichan volcano, genesis, petrology.

По мнению ряда исследователей, процессы смешения примитивных мантийных и кислых коровых магм являются важным фактором, определяющим разнообразие составов островодужных вулканитов [10, 12]. Например, закономерные изменения изотопно-геохимических характеристик фронтальных четвертичных лав вдоль простираения дуги северо-восточной Японии связывались с различиями составов коровых расплавов-контаминантов [13]. В то же время коровая контаминация, по-видимому, не играла существенной роли в магмогенезисе Курильских островов, несмотря на существование под ними мощной континентальной коры [5, 14, 15]. Аналогичный вывод в отношении современных лав вулканов Горелый и Мутновский южной Камчатки сделан в работе [9]. Ограниченное влияние коровой контаминации на генезис магматических расплавов влк. Шивелуч (Центрально-Камчатская депрессия) отмечалось в работе [3].

Нами сделана попытка оценить роль коровой контаминации в образовании пород различных возрастных этапов формирования вулканического центра Уксичан, расположенного в пределах Срединного хребта Камчатки – в тыловой зоне современного вулканического пояса (рис. 1).

В истории формирования центра Уксичан выделяют два основных этапа [4]: 1) плиоценовый с развитием вулканических аппаратов центрального типа (стратовулкан, щитовой вулкан, кальдера-вулкан); 2) позднплейстоцен-голоценовый с площадными излияниями преимущественно основных лав, с формированием небольших щитообразных вулканов и

ДАВЫДОВА Мария Юрьевна – младший научный сотрудник (Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток). E-mail: mydavydova@mail.ru

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта ДВО РАН 14-III-B-08-175.

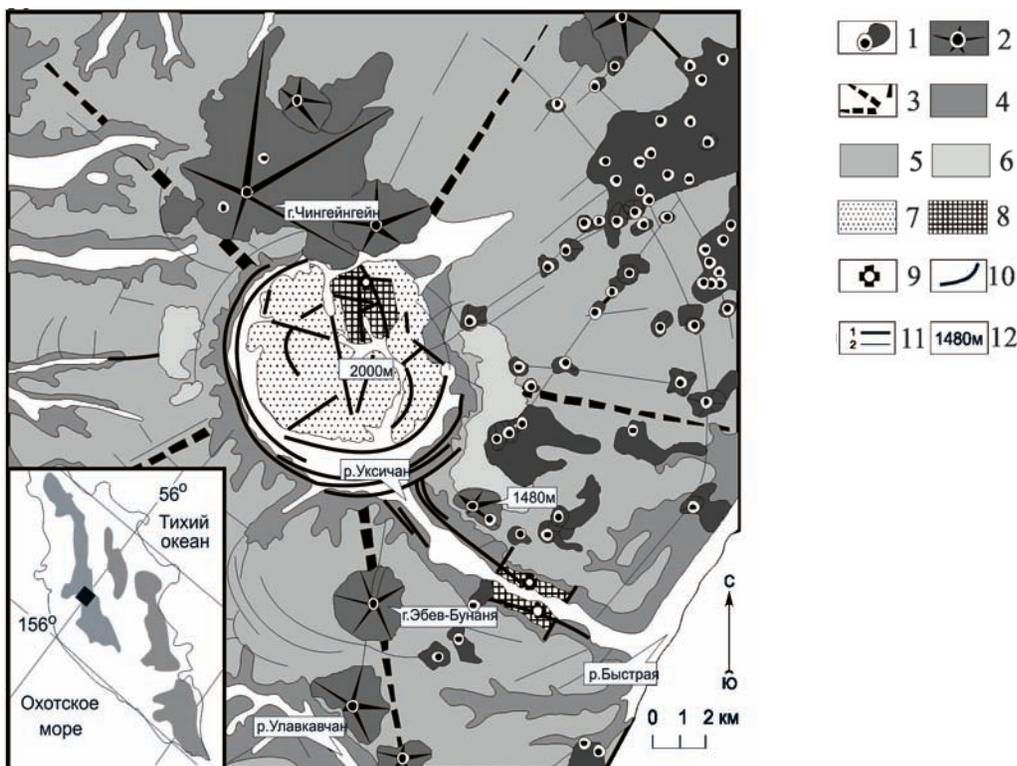


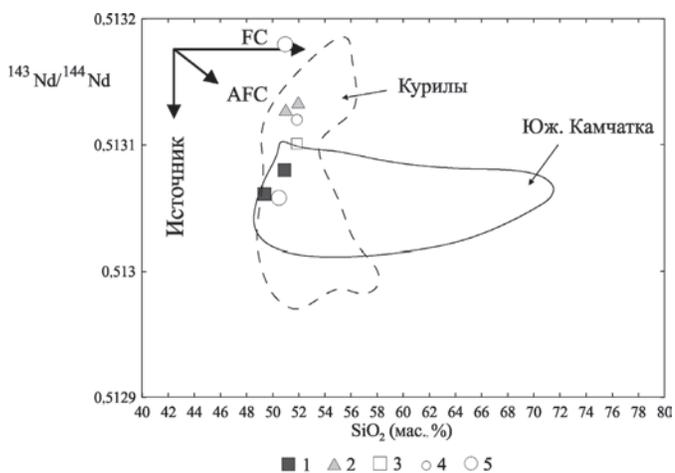
Рис. 1. Схема геологического строения влк. Уксичан (по работе [7], с небольшими изменениями). На врезке: положение влк. Уксичан (залитый знак ромба) и вулканических поясов на территории Камчатки по [1], с небольшими изменениями. 1 – голоценовые (Q_4) ареальные шлаково-лавовые вулканические конуса (Mg-базальты и андезибазальты, их туфы и шлаки); 2 – позднелеистоценовые (Q_3) щитообразные вулканические постройки (базальты, андезибазальты, андезиты); 3 – среднеплиоценовая (N_2) постройка вулкана Уксичан; 4 – стратовулкан (ВК-базальты); 5 – щитовой вулкана (лавы латитов); 6 – кальдера (кварцевые латиты и их игнимбриты); 7 – внутрикальдерный экструзивный комплекс (ВК-дациты, трахидациты); 8 – миоцен-плиоценовый (N_1-N_2) вулканогенный фундамент; 9 – участки эпитермального оруденения; 10 – кольцевые разрывные нарушения кальдеры; 11 – разрывные нарушения кальдеры, грабены долины р. Уксичан и вулканогенного фундамента (1), другие предполагаемые и дешифрованные разрывные нарушения (2); 12 – максимальные и маркирующие абсолютные высотные отметки, наименования горных сооружений и рек

ареальных конусов [4]. Вулканические комплексы характеризуются исключительно широкими вариациями петрохимических типов – от базальтов до риолитов в составе ряда петрогеохимических серий (низко-, умеренно-, высококалиевая известково-щелочные и шшонит-латитовая).

Составы породообразующих и аксессуарных минералов, стекла основной массы определялись с использованием рентгеновских микроанализаторов JXA-8100 (JEOL Ltd., Япония) (ДВГИ ДВО РАН), Camebax 244 (ИВиС ДВО РАН). Концентрации петрогенных элементов получены с применением методов гравиметрии (SiO_2) и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (TiO_2 , Al_2O_3 , $Fe_2O_3^*$, CaO, MgO, MnO, K_2O , Na_2O , P_2O_5) на спектрометре ICAP 6500 Duo (Thermo Electron Corporation, США) (ДВГИ ДВО РАН). Определение примесных элементов выполнено методом ICP-MS на квадрупольном масс-спектрометре Agilent 7500 (Agilent Technologies, США). Изотопные отношения Nd получены на многоколлекторном твердофазном масс-спектрометре Triton (ИГД РАН). Измерение изотопного состава кислорода проведено на изотопном масс-спектрометре Finnigan MAT 253 (Thermo Scientific, Германия) (ДВГИ ДВО РАН).

Важным петрологическим признаком смешения различных по составу магм, в том числе мантийных и коровых, считаются гибридные минеральные ассоциации [8, 16].

Рис. 2. Отношения $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ - SiO_2 в базальтах и андезибазальтах вулканического центра Уксичан (N_2 - $\text{Q}_{3,4}$). 1 – стратовулкан Уксичан (N_2); 2 – щитовой вулкана Уксичан (N_2); 3 – высокоглиноземистые ВК-базальты и андезибазальты стратовулкана и щитового вулкана Уксичан (N_2); 4 – поздние щитообразные вулканические постройки (Q_3); 5 – ареальные конуса (Q_4). Сплошной линией околнурено поле составов лав вулканов Горелый и Мутновский южной Камчатки [9], пунктирной – поле Курильских лав [5]. FC – фракционная кристаллизация, AFC – совместное протекание процессов кристаллизации и коровой контаминации



Действительно, в некоторых образцах плиоценовых пород (высококалийных (ВК)-базальтах, ВК-андезибазальтах и ВК-андезитах стратовулкана и ВК-андезибазальтах щитового влк. Уксичан) встречаются корродированные фенокристаллы плагиоклазов и пироксенов с прямой, обратной и ритмичной зональностями (в позднплейстоцен-голоценовых лавах гибридные минеральные ассоциации не обнаружены) [4]. Но преимущественно основной состав пород, высокие содержания анортитового минала в плагиоклазах (до An_{83}) и энстатитового – в пироксенах (до En_{44}) не позволяют связывать их происхождение с коровой контаминацией. Их образование, по-видимому, является следствием длительной задержки магматических расплавов в периферических камерах со сложными динамическими процессами кристаллизации – взламыванием частично раскристаллизованных участков вдоль холодных контактов новыми порциями расплавов из питающей системы или внутренних горячих зон очага.

Хотя формирование вулканического центра происходило на развитой континентальной коре (28–30 км) [2], роль коровых процессов в магмогенезисе базальтовых и

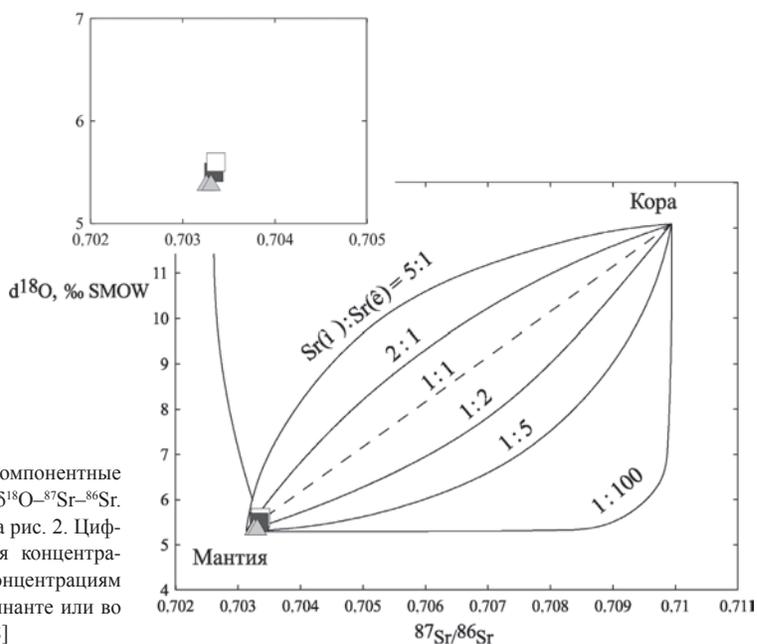


Рис. 3. Теоретические двухкомпонентные кривые смешения в системе $\delta^{18}\text{O}$ - ^{87}Sr - ^{86}Sr . Условные обозначения см. на рис. 2. Цифры на линиях – отношения концентраций стронция в мантии к концентрациям стронция в коровом контаминанте или во флюиде по работам [6, 11, 18]

андезибазальтовых магм с содержаниями SiO_2 47–55 масс.% не могла быть существенной. На диаграмме (рис. 2) фигуративные точки плиоценовых и позднеплейстоцен-голоценовых лав формируют субвертикальный тренд, что свидетельствует о гетерогенном источнике или смешении расплавов, образованных в результате плавления обогащенной и деплетированной мантии. Последний механизм был предложен для объяснения возрастных вариаций изотопных составов базальтов о-ва Хоккайдо [17].

При плавлении молодой ювенильной коры, сохранившей метки радиогенных изотопов на уровне мантийных, более надежным индикатором ассимиляции корового материала являются стабильные изотопы. На диаграмме $\delta^{18}\text{O} - {}^{87}\text{Sr}/{}^{86}\text{Sr}$ (рис. 3) фигуративные точки плиоценовых ВК-базальтов и ВК-андезибазальтов вулканического центра Уксичан формируют компактное поле в области мантийных значений $\delta^{18}\text{O}$ от 5,4 до 6,1.

Таким образом, изотопные (${}^{143}\text{Nd}/{}^{144}\text{Nd}$) отношения и низкие значения $\delta^{18}\text{O}$ указывают на незначительную роль коровой контаминации в эволюции первичных расплавов как плиоценового, так и позднеплейстоцен-голоценового возраста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдейко Г.П., Попруженко С.В., Палуева А.А. Тектоническое развитие и вулcano-тектоническое районирование Курило-Камчатской островодужной системы // Геотектоника. 2002. № 4. С. 64–80.
2. Балеста С.Т., Зубин М.И., Утнасин В.К. и др. Строение земной коры Камчатки по данным ГСЗ и гравиметрии // Вулканизм островных дуг. М.: Наука, 1977. С. 35–42.
3. Горбач Н.В. Происхождение и эволюция магм вулканического массива Шивелуч (Камчатка) по геологическим и петролого-геохимическим данным: дис. ... канд. геол.-минер. наук. Владивосток, 2013. 172 с.
4. Давыдова М.Ю. Петрология и генезис субщелочных лав вулкана Уксичан (Срединный хребет, Камчатка) // Современные проблемы геохимии: материалы конф. молодых ученых (Иркутск, 23–28 сент. 2013 г.). Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2013. С. 17–19.
5. Мартынов Ю.А., Ханчук А.И., Кимура Дж.-И., Рыбин А.В., Мартынов А.Ю. Геохимия и петрогенезис четвертичных вулканитов Курильской островной дуги // Петрология. 2010. Т. 18, № 5. С. 1–25.
6. Покровский Б.Г. Коровая контаминация мантийных магм по данным изотопной геохимии // Труды ГИН. 2000. Вып. 535. 225 с.
7. Стефанов Ю.М., Широкий Б.И. Металлогения верхнего структурного этажа Камчатки. М.: Наука, 1980. 104 с.
8. Anderson A.T. Magma mixing: Petrological process and volcanological tool // J. Volcanol. Geotherm. Res. 1976. Vol. 1. P. 3–33.
9. Duggen S., Portnyagin M., Baker J. et al. Drastic shift in lava geochemistry in the volcanic-front to rear-arc region of the Southern Kamchatka subduction zone: Evidence for the transition from slab surface dehydration to sediment melting // Geochim. Cosmoch. Acta. 2007. Vol. 71. P. 452–480.
10. Gill J.B. Orogenic andesites and plate tectonic: Mineral and rocks. Berlin; Heidelberg: Springer Verl., 1981. 390 p.
11. James D.E. The combined use of oxygen and radiogenic isotopes as indicators of crustal contamination // Ann. Rev. Earth Planet. Sci. Lett. 1981. Vol. 9. P. 311–344.
12. Kersting A.B., Arculus R.J., Gust D.A. Lithospheric contributions to Arc Magmatism: isotoppe variations along strike in volcanoes of Honshu, Japan // Science. 1996. Vol. 272. P. 1464–1467.
13. Kimura J.-I., Yoshida T. Contributions of slab fluid, mantle wedge and crust to the origin of Quaternary lavas in the NE Japan arc // J. Petrol. 2006. Vol. 47. P. 2185–2232.
14. Martynov A.Yu., Kimura J.-I., Martynov Yu.A., Rybun A.V. Geochemistry of late Cenozoic lavas on Kunashir Island, Kurile Arc // Island Arch. 2010. Vol. 19. P. 86–104.
15. Ryan J.G., Morris J., Tera F., Leeman W.P., Tsvetkov A. Cross-arc geochemical variations in the Kurile Arc as a function of slab depth // Science. 1995. Vol. 270. P. 625–627.
16. Sakuyama M. Petrological study of the Myouko and Kurohime volcanoes, Japan: crystallization sequence and evidence for magma mixing // J. Petrol. 1981. Vol. 22. P. 553–583.
17. Shuto K., Hirahara Y., Ishimoto H., Aoki A., Jinbo A., Goto Y. Sr and Nd isotopic compositions of the magma source beneath north Hokkaido, Japan: comparison with the back-arc side in the NE Japan arc // J. Volcanol. Geotherm. Res. 2004. Vol. 134. P. 57–75.
18. Taylor J.B. Aggregate Dynamics and Staggered Contracts // J. Politic. Econ. 1980. Vol. 88, N 1. P. 1–23.