

**ФАНО России**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт геохимии им. А.П. Виноградова  
Сибирского отделения Российской академии наук**

**Российский Фонд Фундаментальных исследований**

# **СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГЕОХИМИИ**

**Материалы Всероссийской конференции  
с международным участием,  
посвящённой 60-летию Института геохимии СО РАН  
и 100-летию со дня рождения академика Л. В. Таусона**

*18–23 сентября 2017 г.  
г. Иркутск*

Иркутск  
2017

**Современные направления развития геохимии:** Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 60-летию Института геохимии СО РАН и 100-летию со дня рождения академика Л. В. Таусона. – Иркутск: Изд-во «Оттиск», 2017. – 196 с.

В сборнике представлены материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 60-летию Института геохимии СО РАН и 100-летию со дня рождения академика Л.В. Таусона. В качестве основных научных аспектов обсуждаются результаты геохимических исследований по приоритетным направлениям фундаментальных научных исследований РАН и СО РАН в области геохимии, охватывающей разнообразные вопросы геохимии эндогенных процессов (магматизм, метаморфизм, метасоматоз) с анализом закономерностей глобальной эволюции вещества, а также по научным программам фундаментальных исследований Федерального Агентства Научных Организаций России, проектов Российского Научного Фонда, инициативным и региональным проектам Российского Фонда Фундаментальных Исследований, других российских и международных научных фондов, по Федеральным Целевым Программам, Ведущим Научным Школам, Интеграционным проектам РАН и СО РАН.

Содержание материалов соответствует тематике научных сессий конференции:

- I. Эволюция магматизма в истории Земли и процессы мантийно-корового взаимодействия.
- II. Геохимия эндогенных процессов в различных геодинамических обстановках.
- III. Магматизм и рудообразование. Современные геохимические методы поисков и прогнозирования рудных месторождений.
- IV. Геохимия окружающей среды и климатические изменения.
- V. Экспериментальное и физико-химическое моделирование природных и техногенных процессов, физическое материаловедение.
- VI. Аналитические методы в геохимии.

Сопредседатели программного комитета конференции:

*академик РАН Кузьмин Михаил Иванович  
чл.-корр. РАН Шацкий Владислав Станиславович*

Председатель программного комитета конференции:

*д.г.-м.н. Спиридонов Александр Михайлович*

Учёный секретарь конференции:

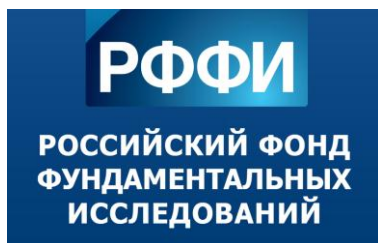
*к.г.-м.н. Канева Екатерина Владимировна*

Учёный секретарь по международным связям:

*Хомутова Марина Юрьевна*

Ответственный редактор материалов конференции:

*к.г.-м.н. Радомская Татьяна Александровна*



**ФАНО России**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО  
НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ



Проведение конференции и издание материалов конференции поддержано

ФАНО России и РФФИ (грант № 17-05-20479-Г).

Спонсор конференции ООО «ВМК-Оптоэлектроника».

Утверждено к печати Ученым советом ИГХ СО РАН

г/т в зависимости от титанистости с Сl до 350 г/т, F до 1400 г/т и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> до 0,22 вес. %. В синкинематических пегматоидных гранитах Σ Sm-Eu повышается до 54,3 г/т в ассоциации с сернистостью до 0,16 вес. %, содержанием Ba 0,4 вес. % и бариевой слюдой, киноситалитом BaMg<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>10</sub>(OH, F, Cl)<sub>2</sub>, (F/Cl=3,8). Мусковит-серицитовые посткинematические зоны рассланцевания с K<sub>2</sub>O до 4,2 вес. % содержат до 4,6 г/т As и Tl, отсутствующих в метаморфическом субстрате.

Таблица

Расчитанные температура и давление минералообразования в зоне смятия

Метаморфизм	Проградный		Ретроградный		Приразломная аргиллизация
	Петрогенезис	Биметасоматоз, контактово-реакционные магнезиальные скарны	Постмагматические изменения		
Кислотное выщелачивание, известковистые скарны			Околожильная гидратация, аргиллизация		
Температура, °С	700–730	790 (810)–790 (880)	640 (700)–730 (790)	360–420	≤200
Давление, кбар	8–11	11–11,8	5–7,6 до 3	5–3	Давление насыщенных паров воды

## ЭВОЛЮЦИЯ ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД ЮЖНОЙ ЧАСТИ СРЕДИННОГО ХРЕБТА КАМЧАТКИ В НЕОГЕН-ЧЕТВЕРТИЧНОЕ ВРЕМЯ

Волынец А.О.<sup>1</sup>, Певзнер М.М.<sup>2</sup>, Толстых М.Л.<sup>3</sup>, Бабанский А.Д.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, a.volynets@gmail.com; <sup>2</sup>Геологический институт РАН, Москва; <sup>3</sup>Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва; <sup>4</sup>ИГЕМ РАН, Москва

Срединный хребет Камчатки (СХ) – крупнейшая вулcano-тектоническая структура п-ва Камчатка – состоит из древнего (мел-палеоген) метаморфического массива и вулканического пояса, сформировавшегося в неоген-четвертичное (N-Q) время. Северная часть (СЧ) СХ представляет собой узкий хребет СВ простирания, представленный N-Q вулканитами. В СЧ хребта для N пород (платоэффузивов) характерно сильное обеднение всеми HFSE, и высокие отношения Ba/Nb, характерные для пород фронтальных частей островной дуги. Породы Q возраста севера СХ на всех дискриминационных диаграммах образуют отдельные поля, лишь отчасти пересекающиеся с полями N плато; для них характерны повышенные содержания калия, HFSE и невысокие отношения Ba/Nb [Volynets et al., 2010]. Эти породы мы называем породами гибридного типа из-за сочетания в них геохимических признаков островодужного и внутриплитного происхождения. Принципиально иная картина наблюдается для южной части (ЮЧ) СХ. Здесь можно выделить два структурных элемента: (1) главный водораздел, представленный Козыревским и Быстринским хребтами, имеющий СВ простирание, состоящий из N-Q вулканитов и являющийся структурным продолжением северной части хребта; и (2) западную ветвь, СВВ простирания, отроги которой веерообразно расходятся от Срединного метаморфического массива к В-СВ. Крупные вулканические центры, расположенные в «западной» ветви – Хангар, Ичинский, Кекукнайский – характеризуются продолжительной историей эруптивной активности [Певзнер и др., в печати, Колосков и др., 2011]. Вулканические породы этих центров, включая подстилающие породы основания вулканов, имеют характеристики, типичные для Q гибридных пород СЧ СХ [Volynets et al., 2010] (повышенные концентрации Ti, Zr, Nb, низкое отношение Ba/Nb). Геохимические отличия «молодых» и «древних» образований наблюдаются только в Кекукнайском районе [Колосков и др., 2013], но даже здесь все проанализированные центры имеют гибридные признаки, с возрастанием количества обогащенного компонента OIB-типа в молодых породах. Платоэффузивы г. Юртиная (южный «край» ЮЧ СХ) с возрастом 6 млн. лет [Певзнер и др., в печати] также характеризуются гибридными признаками. Вулканические породы, извергнутые в пределах восточного фланга ЮЧ СХ (Быстринский и Козыревский хребты, Анаунский вулканический район) демонстрируют иную картину. Все изученные породы имеют схожие геохимические характеристики с невысокими концентрациями Ti и HFSE. Типично-островодужные породы описаны нами в районе г. Костина (платоэффузивы). По своим характеристикам они идентичны N<sub>1-2</sub> плато СЧ СХ. Четвертичные породы восточного фланга имеют лишь слегка повышенные концентрации HFSE, аналогичные ряду пород Ичинского вулкана (IAB-типа) и массива Алней-Чашаконджа [Churikova et al., 2001; Volynets et al., 2010].

Таким образом, геохимические особенности N-Q пород ЮЧ СХ показывают, что для этой части хребта характерна сложная геологическая история, с различными типами мантийного вещества, вовлеченного в

магмогенерацию, в пределах разных структурных элементов хребта. Западная ветвь хребта, протягивающаяся от г. Юртиная и вулкана Хангар до Кекукнайского вулканического центра, по-видимому, характеризуется обогащенным типом мантии на всем протяжении развития этой структуры, начиная с миоцена. Восточная часть хребта (от р-на г. Костина до массива Алней-Чашаконджа), демонстрирует небольшое увеличение доли обогащенного вещества во времени, однако его количество остается существенно более низким, чем это характерно для северной части Срединного хребта, от Седанкинского поля моногенного вулканизма и севернее.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-05-00112.*

*Литература:*

- Колосков А.В., Флеров Г.Б., Перепелов А.Б., и др. Этапы эволюции и петрология Кекукнайского вулканического массива как отражение магматизма тыловой зоны Курило-Камчатской островодужной системы. Часть 2. Петролого-минералогические особенности, модель петрогенезиса // Вулканология и сейсмология. 2013. – №2. – С. 63–89.
- Певзнер М.М., Вольнец А.О., Лебедев В.А., и др. Начало вулканической активности в пределах Срединного метаморфического массива (Срединный хребет, Камчатка) // Доклады АН – принято к печати.
- Churikova T., Dorendorf F., Wörner G. Sources and fluids in the mantle wedge below Kamchatka, evidence from across-arc geochemical variation // Journal of Petrology. – 2001 – Vol. 42, № 8. – P. 1567–1593.
- Volynets A., Churikova T., Wörner G., et. al. Mafic Late Miocene - Quaternary volcanic rocks in the Kamchatka back arc region: implications for subduction geometry and slab history at the Pacific-Aleutian junction // Contributions to mineralogy and petrology. – 2010 – № 159. – P. 659–687.

## **ПЕТРОГЕНЕЗИС НЕПРЕРЫВНЫХ ТРАХИБАЗАЛЬТ-РИОЛИТОВЫХ СЕРИЙ ОБРАМЛЕНИЯ МИНУСИНСКОГО ПРОГИБА: УЧАСТИЕ КОРЫ ВО ВНУТРИПЛИТНОМ МАГМООБРАЗОВАНИИ**

Воронцов А.А.<sup>1</sup>, Крук Н.Н.<sup>2</sup>, Перфилова О.Ю.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, ИГУ, Иркутск, voront@igc.irk.ru;*

<sup>2</sup>*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, НГУ, Новосибирск, kruk@igm.nsc.ru;* <sup>3</sup>*СФУ, Красноярск, perfil57@mail.ru*

Непрерывные трахибазальт-риолитовые серии включают в себя полный спектр пород с содержанием SiO<sub>2</sub> от 44 до 78 мас. % и большими объемными вариациями силикатных пород (от 1 до 50 %). Учитывая экспериментальные данные и различия в коэффициентах распределения элементов между ликвидусными минеральными фазами и расплавом при оценке механизмов формирования таких серий рассматривается многоактный цикл: частичное плавление мантии – образование магматических камер – фракционирование – удаление из магматической системы тугоплавкого рестита – кристаллизация – образование силикатных пород – добавление новой порции мантийных выплавов, отвечающих составу базальтов. Повторный цикл приводит к увеличению доли кислых магм. Интерес к таким сериям не ослабевает на протяжении полувека и вызван двумя главными причинами. Во-первых, потому, что по своей петрологической сути эта цикличность является моделью механизмов формирования, эволюции и роста континентальной коры Земли. Во-вторых, тем, что непрерывные вулканические серии маркируют современные обстановки преобразования коры, прежде всего конвергентные границы, но кроме того, могут реализоваться и во внутриплитных условиях.

К рубежу 480–485 млн лет завершились островодужный и аккреционно-коллизийный этапы развития Алтае-Саянской складчатой области, были образованы основные геологические блоки и прекратилось массовое формирование анатектических гранитоидных батолитов, фиксирующее становление коры континентального типа. Поэтому в моделях образования непрерывных серий постаккреционных этапов невозможно обойтись без привлечения анатектического плавления сформированных ранее коровых масс и смешения кислых расплавов с дифференцированными магмами мантийного генезиса.

Непрерывные вулканические серии в обрамлении Минусинского прогиба формировались в позднем ордовике и раннем девоне. Позднеордовикские вулканы участвуют в строении крупных (более 100 км<sup>2</sup>) магматических ареалов, а также палеовулканов центрального типа (1–20 км<sup>2</sup>) [Перфилова и др., 2004]. Раннедевонские вулканы формируют нижнюю часть вулканогенно-осадочной толщи, выполняющей Минусинский прогиб [Воронцов и др., 2013]. Обе серии являются преимущественно гомодромными, умеренно-щелочными дифференцированными по составу слагающих их вулканитов: в основаниях разрезов сосредоточены трахибазальты и андезибазальты, которые выше сменяются трахиандезитами, затем трахитами, трахидацитами, трахириолитами и риолитами.

По содержанию ряда несовместимых элементов, прежде всего REE, все базальтоиды серий близки к составу OIB, возникающих при плавлении обогащенной мантии. В то же время, они избирательно обеднены высокорядными элементами (Nb и Ta, в меньшей степени – Zr, Hf и Ti), обогащены Ba и Sr, что типично для IAB. Подобные характеристики вулканитов типичны для областей Центрально-Азиатского складчатого пояса, в которых мантийные плюмы воздействуют на литосферную мантию, метасоматически переработанную в ходе предшествующих субдукционных процессов. Вещественные характеристики базальтоидов наследуются вулканитами среднего (53 % < SiO<sub>2</sub> < 64 %) и кислого (64 % < SiO<sub>2</sub> < 74 %) составов. В них с увеличением SiO<sub>2</sub> возрастают концентрации Rb, Th, U, K, Zr, Hf, HREE, падают содержания Ba, Sr и P, в спектре составов