

ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА РАННЕДЕВОНСКОГО ВУЛКАНИЗМА В ЮГО-ЗАПАДНОМ АЛТАЕ

Н.И. Гусев¹, А.И. Гусев², А.Л. Пономарев³, С.И. Федак³

¹ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, e-mail: nikolay_gusev@vsegei.ru,

²БПГУ им. В.М.Шукшина, г.Бийск,

³ОАО Горно-Алтайская экспедиция, с. Малоенисейское, e-mail: gapse@mail.biysk.ru

В составе вулканических образований Холзунско-Сарымсактинской вулканической зоны (ХСВЗ) и вулканотектонических структур (ВТС) центрального типа: Коргонской, Калгутинской и Аксайской, значительную долю составляет высоко-К серия пород. Возраст высоко-К магматизма датируется нижним девоном (эмс), что совпадает с возрастом аналогичного вулканизма Минусинских впадин. Раннедевонский вулканизм ЮЗ Алтая интерпретируется как результат пространственно-временного совмещения надсубдукционного магматизма активной континентальной окраины с магматизмом мантийного источника, близкого по составу к РМ (примитивной мантии). В связи с недеплетированным мантийным источником сформировались специфические рудно-магматические системы ЮСГ-типа, продуцирующие железорудное (апатит-магнетитовое) и наложенное редкоземельное, медное, золоторудное и урановое оруденение.

Введение. Высоко-К девонские вулканические образования изучены в ХСВЗ в районе Холзунского месторождения, Коргонской, Калгутинской и Аксайской ВТС (рис. 1).

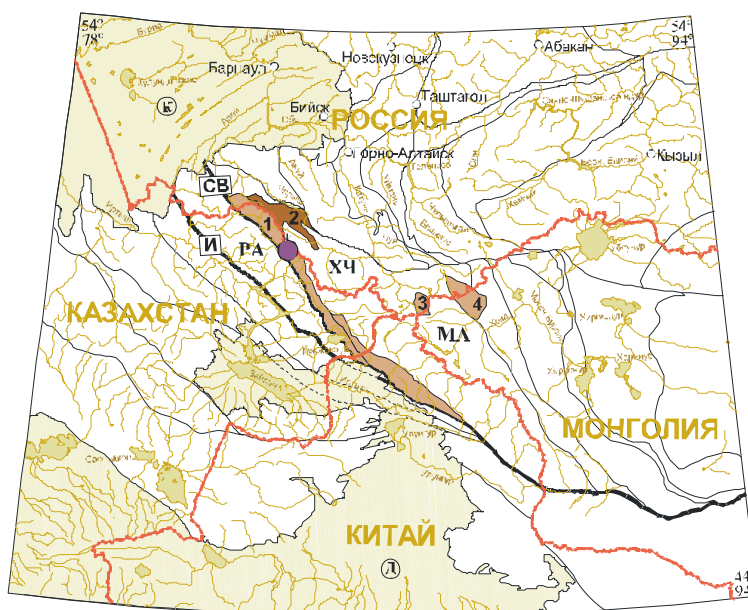


Рис. 1. Схема ареала высоко-К вулканизма, изученного в Ю-З Алтае. 1 - мезо-кайнозойский чехол крупных впадин (К – Кулундинской, Д – Джунгарской); 2 – вулканические зоны с высоко-К вулканизмом: 1- Холзунско-Сарымсактинская, 2 – Коргонская, 3- Калгутинская, 4- Аксайская; 3 – границы террейнов (разломы): а – главные, б- второстепенные, в – скрытые под чехлом рыхлых отложений; 4 – буквенные обозначения: РА – Рудный Алтай, ХЧ - Холзунско-Чуйский = МА - Монголо-Алтайский террейны Горного Алтая. Зоны смятия: И – Иртышская, СВ - Северо-Восточная; 5- Холзунское железорудное месторождение; 6 – государственные границы.

Вулканический разрез в ХСВЗ представлен коргонской свитой (D_{1-2}): туфы и лавы повышено щелочных кислых, реже средних и основных эффузивов с линзовидными горизонтами железных и марганцевых руд [Кременецкий и др., 2008]. В Коргонской ВТС низы субаэрального вулканического разреза слагает ергольская свита (D_1) - лавы андезитов, андезибазальтов, базальтов. Выше залегает коргонская свита (D_{1-2}): туфы и лавы дацитов и риолитов. Широко развиты субвулканические порфиры (Коргонский шток и др.). Калгутинская и Аксайская ВТС сложены лавами от трахибазальтов до трахириолитов и их туфами аксайской свиты (D_1) с субвулканическими массивами гранофировых лейкогранитов: Аксайский, Уландрыкский, Оюмский и др. [Гусев и др., 2008].

Петро-геохимическая и изотопная характеристика. Геодинамическая интерпретация. Большинство вулканических пород относится к умеренно-щелочным и щелочным. Повышенная щелочность более характерна для пород среднего и кислого состава, которая достигается за счет высоких содержаний K_2O (рис.2б).

Низко-К являются альбитизированные дациты в ХСВЗ и гранитоиды Оюмского массива в Аксайской ВТС. На диаграмме малоподвижных элементов при наложенных процессах (рис. 2в) подтверждается повышенная щелочность пород, при этом (рис. 2г), выявляется принадлежность вулканических пород к известково-щелочной, высоко-К и шощонитовой вулканическим сериям.

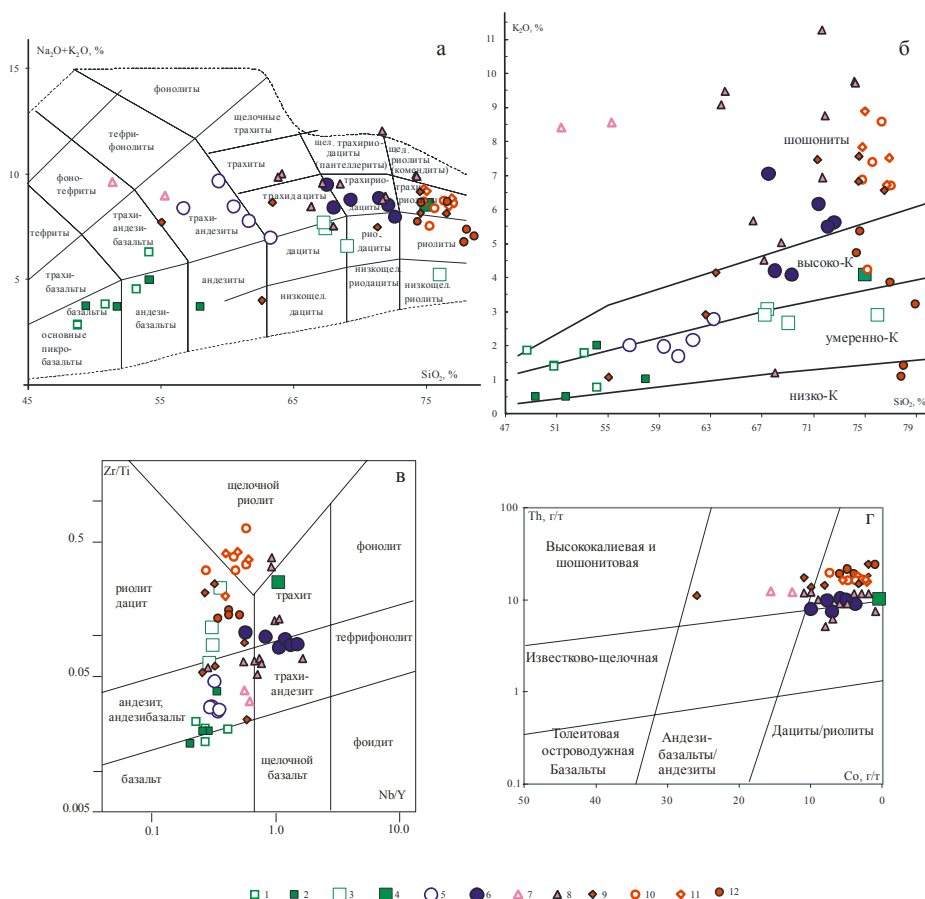


Рис. 2. Классификационные диаграммы для вулканиатов ЮЗ Алтая. а - диаграмма TAS (основа [Петрографический кодекс, 2008], б - диаграмма K_2O-SiO_2 [Петрографический кодекс, 2008]; в- диаграмма Zr/Ti – Nb/Y (основа [Pearce, 1996]); г- диаграмма Th – Co [Hastie et al., 2007]. 1- 4 – Коргонский прогиб: 1- базальтоиды ергольской свиты, 2- базальтоиды коргонской свиты, 3 – риолиты и дациты коргонской свиты, 4 – аляскит-порфиры эгирин-рибекитовые Кумирского штока; 5-6 - Хайдунский грабен: 5- трахиандезиты, 6 – трахидациты и трахириодациты; 7 – Холзунско-Сарымсактинская вулканическая зона: 7- трахиандезибазальты, 8 – трахиты, трахириодациты, щелочные трахириодациты и риолиты; 9-12 – аксайский вулканический комплекс Аксайской ВТС: 9- эффузивы среднего и кислого состава; субвулканические гранитоиды: 10- Уландрыкского, 11- Аксайского, 12 – Оюмского массивов.

Для базальтовой и андезитовой групп, наряду с признаками субдукционного магматизма (отрицательные аномалии высозарядных элементов, таких как Ta-Nb-Ti), наблюдаются также отрицательные аномалии Ba и Sr, не свойственные субдукционным лавам и обогащенность легкими РЗЭ, более характерная для внутриплитового магматизма. В Холзунском рудном поле трахибазальтовые и трахиандезибазальтовые порфиры обогащены редкими и редкоземельными элементами по сравнению с базальтоидами Коргонской ВТС с отрицательными аномалиями Cs, Ba, Ta-Nb-Ti, Sr, Ce, Eu, фракционирование РЗЭ не наблюдается.

Для вулканогенных пород аксайского ареала по соотношениям изотопов $^{87}Sr/^{86}Sr$ и $^{143}Nd/^{144}Nd$ устанавливается влияние мантийного источника типа PM (рис. 3) и эволюция составов в направлении к мантийному источнику типа EM2, который, обычно, интерпре-

тируется как результат обогащения мантийного резервуара субдуцированными континентальными осадками. Эволюция базальтоидного магматизма подчиняется трендам порционного плавления мантийного источника типа РМ и влияния субдукционных флюидов с локализацией составов вулканитов вдоль границы плюмовых и неплюмовых источников [Гусев и др., 2009].

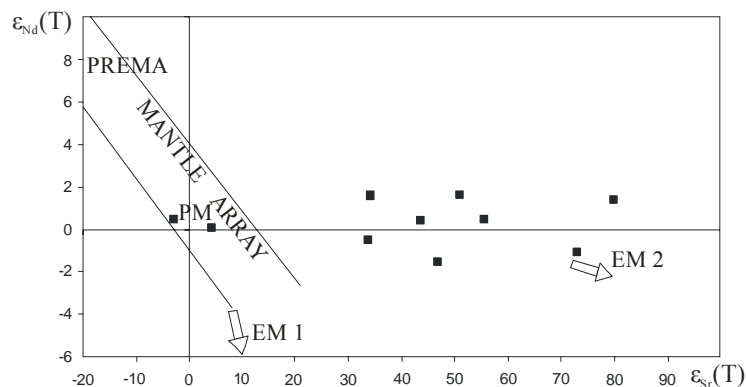


Рис. 3. Sr-Nd изотопная систематика высоко-К пород аксайского вулканического ареала. При расчете первичных изотопных отношений и величин $\Sigma_{Nd}(T)$ и $\Sigma_{Sr}(T)$ (на 405 млн. лет) применялись значения: для CHUR $^{143}Nd/^{144}Nd = 0,512638$; $^{147}Sm/^{144}Nd = 0,1967$, для UR $^{87}Sr/^{86}Sr = 0,7045$; $^{87}Rb/^{86}Sr = 0,0827$. Область MANTLE ARRAY, мантийные компоненты PREMA, PM, EM1, EM2 по [Zindler, Hart, 1986].

Кислые разновидности пород имеют геохимические характеристики внутриплитового магматизма, при этом на основании контрастного поведения крупноионных (LIL) и высокозарядных (HFS) элементов выявляется щелочной тренд (рис. 4), для объяснения которого обычно также предполагается ювенильный мантийный источник [Liégeois et al., 1998].

Возраст высоко-К вулканизма. Датирование цирконов из высоко-К субвулканических образований аксайского вулканического комплекса дает возраст около 405 млн. лет (рис. 5). Возраст цирконов из Кумирского штока в Коргонской ВТС более древний, но имеет широкий доверительный интервал, в верхней части которого перекрывается значениями, полученными для аксайского вулканического комплекса. Раннедевонский щелочно-сиалический магматизм, проявленный в Минусинских впадинах [Бабин и др., 2004], Восточном Саяне, Тувинском прогибе, девонских грабенах в СЗ Монголии связывают [Воронцов и др., 2008] с девонским рифтогенезом в ЮЗ обрамлении Сибирской платформы.

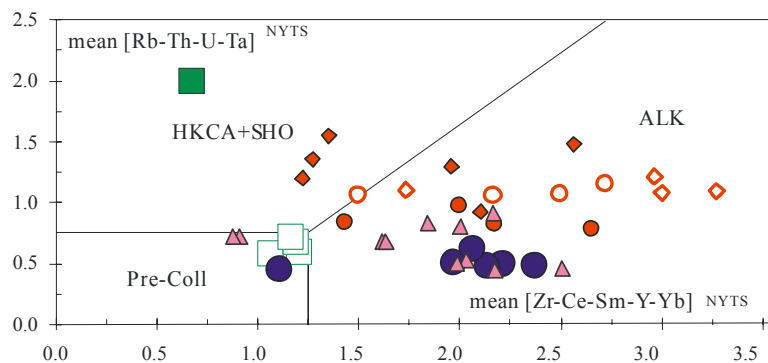


Рис. 4. Щелочной тренд кислых ($SiO_2 > 63\%$) вулканических пород Ю-З Алтая. Основа диаграммы и расчет параметров по [Liégeois et al., 1998]. Анализы вулканитов нормализованы по составу высоко-К известково-щелочных серий. Поля магм: Pre-Coll - доколлизийных известково-щелочных, HKCA + SHO – высоко-К известково-щелочных и шшонитовых, ALK – щелочных. Горизонтальная ось отображает накопление HFS-элементов, вертикальная – LIL-элементов. Остальные обозначения см. рис. 2.

Металлогения. С девонскими высоко-К вулканическими породами в ЮЗ Алтае пространственно и генетически связаны вулканогенно-осадочные и гидротермально-осадочные месторождения гематитовых и апатит-магнетитовых руд, в том числе крупное Холзунское месторождение, железо-медно-редкоземельное Уландрыкское, спекулярит-иттриевое Аксайское, золото-медно-железородное Красногорское, скандий-иттрий-урановое Кумирское и др.. Железородные месторождения являются благоприятной средой для формирования наложенного гидротермального оруденения Cu, Au, Co, REE, U, Ba: Таштагольское, Ташелгинское, Амपालкское и др. (Россия), Zamtyн sair, Khargantyn uul, Shuruugin sair

(Монголия), Qiaoxiahala (Китай). Формирование железорудного и сопряженного с ним REE, Cu, Au и U оруденения в регионе связывается нами с деятельностью рудно-магматических систем IOCG-типа (аббревиатура от Iron Oxide Copper-Gold), обязанных своим происхождением мантийному источнику.

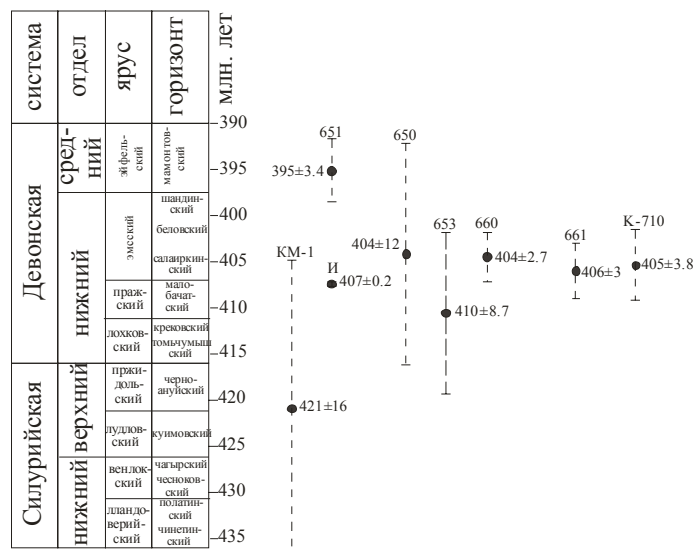


Рис. 5. Результаты определения U-Pb возраста по цирконам высоко-К вулканитов Ю-З Алтая. U-Pb системы в цирконах изучены в локальном варианте методом SHRIMP II (Центр изотопных исследований ВСЕГЕИ). Точкой обозначен конкордантный возраст, пунктиром – 95% доверительный интервал. Номера проб: KM-1 – Кумирский штук; 650, 651, 653 – Уландрыкский массив; 660, 661 – Аксайский массив; K-710 – Оюмский массив. И – возраст имирской свиты Минусинского прогиба [Бабин и др., 2004].

Список литературы

- Бабин Г.А., Владимиров А.Г., Крук Н.Н.** и др. Возраст заложения Минусинских впадин (Южная Сибирь) // Докл. РАН, 2004. Т. 395. № 3. С. 367-370.
- Воронцов А.А., Ярмолюк В.В., Сандимирова Г.П.** Базальт-трахириолит-комендитовая ассоциация хребта Кропоткина (Восточный Саян) и проблемы девонского рифтогенеза в южном обрамлении Сибирской платформы // Докл. РАН, 2008. Т. 423. № 2. С. 222-227.
- Гусев Н.И., Гусев А.И., Пономарев А.Л.** и др. Состав, возраст и металлогения аксайского вулканического комплекса (Горный Алтай) // Регионал. геол. и металлогения, 2008. № 35. С. 34- 47.
- Гусев Н.И., Гусев А.И., Пономарев А.Л., Федак С.И.** Девонский вулканизм в Юго-Западном Алтае: петрологические особенности и металлогения // Регионал. геол. и металлогения, 2009. № 38 (в печати).
- Кременецкий А.А., Гусев А.И., Гусев Н.И.** и др. Высоко-калиевые лавы Холзунского апатит-магнетитового месторождения // Природные ресурсы Горного Алтая, 2008. № 2 (в печати).
- Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. Изд. второе. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. 200 с.
- Hastie A. R., Kerr A. C. et al.** Classification of altered volcanic island arc rocks using immobile trace elements: development of the Th-Co discrimination diagram // Journ. of Petrol., 2007. № 48. P. 2341–2357.
- Liégeois J.P., Navez J. et al.** Contrasting origin for post-collisional high-K calc-alkaline and shoshonitic versus alkaline and peralkaline granitoids. The use of sliding normalization // Lithos, 1998. № 45. P. 1–28.
- Pearce J. A.** A user's guide to basalt discrimination diagrams // In: Wyman D. A. (ed.) Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration. Geological Association of Canada, Short Course Notes, 1996. № 12. P. 79–113.
- Zindler A., Hart S.R.** Chemical geodynamics // Ann. Rev. Earth and Planet. Sci., 1986. № 14. P. 493-571.