

КАЙНОЗОЙСКИЙ ВУЛКАНИЗМ ВОСТОЧНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ: ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ТРЭЙСЕРЫ СМЕНЫ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Ханчук А.И., Мартынов Ю.А.

*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток,
e-mail: khanchuk@fegi.ru, martynov@fegi.ru*

Островодужные системы северо-западной Пацифики, в составе глубоководного желоба, вулканической островной дуги и задугового морского бассейна, ассоциируют с расположенными в тылу на окраине континента древними и слабо изученными вулканическими поясами. Последние часто рассматривают как древние аналоги современного надсубдукционного Андийского пояса Южной Америки, но новые данные по Восточно-Сихотэ-Алинскому вулканогену свидетельствуют об упрощенности таких представлений. Взаимодействие океанических и континентальных плит в северо-западной Пацифике в позднем мезозое и кайнозое было более комплексным.

Восточно-Сихотэ-Алинский вулканический пояс (ВСАВП) был выделен в 1957 году Н.С. Шатским. В дальнейшем его происхождение рассматривалось как результат субдукции под Евроазиатский континент плиты Кула (150-60 млн лет), а после ее поглощения в глубоководном желобе – Тихоокеанской [Зоненшайн и др., 1990]. Только наиболее молодые позднемиоцен-плиоценовые платобазальты относились к постсубдукционному внутриплитному этапу. Такие представления не противоречат миоценовой модели раскрытия Японского моря [Otofúji et al., 1985 и др.], но не учитывают истории тектонического развития Восточной Евразии, частью которой является и Восточный Сихотэ-Алинь. Перестройка этой огромной территории началась не в миоцене, а гораздо раньше со сменой направления движения океанической плиты (~ 60 млн лет) и «жесткой» коллизии Индийского континента (~ 50 млн лет). Эти события вызвали массивные дислокации азиатской литосферы, ее локальное скупивание, латеральные перемещения отдельных блоков вдоль региональных сдвиговых систем разломов, формирование зон синсдвиговых растяжений [Tarponnier et al., 1986 и др.] с периодическими вспышками в их пределах базальтового вулканизма, раскрытие окраинных морей. Влияние этих планетарных событий прослеживается и в пределах Восточного Сихотэ-Алиня. Формирование кайнозойских преимущественно основных вулканитов происходило здесь после завершения активной субдукции в режиме рифтогенеза [Мартынов, 1999], разрушения субдукционной пластины и возникновения слэб-виндоу [Ханчук и др., 1997; Мартынов и др., 2007 и др.]. В настоящей работе эти вопросы рассматриваются с учетом новых изотопно-геохимических данных.

Позднемиоценовой преимущественно кислый и средний по составу вулканизм Восточного Сихотэ-Алиня рассматривается как надсубдукционный [Ханчук, 2000]. В это время, в режиме активной континентальной окраины, формировался Восточно-Азиатский мегапояс, частью которого являлся и Восточный Сихотэ-Алинь. Особенности распределения некогерентных элементов в базальтах типичны для основных лав современных островодужных систем с отчетливыми Sr, K, Rb, Ba, Th положительными аномалиями и Nb-Ta минимумом и свидетельствуют о вовлечении в магмогенезис субконтинентальной литосферной мантии, переработанной субдукционными процессами. Поперечная петрохимическая зональность, важная особенность надсубдукционных вулканитов, не выявлена из-за слабой обнаженности территории. Но она отчетливо проявлена в позднемиоценовых интрузивных образованиях. Массивы, расположенные в восточной части пояса (вдоль побережья Японского моря), представлены крупными многофазными телами диорит-гранодиорит-гранитов магнетитовой серии.

В *кайнозое* наблюдается резкая смена характера магматизма с преимущественно кислого на преимущественно основной и ареальное распространение вулканических полей.

Маастрихт–датские, андезитовые по составу, вулканиты представляют собой гибридные образования с отчетливыми признаками участия в магмогенезисе корового материала [Мартынов и др., 2007]. К важным особенностям этих пород следует отнести и восстановительные условия кристаллизации, не типичные для субдукционных геодинамических обстановок.

Эоцен-олигоцен-раннемиоценовые (55-19 млн лет) базальтоиды соответствуют ранней кайнозойской эпохе кайнозойского вулканизма Северо-восточного Китая и Монголии [Flower et al., 1998]. Они характеризуются повышенными содержаниями оксида алюминия и низкими нормализованными концентрациями HFSE, что позволяет ряду исследователей рассматривать их как надсубдукционные. Но в отличие от последних они характеризуются отчетливыми возрастными вариациями составов, смещением фигуративных точек на классификационных диаграммах в область полей внутриплитных магм. Закономерная смена магматического источника отчетливо выражена и в вариациях изотопных отношений, которые описываются смещением деплетированного (DMM) и обогащенного (EM II) мантийных компонентов. EM II компонент в восточной Евразии характеризует субконтинентальную литосферу [Flower et al., 1998]. Природу DM мантии можно реконструировать по особенностям возрастных вариаций составов пород. В Восточном Сихотэ-Алине временному интервалу максимальной вулканической активности (~37-35 млн лет) соответствует резкое уменьшение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, Th/Nb, La/Yb и возрастание $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ отношений. В этот же период в излившихся породах закономерно падает значение $\Delta 8/4\text{Pb}$, что, в совокупности, с учетом конфигурации границы мантийных доменов Индийского и Тихоокеанского MORB, свидетельствует об океанической природе деплетированной мантии и формировании эоцен-олигоцен-раннемиоценовых базальтов в режиме разрушения субдукционной пластины с внедрением в образовавшиеся окна (слэб-виндоу) горячей и деплетированной океанической астеносферы [Ханчук, Мартынов, 2011].

Закономерные вариации составов установлены и для интрузивных пород. Их кристаллизация, в отличие от надсубдукционных позднемиоценовых магматитов, происходила в восстановленном режиме (ильменитовая серия), при активном участии в магмогенезисе деплетированной мантии с низкими содержаниями радиогенного Sr и высокими – радиогенного Nd [Валуй, 2011].

Позднемиоцен-плиоценовые платобазальты Восточного Сихотэ-Алиня рассматриваются как типичные внутриплитные образования. В пределах континентальной части Евразии их происхождение связывают либо с локальным растяжением литосферы в результате Индо-Азиатской коллизии, либо с активностью плюмовых источников. В пользу первой модели свидетельствуют отчетливые субдукционные признаки платобазальтов [Мартынов и др., 2002]. Отношение $\Delta 8/4\text{Pb}$ во всех типах молодых вулканитов варьирует от 60 до 85, что также свидетельствует о преобладающей роли в молодом внутриплитном магмогенезисе субконтинентальной мантии Индийского MORB-типа. На диаграмме $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} - ^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ фигуративные точки щелочных и субщелочных базальтов, как и предшествующих эоцен-олигоцен-раннемиоценовых вулканитов, располагаются вблизи линии смещения EM II и DMM изотопных компонентов, характеризующих гетерогенную азиатскую литосферу.

Иная картина наблюдается для низкокальциевых вулканитов. Эти породы, с устойчиво более низкими отношениями $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, смещены в область низко-Nd тренда, свидетельствующего о вовлечении в магмогенезис EM I мантии. Природа последней в Восточной Евразии до сих пор является предметом дискуссии [например Flower et al., 1998]. Ключевыми для решения этого вопроса являются температуры и давления генерации первичных магм. Расчет этих параметров, с использованием экспериментально откалиброванного геобарометра [Lee et al., 2009], свидетельствует о близости познекайнозойских вулканитов Восточного Сихотэ-Алиня к базальтам зон растяжения Североамериканских Кордильер [Lee et al., 2009] и Вьетнама [Flower et al., 1998]. Участие в магмогенезисе платобазальтов континентальной астеносферы с EM I изотопными

характеристиками указывает на смену направлений мантийных потоков, вероятно, связанной с блокирующим влиянием вновь сформированной восточной зоны субдукции (рис. 1).

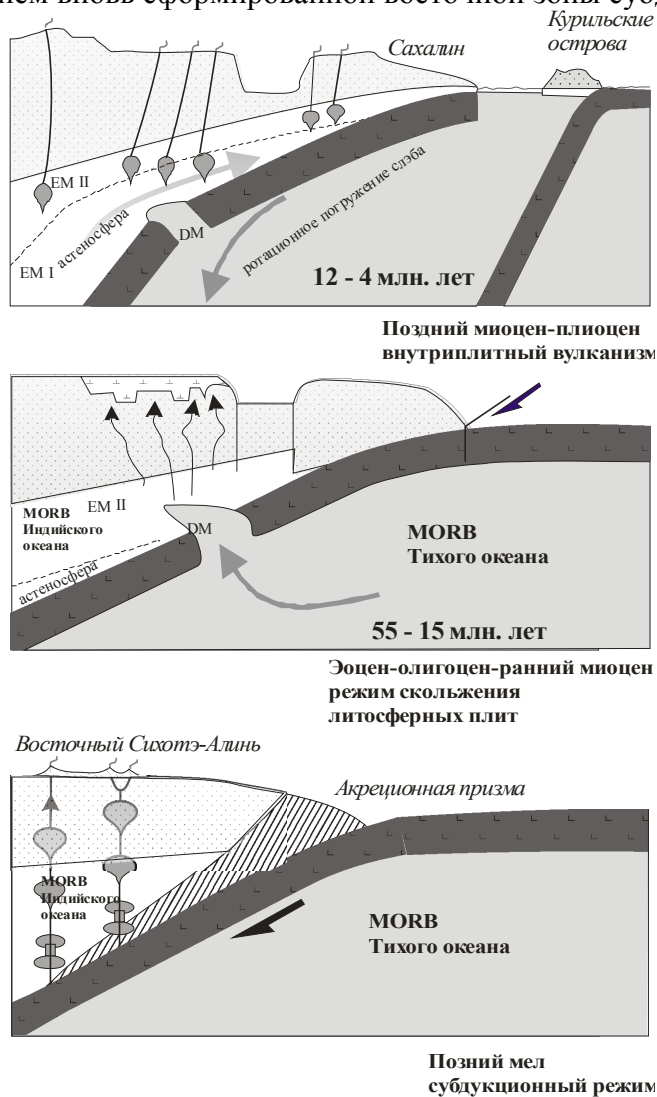


Рис. 1. Модель развития Восточного Сихотэ-Алиня

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 10-05-00180-а, проектов ДВО № 12-1-0-08-025 и № 09-2-СО-08-002

Литература

Валуй Г.А. Гранитообразование в зоне перехода континент-океан по данным Sm-Nd-Sr-O изотопии // Геологические процессы в зонах субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит (материалы Всероссийской конференции с международным участием, Владивосток, 20-23 сентября 2011 г.). Владивосток: Дальнаука, 2011. с. 181-183.

Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И., Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР, Т.2. – М.: Недра, 1990. – 327 с.

Мартынов Ю.А. Геохимия базальтов активных континентальных окраин и зрелых островных дуг на примере северо-западной Пацифики. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – 215 с.

Мартынов Ю.А., Чащин А.А., Рассказов С.В., Саранина Е.В., Позднемиоцен-плиоценовый базальтовый вулканизм Юга Дальнего Востока России как индикатор гетерогенности литосферной мантии в зоне перехода континент-океан // Петрология. 2002. Т. 10, № 2. С. 189-209.

Мартынов Ю.А., Чашин А.А., Симаненко В.П., Мартынов А.Ю. Маастрихт-датская андезитовая серия Восточного Сихотэ-Алиня: минералогия, геохимия и вопросы петрогенезиса // Петрология. 2007. Т. 15. №3. с. 282-303.

Ханчук А.И. Геологическое строение и развитие континентального обрамления северо-запада Тихого океана. Автореф. дис. ... доктора геол.-мин. наук. Москва, 1993. – 31с.

Ханчук А.И. Рудные месторождения континентальных окраин. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 276 с.

Ханчук А.И. Тектоника и магматизм палеотрансформных континентальных окраин калифорнийского типа на Востоке России. /Общие вопросы тектоники. Тектоника России. Материалы XXXIII Тектонического совещания. М.: ГЕОС. 2000. С. 544-547.

Ханчук А.И., Голозубов В.В., Мартынов Ю.А., Симаненко В.П. Раннемеловая и палеогеновая трансформные континентальные окраины (калифорнийский тип) Дальнего Востока России / Тектоника Азии. – М.: ГЕОС. 1997. С. 240-243.

Ханчук А.И. Мартынов Ю.А. Тектоника и магматизм границ скопления океанических и континентальных литосферных плит // Геологические процессы в зонах субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит (материалы Всероссийской конференции с международным участием, Владивосток, 20-23 сентября 2011 г.). Владивосток: Дальнаука. 2011. С. 45-49.

Flower M., Tamaki K., Hoang N. Mantle extrusion: a model for dispersed volcanism and DUPAL-like asthenosphere in East Asia and the Western Pacific // Mantle Dynamics and plate interactions in East Asia. American Geophysical Union, Geodynamics series V. 27 (Flower M.F., Chung S-L., Lo C-H., Lee T-Y. eds). Washington, D.C. 1998. P. 67-89.

Lee C-T.A., Luff P., Plank T., Dalton H., Leeman W.P. Constraints on the depths and temperatures of basaltic magma generation on Earth and other terrestrial planets using new thermobarometers for mafic magmas // Earth and Planetary Science Letters. 2009. V. 279. P. 20-33.

Otofujii Y., Matsuda T., Nohda S. Opening mode of the Japan Sea inferred from the paleomagnetism of the Japan arc // Nature. 1985. V. 317. P. 603-604.

Tapponnier P., Peltzer G., Armijo R. On the mechanics of the collision between India and Asia // Collision tectonics, Geological Society Special Publication (Coward m.P., Ries A.C. eds) London. 1986. P. 115-157.