

## ОКЕАНИЧЕСКИЕ ВУЛКАНИТЫ ПАЛЕОПАЦИФИКИ В АККРЕЦИОННЫХ КОМПЛЕКСАХ ВОСТОКА АЗИИ

И.П. Войнова

Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, Хабаровск,  
e-mail: ipvoinova@yandex.ru, voinova@itig.as.khb.ru

Вулканизму Пацифики посвящено множество работ. Но большинство их касается вулканитов последнего этапа, доступных для наблюдения и исследования на Тихоокеанской плите либо непосредственно на островах, либо путем драгирования на дне Тихого океана. Историю же вулканизма Палеоокеании можно реконструировать, изучая вулканиты аккреционных комплексов, сформированных на конвергентных границах взаимодействия океанических и континентальных плит и представляющих собой аккретированные фрагменты палеоокеанической литосферы.

На востоке Азии одной из таких аккреционных систем, образованных фрагментами палеоокеанической литосферы, является Сихотэ-Алинская складчатая область. Нами изучены вулканиты Самаркинского и Киселевского аккреционных террейнов [Войнова и др., 1994, 2001, Войнова и др., 2009].

Вулканиты входят в состав терригенно-вулканогенно-кремнистых комплексов аккреционных призм. Возрастной диапазон терригенно-вулканогенно-кремнистых образований Самаркинского террейна, основываясь на микрофаунистических определениях, широк – от позднего карбона до юры [Войнова и др., 2009, Геодинамика..., 2006, Кемкин, 2006 и др.]. В Киселевском террейне из вмещающих вулканиты кремнистых отложений определены ископаемые радиоларии валанжин-готерив-барремского возраста, что определяет и раннемеловой возраст вулканитов [Зябрев, 1994]. Исходя из геологических данных, беря за основу возраст вмещающих отложений, в аккреционных призмах северного Сихотэ-Алия обнаружены вулканиты следующих возрастных интервалов: в Самаркинской террейне -  $C_3$ -P, P,  $T_{1-2}$ ,  $T_3$ , J, в Киселевском террейне -  $K_1$ .

Вулканиты ассоциируют с пелагическими и гемипелагическими образованиями. Формы тел вулканитов: линзы, потоки и покровы. Размещение вулканитов может иметь и явно "островной" характер, реконструируемый по концентрации вулканических потоков невыдержанной мощности, концентрической зональности размещения склоновых фаций и ассоциации с известняками. Вулканиты представлены лавами, часто с шаровой и подушечной отдельностью, массивными и миндалекаменными, реже гиалокластитами, лавобрекчиями. Структуры лав тонко- и мелкокристаллические, афировые и порфиоровые, реже микродolerитовые. Вкрапленники порфиоровых разновидностей образованы оливином, титанавгитом, плагиоклазом, реже флогопитом, амфиболом, что позволяет выделять оливиновые, пироксеновые (авгититы), плагиоклазовые и плагиоклаз-пироксеновые разновидности.

Вулканические породы представлены пикробазальтами и базальтами, реже – андезитобазальтами. Содержание  $SiO_2$  в них составляют от 38 до 52 %, в среднем - 42-45 %. На классификационных диаграммах ( $K_2O+Na_2O$ ) -  $SiO_2$  они соответствуют пикробазальтам, базальтам, трахибазальтам, гавайитам, относятся к субщелочной и щелочной сериям (сумма щелочей изменяется от 3 до 9 %). По соотношению калия и натрия они подразделяются на натровую ( $K_2O/Na_2O = 0,1-0,55$ ) и калиевую ( $K_2O/Na_2O = 2-2,5$ ) серии. Содержания MgO – 2,5-15, общего железа  $FeO^*$  - 8-20 (в среднем порядка 15),  $TiO_2$  - 3-7,  $Al_2O_3$  - 9-16, CaO - 5-18 (в среднем 12-13) %. Характерна проявленная в разной степени для разновозрастных вулканитов ферро-титановая специализация лав. По содержаниям MgO,  $FeO^*$ ,  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$  среди базальтов встречаются разновидности, сходные с толеитами. На треугольной диаграмме AFM исходные расплавы раннемеловых (киселевских) базальтов лежат в поле абиссальных толеитов. Положение точек составов вулканитов на дискриминационных петрогеохимических диаграммах, позволяющих судить об их геодинамической природе (факторная диаграмма Дж.Пирса,  $TiO_2 - K_2O$ ,  $Zr/4 - 2Nb - Y$ ,  $Zr - Ti / 100 - 3Y$ ,  $Nb - Zr$ ), свидетельствует, что вулканиты формировались в океанической обстановке. Большая часть фигуративных точек размещаются в полях внутриплитных толеитовых и щелочных базальтов океанических островов, меньше - E-MORB, и редко - в поле базальтов срединно-океанических хребтов (N-MORB).

На спайдер-диаграммах средних хондрит- и MORB-нормированных составов РЗЭ и редких элементов графики распределения образуют веер, раскрытый в области легких элементов в диапазоне содержаний от характерных для базальтов океанических островов и до E-MORB.

Т.о. в аккреционных призмах северного Сихотэ-Алиня представлены базальты, различные по петрохимическим характеристикам. Они характеризуют древний океанский вулканизм в разнообразных геодинамических условиях, а широкий диапазон их возрастов позволяет произвести некоторые ретроспекции об истории и эволюции вулканизма западной Палеоокеании.

Разрезы С<sub>3</sub>-Р содержат вулканиты, сходные с внутриплитными базальтами океанических островов. Эти базальты часто ассоциируют с известняками. Они характеризуются повышенной калиестью и появленностью ферро-титановой специализацией.

Пермские вулканиты представлены базальтами, приближающиеся по петрохимическим характеристикам к N-MORB срединно-океанических хребтов.

Триасовые вулканиты сходны по петрохимическим характеристикам с внутриплитными базальтами океанических островов. Для них намечается прогрессирующее во времени обогащение РЗЭ.

Среди юрских вулканитов, которые наиболее широко представлены в аккреционных комплексах и наиболее изучены, имеют место разнообразные по химизму вулканиты. Именно среди юрских вулканитов представлены кроме базальтов и пикробазальты. Преобладают базальты, сходные с внутриплитными базальтами океанических поднятий и островов. Менее распространены базальты, близкие по составу к E-MORB. Внутриплитные базальты образуют широкий спектр по содержанию щелочей: от субщелочных до щелочных. И именно среди юрских вулканитов выделяются как натровая, так и калиевая серии базальтов. Преобладают субщелочные и щелочные базальты натровой серии. Они слагают крупные потоки и покровы среди кремнистых и кремнисто-глинистых отложений.

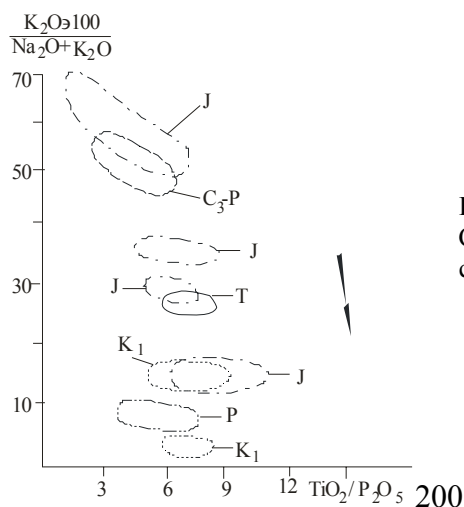
Щелочные калиевые базальты - это преимущественно базальты "островных" вулканических центров, реконструируемых либо в виде гайотов среди кремнистых и кремнисто-глинистых отложений с сопутствующими известняками, либо в виде островов, намечаемых по концентрической смене вокруг вулканических полей песчаных отложений сначала глинистыми, затем кремнистыми. Такие палеоострова реконструируются часто в окружении терригенных отложений и олистостромовых образований, что позволяет предполагать их образование на более приближенных к континенту участках океанического дна. На диаграмме Пирса точки составов "островных" базальтов калиевой серии наиболее удалены от границы поля базальтов океанического ложа. "Островные" базальты калиевой серии выделяются значительным обогащением легкими РЗЭ. Для юрских внутриплитных вулканитов ярко выражена ферро-титановая специализация.

Юрские базальты, приближающиеся по составу к E-MORB, обнаружены в западной части Самаркинской аккреционной призмы [Войнова и др., 2009]. Это подушечные базальты с типичными спилитовыми микроструктурами и гиалокластиты. Они отличаются более высокой кислотностью и очень низкой калиестью ( $K_2O/Na_2O < 0.2$ ).

K<sub>1</sub> вулканиты представлены в Киселевском террейне. Это подушечные базальты, образующие потоки среди кремнистых образований. Они характеризуются очень низкими содержаниями K<sub>2</sub>O, особенно базальты нижних потоков тектонических пластин. Положение точек составов вулканитов на дискриминационных петрохимических диаграммах, свидетельствует, что эти вулканиты также сформировались в океанической внутриплитной обстановке, но на диаграмме Пирса точки базальтов киселевского комплекса группируются вдоль линии раздела полей составов базальтов океанического ложа и внутриплитных океанических островов, а нижних потоков – даже в поле базальтов океанического ложа. На треугольной диаграмме АФМ фигуративные точки исходных расплавов попадают в центр поля абиссальных толеитов. На диаграммах TiO<sub>2</sub> - MgO, TiO<sub>2</sub> - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> вулканиты киселевского аккреционного комплекса соответствуют толеитам. Вулканиты этого этапа имеют «примитивный» характер, объяснимый их наиболее близким к спрединговому хребту формированием.

На дискриминационной диаграмме (щелочи-титан-фосфор) (рис.), разделяющей рифтогенные и внутриплитные базальты, четко виден набор различных по петрохимическим характеристикам базальтов различного возраста. Выделяются 3 группы базальтов. Первая

группа базальтов – наиболее примитивные, сформированные либо в срединно-океанических хребтах, либо близко к нему. Это базальты пермские, среднеюрские западной части и раннемеловые.



**Рис.** Дискриминационная диаграмма щелочи-титан-фосфор. Стрелка указывает направление приближения к оси спрединга.

Вторая группа базальтов – сформирована во внутриплитной обстановке. Это триасовые базальты и юрские базальты натровой серии. Третья группа включает в себя юрские «островные» базальты калиевой серии и самые древние (C<sub>3</sub>-P) базальты. Беря за основу эволюцию магматических расплавов от примитивных к более обогащенным, можно выделить 4 этапа: 1) (C<sub>3</sub>-P), 2) P-T, 3) J, 4) K<sub>1</sub>. От первого этапа сохранились лишь внутриплитные базальты. Второй этап представлен базальтами, сформированными как в срединно-океаническом хребте, так и во внутриплитной обстановке. Третий этап характеризуется наиболее широким спектром базальтов: близкие к E-MORB, сформированные в СОХ над плюмовыми источниками, субщелочные внутриплитные натровые и «островные» щелочные калиевые, вероятно образовывавшиеся на значительном удалении от СОХ. Вулканы четвертого, последнего, этапа представлены лишь «примитивными» базальтами, сформированными близ СОХ. Это может служить подтверждением приближения в этот период спредингового хребта, разделяющего плиты Изагаги и Тихоокеанскую, к зоне субдукции [Ханчук, 2003].

Исходя из сложности тектоники аккреционных призм Сихотэ-Алиня, учитывая неполноту исследования, представляется, что появление новых материалов сделает картину вулканизма Палеоокеана более полной и позволит производить ретроспекции ее геодинамики.

### Список литературы

**Войнова И.П., Зябрев С.В., Приходько В.С.** Петрохимические особенности раннемеловых внутриплитных океанических вулканитов Киселевско-Маноминского террейна (северный Сихотэ-Алинь) // Тихоокеанская геология, 1994. Т. 13. № 6. С. 83-96.

**Войнова И.П.** Магматические комплексы аккреционной системы как индикаторы характера аккреции (Центральный Сихотэ-Алинь) // Тектоника, глубинное строение и геодинамика Востока Азии. Материалы III Косыгинских чтений, Хабаровск, 2001. С. 181-189.

**Войнова И.П., Зябрев С.В., Мартынюк М.В., Шевелев Е.К.** Кремнисто-вулканогенный комплекс западной части Самаркинской аккреционной призмы (северный Сихотэ-Алинь). Материалы VI Косыгинских чтений, Хабаровск, 2009. С. 6-9.

Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. Кн.1. Владивосток: Дальнаука, 2006. 572 с.

**Зябрев С.В.** Раннемеловые кремни Киселевско-Маноминского террейна – наиболее молодые океанические отложения в структуре юга континентальной части Дальнего Востока России // Тихоокеанская геология, 1994. Т. 13. № 6. С. 74-82.

**Кемкин И.В.** Геодинамическая эволюция Сихотэ-Алиня и Япономорского региона в мезозое. М.: Наука, 2006. 258 с.

**Ханчук А.И., Кемкин И.В.** Геодинамическая эволюция Япономорского региона в мезозое // Вестн. ДВО РАН, 2003. № 6. С. 94-108.