

## ВУЛКАНОГЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ КОЛЛИЗИОННОГО СКУЧИВАНИЯ И ПАЛЕОЗОЙСКОГО ЧЕХЛА КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ТЕРРЕЙНОВ ВОСТОЧНОЙ ПЕРИФЕРИИ СРЕДНЕГО УРАЛА

Е.Н. Волчек

Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, e-mail: volchek@igg.uran.ru

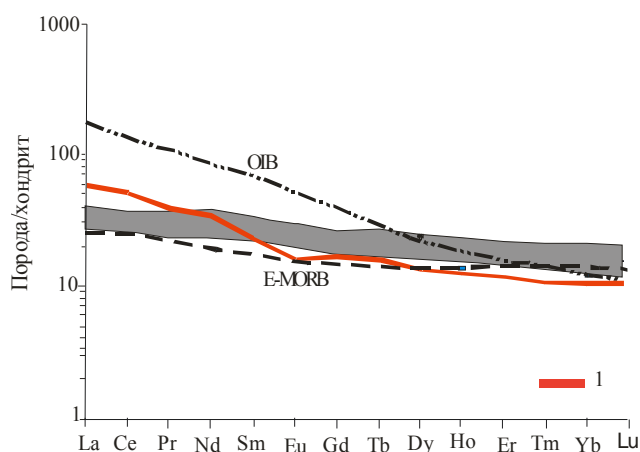
Восточная периферия Среднего Урала характеризуется признаками активного проявления процессов аккреционного скупивания и коллизии. По геологическим наблюдениям и фациально-формационным особенностям устанавливается, что в аккреционном скупивании здесь участвуют фрагменты меланократового основания, островодужных образований и осадочных и вулканогенных отложений чехла континентальных террейнов.

В сложении террейнов участвуют гнейсы и амфиболиты, образующие их допалеозойское основание, и синколлизийные гранитоиды и мигматиты. Аккреционные швы между террейнами сложены преимущественно офиолитами и островодужными вулканитами, слагающими многопокровные структуры. В свою очередь террейны в зоне существенной концентрации образуют крупные аккреционные массы типа микроконтинентов. Одна из таких литосферных структур образована аккрецией Адуйско-Мурзинского, Рефтинского и Красногвардейского террейнов. Во внутренней части этой структуры выделяется полоса развития девонских и каменноугольных вулканогенных, вулканогенно-осадочных и осадочных отложений, которые имеют черты чехла этих террейнов. На северном и южном продолжениях этой полосы фиксируются блоки офиолитовых комплексов и островодужных вулканитов, образующих крупные шарьяжи, надвинутые по системе швов на отложения чехла. По структурным соотношениям шарьяжи соответствуют аллохтонным элементам зоны. Среднеуральский ретрошарьяж был наиболее крупным. Его фронтальная часть, отвечающая, по-видимому, структуре коллизийного шва, представленного Алапаевским, Режевским и Баженовским массивами, разделяет область палеоокеанических образований и сиалического блока. Фрагменты шва, местами осложненные полями развития вулканитов основного и кислого состава и интрузиями каменноугольного возраста, прослеживаются от широты Режевской покровно-надвиговой зоны на севере до полосы развития муслюмовских ультрабазитов на юге [Язева и др., 1992].

Наиболее полно палеозойские вулканогенные образования чехла континентальных террейнов изучены в среднем течении реки Исеть. Здесь выделяется непрерывная серия преимущественно мелководных разнофациальных осадочных отложений верхнего девона и каменноугольного возраста. Девонские образования представлены кремнисто-сланцевыми отложениями, а в составе каменноугольных присутствуют прослои и горизонты угленосных песчано-сланцевых пород. Развитые в каменноугольных отложениях вулканогенные породы, представленные порфиоровыми и афировыми базальтами, слагают пластовые залежи и горизонты, отчетливо чередующиеся с осадочными породами.

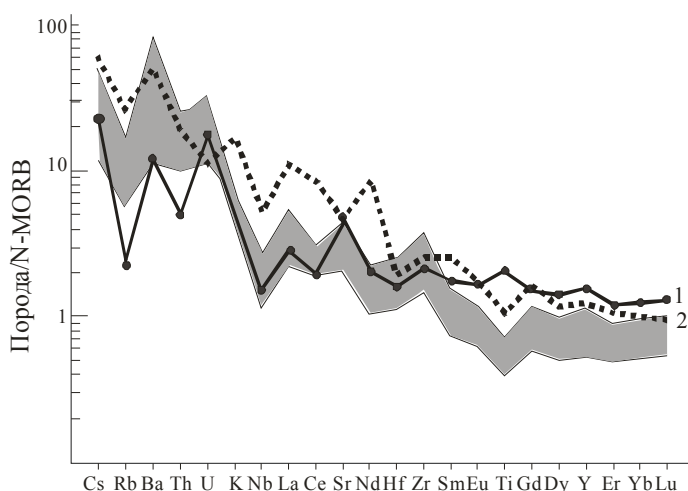
С вулканогенными излияниями ассоциируют многочисленные дайки долеритов и габбродолеритов, возраст которых принят как каменноугольный, моложе жуковского горизонта ( $C_{1V2Z}$ ), на основании находок в известняках редких брахиопод *Globosoproductus* sp. и фораминифер *Endothyra similis* Raus. et Reitl., *E. prisca* Raus. et Reitl., *Planoarchaediscus spirillinoides* (Raus.), *Glomodiscus* cf. *nodosus* Brazhn., *Paraarchaediscus* sp. *P. kottjubensis* (Raus.), *Archaediscus karreri spira* Conil et Lys, *A. spiroides* (Pop.), *Valvulinella lata* Grozd. et Leb. устьгреховского горизонта нижнего и жуковского горизонта верхнего визе [Кучева и др., 2007]. Дайки в большинстве случаев расположены линейно-ориентированно и цепочкообразно в северо-восточном направлении согласно с простиранием крупных разрывных нарушений. По простиранию отдельные дайки прослеживаются на расстояние до 30-40 м. Структурное направление даек заметно коррелируется с простиранием границ шарьяжей и, соответственно, с простиранием коллизийных швов. Этот фактор позволяет высказать предположение о связи системы долеритовых даек с процессами коллизии, точнее с явлениями растяжения, проявляющимися в тыловой части фронта коллизии. В свою очередь поля кислых вулканитов, располагающиеся на фронте коллизийных швов, контролировались, скорее всего, обстановками коллизийного сжатия.

Ранее вулканогенные образования р. Исети относились к андезитовой формации раннего карбона, формирование которой, как считалось [Коротеев и др., 1979], происходило в мелководных и субаэральных обстановках в результате деятельности вулканов центрального типа. В настоящее время вулканогенные породы раннего карбона включены в состав бекленищевского комплекса (C<sub>1</sub>bk) и рассматриваются как продукты вулканизма активной континентальной окраины [Смирнов и др., 2007]. Высказываются также предположения, что долериты даек представляют собой гипабиссальную фацию близких им по составу базальтоидов триасовой трапповой формации [Смирнов и др., 2007].



**Рис. 1.** Нормированное по хондриту [Sun, McDonough, 1989] распределение редкоземельных элементов в вулканитах среднего течения р. Исети. Залито поле составов долеритов; 1 – усредненный тренд базальтов. Для сравнения приведены спайдердиаграммы средних составов обогащенных базальтов срединно-океанических хребтов (E-MORB) и внутриплитных базальтов океанов (OIB) [Sun, McDonough, 1989].

Вулканогенные образования по уровню щелочности и вариациям кремнезема согласно существующим классификациям принадлежат к семействам базальтов, причем им свойственна низкая кремнеземистость. На TAS-диаграмме (сумма щелочей – кремнезем) точки составов базитов группируются вдоль границы раздела ультраосновных и основных пород. Вулканиты относятся к натриевому типу. Для них характерно высокое содержание окислов титана, низкое содержание глинозема, калия и рубидия и широкие вариации Cr, Ni. Вулканиты низкониобиевые, с повышенной концентрацией циркония, иттрия. Спектры распределения редкоземельных элементов для проб базальтов характеризуются повышенными нормализованными концентрациями легких лантаноидов (рис. 1) по сравнению со средними и тяжелыми ( $La_n/Yb_n = 5,3-5,7$ ).



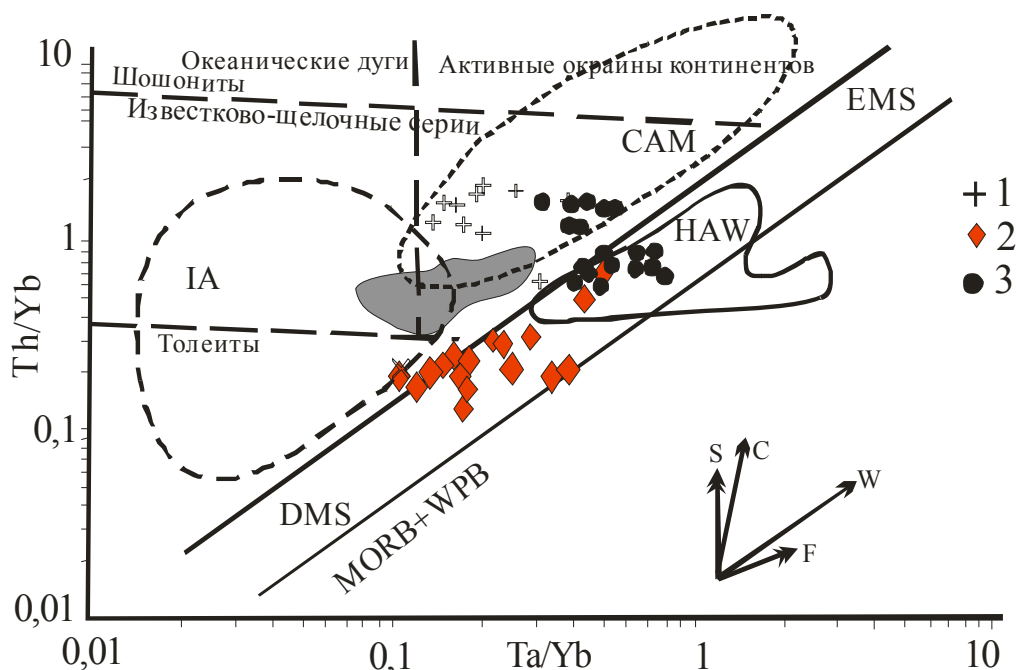
**Рис. 2.** Нормированное по MORB [Sun, McDonough, 1989] распределение микроэлементов в вулканитах среднего течения р. Исети. Залито поле составов андезитов; 1 – усредненный тренд составов базальтов; 2 – базальты туринского комплекса [Иванов и др., 2007]

На спайдердиаграммах в базальтах, нормированных к MORB выражены отрицательные аномалии Nb и Th и положительные Ba и Sr (рис. 2), что типично для субдукционных

вулканитов. Однако присутствие максимумов Ti и Zr определяет их отнесение к внутриплитному геохимическому типу.

Породы даек характеризуются невысокими содержаниями редкоземельных элементов и слабым их фракционированием ( $La_n/Yb_n = 1,1-2,5$ ), у них отмечается слабо выраженная положительная Eu-аномалия. Полученные редкоземельные тренды горизонтальные, практически дублирующие тренд базальтов E-MORB типа при несколько более высоком общем уровне концентрации REE.

Изученная группа пород по своим вещественным характеристикам отличается от вулканитов туринской серии триаса, для которых характерна, прежде всего, повышенная щелочность калиевого типа. Отличительной чертой их микроэлементного состава является низкое содержание когерентных элементов (Cr, Ni, Co), но более высокое некогерентных, при сильном преобладании в них Rb, Ba (рис. 2) и других крупноионных литофилов над Zr, Nb, Y [Иванов и др., 2007]. Наиболее отчетливо это отличие видно на диаграмме Th/Yb-Ta/Yb (рис. 3), которая также отражает различия составов родоначальных магматических очагов.



**Рис. 3.** Диаграмма Th/Yb-Ta/Yb [Pearce, 1983] для вулканитов среднего течения р. Исети. 1 – андезиты; 2 – долериты и габродолериты; 3 – базальты. Полями на диаграмме показаны составы базальтов островных дуг (IA), активных континентальных окраин (ACM), Гавайских островов (HAW); залито поле составов базальтов туринского комплекса [Иванов и др., 2007]. DMS - деплетированная мантия, EMS - обогащенная мантия, MORB+WPB - тренд базальтов несубдукционных обстановок. Справа показаны тренды изменения состава пород за счет: субдукционных компонентов (S), контаминации (C), компонентов внутриплитных плюмов (W), фракционирования (F).

Полученные данные позволяют предположить, что вулканогенные накопления, которые в ассоциации с терригенными и терригенно-карбонатными отложениями автохтонно перекрывают террейны восточной периферии Среднего Урала, происходили во внутриплитных обстановках в мелководных и возможно частично наземных фациальных условиях, создававшихся в пределах крупных террейнов и микроконтинентов. В свою очередь становление террейнов в структуре орогена включало проявление процессов аккреции и коллизии, сопровождавшихся надвиганием крупных покровов на периферию террейнов, а также взаимным надвиганием краевых частей террейнов. В тылу коллизии создавались условия растяжения, с которыми связано образование ориентированных серий долеритовых даек.

Анализ петрогеохимических характеристик раннекаменноугольных вулканитов восточной периферии Среднего Урала показал, что им свойственны смешанные геохимические признаки, а именно признаки надсубдукционных и внутриплитных лав. В свою очередь петрохимические параметры вулканических излияний чехла континентальных террейнов более характерны для комплексов, накапливающихся во внутриплитных обстановках. При этом по вещественным характеристикам раннекаменноугольные вулканические накопления чехла

террейнов отличаются от вулканитов туринской серии триаса, которые связываются с процессами внутрикратонного рифтогенеза

### Список литературы

**Иванов К.П., Иванов К.С., Федоров Ю.Н.** Геохимия триасовых вулканитов Западно-Сибирской плиты (на примере туринской серии) // Геодинамика, магматизм, метаморфизм и рудообразование. Сборник научных трудов. Екатеринбург: 2007. С. 767-790.

**Коротеев В.А., Дианова Т.В., Кабанова Л.Я.** Среднепалеозойский вулканизм Восточной зоны Урала. Л.: Наука, 1979. 129 с.

**Кучева Н.А., Степанова Т.И., Волчек Е.Н.** Геологическое строение каменноугольных образований в нижнем течении р. Камышенка (Бассейн р. Исеть, восточный склон Среднего Урала) // Ежегодник 2006. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 37-42.

**Смирнов В.Н., Коровко А.В.** Палеозойский вулканизм восточной зоны Среднего Урала // Геодинамика, магматизм, метаморфизм и рудообразование. Сборник научных трудов. Екатеринбург: 2007. С. 395-420.

**Язева Р.Г., Молошаг В.П., Бочкарев В.В.** Геология Сафьяновского колчеданного месторождения (Средний Урал). Екатеринбург: Наука УрО, 1992. 72 с.

**Pearce J.A.** Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins // Hawkesworth C. J., Norry M. J. (eds.) Continental basalts and mantle xenoliths. Shiva, Nantwich, 1983. P. 230-249.

**Sun S.S. and McDonough W.F.** Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implication for mantle composition and processes // A.D. Saunders and M.J. Norry (Eds.) Magmatism in the Oceanic Basins. Blackwell. Oxford, 1989. P. 313 - 345.