

# ПЕТРОГЕНЕЗИС ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ АССОЦИАЦИЙ И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ РАЗВИТИЯ ЗАПАДНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА В ПОЗДНЕМ ДОКЕМБРИИ

С.Г. Ковалев

Учреждение Российской академии наук Институт геологии УНЦ РАН, Уфа,  
e-mail: kovalev@anrb.ru

Изучение динамики развития палеорифтогенных структур является актуальной задачей, что подтверждается большим количеством публикаций, посвященных различным аспектам данного вопроса, появившимся в последнее время. Вместе с тем, в значительной части работ при анализе палеорифтогенных процессов основной акцент делается на тектонических либо геодинамических реконструкциях, опосредствованно основывающихся на пассивной модели рифтообразования. В то же время объяснение динамики развития внутриконтинентальных рифтовых систем, расположенных вне дивергентных границ плит, на наш взгляд, невозможно без привлечения механизмов воздействия мантийного вещества на континентальную кору будь то плюмовая модель либо классическая астенолитовая. Приводимые ниже материалы акцентируют внимание на петрогенетических особенностях среднерифейских вулcano-плутонических ассоциаций и их месте и роли в геодинамическом развитии Южного Урала в позднем докембрии.

К настоящему времени установлено, что магматические комплексы рифтогенной природы широко распространены в пределах всего Урала, но наиболее полно и разнообразно (с точки зрения одновременного набора формаций и их сохранности) они представлены на территории западного склона Южного Урала [Иванов, Коротеев и др., 1989, Ковалев, 2008]. Среднерифейский этап являлся временем наибольшего (исходя из современных представлений) развития процессов эпиконтинентального рифтогенеза в докембрийской истории развития Южного Урала. На территории региона выделяются структурно-вещественные комплексы осадочных и магматических (вулcano-плутонических) пород, позволяющие с достаточной степенью надежности восстановить палеогеодинамические обстановки развития территории. Кувашский комплекс, в составе которого объединяются: вулканогенно-осадочная ассоциация, представленная порфиroidами, порфиритоидами, парасланцами, ортопородами и редко метаконгломератами. Кроме того, в состав комплекса включаются граниты, гранито-гнейсы и гнейсо-амфиболиты. Кусинско-Копанский комплекс расслоенных интрузивных массивов основного состава, в структурном отношении представляющий межформационные пластовые тела, истинные размеры которых по падению остаются неизвестными до сих пор. Внутреннее строение Машакского и Шатакского комплексов характеризуется наличием стратифицированных толщ, которые представлены переслаиванием осадочных, вулканогенно-осадочных и вулcano-плутонических пород. Принципиальным моментом, на наш взгляд, следует считать присутствие дифференцированного диабаз-пикритового тела, приуроченного к непосредственной границе между нижне- и среднерифейскими образованиями. Обобщенный разрез Шатакского комплекса залегающего на породах юшинской свиты ( $R_1$ ), начинается с конгломератов и наращивается толщами, представляющими собой переслаивание пачек терригенного материала различной размерности с потоками метабазальтов, силлами метадиабазов и жерловыми фациями основных и кислых вулканитов. Кроме того, в пределах региона широко распространены многочисленные разнофациальные магматические породы (Кургасский, Яндыкский, Повальненский габбро-диабазовые и Лапыштинский пикрит-диабазовый комплексы), представленные телами разнообразной формы.

Анализ геохимических характеристик магматических пород, участвующих в «выполнении» среднерифейской палеорифтогенной структуры показывает: 1) нормализованные значения содержаний легких лантаноидов в машакских и кувашских базальтоидах, а также в габброидах Кусинско-Копанского комплекса, расположены в промежуточной (между океаническими и континентальными базальтами) области; 2) относительно четко выраженный европиевый минимум и обогащенность тяжелыми редкоземельными элементами, характерные для пород Кусинско-Копанского комплекса, свидетельствуют о том, что в генезисе верхней, габброидной, части расслоенной серии большое значение играли процессы внутрикамерной дифференциации, которые в целом были аналогичны процессам дифференциации, реализующимися в промежуточном очаге, результатом эволюционного развития которого явились машакские базальты; 3) близкие параметры

процессов формирования магматических пород, выполняющих среднерифейскую палеорифтогенную структуру, выражаются в их обогащенности группой легких лантаноидов по сравнению с океаническими базальтами и некоторой обогащенностью тяжелыми РЗЭ, которая указывает на то, что они являются продуктами внутрикамерной дифференциации в промежуточных очагах.

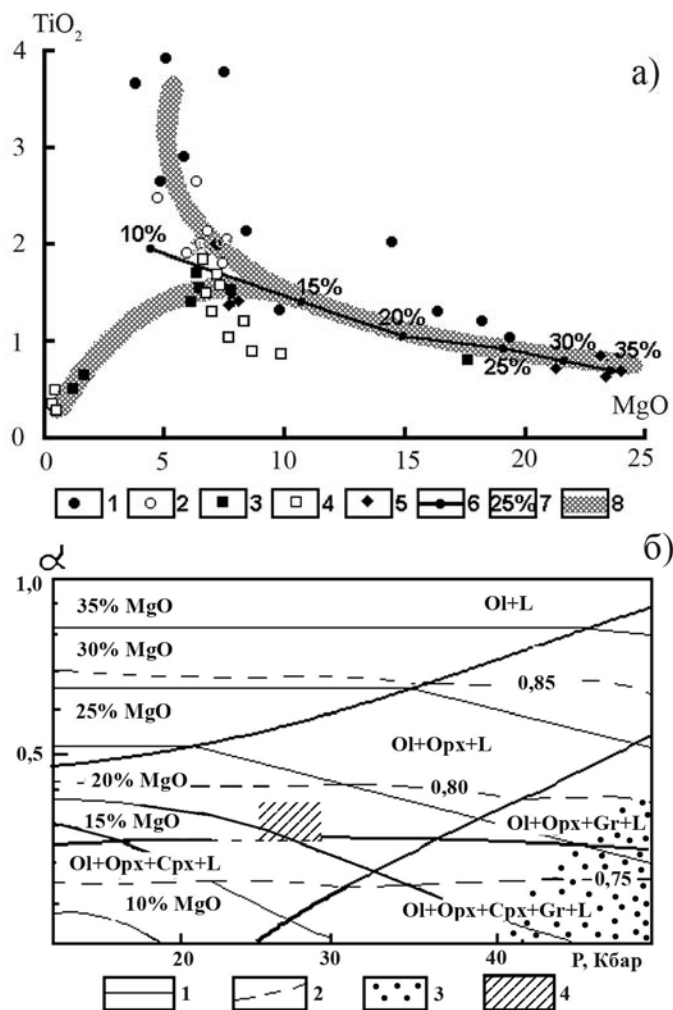
Переходя к характеристике общих закономерностей петрогенезиса магматических пород следует отметить, что, как это было показано нами ранее (Ковалев, Высоцкий, 1997), в их генезисе просматриваются две основные тенденции: 1) присутствие пород, являющихся непосредственными мантийными выплавками, к которым относятся тела диабаз-пикритового состава Лапыштинского комплекса и диабаз-пикритовая интрузия из основания Шатакского комплекса; 2) магматические породы, процесс образования которых обусловлен дифференциацией первичных расплавов в промежуточных очагах – машакские, шатакские и кувашские базальты, а также габброиды Кусинско-Копанского комплекса, причем интрузивные тела последнего, по своей сути и являются промежуточным очагом, верхние горизонты которого обнажены на дневной поверхности.

Для оценки условий мантийного петрогенезиса, на ряду с фактическими материалами были использованы эмпирические зависимости и математически обоснованные модели глубинного магнообразования. Корректность полученных результатов обусловлена применением двух независимых моделей расчетов [Nathan, Vankirk, 1978, Магматические..., 1987], а правомерность их использования для аналогичных целей обсуждалась в опубликованных ранее работах.

Результаты расчетов были нанесены на диаграмму  $TiO_2 - MgO$  (рис.), анализ которой показывает, что в эволюции среднерифейского магматизма просматриваются относительно четко выраженные общие тенденции, обусловленные глубинным петрогенезисом в условиях континентального рифтогенеза при меняющихся динамических параметрах развития системы. В общем виде эволюции среднерифейского магматизма практически полностью удовлетворяет тренд плавления мантийного субстрата, близкого по химическому составу к шпинелевому перидотиту. Причем средневзвешенные составы и эндоконтактовые породы Лапыштинского диабаз-пикритового, Шатакского пикродиабазового и расслоенного Кусинско-Копанского комплексов оказываются близки к 20-25% выплавкам из этого состава мантийного субстрата. В то же время, анализ диаграмм степень плавления ( $\alpha$ ) – давление (P) (см. рис. ) показывает, что поле генерации расплавов, сформировавших среднерифейские магматические комплексы, попадает в область устойчивости (в качестве реститовых парагенезисов) оливин-ортопироксеновой и отчасти оливин-ортопироксен-клинопироксеновой ассоциаций при давлении в очаге магногенерации 25-28 Кбар. Таким образом, все разнообразие магматических пород среднерифейского возраста может быть получено при плавлении мантийного субстрата близкого по химическому составу к шпинелевому перидотиту при 20-25% степени плавления и давлении в очагах магногенерации 25-28 Кбар.

В геодинамическом отношении этот процесс имел характер явления, свойственного локальному континентальному рифтогенезу без образования системы, в которой бы реализовывались условия формирования океанической коры, включающей в свой состав как базальты, со специфическими петрогеохимическими характеристиками, так и в различной степени истощенные гипербазиты. Отсутствие структурно-вещественных комплексов такого состава, а также относительно четко проявленная тенденция, направленная на формирование расслоенных вулcano-плутонических комплексов и глубоко дифференцированных промежуточных очагов контрастного базальт-риолитового состава, позволяет говорить о том, что проявление этого типа магматизма характеризует собой зарождение и развитие континентальной палеорифтогенной структуры. Обобщенный анализ геологических материалов позволяет говорить о том, что эволюция палеорифтогенной структуры характеризовалась своеобразной динамикой, которая заключалась в том, что максимальные растягивающие усилия были сосредоточены в ее центральной части, где сформировалась серия грабенообразных структур, заполняющихся грубо- и тонкозернистым терригенным материалом. При таком развитии событий в этой области должно наблюдаться (и наблюдается) максимальное развитие вулканизма при большом разнообразии продуктов его деятельности (интрузии, эффузивные и пирокластические фации), так как процесс раздвижения характеризуется хрупким раскалыванием верхних горизонтов коры с образованием

проницаемых зон, по которым происходит внедрение недифференцированных мантийных расплавов, которые уже в коровых условиях формируют дифференцированные тела.



**Рис. а)** – диаграмма  $TiO_2 - MgO$  для магматических пород среднерифейского возраста. 1-габброиды Кусинско-Копанского комплекса, 2-интрузивные диабазы Кургасского комплекса, 3-магматические породы Машакского комплекса (пикродиабазы, базальты, риолиты), 4-метабазальты и метариолиты Кувашского комплекса, 5-пикриты и диабазы Лапыштинского комплекса, 6-тренд изменения содержания окислов при плавлении шпинелевого лерцолита, 7-процент плавления, 8-тренд среднерифейского магматизма. **б)** – поля устойчивости различных фазовых ассоциаций в интервале плавления примитивного мантийного лерцолита в координатах степень плавления ( $\alpha$ )–давление (P) (по Магматические..., 1987) 1–линии равных значений атомных отношений  $Mg/(Mg+Fe)$ ; 2–изоплеты  $MgO$  в расплавах; 3–область, отвечающая расплавам с  $CaO > Al_2O_3$ , 4–область генерации расплавов, сформировавших среднерифейские комплексы.

Процессы дифференциации в промежуточном очаге и, возможно, контаминации в его верхней части, приводят к образованию магм, различающихся как по основности (базальты, риолиты), так и по геохимическим характеристикам. В этом случае, при «далеко зашедшем» раздвиге», но без полного разрыва сплошности континентальной коры, формирующиеся магматические породы будут обладать «промежуточными» (между типично океаническими и континентальными разновидностями) геохимическими характеристиками, что и наблюдается при анализе данных по машакским и шатакским базальтам [Ковалев, 2004].

Таким образом, приведенный выше материал показывает, что специфика геологического развития региона в среднерифейское время заключалась в локально проявленном и «незавершенном» рифтогенезе, что в англоязычной литературе получило название failed (неудавшийся) или aborted (прерванный) рифтогенез. Анализ пространственного расположения и динамических условий развития палеоструктуры, распространенности магматических комплексов в пределах региона и петрогенетических условий их формирования позволяет отдать

предпочтение активной модели рифтогенеза, динамика развития которого во многом определялась эволюцией мантийного субстрата.

### Список литературы

**Иванов С.Н., Коротеев В.А., Пучков В.Н., Иванов К.С.** Эволюция рифтовых систем Урала / Тектонические процессы // Докл. сов. геол. на XXVIII сесс. Межд. конгр. (Вашингтон, июль 1989). М.: Наука, 1989. С. 154-163.

**Ковалев С.Г.** Динамика формирования среднерифейской рифтогенной структуры (западный склон Южного Урала) // ДАН, 2004. Т. 396. № 2. С. 219-222.

**Ковалев С.Г.** Позднедокембрийский рифтогенез в истории развития западного склона Южного Урала // Геотектоника, 2008. № 2. С. 68-79.

**Ковалев С.Г., Высоцкий И.В.** К вопросу о геохимической специализации рифейского магматизма западного склона Южного Урала // Проблемы региональной геологии, нефтеносности, металлогении и гидрогеологии Республики Башкортостан // Мат-лы II Республиканской геологической конференции, Уфа. 1997. С. 167-169.

**Богатиков О.А., Богданова С.В., Борсук А.М.** и др. Магматические горные породы М.: Наука, 1987. Т. 6. 439 с.

**Nathan H.D., Vankirk C.K.** A model of magmatic crystallization // Petrol., 1978. V. 19. Pt. 1. P. 66-94.