

УДК 551.21:551.72:551.24

Эволюция магматизма в зоне перехода "океан-континент" в мезоархее и геодинамические следствия (на примере Центрально-Бунделкхандского зеленокаменного комплекса, Индия)

А.И. Слабунов¹, В.К. Сингх²¹ *Институт геологии КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия.*
slabunov@krc.karelia.ru² *Бунделкхандский университет, Джанси, Индия***Ключевые слова:** архей, субдукция, вулканы, Бунделкхандский кратон,

Зеленокаменные пояса архейских кратонов, как правило, состоят из вулканитов. Бунделкхандский кратон Индийского щита не является исключением (Singh, Slabunov, 2016). Кратон состоит, главным образом, из гранитоидов (ТТГ, микроклиновые граниты, санукитоиды), но в его структуре установлены Центрально- и Южно-Бунделкхандский зеленокаменные пояса (Singh, Slabunov, 2016 и ссылки там). Центрально-Бунделкхандский зеленокаменный пояс (ЦБЗП) простирается с запада на восток приметно на 150 км и пересекает кратон на два террейна. Земная кора этих террейнов существенно отличается по геоэлектрическим характеристикам, а зона зеленокаменных поясов маркируется как высокопроводящая, разделяющая их.

Супракрустальные образования ЦБЗП состоят из двух стратотектонических ассоциаций: ранней – мезоархейской (около 2.81 млрд лет), представленной тремя толщами 1) метабаазальт-ультрамафитовой, 2) метариолит-дацитовый и 3) железистыми кварцитами и поздней – неархейской (около 2,55 млрд лет), сложенной кислыми вулканитами. Контакты между толщами и ассоциациями тектонические. Структура ЦБЗП представляет собой тектонический коллаж. Важно отметить, что в южном борту зеленокаменного пояса установлено проявление метаморфизма эклогитовой фации, с возрастом около 2,8 млрд лет (Saha et al., 2011), т.е. близкого по возрасту к ранним кислым вулканитов. В зонах тектонических контактов проявляются метасоматические процессы с возрастом около 2,7 млрд лет. Эти тектоно-термальные события маркируют раннюю аккреционную стадию становления пояса. Окончательное его

формирование произошло в неархее около 2.5 млрд лет, после позднего субдукционно-аккреционного события (Слабунов и др. 2018).

Петрогеохимические особенности мезоархейских вулканитов и геодинамические обстановки их формирования

Базит-ультрамафитовая ассоциация представлена метаморфизованными массивными, шаровыми, миндалекаменными лавами и серпентинитовыми породами. Они классифицируются по соотношению $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O+K}_2\text{O}$ и $\text{FeO}^*\text{-MgO-Na}_2\text{O+K}_2\text{O}$ как базальты и андезибазальты толеитовой и реже известково-щелочной серий. На катионной диаграмме $\text{Fe}_t\text{+Ti-Mg-Al}$ (Jensen, 1976) эти породы соответствуют, главным образом, высоко-Mg базальтам, а также коматиитовым базальтам и коматиитам. Единичные составы ассоциации по соотношению $\text{TiO}_2\text{-MgO}$ сопоставляются с породами бонинитовой серии (Malviya et al., 2006). Среди ультрамафитов описаны серпентин-тремолит-хлоритовые породы с реликтами оливина (Fo^{81-83}) и хромистой шпинели (36-39 % Cr_2O_3), что позволило идентифицировать их как кумулятивные островодужные (Malviya et al., 2006). На спайдер-диаграмме нормированных по хондриту содержаний редких элементов в породах ассоциации отчетливо проявлены отрицательные аномалии Nb и Ti, характерные для субдукционных образований (Рис. 1а). На дискриминационных диаграммах Th-Zr-Nb, Th-Nf-Nb, Th-Nf-Ta, Ti-V составы базит-ультрамафитовой ассоциации также соответствуют породам, формирующимся в островодужной геодинамической обстановке. Анализ положения аналитических точек их составов на диаграмме Nb/Yb-Th/Yb (Pearce, 2008) дает основание полагать, что часть пород формировалась в субдукционной обстановке без континентально-коровой контаминации, а другая уже в условиях влияния архейской континентальной коры. Формирование базит-ультрамафитовой составляющей рассматриваемого комплекса связывается с субдукционными процессами в интра-океанической островодужной системе, эволюционирующей в дугу с континентальной корой в надсубдукционной области.

Базит-ультрамафитовый магматизм в рассматриваемой системе сменяется кислым. Мезоархейские кислые вулканиты классифицируются как известково-щелочные дациты, реже риолиты. Содержание РЗЭ характеризуется (Рис. 1б): умеренной дифференциацией ($\text{La}_N/\text{Yb}_N = 7-11$), проявлением небольшой отрицательной Eu аномалии ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,47-0,95$) и четких негативных Nb и Ti

аномалий, характерных для субдукционных вулканитов. На дискриминационных диаграммах Rb-Y+Nb, Nb-Y, Rb-Ta+Yb, Ta-Yb фигуративные точки составов кислых вулканитов также находятся в поле островодужных образований.

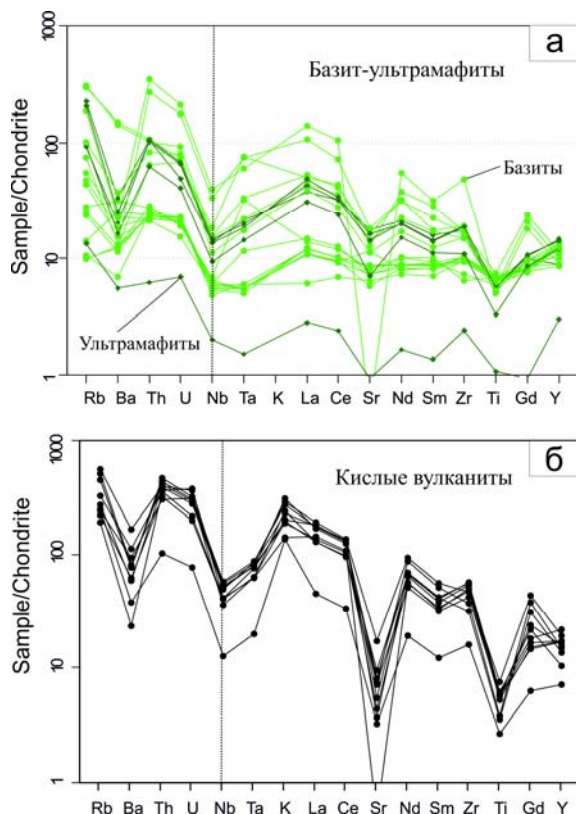


Рис. 1 – Нормированные по хондриту (Sun et al., 1980) содержания элементов в мезоархейских базит-ультрамафитах (а) и кислых вулканитах (б) Центрально-Бунделкхандского зеленокаменного пояса.

При этом мезоархейские (около 2,8 млрд лет) кислые вулканиты контаминированы древним коровым веществом, о чем свидетельствуют содержащиеся в них ксеногенные цирконы с возрастом 3,2 млрд лет (Singh, Slabunov, 2016). Этот факт предполагает существование в основании островной дуги древней континентальной коры (Рис. 2). Это мог быть ее фрагмент, сложенный 3,6-3,2 млрд лет гранитоидами Бунделкхандского кратона, который в составе субдуцирующей плиты подошел к зоне субдукции, вызвал ее перескок и стал частью надсубдукционной плиты (Рис. 2).

Таким образом, особенности состава вулканитов ЦБЗП позволяют предполагать, что в мезоархее здесь существовала зона субдукции, которая на ранних стадиях развивалась в режиме интра-океанической островной дуги, а на более поздних – в режиме зрелой островной дуги, которая в начале неархеей приключилась к

океану (в современной системе координат) континентальному блоку, маркируя завершение раннего цикла развития системы океан-континент в этом регионе (Рис. 2).

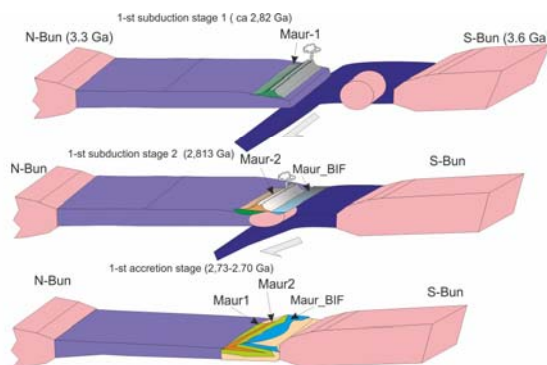


Рис. 2 – Геодинамическая модель эволюции земной коры Бунделкхандского кратона (Индия) в мезоархее и раннем неархее (Слабунов и др. 2018).

Благодарности

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 17-55-45005 ИНД-а).

Список литературы

- Слабунов, А.И., Синг, В.К., Светов, С.А. (2018) Эволюция земной коры Бунделкхандского кратона Индийского щита и геодинамические процессы в архее. Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии. Материалы L Тектонического совещания. Том II. М.: ГЕОС. С. 193–196.
- Malviya, V.P., Arima, M., Pati, J.K., Kaneko, Y. (2006) Petrology and geochemistry of metamorphosed basaltic pillow lava and basaltic komatiite in the Mauranipur area: subduction related volcanism in the Archean Bundelkhand craton, Central India. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*. Vol. 101. P. 199–217. DOI:10.2465/jmps.101.199
- Pearce, J.A. (2008) Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust. *Lithos*. Vol. 100. P. 14–48. DOI:10.1016/j.lithos.2007.06.016
- Saha, L., Pant, N.C., Pati, J.K. et al. (2011) Neoproterozoic high-pressure margarite-phengitic muscovite-chlorite corona mantled corundum in quartz-free high-Mg, Al phlogopite-chlorite schists from the Bundelkhand craton, north central India. *Contributions to Mineralogy and Petrology*. Vol. 161. P. 511–530. DOI: 10.1007/s00410-010-0546-7
- Singh, V.K., Slabunov, A. (2016) Two types of Archaean supracrustal belts in the Bundelkhand craton, India: geology, geochemistry, age and implication for craton crustal evolution. *Journal of the Geological Society of India*. Vol. 88. P. 539–548. DOI: 10.1007/s12594-016-0519-1