

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МЕЗО- И НЕОАРХЕЕ ЗЕМЛИ: ВЗГЛЯД С ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО И ЮЖНО-АФРИКАНСКОГО ЩИТОВ

Слабунов А.И.

Институт геологии КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия, slabunov@krc.karelia.ru

На современной Земле глобальные геодинамические процессы реализуются в литосфере в виде спрединговых, континентально-рифтогенных, субдукционных, коллизионных и внутриплитных (плюмгенерированных) геодинамических систем. Каждая из них, благодаря комплексным геологическим, петрологическим, геофизическим исследованиям, охарактеризована проявлениями магматизма, метаморфизма, осадконакопления, а также состоянием литосферы и всей мантии. Эти данные позволили сформулировать современную геодинамическую парадигму – теорию литосферных плит и мантийных плюмов. Если мы правильно понимаем взаимосвязь состояния геосфер с их геологическими проявлениями, то можем распространять наши знания о современной Земле на прошлое до тех пор, пока встречаем сходные геологические комплексы.

Безусловно, что архейские комплексы имеют определенное своеобразие (Розен и др., 2008; Brown, 2007; Hunein, Moyn, 2012) по особенностям строения (гранит-зеленокаменные и гранулит-гнейсовый области), набору входящих в их состав пород (гранитоиды тоналит-трондемит-гранодиоритового состава, коматииты, санукитоиды, полосчатые железистые кварциты), по отсутствию ряда комплексов (например, пока не найдены архейские глаукофановые сланцы) и редкостью других (например, архейских пород эклогитовой фации). Петрологические исследования древнейших океанических комплексов показывают, что одна из важных особенностей архейской океанической коры заключалась в том, что она была существенно (25–30 км, против современных 7 км) более мощной (Herzberg, 2004). Конечно же, и реализация главных геодинамических процессов в архее могла быть своеобразной, но чтобы это понять, необходимо анализировать и сравнивать конкретные региональные материалы.

При этом выводы о геодинамических процессах на ранней Земле приобретают должную обоснованность, когда базируются на анализе материалов по различным структурам. Для оценки особенностей геодинамики Земли в мезо- и неoarхее в настоящем докладе проводится сравнительный анализ соответствующих геологических комплексов двух очень разных по строению щитов: Фенноскандинавского и Южно-Африканского.

В составе Фенноскандинавского и Южно-Африканского щитов существуют древние ядра, к которым примыкают комплексы протерозойских орогенов. Крупными структурами рассматриваемых щитов, содержащих мезо- и неoarхейские комплексы, являются Карельский и Каапваальский кратоны и подвижные пояса Беломорский и Лимпопо. Эти образования, в свою очередь, не являются однородными и состоят из отдельных террейнов и блоков (Слабунов и др., 2011; Anhaeusser, 2006; McCarthy, Rubidge, 2005), отличающихся историей становления. В каждом из них выделяется древнее ядро: в пределах Карельского кратона – это центр Водлозерского блока, где корообразующие процессы происходили в период 3.24 (3.8 ?) – 3.1 млрд лет (Куликов и др., 2017 и ссылки там), а в мезоархее (2.86 млрд лет) сформировался Маткалахтинский зеленокаменный пояс, сложенный кварцит-коматиитовой толщей континентально-рифтогенной природы (Кожевников и др., 2006), на Каапваальском – блок (провинция) Свазиленд, формирование континентальной земной коры которого началось 3.7 млрд лет назад, а с 3.1 млрд лет на ней начал формироваться осадочный чехол в рифтогенном бассейне Понгола, а позднее Доминион Риф (Johnson et al., 2006). К древним ядрам кратонов в ходе субдукционно-аккреционных процессов приключались новые террейны. В пределах Карельского кратона первый эпизод этих событий запечатлен мезоархейскими (3.0–2.80 млрд лет) гранит-зеленокаменными комплексами (Водлозерско-Сегозерским и Кенозерским), составляющими периферию Водлозерского блока, а в неoarхее в ходе еще двух эпизодов завершается формирование крато-

на (Светов, 2005). В Беломорской провинции (БП) Фенноскандинавского щита сохранился поразительно полный для архейских структур набор магматических (гранитоиды ТТГ ассоциации и лейкограниты S-типа, матавулканы известково-щелочной, толеитовой, коматиитовой, бонинитовой, адакитовой серий), метаморфических (породы эклогитовой, гранулитовой, амфиболовой фаций) комплексов, в сочетании с проявлениями покровной тектоники (Володичев, 1990; Володичев и др., 2004; Глебовицкий и др., 1996; Слабунов, 2008). Корреляция этих комплексов позволила выделить разновозрастные латеральные ряды и на их основе реконструировать спрединговую, субдукционную и коллизионную геодинамические обстановки (Бибикова и др., 2004; Слабунов и др., 2006 и ссылки там). Следует отметить, что супрасубдукционные офиолиты Ириногорского комплекса позволяют оценить потенциальную температуру архейской мантии в 1630 °С (выше современной более чем на 250 градусов), а мощность океанической коры в 25–30 км (Shchipansky, 2016).

На Каапваальском кратоне к блоку Свариленд с севера приключаются террейны Витватерсранд и Питерсбург, сложенный мезоархейскими (3.25–3.0 млрд лет) гранит-зеленокаменными комплексами, а к западу от него формируется новый блок – Кимберли (Anhaeusser, 2006). Последний входит в состав кратона только в неоархее около 2.76 млрд лет. Среди проявлений неоархейской эндогенной активности, обнаруженных на рассматриваемых кратонах, выделяются пояса гранулитовых (эндербит-чарнокитовых) комплексов: на Карельском кратоне (Слабунов и др., 2011) это Онежский (2.74–2.7 млрд лет), Тулосский (2.70 млрд лет), Вокनावолокский (2.74 млрд лет), на Каапваальском – Мкхондо (2.73 млрд лет) (Hofmann et al., 2015 и ссылки там).

Несмотря на имеющееся сходство в развитии кратонов, хорошо заметно и важное отличие: в пределах Каапваальского – начиная с мезоархея (3.1 млрд лет) и на протяжении более 1 млрд лет, существовали осадочные с вулканитами, наиболее вероятно, рифтогенной природы, бассейны: Доминион, Понгола, Витватерсранд, Венгерсдорп, Трансвааль. Развитие ряда из них сопровождалось образованием роев даек с возрастными 2.95 млрд лет, 2.7 млрд лет, 1.8 млрд лет (Slabunov et al., 2012 и ссылки там), но не происходило разрыва сплошности литосферы.

Основные выводы. Среди мезо-неоархейских комплексов на обоих щитах существенную роль играют вулканогенные и осадочные образования, входящие в состав зеленокаменных поясов, имеющих черты сходства с субдукционными и рифтогенными комплексами, особенности неоархейских метаморфических процессов в поясах Беломорском и Лимпопо согласуются с коллизионной природой этих структур, которые, вероятно, были элементами единой коллизионной сутуры суперконтинента Кенорленд (Лубнина, Слабунов, 2017). Отличительной особенностью Южно-Африканского щита является существование в его пределах крупного длительно развивавшегося (с 3 до 2 млрд лет) осадочного бассейна (Понгола-Витватерсранд-Трансваальского), в котором фиксируется проявление плюмовой активности.

Таким образом, мезо-неоархейские геологические комплексы Фенноскандинавского и Южно-Африканского щитов указывают на то, что среди определяющих строение литосферы геодинамических процессов, начиная с 3 млрд лет, проявлены субдукционные, коллизионные, рифтогенные, плюмовые и спрединговые. Эти процессы имели значительные черты сходства с фанерозойскими, но, по-видимому, происходили с участием более мощной океанической литосферы.

Список литературы

1. Бибикова Е.В., Богданова С.В., Глебовицкий В.А. и др. Этапы эволюции Беломорского подвижного пояса по данным U-Pb циркононой геохронологии (ионный микрозонд NORDSIM) // Петрология. 2004. № 3. С. 227–244.
2. Володичев О.И. Беломорский комплекс Карелии (геология и петрология). Л.: Наука. 1990. 248 с.
3. Глебовицкий В.А., Миллер Ю.В., Другова Г.М. и др. Структура и метаморфизм Беломоро-Лапландской коллизионной зоны // Геотектоника. 1996. № 1. С. 63–75.
4. Куликов В.С., Светов С.А., Слабунов А.И. и др. Геологическая карта Юго-восточной Фенноскандии масштаба 1 : 750 000: новые подходы к составлению // Труды Карельского НЦ РАН. Серия Геология декабря. 2017. № 2. С. 3–41.

5. Кожневиков В.Н., Бережная Н.Г., Пресняков С.Л. и др. Геохронология циркона (SHRIMP-II) из архейских стратотектонических ассоциаций в зеленокаменных поясах Карельского кратона: роль в стратиграфических и геодинамических реконструкциях // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2006. Т. 14. № 3. С. 19–41.
6. Лубнина Н.В., Слабунов А.И. Карельский кратон в структуре неоархейского суперконтинента Кенорленд: новые палеомагнитные и изотопно-геохронологические данные по гранулитам Онежского комплекса // Вестник Московского государственного университета. Серия Геология. 2017. № 5. С. 3–15.
7. Розен О.М., Щипанский А.А., Туркина О.М. Геодинамика ранней Земли: эволюция и устойчивость геологических процессов (офиолиты, островные дуги, кратоны, осадочные бассейны). М: Научный мир. 2008. 184 с.
8. Светов С.А. Магматические системы перехода океан-континент в архее восточной части Фенноскандинавского щита. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2005. 230 с.
9. Слабунов А.И. Геология и геодинамика архейских подвижных поясов (на примере Беломорской провинции Фенноскандинавского щита). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. 298 с.
10. Слабунов А.И., Лобач-Жученко С.Б., Бибикина Е.В. и др. Архей Балтийского щита: геология, геохронология, геодинамические обстановки // Геотектоника. 2006. № 6. С. 3–32.
11. Слабунов А.И., Хёлтта П., Шаров Н.В., Нестерова Н.С. 4-D модель формирования земной коры Фенноскандинавского щита в архее как синтез современных геологических данных // Геология Карелии: от архея до наших дней. Материалы конференции, посвященной 50-летию ИГ КарНЦ РАН. Петрозаводск: ИГ КарНЦ РАН. 2011. С. 13–21.
12. Anhaeusser C.R. A re-evaluation of Archaean intracratonic terrane boundaries on the Kaapvaal Craton, South Africa: collisional suture zone. In Reimold, W.U. and Gibson, R.I. (Editors). Processes on the Early Earth. Geological Society of America. Special Paper 405. 2006. P. 193–210.
13. Brown M. Metamorphic Conditions in Orogenic Belts: A Record of Secular Change // International Geology Review. 2007. Vol. 49(3). P. 193–234.
14. Herzberg C. Geodynamic information in peridotite petrology // J. Petrology. 2004. V. 45. P. 2507–2530.
15. Hofmann A., Kröner A., Xie H., Hegner E., Belyanin G., Kramers J., Bolhar R., Slabunov A., Reinhardt J., Horváth P. The Nhlngano gneiss dome in south-west Swaziland – A record of crustal destabilization of the eastern Kaapvaal craton in the Neoarchaean // Precambrian Research. 2015. V. 258. P. 109–132.
16. Hunen J. van, Moyen J.-F. Archean Subduction: Fact or Fiction? // Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 2012. V. 40. № 1. С. 195–219.
17. Johnson M.R., Anhaeusser C.R., Thomas R.J. (Editors). The Geology of South Africa. 2006.
18. Moyen J.-F., Laurent O. Archaean tectonic systems: A view from igneous rocks // Lithos. 2018. V. 302–303. С. 99–125.
19. McCarthy T.S., Rubidge B. The Story of Earth and Life: A Southern African Perspective on a 4.6-Billion-year Journey. Struik Publishers: Cape Town. 2005. 333 p.
20. Shchipansky A.A. Boninites through time and space: petrogenesis and geodynamic settings // Geodynamics & Tectonophysics. 2016. V. 7 (2). P. 143–172.
21. Slabunov A., Hofmann A., Lubnina N. et al. Comparison of crustal evolution of the Karelian (NW Russia) and Kaapvaal (RSA) Cratons in Meso- to Neoarchaean times // Craton Formation and Destruction. Abstract volume. University of Johannesburg, South Africa. 2012. P. 36–37.

НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ САБЛИНО, РЕКИ ПОПОВКА, ПРИРОДНОГО МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «ПАРК МОНРЕПО», РЕКИ ОРЕДЕЖ (ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Аверина А.Е.

Санкт-Петербургский Горный университет, vip.koshikova@mail.ru

На протяжении летнего периода студентами кафедры геоэкологии Санкт-Петербургского Горного института проводилось обследование важных с геологической точки зрения объектов природы.

Задачи практики:

- 1) ознакомление с основами полевых геологических, гидрогеологических и геоморфологических наблюдений;
- 2) овладение навыками работы с горным компасом с целью измерения элементов залегания геологических объектов и ориентирования на местности;