

ДИНАМИКА КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ КОЛЛИЗИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В.С. Захаров, С.П. Завьялов, А.И. Карпенко, Т.А. Синева

Цель работы – сопоставление характера и особенностей континентальной коллизии в докембрии и фанерозое на основе численного моделирования тектонических, термомеханических и петрологических процессов.

Фундаментальным различием между докембрийскими и фанерозойскими коллизионными орогенами является температура верхней мантии, которая контролирует ее прочность. Континентальная субдукция возможна только в случае жесткой литосферной мантии, которая характеризуется температурным режимом, близким к современному. В фанерозойских коллизионных системах обычно выявляется метаморфизм сверхвысоких давлений (УНРМ) в погруженной и затем эксгумированной части континентальной коры. Докембрийские коллизионные пояса в своём большинстве содержат большие комплексы метаморфических пород, образовавшихся при высоких температурах и низких давлениях [6,7]. Однако обнаружение УНРМ в породах Гридинского комплекса (Карелия) с возрастом 2–2.6 млрд. лет [5] нуждается в объяснении и предложении моделей.

Для моделирования континентальной коллизии использовался программный код, предназначенный для 2D термомеханического моделирования геодинамических процессов [4]. Моделирование коллизии с параметрами, соответствующими современным значениям, дает погружение континентальной коры на глубины около 150 км. Затем большой блок континентальной коры отрывается от субдуцирующейся литосферы и быстро поднимается вверх по сдвиговым зонам. При этом происходит сверхбыстрая (в течение 0.2–0.4 млн. лет) эксгумация метаморфических комплексов сверхвысоких давлений (УНРМ). Модельные P-T-t тренды имеют направление вращения по часовой стрелке.

Для исследования возможных изменений в стиле коллизии от докембрия к фанерозою проводилась серия численных экспериментов, в которых параметры модели варьировались в соответствии с изменениями геодинамических условий на разных этапах развития Земли в соответствии с оценками [2,3]. В качестве основных параметров, влияющих на стиль коллизии, принимались температура верхней мантии, радиогенная теплогенерация, мощность и плотность континентальной литосферы, определяющая ее плавучесть.

Предварительные результаты моделирования показывают, что смена стиля коллизии происходит, когда температура в верхней мантии примерно на 100–120°C выше современного значения. Ключевым отличием от современного стиля коллизии является наличие между двумя континентальными плитами горячей мантии, что исключает континентальную субдукцию и, следовательно, образование метаморфических пород сверхвысокого давления. Такие значения, согласно современным моделям эволюции Земли, соответствуют условиям неопротерозоя.

В нескольких вариантах моделей рассматривалась «принудительная» (т.е. с продолжающей действовать силой заталкивания после полной субдукции океанской литосферы) коллизия для параметров, соответствующих условиям докембрия. В этих случаях стиль модельной коллизии был схож со стилем фанерозойской коллизии, происходило частичное погружение континентальной коры с последующей эксгумацией. Подобный подход может помочь в объяснении образования УНРМ пород в палеопротерозойских коллизионных комплексах.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №13-05-01033 и с использованием ресурсов суперкомпьютерного комплекса МГУ имени М.В. Ломоносова [1].

Литература:

1. Воеводин Вл.В., Жуматий С.А., Соболев С.И. и др. Практика суперкомпьютера «Ломоносов» // Открытые системы. СУБД. 2012. № 7. С. 36–39.
2. Abbott D., Burgess L., Longhi J., Smith W.H.F. An empirical thermal history of the Earth's upper mantle // Journal of Geophysical Research. 1994. Vol. 99. B7. P. 13835–13850.
3. Djomani Y.H.P., O'Reilly S.Y., Griffin W.L., Morgan P. The density structure of subcontinental lithosphere through time // Earth and Planetary Science Letters. 2001. Vol. 184. P. 605–621.
4. Gerya T.V., Yuen D.A. Characteristics-based marker-in-cell method with conservative finite-differences schemes for modeling geological flows with strongly variable transport properties // Phys. Earth Planet. Interiors. 2003. Vol.140. P.295–320.
5. Perchuk A.L., Morgunova A.A. Variable P–T paths and HP-UHP metamorphism in a Precambrian terrane, Gridino, Russia: Petrological evidence and geodynamic implications // Gondwana Research. 2014. Vol. 25, № 2. P.614–629. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gr.2012.09.009>.
6. Sizova E., Gerya T., Brown M., Perchuk L.L. Subduction styles in the Precambrian: Insight from numerical experiments // Lithos. 2010. Vol.116. P.209–229.
7. Sizova E.V., Gerya T.V., Brown M. Contrasting styles of Phanerozoic and

Precambrian continental collision // Gondwana Research. 2014. Vol.25. P.522–545. doi:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.gr.2012.12.011>.