

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ ТЕКТОНИКИ И ГЕОДИНАМИКИ  
ПРИ ОНЗ РАН  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
НАУКИ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК (ГИН РАН)  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ им. М.В.ЛОМОНОСОВА

# **ТЕКТОНИКА СОВРЕМЕННЫХ И ДРЕВНИХ ОКЕАНОВ И ИХ ОКРАИН**

**Материалы XLIX Тектонического совещания,  
посвященного 100-летию академика Ю.М. Пушаровского**

**Том 2**

Москва  
ГЕОС  
2017

4. Косько М.К., Авдюничев В.В., Ганелин В.Г. и др. Остров Врангеля: геологическое строение, минералогия, геоэкология. СПб.: Изд-во ВНИИОкеангеология, 2003. 137 с.

5. Косько М.К., Непомилуев В.Ф. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 200000. Серия Новосибирские острова. Листы S\_54\_I, II, III. Л.: ВСЕГЕИ, 1982.

6. Морозов А.Ф., Петров О.В., Шокальский С.П. и др. Новые геологические данные, обосновывающие континентальную природу области Центрально-Арктических поднятий // Региональная геология и металлогении. 2013. № 53. С. 34–55.

7. Avkhimovich V.I., Tchibrikova E.V., Obukhovskaya T.G. et al. Middle and Upper Devonian miospore zonation of Eastern Europe // Bull. Centres Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine. 1993. № 17. P. 79–147.

8. Sherwood K.W., Johnson P.P., Craig I.D. et al. Structure and stratigraphy of the Hanna Trough, U.S. Chukchi Shelf / Miller E.L., Grantz A., Klempner S.L. (eds.). Tectonic evolution of the Bering Shelf Chukchi Sea Arctic Margin and adjacent landmasses // Geol. Soc. Amer. Spec. Paper 360. 2002. P. 39–66.

---

**В.В. Славинский<sup>1</sup>**

## **Регулирование суперконтинентальными циклами тепломассопотерь суперплюмов**

Гигантские Африканский и Тихоокеанский суперплюмы и структуры гораздо меньших размеров у основания мантии сложены реликтовым веществом, сохранившимся с конца главного раннего этапа дифференциации мантии Земли [1, 2]. Согласно солидусным температурам мантии под литосферой южноафриканского архейского Каапваальского кратона 4.2 млрд лет назад, рассчитанным по данным термобарометрии мантийных ксенолитов и включений в алмазах, ранний этап дифференциации завершился не позднее этого времени образованием гидросферы и континентальной литосферы многочисленными очень большими мантийными плюмами. "Суперплюмовое" вещество – наименее истощенное несовместимыми элементами и летучими компонентами и наиболее горячее вещество нижней мантии, так как оно избежало истощения и охлаждения субдуцированными океаническими плитами и потому нагрето относительно окружающей мантии теплогенерирующими изотопами сильно несовместимых элементов U, Th и K. Восходящие потоки "суперплюмового" вещества поддерживают ячеистую конвек-

---

<sup>1</sup> Геологический институт (ГИН) РАН, Москва, Россия; slavinsky@ilran.ru

цию в мантии Земли, а его диапиры, поднимающиеся к основанию литосферы, вызывают внутриплитный (плюмовый) магматизм [1].

Погружение океанических плит в нижнюю мантию без длительной задержки у фазовой границы на глубине ~660 км и образование суперконтинентов стали возможными не ранее ~3.1 млрд лет назад [3]. Граница верхней и нижней мантии определяется глубинами астеносферных конвективных ячеек. Поэтому она химическая, её глубина сильно меняется по латерали и увеличивается из-за векового охлаждения мантии Земли. В настоящее время эта граница проходит в интервале глубин 900–1100 км, в среднем на глубине ~1000 км [1].

Почти антиподные по положению и близкие по массе Африканский и Тихоокеанский суперплюмы столь велики в связи с максимальным удалением их от зон субдукции за счёт суперконтинентальных циклов – попеременного образования и распада центрированных над ними суперконтинентов (в скобках время существования в млрд лет назад): Колумбии (~1.6 – ~1.8) и Пангеи (~0.18 – ~0.32) над Африканским суперплюмом, Кенорленда (~2.45 – ~2.7) и Родинии (~0.8 – ~1.0) над Тихоокеанским суперплюмом.

Посредством суперконтинентальных циклов непрерывно сокращалась протяжённость срединно-океанических хребтов, поскольку каждый суперконтинент распадался на меньшее число больших по размерам континентов, чем предшествовавший ему суперконтинент. В результате уменьшались тепломассопотери суперплюмов, связанные с образованием новой океанической литосферы в срединно-океанических хребтах и перемещением литосферных плит. К тому же при распаде суперконтинентов возникали плиты, состоявшие из континентальной и океанической литосферы, движение которых, как правило, медленнее движения чисто океанических плит и потому вызвано менее интенсивной подлитосферной конвекцией, сопряжённой с меньшими тепломассопотерями суперплюмов.

Суперконтинент всегда образовывался над относительно ослабленным суперплюмом, который охладился и потерял в массе больше, чем его антипод. Место для нового суперконтинента освобождалось благодаря субдукции океанических плит. Длительность суперконтинентальных циклов сборки Колумбии, Родинии и Пангеи (~0.9, ~0.8 и ~0.7 млрд лет соответственно) показывает, что каждый суперконтинент собирался на ~0.1 млрд лет быстрее, чем его предшественник, из-за постоянного уменьшения числа составлявших его континентов. Новый суперконтинент Амазия возникнет через ~0.3 млрд лет и будет центри-

рован над Тихоокеанским суперплюмом, ослабленным в современном суперконтинентальном цикле Пангея – Амазия.

Тепломассопотери суперплюмом минимальны во время пребывания над ним суперконтинента. Тогда суперплюм особенно сильно нагревался радиоактивным распадом его изотопов U, Th и K, поднимался и продуцировал восходящие горячие потоки и плюмовые диапиры, раскалывавшие суперконтинент преимущественно по утонённой литосфере части древних коллизионных зон.

В течение суперконтинентального цикла радиогенный нагрев суперплюмов не уравновешивается охлаждением их горячими потоками и плюмовыми диапирами. Положительный тепловой дисбаланс приводит к нагреву и подъёму (активизации), а отрицательный – к охлаждению и опусканию (пассивизации) суперплюмов. "Суперплюмовое" вещество отличается повышенной композиционной (химической) плотностью по сравнению с веществом окружающей нижней мантии за счёт большего содержания Fe как умеренно несовместимого элемента и пониженной термической плотностью из-за более высоких температур. Активизация суперплюмов вызывает динамические поднятия поверхности Земли (одноимённые супервалы), мощный внутриплитный магматизм, интенсивные спрединг океанической литосферы и субдукционный магматизм.

В первой половине современного суперконтинентального цикла наблюдаются два периода активизации Тихоокеанского и Африканского суперплюмов. В первый период высокая активность Тихоокеанского суперплюма вызвала огромный (охвативший ~1 % площади земной поверхности) аптский ( $120 \pm 5$  млн лет) платобазальтовый вулканизм (плато Онтонг-Джава, Манихики и Хикуранги, бассейны Науру, Восточно-Марианский и Центрально-Тихоокеанский) и ускоренное движение плит Тихоокеанской, Изанаги, Феникс и Фараллон в Тихоокеанском бассейне.

Активизация Африканского суперплюма в первый период привела к динамическому подъёму поверхности Южной Африки (120–130 млн лет) и образованию его дочерними плюмами крупных магматических провинций: плюмом Тристан-да-Кунья – траппов Парана–Этендека, Южная Америка и Юго-Западная Африка (131–135 млн лет); плюмом Кергелен – базальтов Банбери, Юго-Западная Австралия (123–132 млн лет), траппов Раджмахал и Силхет, Восточная Индия (117–118 млн лет), базальтов южной части плато Кергелен (110–119 млн лет). Она стала причиной раскола мегаконтинента Гондвана путём раскрытия Индийского (с ~136 млн лет) и Южно-Атлантического (с ~132 млн лет) океанических бассейнов. Максимальное со времени образования Пангеи увеличение глобальной средней абсолютной скорости литосферных плит в интервале 120–140 млн лет назад [4] явилось следствием почти

одновременной активизации Тихоокеанского и Африканского суперплюмов, которая обусловлена их общим происхождением, одним составом и мало различающимися массами.

Подъём поверхности Южной Африки с ~30–35 млн лет назад отвечает времени заложения Африканского супервала, динамически поддерживаемого Африканским суперплюмом во второй период его активизации, продолжающийся до настоящего времени. Восточно-Африканская рифтовая система, связанная с Африканским суперплюмом, стала формироваться с 35–45 млн лет назад. Производным Африканского суперплюма является и плюм Афар – источник платобазальтового магматизма в Эфиопии, Эритрее и Йемене в течение последних 30 млн лет.

Существование современного Тихоокеанского супервала указывает на второй период активизации Тихоокеанского суперплюма, который начался, судя по возрастам внутриплитных вулканов, не ранее ~30 млн лет назад [5]. Тихоокеанский суперплюм охладился сильнее и потерял больше массы, чем Африканский суперплюм, и потому его повышенная активность наступила позднее и до сих пор вызывает более слабый внутриплитный магматизм.

### *Литература*

1. *Славинский В.В.* Конвекция в мантии Земли // Тектоника, геодинамика и рудогенез складчатых поясов и платформ. Материалы 48-го Тектонического совещания: Тез. докл. М.: ГЕОС, 2016. Т. 2. С. 170–174.
2. *Dziewonski A.M., Lekic V., Romanowicz B.A.* Mantle anchor structure: an argument for bottom up tectonics // *Earth Planet. Sci. Lett.* 2010. V. 299, № 1–2. P. 69–79.
3. *Shirey S.B., Richardson S.H.* Start of the Wilson cycle at 3 Ga shown by diamonds from subcontinental mantle // *Science.* 2011. V. 333, № 6041. P. 434–436.
4. *Müller R.D., Seton M., Zahirovic S., Williams S.E. et al.* Ocean basin evolution and global-scale plate reorganization events since Pangea breakup // *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 2016. V. 44. P. 107–138.
5. *Koppers A.A.P., Staudigel H., Pringle M.S., Wijbrans J.R.* Short-lived and discontinuous intraplate volcanism in the South Pacific: hot spots or extensional volcanism? // *Geochem. Geophys. Geosyst.* 2003. V. 4, № 10. P. 1–49.