

УДК 551.241

ПРИРОДА ОСОБОГО СТРУКТУРНОГО ПОЛОЖЕНИЯ АНТАРКТИДЫ

Н.И. Павленкова

Институт физики Земли РАН, Москва, 123995, Б.Грузинская, 10, Россия, ninapav@ifz.ru

Реферат. Две специфические структурные особенности характерны для континента Антарктида. Это – его положение на Южном полюсе, строго симметричное относительно Арктического океана, и наличие окружающего континент кольца океанических рифтов с ответвляющимися от него срединно-океаническими хребтами. Формирование этих регулярных структурных особенностей трудно согласовать с хаотичным движением литосферных плит, но достаточно строго может быть описано с позиций предложенной автором ротационно-флюидной концепции. По этой концепции существуют два главных источника энергии глобальной геодинамики: дегазация Земли (флюидная адвекция) и изменения в характере вращения Земли. Выделяются три основные стадии развития тектоносферы. В архее и протерозое несколько крупных континентов сформировалось по палеомагнитным данным в Южном полушарии. По геохимическим данным известно, что формирование континентальной литосферы происходит из мантийного вещества, насыщенного флюидами, следовательно, в это время максимальный поток глубинных флюидов был в Южном полушарии. Образование мощной континентальной литосферы должно было привести к асимметрии планеты и к относительному смещению центров масс земных сфер. Для восстановления равновесия в палеозое началось вращение мантии вокруг ядра и перемещение континентальных масс на север. Но это перемещение создало новую неравновесную систему. В результате в мезозое началось расширение Южного полушария. Это расширение привело к формированию регулярной системы срединно-океанических хребтов, образующих кольцо вокруг Антарктиды. На последней стадии развития восстановление баланса масс осуществляется за счет роста континента Антарктиды в южном полушарии и разрушения земной коры Арктики.

Ключевые слова: Антарктика, срединно-океанические хребты, литосфера, вращение мантии.

Summary. Two specific structural features are typical for the Antarctica continent. These are its position in the South Pole area with strong symmetry relatively the Arctic Ocean, and a system of the oceanic ridges forming a ring around Antarctica with regular sprigs of mid-oceanic ridges. The origin of these regular structures is difficult to conform to chaotic movement of the lithosphere plates but it may be explained by the fluids-rotation conception proposed by the author. The conception supposes two main energy sources of the global tectonics: the degasification of the Earth (the fluids advection) and changes in the Earth rotation. Three basic stages of the tectonosphere formation are distinguished by the conception. Judging by the paleomagnetic data in Archean-Proterozoi several blocks of thick continental lithosphere were formed in the southern hemisphere. Geochemical studies show that the continental lithosphere was formed in from the mantle matter with large contents of fluids and it means that the intensive deep fluid flow has been at that time in the southern hemisphere. The formation of the thick lithosphere has led to asymmetry of a planet and to the relative displacement of the mass centers of the Earth's spheres. That resulted in turning of the mantle around the core in Paleozoic with movement of the continental hemisphere to the north. Rotation of the mantle around the core created a new no equilibrium system. Therefore in Mesozoic era an expansion of the southern hemisphere began. Such expansion created the regular system of the mid-oceanic ridges forming a ring around Antarctica. Supposedly at the last stage the formation of the Antarctica continent on South Pole and destruction of a continental crust on the northern hemisphere (formation of the Arctic Ocean) took place to mount on the mass center balance.

Key words: Antarctica, mid-oceanic ridges, lithosphere, mantle rotation.

1. Введение

Наиболее яркой отличительной особенностью Антарктиды является ее положение на Южном полюсе, строго симметричное относительно Арктики. Северный Ледовитый океан и континент Антарктида удивительно похожи и по размерам, и по общим очертаниям, но противоположны в форме рельефа и в структуре земной коры. Земная кора Антарктиды имеет, как и на других континентах, толщину более 30 км и мощный (до 10 км) гранито-гнейсовый слой со средней сейсмической скоростью около 6.0 км/с. Земная кора в океанических впадинах Арктики тонкая (до 10 км) и высокоскоростная (6.5 км/с). Как и для других континентов, для Арктики характерна мощная литосферы, которая выражена в наличии положительной аномалии сейсмических скоростей (рис. 1). Эта аномалия простирается до глубины 250 км. Под Арктикой, как и под другими океанами, на томографическом разрезе наблюдается отрицательная аномалия.

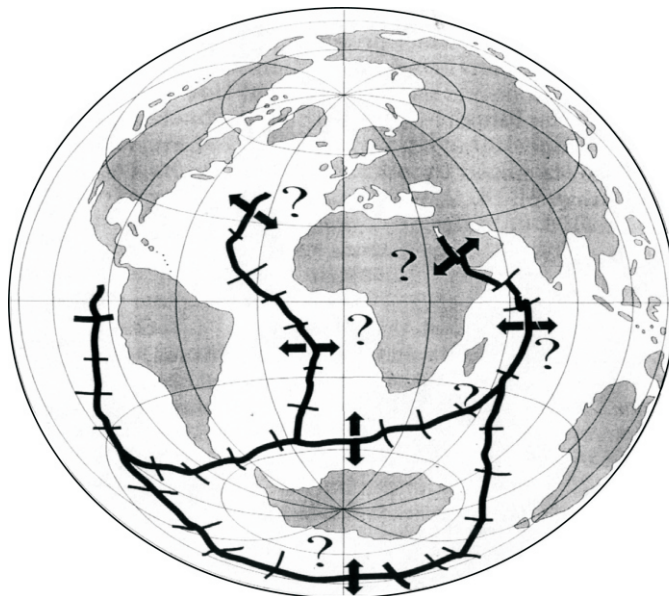


Рис. 1. Схема срединно-океанических хребтов, образующих кольцо вокруг Антарктиды и не имеющих соответствующих зон субдукций у ближайших континентов (Storetvedt, 1997).

Другой отличительной особенностью Антарктиды является наличие окружающего континент кольца океанических рифтов с ответвляющимися срединно-океаническими хребтами, расходящихся по меридианам с примерно одинаковым расстоянием между ними – 90° (рис. 2). Три из этих нарушенных зон трассируются в Южном полушарии по срединно-океаническим хребтам и прослеживаются далее в континентальных областях до Арктики как зоны активного тектогенеза. Четвертая зона проходит по меридиану 155° от западных окраин Австралийского шельфа и Филиппинского моря до Сахалина. В настоящее время эти зоны выделяются как зоны активной водородной дегазации (Сывороткин, 2002).

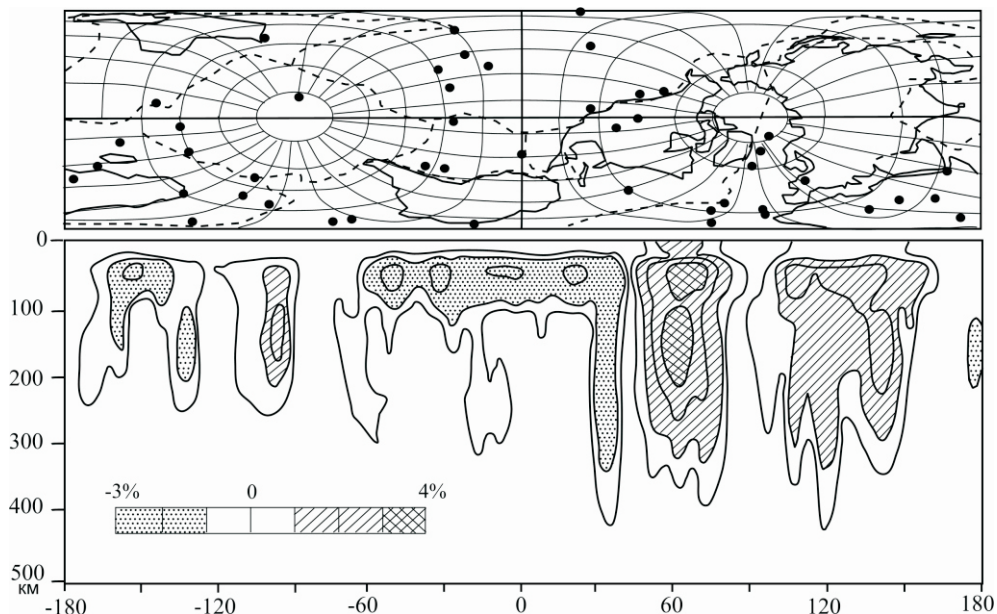


Рис. 2. Томографический разрез верхней мантии от Арктики до Антарктиды, показывающий отклонения сейсмических скоростей в процентах от глобальной модели для Земли IASP91. Разрез построен по записям землетрясений, показанных точками на верхнем рисунке (Gossler, Kind, 1996).

Характерной особенностью рифтовых зон Антарктического кольца является отсутствие соответствующих им зон субдукций: все окружающие их континенты имеют пассивные окраины (рис. 2).

Все это дает основание предполагать, что отмеченная структурная упорядоченность создана в процессе общего развития Земли как планеты. Она свидетельствует об отсутствии крупных хаотичных перемещений отдельных частей внешней оболочки планеты относительно друг друга. То есть историю формирования современной структуры тектоносферы Южного полушария невозможно объяснить с позиций тектоники литосферных плит.

Более обоснованно ее можно описать с точки зрения ротационно-флюидной концепции (Павленкова, 2004; Pavlenkova, 2005).

2. Основы ротационно-флюидной концепции

По ротационно-флюидной концепции крупные структуры верхних оболочек Земли заложились на стадии формирования планеты в связи с первичной ее неоднородностью. При формировании ядра и отдельных сфер Земли происходили изменения ее радиуса, и уже тогда образовалась глобальная система нарушенных зон линейной и кольцевой формы, в том числе Тихоокеанское кольцо.

Основными источниками глобальных тектонических преобразований по этой концепции являлись дегазация Земли (флюидная адвекция) и изменения во вращении Земли или ее сфер в системе Земля-Луна-Солнце. Большая роль дегазации в глобальной тектогенезе основана на главной особенности Земли, отличающей ее от других планет, – это большое

содержание флюидов, главным образом водорода и гелия, в ее ядре (Ларин, 1975; Gilat, Vol, 2005). Ни один из других видов внутренней энергии Земли (конвекция, адвекция глубинного вещества и другие) не может сравниться с флюидной адвекцией по объему переносимой энергии и по относительно малым ее потерям при транспортировке на большие расстояния. Никакие другие источники энергии не могут обеспечить наблюдаемые в действительности такие быстрые процессы, как формирование астенолитов, активизация тектонических процессов в локальных областях и в течение относительно короткого периода времени (Дегазация..., 2002), и сейсмическая расслоенность литосферы континентов (Павленкова, 2006). Это постоянно выделяющаяся и практически неограниченная энергия, обладающая высокой концентрацией и большой скоростью реализации.

Дегазация Земли привела не только к формированию атмосферы и гидросферы – большое значение имели глубинные флюиды и для формирования континентальной литосферы. Континенты и океаны существенно различаются не только по структуре земной коры, но и литосферы: в океане она тонкая и низкоскоростная (по сейсмическим скоростям), на континентах – утолщенная и высокоскоростная (рис. 2). По данным (Лутц, 1980, 1994), породы континентальной земной коры формировались из мантийного вещества, насыщенного флюидами, то есть в областях высокого флюидного потока. Большое значение имеют флюидные потоки и при образовании континентальной литосферы. Так, Ф.А. Летниковым (2000) показано, что длительный процесс выноса в земную кору кремнезема, щелочей, флюидов и некогерентных элементов должен приводить к истощению мантийных пород и их кристаллизации. Чем дольше продолжается этот процесс, тем мощнее становятся земная кора и соответствующая ей литосфера. Дальнейшее постепенное остывание делает более стабильными верхи мантии, способствуя образованию менее проницаемой литосферы по сравнению с океаническими областями.

В целом образование континентов можно представить следующим образом. Сначала Земля была покрыта достаточно толстой и более легкой корой, сходной с корой Луны (Маракушев, 1999). Затем в областях интенсивных потоков флюидов образовались ядра будущих континентов с сиалической корой и мощной литосферой. На месте современных океанов, где поток флюидов был слабым, сохранялась первичная кора или отдельными пятнами появлялась кора промежуточного типа. Ее фрагменты выделяются сейчас во всех океанах.

Дальнейшее формирование континентальной коры обязано двум основным процессам: росту ее мощности и ее гранитизации. Когда мощность коры достигает определенного уровня (сейчас для платформенных областей это 40–50 км), в ее низах образуется пластичный слабопроницаемый слой, который сохраняет ее от разрушения мантийными выплавками. Гранитизация проходит в условиях повышенного потока глубинных флюидов, которые приносят в кору необходимую для этого дополнительную энергию. Важность этого процесса для формирования континентов обуславливается тем, что гранитизация повышает устойчивость пород относительно различных геохимических воздействий и защищает континентальную кору от разрушения.

Другой важной особенностью процесса формирования континентов является его строгая пространственная упорядоченность (Макаренко, 1997; Шолпо, 2002). Главная закономерность – это деление Земли на два полушария с опущенной (Тихий океан) и с приподнятой поверхностью (континентальное полушарие). Это деление на два принципиально разных полушария подтверждено и данными о разном возрасте, геологической истории и строении земной коры Тихого океана по сравнению с другими океанами, то есть о разной природе Тихоокеанского и Индо-Атлантического сегментов Земли (Пушаравский, 1997). Это не случайная особенность Земли, такое же строение характерно и для других планет, например, Луны и Марса, где также выделяются полушария с

преобладающим повышенным и пониженным рельефом. Все это свидетельствует о некоторых общих законах формирования планет Солнечной системы.

Формирование крупных блоков континентальной литосферы, мощность которой может достигать 350 км, в одном полушарии должно было привести к нарушению равновесия верхних оболочек Земли.

Восстановление равновесия во вращающейся Земле могло происходить путем горизонтальных перемещений образовавшихся неоднородностей. По палеомагнитным данным, такие перемещения действительно происходили. На этом основании и была разработана тектоника литосферных плит. Но крупные и хаотичные перемещения плит трудно согласовать с отмеченной выше регулярностью в структуре тектоносферы – деление ее на два полушария, симметричная система срединно-океанических хребтов и др. Крупные перемещения литосферных плит не согласуются и со структурой верхней мантии. По сейсмологическим и сейсмическим данным (Dziewonski, Anderson, 1984; Павленкова, 2002), под всеми континентами наблюдаются крупные аномалии, охватывающие всю верхнюю мантию (рис. 2). Если континенты перемещались, то они должны были перемещаться вместе со всей мантией.

По ротационно-флюидной концепции, перемещения континентов происходили за счет смещения мантии относительно ядра под действием приливных сил и при изменении режима вращения Земли. Теоретические данные о возможности таких движений неоднозначны. Обычно считается, что приливные силы, учитывая изостатическую уравновешенность неоднородности тектоносферы, не могут вызвать такие масштабные перемещения. Однако в работах Ю.Н. Авсюка (1996) и Ю.В. Баркина (2002) такая возможность не исключается. Так, в работе Ю.В. Баркина отмечается, что центры тяжести оболочек Земли из-за их неоднородности смещены относительно друг друга и поэтому обладают значительным динамическим сжатием. Луна своим гравитационным влиянием сообщает оболочкам Земли различные ускорения, в результате между ними возникают дополнительные направленные напряжения. Эти напряжения, по мнению данного автора, на три порядка превышают приливные и могут приводить к планетарным перестройкам, обладающим свойствами цикличности, полярности, асимметрии и инверсии. В частности, это приводит к отмеченной выше асимметрии поверхности Земли.

Таковы основные положения ротационно-флюидной концепции глобальной геодинамики. Рассмотрим, каким образом с ее позиций можно представить формирование структурных форм современной Антарктики.

3. История формирования тектоносферы Антарктического региона

Наиболее интенсивный ареальный поток флюидонасыщенного мантийного материала, создавший наибольший объем континентальной коры, относится к протерозою (Лутц, 1980). В этот период областью повышенного потока флюидов было, очевидно, Южное полушарие, так как по палеомагнитным данным все континенты располагались в это время в этом полушарии. То есть в протерозое в Южном полушарии сформировалась крупная неоднородность в виде мощной литосферы толщиной более 300 км, в Северном полушарии сохранилась тонкая кора океанического типа.

В палеозое произошло изменение в положении палеомагнитных полюсов, по которым все континенты переместились с Южного полушария в Северное. По ротационно-флюидной гипотезе, это перемещение произошло в результате разворота всей верхней мантии относительно нижней или, что более вероятно, всей мантии относительно ядра. Только такие движения были способны не нарушить описанные выше закономерности в строении земной поверхности и в соотношении приповерхностных и глубинных структур.

Перемещение крупной неоднородности верхней мантии в виде мощной литосферы континентов с Южного полушария на север вызвало новое смещение центров масс отдельных оболочек Земли, дефицит масс образовался на Южном полушарии. Это привело к следующему важному этапу глобального тектогенеза – к расширению Южного полушария и формированию системы срединно-океанических хребтов, симметричных относительно Южного полюса и не имеющих соответствующих зон субдукции на окружающих Антарктиду континентах (рис. 1). Этот процесс согласуется с данными геологии, по которым срединно-океанические хребты начали развиваться с юга и разрастались затем в Северное полушарие.

Расширение Южного полушария продолжается до настоящего времени. Так, установлено, что сейчас оно несколько расширено относительно Северного полушария (Баркин, 2002). Это означает, что продолжается выравнивание неоднородностей сфер Земли, связанное со смещением континентов в Северное полушарие. Восстановление равновесия осуществляется и различными перестройками тектоносферы. К таким перестройкам можно отнести формирование в противоположных полушариях структур с противоположной формой рельефа: против областей с повышенным рельефом дневной поверхности образуются впадины, и наоборот: против опущенных участков – приподнятые. Такая четко выраженная асимметрия приподнятых участков Земли в одном полушарии и опущенных в другом характерна для всех крупных структур тектоносферы (Макаренко, 1997). Можно предположить, что именно такое выравнивание способствует формированию континента Антарктиды и соответствующему разрушению континентальной коры Арктики. Продолжается и высокая дегазация в Южном полушарии (Сывороткин, 2002).

3. Заключение

Таким образом, в развитии структуры тектоносферы Антарктики можно выделить три главных этапа. На первом этапе, в протерозое, благодаря мощному потоку глубинных флюидов в Южном полушарии образовались континенты с мощной литосферой. На втором этапе, в палеозое, большая часть континентов переместились на север и в Южном полушарии остались лишь фрагменты будущей Антарктиды. В мезозое начался новый этап развития – расширение Южного полушария, формирование системы срединно-океанических хребтов и континента Антарктида.

Важным достоинством такой трактовки является возможность объяснения многих структурных особенностей Антарктического региона и истории его геологического развития с единых позиций и на основе единых энергетических источников. Каждый этап и каждая перестройка непосредственно вытекает из предыдущих этапов: формирование континентальной неоднородности в Южном полушарии привело к смещению этой неоднородности на север, в свою очередь это смещение вызвало расширение Южного полушария, формирование глобальной рифтовой системы и асимметричных Арктики и Антарктиды.

Такая трактовка объясняет главную структурную особенность региона Антарктики – наличие вокруг нее симметричного кольца срединно-океанических хребтов без соответствующих им зон субдукции. Это не согласуется с плейт-тектонической трактовкой происходивших здесь геодинамических событий. Если бы кольцо рифтов образовывалось только за счет раздвижения океанической коры, как это следует из тектоники литосферных плит, то Антарктида должна была бы быть областью всестороннего сжатия. Но вокруг нее не только не образовывались зоны субдукции, но и сам континент содержит больше зон расширения, чем коллизии.

Литература

1. **Авсюк Ю.Н.** Приливные силы и природные процессы. М: ОИФЗ РАН, 1996, 188 с.
2. **Баркин Ю.В.** К объяснению эндогенной активности планет и спутников: механизм и природа ее цикличности // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ. Материалы международной конференции памяти академика П.Н.Крапоткина, 20-24 мая 2002, Москва. С.18–21.
3. **Дегазация Земли:** геодинамика, геофлюиды, нефть и газ // Материалы международной конференции памяти академика П.Н.Крапоткина, 20–24 мая 2002, Отв.ред. А.Н.Дмитриевский, Б.М.Валяев/ М: ГЕОС. 2002. 471 с.
4. **Ларин В.Н.** Гипотеза изначально гидридной Земли (новая глобальная концепция). М: Недра. 1975. 101 с.
5. **Летников Ф.А.** Флюидный режим эндогенных процессов в континентальной литосфере и проблемы металогении // Проблемы глобальной геодинамики (Отв.ред. Д.В. Рунквист), ГЕОС, 2000, С. 204–224.
6. **Лутц Б.Г.** Геохимия океанического и континентального магматизма. М: Недра. 1980. 112 с.
7. **Лутц Б.Г.** Магматическая геотектоника и проблемы формирования континентальной и океанической коры на Земле // Региональная геология и металогения. 1994. №3. С. 5–14.
8. **Макаренко Г.Ф.** Периодичность базальтов, биокризисы, структурная симметрия Земли. М: Геоинформмарк. 1997. 96 с.
9. **Маракушев А.А.** Происхождение Земли и природа ее эндогенной активности. М: Недра, 1999. 253 с.
10. **Павленкова Н.И.** Структура земной коры и верхней мантии и глобальная геотектоника // Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы (Отв. ред. В.Н. Шолпо). М: Институт физики Земли РАН, 2002. С. 64–83.
11. **Павленкова Н.И.** Эмпирические основы ротационно-флюидной гипотезы глобального тектогенеза // Геофизический журнал, 2004, том 26, №6. С. 41–60.
12. **Павленкова Н.И.** Флюидный режим верхних оболочек Земли по геофизическим данным. // Флюиды и геодинамика (Под ред. Ю.Г. Леонова). М: Наука. 2006. С. 201–219.
13. **Пушаровский Ю.М.** Главная тектоническая асимметрия Земли: Тихоокеанский и Индо-Атлантический сегменты и взаимоотношения между ними // Тектонические и геодинамические феномены (Отв. ред. А.С. Перфильев, Ю.Н. Разницын) М: Наука, 1997. С. 8–24.
14. **Сывороткин В.М.** Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. М: ООО «Геоинформцентр». 2002. 250 с.
15. **Шолпо В.Н.** Упорядоченная структура Земли и геотектонические концепции. // Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы (Отв. ред. В.Н. Шолпо). М: Институт физики Земли РАН, 2002. С. 49–63.
16. **Dziewonski A.M., Anderson D.L.** Seismic tomography of the Earth's interior // American Scientist, 1984, vol. 72. 483–494.
17. **Gilat A and Vol A.** Primordial hydrogen-helium degassing, an overlooked major energy source for internal terrestrial processes // HAIT Journal of Science and Engineering B, 2005. Vol. 2, Issues 1-2. 125–167.
18. **Gossler J., Kind R.** Seismic evidence for very deep roots of continents // Earth and Planetary Science Letter, 1996. v138. 1–13.
19. **Pavlenkova N.I.** Fluids-rotation conception oa global geodynamics // Bull.Soc. Geol. It/, Volume Speciale n.5, 2005. 9–22.
20. **Storetvedt K.** Our evolving planet: Earth history in new perspective. 1997. Bergen, Norway: Alma Mater. 456 p.