

МАРКЕРЫ ДЕЙСТВИЯ РАЗНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В АТЛАНТИКЕ: АНОМАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ, ПЛОТНОСТЬ РАЗЛОМОВ И ДРУГИЕ ДАННЫЕ

Соколов С.Ю.

Геологический институт РАН, Москва, Россия
(sysokolov@yandex.ru)

Современная геодинамическая обстановка в Атлантическом океане характеризуется как зона растяжения в субширотном направлении с общей протяженностью по оси Срединно-Атлантического хребта (САХ) около 16 тысяч километров, средней шириной глубоководной части около 4.5 тысяч километров и пассивными (на 95%) окраинами. Наличие активного геодинамического фактора, формирующего данную структуру, признается всеми. При этом существуют разногласия по поводу его физической природы и движущих сил, обеспечивающих его действие, поскольку модель тектоники плит наталкивается на серию проблем, разрешить которые трудно без введения дополнительных геодинамических факторов. Одним из фундаментальных маркеров процесса растяжения океанического бассейна со спрединговым центром вдоль САХ является сейсмичность с вполне определенной картиной механизмов очагов землетрясений. Типичный набор этих механизмов для САХ представлен на рис.1.

Непротиворечивое объяснение находит концентрация очагов с механизмами типа «сброс» вдоль оси САХ и механизмы типа «сдвиг» вдоль офсетных частей трансформных разломов. Известно, что сейсмические события для расчета параметров в очаге для базы СМТ тщательно отбираются по системе критериев качества. Поэтому нетипичные для зоны САХ механизмы, проявленные концентрированно в пространстве, должны рассматриваться как явление статистически достоверное. На рис.1 наблюдается несколько кластеров событий с механизмом типа «взброс» и несколько механизмов с неширотной ориентацией растяжения. Возникает необходимость анализа причин подобных проявлений, в частности анализа локальных или региональных отклонений геодинамических обстановок от фоновой.

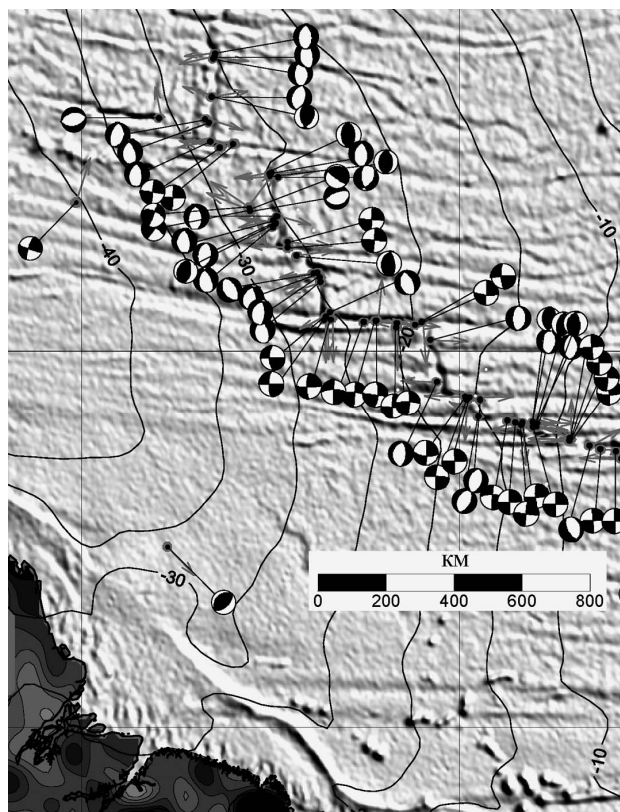


Рис. 1. Механизмы очагов землетрясения вдоль САХ от 7° до 17° сш по данным [1].

Рассмотрим в качестве примера механизмы в районе хребта Книповича (рис.2). Хорошо видно, что вдоль оси хребта «сбросы» ориентированы не перпендикулярно структуре, а под углом около 45°. Кроме того, имеется набор «взбросов», ориентированных вдоль линии, пересекающей хребет также под углом около 40°, но в северо-западном направлении. Подобная картина заметно отличается от фоновой в Атлантике. Вероятнее всего, она отображает не типичную для Атлантики обстановку растяжения, а систему макротрещиноватости, возникающей в сдвиговых зонах. Этот регион расположен между протяженными спрединговыми структурами хребтов Мона и Гаккеля, смещение между которыми составляет около 1100 км. Структуры хребта

Книповича и трога Лена являются трансфером между этими спрединговыми центрами, что и определяет геодинамическую обстановку в этой области.



Рис. 2. Сейсмические события с механизмами очага для района хребта Книповича (северная Атлантика).

Особый интерес представляет то, что многие авторы, пользующиеся каталогом Harvard CMT [1], в своих публикациях «вычищают» выборки из этой базы данных, удаляя события с неподходящими типами механизмов. Во многих публикациях, касающихся хребта Книповича, взбросовые типы, указывающие на локальное сжатие, не показаны вообще. Но поскольку каталог механизмов доступен в сети любому желающему, всегда существует возможность проверки представленной в публикациях картины. Концентрированность подобных отклонений в пространстве в ряде регионов заставляет рассмотреть распределение аномальных механизмов более внимательно. С этой целью была проведена «обратная» отбраковка механизмов землетрясений: из выборки на Атлантику были удалены все события, которыми обычно иллюстрируют классическую обстановку растяжения. Результат (без желобов) показан на рис.3 по данным [2] с изменениями. Там же даны линии разломной сети по интерпретации

данных спутниковой альтиметрии (до 65° сш).

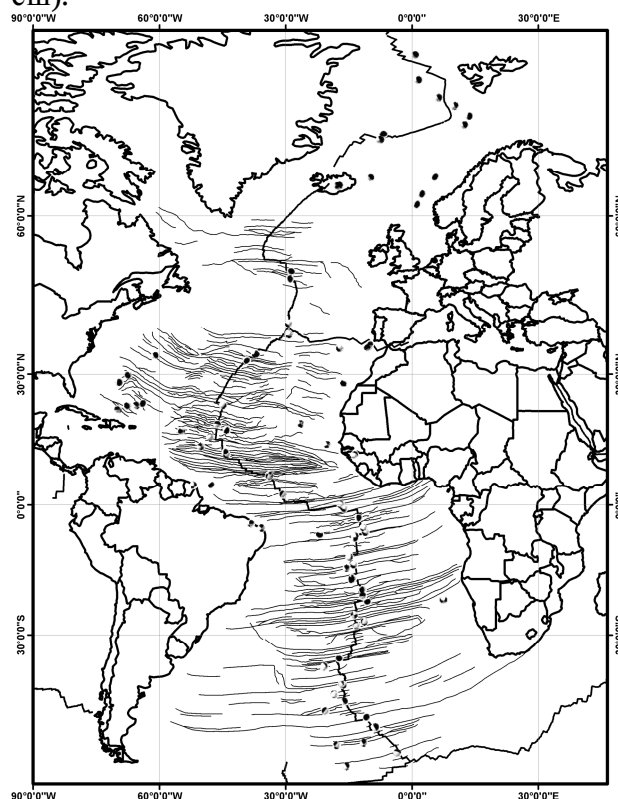


Рис. 3. Распределение аномальных механизмов и разломной сети по данным альтиметрии (до 65° сш).

Сравнение приведенных характеристик показывает следующее. Аномальные механизмы очагов не распределены в пространстве случайно. Их концентрация тяготеет к областям с повышенной плотностью разломных зон, особенно в экваториальном сегменте Атлантики. Кроме того, они ассоциированы с зонами активации напряжений и деформаций (ЗАНД)[3], которые выявлены в литосфере Атлантики по контрастному сочетанию максимумов аномалий Буге и минимумов изостатических аномалий, что обычно свойственно преддуговым областям, а также по повышенным значениям томографии по Р-волнам (район хребта Книповича), указывающим на позитивную тензочувствительность среды. Эти зоны по данным [4] сопряжены с наличием надвиговых структур, выявленных сейсморазведкой, и по данным [5] сопряжены с новейшими деформациями осадочного чехла, имеющими анизотропию структурной ориентации. Эти факты позволяют обоснованно говорить именно об активации напряжений

и деформаций (ЗАНД) на пространстве от САХ до континентального склона. Корреляция ЗАНД и очагов землетрясений с частотой трансформных разломов обнаруживает признаки совпадения, а также синхронизацию с увеличением суммарной длины трансформных разломов между окраинами океана.

Проведенное сравнение позволяет сделать вывод о том, что неотектоническая активность блоков литосферы Атлантики, включая САХ, активизируется вдоль субширотных зон с вектором движения блоков преимущественно субмеридиональным, о чем свидетельствуют структурные детали, полученные в маршрутных съемках. Это приводит к формированию зон сжатия и растяжения с аналогичной ориентацией осей напряжений и механизмами очагов с субмеридиональными векторами подвижек. Это видно по конфигурации областей с аномальными механизмами. Геодинамический фактор, ответственный за механизмы фонового типа, продолжает действовать, но к нему добавлено действие другого фактора, из-за которого появились аномальные механизмы очагов и другие явления, наложенные на фоновую картину. Таким образом, необходимо обнаружить дополнительный источник тектогенеза, наложение которого на фоновую систему сил, напряжений и деформаций могло бы объяснить наблюдаемую фактуру.

Таким дополнительным источником тектогенеза может быть субгоризонтальное действие растекающегося в верхах мантии вещества мегаплюмов: Африканского и отрогов Тихоокеанского. Особо подчеркнем что «растекание» плюмов по поверхности и их взаимодействие с плитами с одной стороны, и горизонтальные перемещения плит с другой, рассматриваются как независимые процессы. Для плюмовых процессов источник энергии очевиден, но для классических горизонтальных движений плит автором преимущественно рассматривается ротационный механизм, связанный с диссипацией энергии вращения Земли. Тем не менее, для наблюдаемых тектонических явлений могут быть оценены и другие факторы, как потенциальные участники тектогенеза.

Одним из наиболее интересных факторов является конфигурация поверхности геоида и ее возможные изменения в пространстве и времени. На рис.4 приведена карта высот геоида в метрах по данным [6]. Хорошо видно, что серия максимумов от Исландии до Юга Африки совпадает с известной конфигурацией Африканского мегаплюма. С ней же совпадает карта высот границы раздела ядро-мантия. Это говорит о том, что внешнее ядро, как одна из наиболее подвижных оболочек Земли, формирует выступы на своей внешней поверхности, с которых начинается подъем прогретого вещества мегаплюмов и над которыми образуются положительные выступы эквипотенциальной поверхности – геоида. Поскольку подвижность внешнего ядра как генератора магнитного поля Земли не вызывает сомнений, любые изменения его конфигурации будут отслеживаться в форме геоида, реагирующего на изменения наиболее плотных гравитирующих масс. В наиболее контрастных градиентных зонах геоида должна возникать тектоническая активизация, совпадающая с их положением.

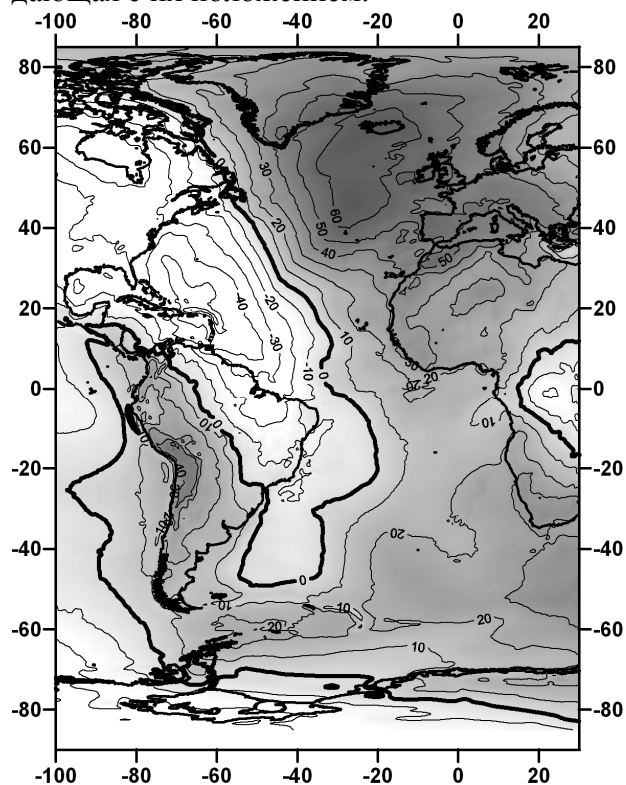


Рис. 4. Поверхность геоида в Атлантическом океане по данным [6].

Сравнение рисунков 3 и 4 показывает, что рассматриваемые автором геодинамические маркеры ложатся в пространстве приблизительно вдоль нулевой изогипсы высот геоида. Особенно интересно совпадение маркеров с северо-западным отклонением этой изогипсы в экваториальной Атлантике. Адаптация формы поверхности Земли может вызвать дополнительные подлитосферные течения, которые и приводят к формированию аномалий в анализируемых параметрах.

Литература

1. Harvard University Centroid-Moment Tensor Catalog. June 2007.
<http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
2. Соколов С.Ю. Аномальные механизмы очагов землетрясений Атлантики и их геодинамическая интерпретация // Геология морей и океанов: Материалы XVIII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. V. -М.: ГЕОС, 2009. С. 153-155.
3. Соколов С.Ю. Аномальные механизмы очагов землетрясений вдоль Срединно-Атлантического хребта и их геодинамическая интерпретация // Russian-RIDGE VI. Сборник тезисов. ВНИИОкеанология. Санкт-Петербург. 6-7 июнь 2009. Р. 33-34.
4. Соколов Н.С. Корреляция геолого-геофизических параметров вдоль оси Срединно-Атлантического хребта и преддуговые обстановки на его восточном фланге // Вестник МГУ. Геология. 2007. №6.
5. Мазарович А.О., Соколов С.Ю. Анизотропия внутриплитных деформаций Атлантического океана // Современные проблемы геологии. М.: Наука. 2004. С. 221-250 (Тр.ГИН. В. 565)
6. Lemoine F.G. et al. The Development of the NASA GSFC and DMA Joint Geopotential Model. International Symposium on Gravity, Geoid and Marine Geodesy (GraGeoMar96). Univ. of Tokyo. Tokyo. Japan. Sept. 30 - Oct. 5. 1996. Geoid Undulation Grid from EGM96. NASA-NIMA. 1996.