

УДК 550.83.015:551.241(26)

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ В ЗОНЕ ТРАНСФОРМНОГО РАЗЛОМА ВБЛИЗИ 12° Ю.Ш. НА АНГОЛО-БРАЗИЛЬСКОМ ГЕОТРАВЕРСЕ

© 2000 г. А.Л. Пискарев, Е.Г. Жемчужников, И.В. Беляев, Л.В. Подгорных, И.В. Сорока

ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург

Представлено академиком И.С. Грамбергом 12.02.98 г.

Поступило 12.02.98 г.

Основные закономерности зонального изменения намагниченности базальтов срединно-океанических хребтов установлены как по данным измерения образцов в процессе обработки материалов глубоководного бурения, так и по данным расчетов магнитных аномалий и моделирования. Определен общий тренд изменения намагниченности базальтов с возрастом, а также пределы колебания средних намагниченностей отдельных прямо и обратно намагниченных участков магнитоактивного слоя. В зонах упорядоченных линейных магнитных аномалий средняя намагниченность базальтового слоя обычно заключена в пределах от 1 до 10 А/м [Назарова, 1981; Пискарев, 1991]. Изучение связи возрастных изменений намагниченности океанических базальтов со средним содержанием в них железа позволило предположить, что закономерные колебания избыточной плотности океанической земной коры с возрастом старше 1 млн. лет составляют $\pm 0.06 \text{ г/см}^3$ и могут создавать аномалии до 10-15 мГал, что и было подтверждено моделированием [Пискарев и др., 1997]. Вместе с тем исследование потенциальных полей участков срединно-океанических хребтов с нарушенной структурой линейности магнитного поля привело ряд исследователей к выводам о наличии обширных областей аномального строения океанической земной коры [Городницкий и Пантелеева, 1997; Углов, 1997]. В отличие от [Павленкова и др., 1993; Глубинное..., 1996], в данной работе выполнено совместное детальное магнитное и гравитационное моделирование участка Срединно-Атлантического хребта в зоне трансформного разлома вблизи 12° ю.ш. и проанализированы особенности строения земной коры этого участка.

В качестве объекта геомагнитного моделирования океанической коры была выбрана центральная часть полосы Анголо-Бразильского геотраверса протяженностью 305 км и шириной 44 км, заключенная между 11.8° и 12.2° ю.ш. и между 10.3° и 15.0° з.д. Особенность выбранного участка состоит в

том, что он целиком находится в зоне крупного субширотного трансформного разлома. Задача, стоявшая перед моделированием, заключалась в построении модели магнитоактивного слоя в условиях полного нарушения полосовой структуры геомагнитного поля и линейных форм рельефа дна. Отсюда следовала невозможность применения 2D-моделирования, что и было подтверждено в дальнейшем при сравнении 2D- и 3D-моделей.

Сложная морфология дна характеризуется отсутствием четких преобладающих ориентировок. Если северо-западная часть района расположена целиком в зоне дробления, то его юго-восточная часть находится в пределах блока коры, сдвинутого по субширотному трансформному разлому в западном направлении, что объясняет более спокойный рельеф, характерный для внешних склонов хребта и их перехода к океаническому ложу. Максимальные и минимальные глубины составляют 4.3 и 2.5 км соответственно. Наибольшие градиенты глубин достигают в северо-западной части моделируемой площади.

Магнитное поле на участке построенной модели имеет сложную мозаичную структуру, что является следствием тектонической раздробленности земной коры в зоне разлома. В магнитном поле отсутствуют четко выраженные осевые и симметричные одновозрастные аномалии, которые можно было бы отождествить с помощью шкалы геомагнитных инверсий. Максимальные значения аномалий поля ΔT достигают 332 нТл в северо-восточной части модели, минимальные -258 нТл - в юго-западной части. В восточном направлении наблюдается выравнивание поля ΔT до интервала изменения от 130 до -100 нТл. Максимальные градиенты поля ΔT тяготеют к западной части района и достигают 45 нТл/км.

Для построения магнитных моделей были привлечены данные модуля полного вектора T по субширотным профилям (11.8°, 12.0° и 12.2° ю.ш.), снятым по программе Анголо-Бразильского геотраверса. 2D-модели строились для каждого профиля в отдельности.

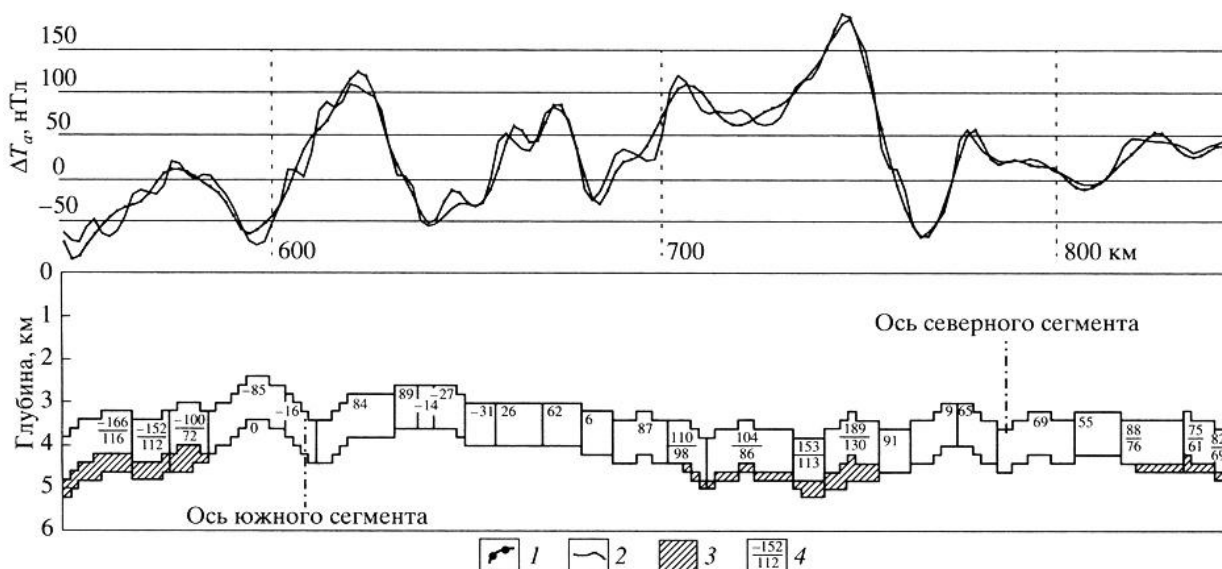


Рис. 1. Разрез магнитоактивного слоя по центральному профилю для 3D-модели. Профиль пересекает САХ вблизи 12° ю.ш. 1 – наблюдаемое поле; 2 – вычисленное поле; 3 – приращение мощности магнитоактивного слоя; 4 – эффективная намагниченность слоя (А/м): в числителе – “стандартного” слоя в 1 км, в знаменателе – слоя с увеличенной мощностью.

3D-модель (в двух версиях) строилась на центральную часть САХ по всем трем профилям, ее протяженность ограничивалась техническими возможностями при расчете трехмерной модели и составила 305 км. Мощность магнитоактивного слоя принималась равной 1 км в пределах всей модели (для всех 2D-моделей и первой версии 3D-модели) и варьировалась от 1.0 до 1.5 км для второй версии 3D-модели. Выбор мощности “стандартного” магнитоактивного слоя в 1 км в определенном смысле условен [Гордин и Городницкий, 1994]. Важны отклонения мощности по результатам моделирования от “стандартной”. Тем более было бы ошибочным идентифицировать границы магнитоактивного слоя по скоростным границам. Природа намагниченности и упругие свойства среды совершенно различны. Слой разбивался вертикальными плоскостями на прямоугольники в 2D-модели и на параллелепипеды в 3D-модели. Границы тел совпадали по координате x с точками максимального градиента наблюдаемой кривой T . Протяженности тел каждого профиля по оси y были равны межпрофильному расстоянию (22 км); тела располагались симметрично относительно профилей. Количество тел в 3D-модели составляло 116.

При расчетах использовалась программа, при работе которой значения намагниченностей подбирались регуляризованным решением системы линейных уравнений без ограничений, накладываемых на искомый параметр, что обеспечивает получение максимально

объективных, устойчивых значений при закрепленной геометрии разреза. При сравнении значений намагниченности для одних и тех же тел по 2D- и 3D-моделям для центрального профиля было получено расхождение в 2-5 раз, а на западном фланге – до одного порядка. Это обусловлено несоответствием реальной геологической обстановки и двумерности геофизической модели по причине резкой смены физических свойств магнитоактивного слоя вдоль оси хребта. Таким образом, наиболее достоверные результаты интерпретации магнитного поля получены для центрального профиля (12.0° ю.ш.) при 3D-моделировании (рис. 1). Величины намагниченностей в первой версии модели меняются от -16.7 А/м на западном фланге до 18.9 А/м на восточном. Знакопеременная намагниченность слоя в центральной части модели лежит в пределах от -1.5 А/м до 8.4 А/м. Максимальная разность наблюдаемого и вычисленного полей составляет 30 нТл в зоне высоко дифференцированного рельефа на западном фланге модели. В целом восточная часть модели имеет преимущественно прямую намагниченность, западная – обратную. Причина этого заключается, видимо, в сдвиговом смещении по трансформному разлому на расстояние около 170 км. При сопоставлении расчетных намагниченностей по 3D-модели с мощностью магнитоактивного слоя 1 км и намагниченностей драгированных пород становится очевидным завышение расчетных значений. Следовательно, мощность

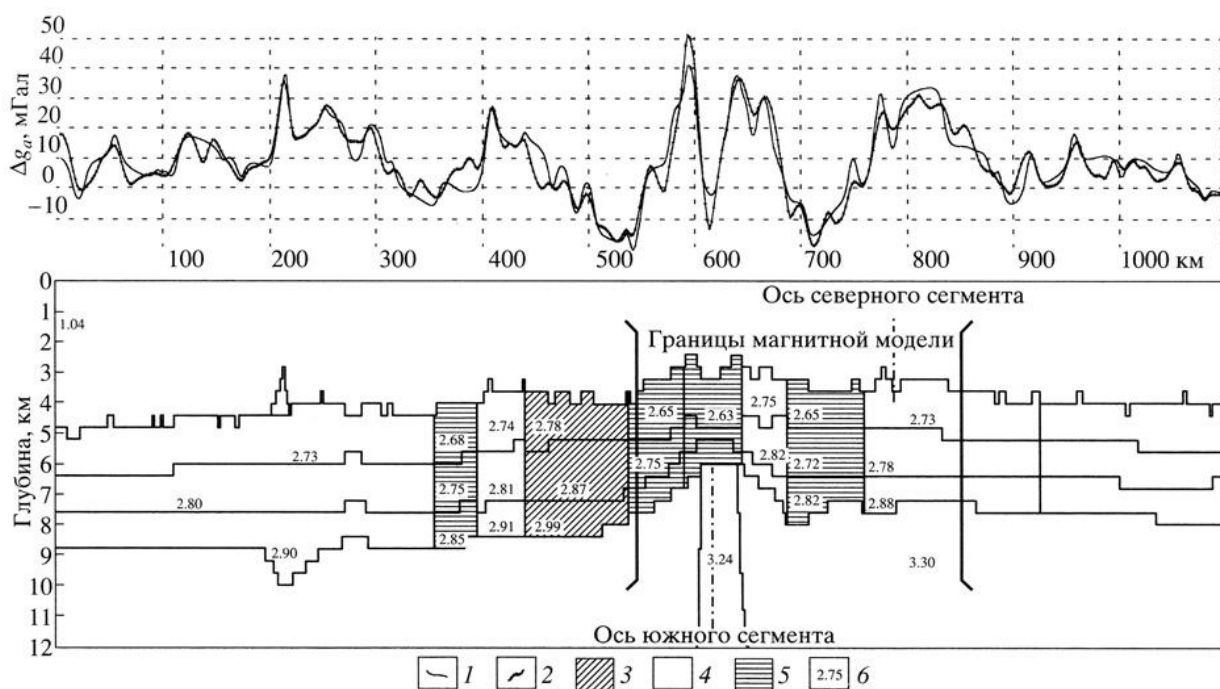


Рис. 2. Плотностная модель земной коры и верхней мантии по центральному профилю. 1 – наблюдаемое поле, 2 – вычисленное поле, 3 – повышенная плотность, 4 – нормальная плотность, 5 – пониженная плотность, 6 – плотность в г/см^3 .

слоя 1 км на соответствующих участках модели является заниженной. Поэтому была построена и рассчитана вторая версия 3D-модели с переменной мощностью слоя в пределах (1.0-1.5) км. При этом значения намагниченностей на западном фланге модели понизились с -16.7 до -11.5 А/м, на восточном фланге - с 18.9 до 13.0 А/м, т.е. приблизились к реальным величинам (рис. 1).

Причина вероятного увеличения мощности магнитоактивного слоя становится более понятной при рассмотрении плотностной модели разреза по тому же широтному профилю вдоль 12° с.ш., представленному на рис. 2. Иллюстрируется только верхняя часть подобранного разреза, что необходимо для сопоставления с результатами магнитного моделирования. Разрез верхней мантии, в котором для компенсации генеральной асимметрии гравитационного поля плотность западного фланга под САХ увеличена на 0.1 г/см^3 в интервале глубин 45-80 км по сравнению с плотностью восточного фланга, в данной работе не рассматривается. Технические возможности построения плотностной модели позволили увеличить ее протяженность до 1100 км.

Результаты автоматизированного подбора плотности слоев 2А, 2В и 3 земной коры на профиле по 12° ю.ш. показывают, что на тех участках, где наблюдается увеличение амплитуды магнитных аномалий и, вероятно,

наращивание мощности магнитоактивного слоя, значения средних плотностей земной коры уменьшаются на $0.05\text{-}0.08 \text{ г/см}^3$ по сравнению со стандартными средними значениями этих слоев: пикеты 545-585 км (540-640 км) и 705-760 км (690-760 км) по магнитному (гравитационному) моделированию соответственно. Наиболее естественным объяснением этого феномена может быть серпентинизация ультрабазитов и базитов в зоне трансформного разлома, приводящая к образованию магнетитсодержащих пород с высокой точкой Кюри с одновременным понижением средней плотности охваченных метаморфическими изменениями толщ.

Интересно сопоставить значения теплового потока, измеренного непосредственно на центральном профиле в зоне трансформного разлома, со средними значениями в полосе Анголо-Бразильского геотраверса (рис. 3). Значения теплового потока на западном и восточном флангах центрального профиля (49 и 22 мВт/м^2) заметно меньше средних значений на геотраверсе (61 и 41 мВт/м^2). При этом сохраняется асимметрия теплового потока, наблюдаемая на всем протяжении САХ, наряду с асимметрией глубинной плотностной структуры, выраженной в величинах длиннопериодных гравитационных аномалий.

Таким образом, магнитное и плотностное моделирование разреза вблизи 12° ю.ш. в зоне

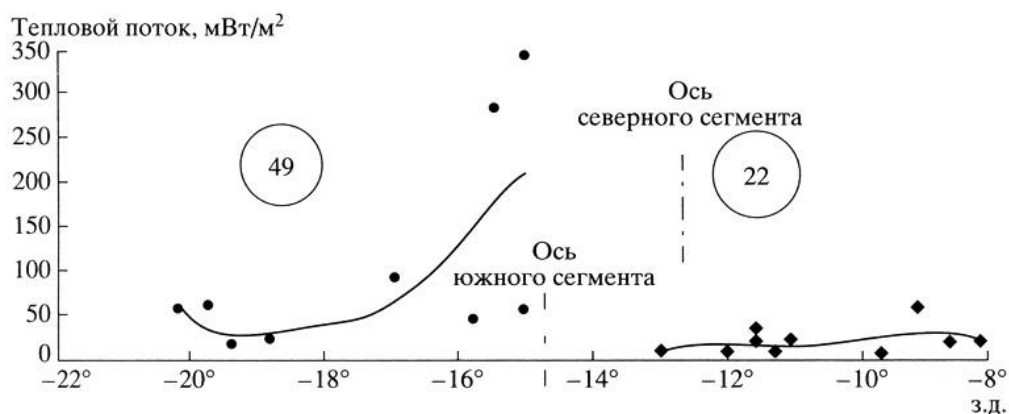


Рис. 3. Тепловой поток, вычисленный на центральном профиле. Числа в кружках – средние величины теплового потока на западном (без учета двух anomalно высоких значений вблизи осевой зоны САХ) и восточном участках профиля.

трансформного разлома показало наличие на флангах САХ anomalных по своим свойствам толщ земной коры. Наиболее вероятной причиной наблюдаемых anomalий является наличие в разрезе серпентинитов.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 96-05-65995 и 96-05-65996).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарова Е.А. Магнитные anomalии океанов и новая глобальная тектоника. М.: Наука, 1981. С. 131-142.
2. Пискарев А.Л. Глубинная морская геофизика. М.: Недра, 1991. С. 175-188.
3. Пискарев А.Л., Астафурова Е.Г., Беляев И.В. и др. Тез. докл. XII Междунар. шк. морск. геол. М.: ГЕОС, 1997. Т. 2. С. 116-117.
4. Городницкий А.М., Пантелеева А.М. Там же. С. 134-135.
5. Углов Б.Д. Там же. С. 57-58.
6. Павленкова Н.М., Погребницкий Ю.Е., Романюк Т.Б. Сейсмоплотностная модель коры и верхней мантии Южной Атлантики по Анголо-Бразильскому геотраверсу // Физика Земли. 1993. № 10. С. 27-38.
7. Глубинное сейсмическое зондирование литосферы на Анголо-Бразильском геотраверсе / Под ред. С.М. Зверева. М., 1996. 148 с.
8. Гордин В.М., Городницкий А.М. Петромагнитная модель литосферы. Киев, 1994. С. 103-106.

Ссылка на статью:



Пискарев А.Л., Жемчужников Е.Г., Беляев И.В., Подгорных Л.В., Сорока И.В.
Особенности строения земной коры в зоне трансформного разлома вблизи 12° ю.ш. на Анголо-Бразильском геотраверсе // Доклады Академии наук. 2000. Т. 370. № 4. С. 538-541.