

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина



ТЕКТОНИКА, ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ И МИНЕРАГЕНИЯ ВОСТОКА АЗИИ

V Косыгинские чтения

(Материалы конференции, 24-27 января 2006, г. Хабаровск)

г. Хабаровск

2006

УДК 551:550.3:550.4

Тектоника, глубинное строение и минерагения Востока Азии: V Косыгинские чтения. Материалы конференции 24-27 января 2006, г. Хабаровск / Под ред. С.М.Родионова. Хабаровск: ИТИГ им. Ю.А.Косыгина ДВО РАН, 2006. 260 с. – ISBN 5-7442-1406-2.

Материалы, представленные в сборнике, посвящены проблемам тектоники и геодинамики литосферы, глубинному строению и сейсмотектонике востока Азии, петролого-геохимическим аспектам тектонических исследований, вопросам минерагении. В ряде статей обсуждаются и развиваются идеи академика Ю.А.Косыгина.

Ключевые слова: тектоника и геодинамика востока Азии, глубинное строение, сейсмотектоника, петрология, геохимия, осадочные бассейны, минерагения.

Ответственный редактор С.М. Родионов.

Печатается при финансовой поддержке министерства экономического развития и внешних связей Хабаровского края.

Издано по решению Ученого совета Института тектоники и геофизики им. Ю.А.Косыгина ДВО РАН.

Tectonics, deep structure and minerageny of East Asia. 5th conference in memory of academician Yu.A. Kosygin, January 24-27, 2006, Khabarovsk / Ed. S.M. Rodionov.

Yu.A. Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics, Far East Branch, Russian Academy of Sciences.

65, Kim Yu Chen St., Khabarovsk, 680000, Russia, e-mail: itig@itig.as.khb.ru

The papers presented in this volume of the proceedings of the conference are devoted to the problems of tectonics and geodynamics of the lithosphere, deep structure and seismotectonics of East Asia, and petrological-and-geochemical aspects of tectonic investigations. A number of papers discuss and develop the ideas of academician Yu.A. Kosygin.

Key words: tectonics and geodynamics of East Asia, deep structure, seismotectonics, petrology, geochemistry, sedimentary basins.

ПЛОТНОСТНЫЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ТЕКТОНОСФЕРЫ ОХОТОМОРСКОГО РЕГИОНА ПО РАСЧЕТАМ ГЛУБИНЫ "СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МАНТИИ"

Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск

"Свободной поверхностью мантии" (далее – СПМ) называется гипотетическая поверхность твердой Земли, образуемая мантией при изостатическом снятии с неё нагрузки земной коры (включая водный слой). Реально на Земле такую поверхность мы наблюдать нигде не можем, но её можно рассчитать, используя закон Архимеда. Аномальное положение СПМ в каком-либо регионе показывает нам, что данный регион может быть либо изостатически нескомпенсирован, либо имеет плотностные неоднородности в мантии выше уровня изостатической компенсации. Степень изостатической нескомпенсированности можно оценить по изостатическим аномалиям гравитационного поля [3]. Если они показывают, что изостатическое положение региона не нарушено, то по аномалии СПМ мы можем определить величину общего уплотнения или разуплотнения в мантии.

Наибольшие изменения плотности в верхней мантии происходят под действием температуры, что отражается в наблюдаемой зависимости глубины СПМ от мантийного теплового потока. Температурный режим верхней мантии океанов и морей определяется процессом её охлаждения, начавшегося с момента образования литосферы (в океанах) или после тектоно-магматической активизации (на континентах). Тесная связь СПМ с наблюдаемым тепловым потоком позволяет нам исключать из рассчитываемых значений СПМ влияние температурных изменений, вызванных процессом охлаждения, и выделять тем самым аномалии плотности мантии, обусловленные другими причинами.

В глубоководных котловинах окраинных морей Азиатско-Тихоокеанской окраины выделяются аномалии СПМ, не связанные с возрастом литосферы. Так, по расчетам Т. Ватанабе с соавторами [5], глубина СПМ в этих структурах всегда больше чем в океане примерно на 1 км при одинаковых величинах теплового потока. Эти аномалии проявляются даже в глубине морского дна, что было отмечено Д. Хэйсом [4]. Они говорят о крупном изостатически скомпенсированном уплотнении в верхней мантии.

В настоящее время нет обоснованного объяснения существования данного уплотнения, его природы и глубинного расположения. Для поиска решения всех вопросов, связанных с этим уплотнением, автор провел расчеты площадного распределения аномалий глубины СПМ в Охотоморском регионе, включающем глубоководные и мелководные окраинные бассейны, прилегающую часть Азиатского континента, континентальную и островную вулканическую дугу, глубоководный желоб. Результаты проведенных расчетов показали следующее (рис. 1).

По всей акватории Охотского моря наблюдается общий фон аномального углубления примерно на 0,5 км. На этом фоне выделяются области увеличенных до +1,5 км и уменьшенных до -0,5 км глубин. Крупные зоны аномального углубления СПМ (до 1 км и более) наблюдаются в глубоководных впадинах Дерюгина, ТИНРО, в Голыгинском прогибе, в районе поднятия Полевого. Увеличена глубина СПМ также в зоне, приуроченной к северо-восточному побережью о. Хоккайдо. В Татарском

проливе отмечается область углубления СПМ с тенденцией увеличения к югу, где она становится более 1,5 км. Отмечается также продолжение этой аномалии на север – в Сахалинский залив.

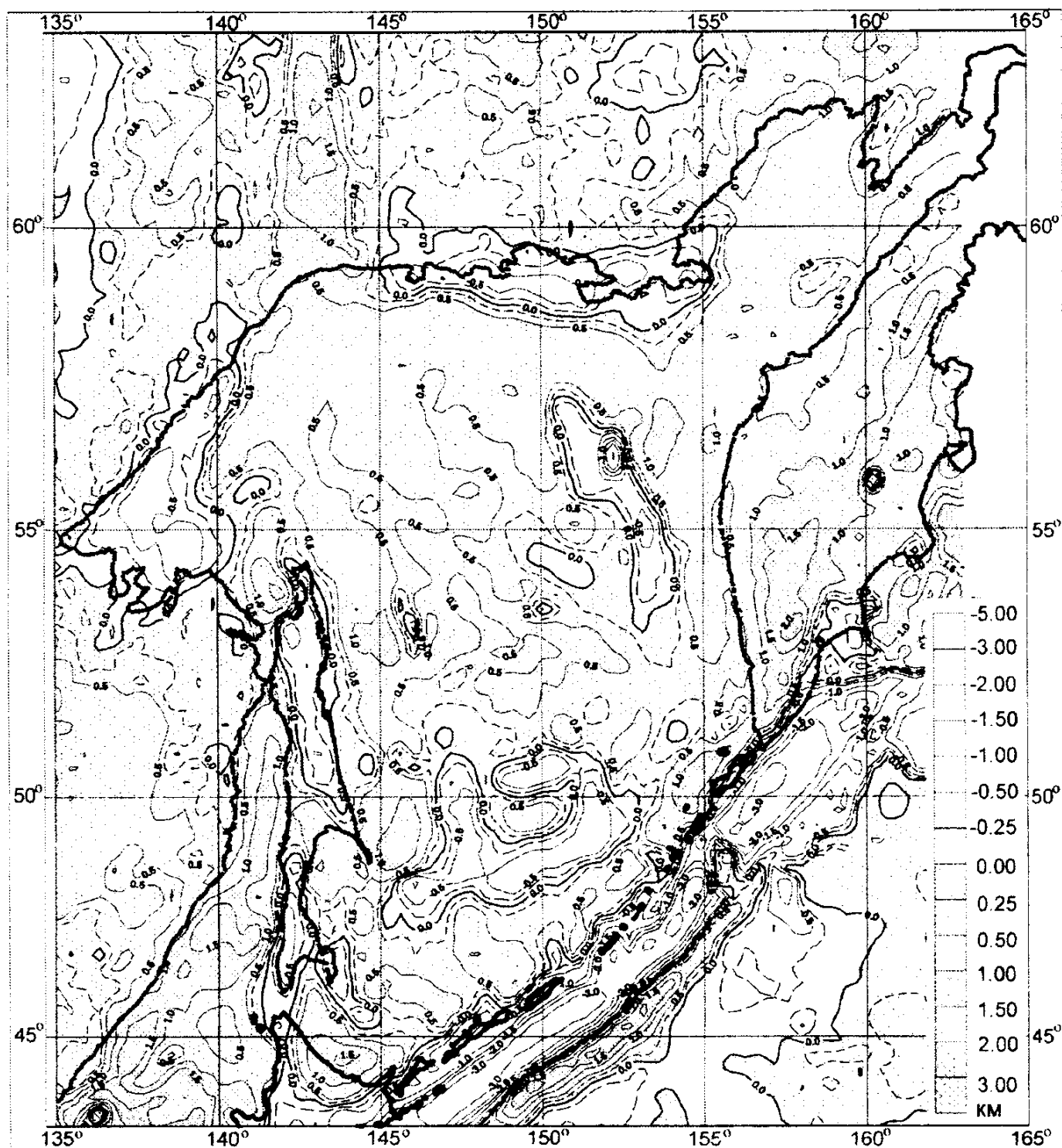


Рис. 1. Аномалии глубины "свободной поверхности" мантии Охотоморского региона.

Все зоны увеличенной глубины СПМ приурочены к депрессиям в рельефе дна, имеющим, как правило, повышенный тепловой поток. В изостатических аномалиях гравитационного поля они выражаются по-разному. Так, впадина Дерюгина и её продолжение на юг характеризуются пониженным полем изостатических аномалий до -10 мГал. Менее выраженное понижение отмечается в Татарском проливе. Зоны прогибов Голыгинского и ТИНРО, напротив, характеризуются повышенным фоном изостатических аномалий до $+40$ мГал и более.

Зоны подъёма глубин СПМ отмечаются вдоль северного и северо-восточного побережья Охотского моря, в северо-восточной части о.Сахалин, в пограничной зоне между впадиной ТИНРО и Центрально-Охотским поднятием, вдоль северной границы Южно-Охотской впадины, захватывая поднятия Академии Наук СССР и Института Океанологии. Кроме того, на юге о. Сахалин выделяются 2 зоны уменьшенных глубин СПМ: западная оконтуривает п-ов Крильонский и уходит на юг вплоть до о.Хоккайдо; восточная захватывает Тонино-Анивский п-ов и простирается от него на юго-восток к Южно-Охотской впадине.

Все отрицательные аномалии СПМ расположены на континентальной или субконтинентальной коре и приурочены к зонам пониженного теплового потока. Кроме того, большинство из них соседствует с глубоководными впадинами. В изостатических аномалиях они также отражаются по-разному. Прибрежные зоны Азиатского материка и северо-востока о.Сахалин с отрицательными аномалиями глубины СПМ попадают в области повышенных изостатических аномалий. Зоны, расположенные близ впадин ТИНРО и Южно-Охотской – напротив, характеризуются пониженными значениями гравитационного поля.

Корреляция региональных аномалий со структурами, выраженными в рельефе дна (поднятия и впадины), говорит о возможной связи образования этих аномалий с процессом уменьшения мощности коры, предполагаемым в окраинных морях. Однако, общей зависимости аномалий СПМ от мощности коры по всей акватории Охотского моря не наблюдается. Отсутствие данной зависимости говорит о том, что процесс деструкции континентальной коры Охотском море не привёл к появлению устойчивых аномалий плотности в литосферной мантии. Такие аномалии возникают при изменении вещественного состава литосферы в результате фазовых изменений (переход "базальт-эклогит") или при внедрении вещества (магматизм, флюидизация) в мантийную часть литосферы. Однако, полученные данные не позволяют отвергать данные механизмы деструкции коры, т.к. этот процесс, возможно, в Охотском море незначительно проявил себя. Об этом говорят современные представления о происхождении Охотоморского блока как океанического плато [2]. В то же время, в изостатических аномалиях гравитационного поля проявляется явная зависимость от мощности коры, которая выражается в их уменьшении с уменьшением мощности коры до отметки 19 км с последующим восстановлением уровня в диапазоне субокеанической мощности коры. Такое поведение гравитационного поля указывает, на слабое нарушение изостазии, вызванное, по-видимому, растяжением коры: чем меньше мощность коры, тем она сильнее подвергнута растяжению. Растяжение коры, в свою очередь, способствует развитию процесса деструкции коры. Наблюдаемые региональные аномалии СПМ во впадинах можно объяснить неравномерным прогревом литосферы, вызванным подходом диапира к ее подошве, проникновением флюидов и магматических тел в кору. Эти процессы, по-видимому и приводят, в конечном итоге к сокращению мощности коры.

Повсеместное углубление СПМ, наблюдаемое в Охотском море, указывает на наличие изостатически скомпенсированного уплотнения, распространяющегося на всё окраинное море и, возможно, выходящего за его пределы. Его происхождение может быть связано с глубинными плотностными неоднородностями, возникающими в процессе конвективных течений верхней мантии, одним из проявлений которого является субдукция Тихоокеанской плиты. Чтобы проверить это предположение, была исследована зависимость аномалий СПМ и изостатических от расстояния до оси желоба в Охотоморском регионе. Эта зависимость показала "прогибание" среднего уровня ано-

малый СПМ с максимумом около 0,5 км на расстоянии 600-700 км от оси желоба. Изостатические аномалии, напротив, характеризуются нарастанием среднего уровня с максимумом около +20 мГал на той же отметке расстояния до желоба. При этом хорошо видно, что обе аномалии продолжаются на океанической стороне от желоба.

Учитывая явную корреляцию в поведении аномалий СПМ и изостатических, можно предположить, что они образуются под влиянием одного уплотнённого, частично нескомпенсированного протяжённого блока в верхней мантии. При этом аномалии СПМ указывают на скомпенсированную часть его массы, а изостатические - на нескомпенсированную. Это предположение позволяет нам оценить размер аномального блока.

Предположим, аномальное увеличение плотности в блоке составляет $+0,02 \text{ г/см}^3$. Тогда его скомпенсированная часть, вызвавшая углубление СПМ на 0,5 км, составляет 82,5 км, а нескомпенсированная, проявившаяся в изостатической аномалии +20 мГал составляет около 24 км, что в сумме даёт чуть более 100 км. Такой слой при ширине аномалии в 1000 км может образоваться из остатков погружившейся в мантию океанической плиты при скорости субдукции 7,5 см/год менее чем за 15 млн лет.

Наличие уплотнения в верхней мантии активных окраин само по себе не вызывает сомнений. Но его изостатическая скомпенсированность (пусть даже неполная) требует объяснения. Классическая теория изостазии предполагает, что изостатическое выравнивание достигается в астеносфере путем горизонтального перетекания частично расплавленного вещества. Это объяснение допустимо только для вышележащих литосферных неоднородностей. Неоднородности, располагающиеся ниже астеносферы, также могут выравниваться изостатически, но уже на больших глубинах, где вязкость мантии много выше, чем в астеносфере. Почти полная изостатическая скомпенсированность аномального верхнемантийного блока говорит о том, что скорость изостатического выравнивания давления на нижнем уровне сравнима со скоростью выравнивания в астеносфере. Это может выполняться для крупных плотностных неоднородностей, если мощность компенсационного слоя сравнима с горизонтальным размером нагрузки, как показал Е.В.Артюшков [1].

Таким образом, в активных окраинах, где плотностные неоднородности распространяются на всю глубину верхней мантии, мы имеем двухуровневую систему изостатического выравнивания: первый уровень располагается в астеносфере, а второй, вероятно, в нижней мантии. Наличие такой двухуровневой системы изостазии само по себе может создавать конвективное погружение масс вглубь Земли.

Литература

1. Артюшков Е.В. Геодинамика. М.: Наука – 1979. 328 с.
2. Богданов Н.А., Добрецов Н.А. Охотское океаническое вулканическое плато // Геология и геофизика. 2002. Том 43. № 2. С. 101-114.
3. Кабан М.К. Изучение изостазии литосферы. М.: Наука, 1988. 125 с.
4. Хэйс Д. Окраинные моря Юго-Восточной Азии: их геофизические характеристики и структура // История и происхождение окраинных внутренних морей (27 Международный геологический конгресс. Симпозиум S.06.2.3. Доклады. Т.6, часть II) М.: Наука, 1984. С. 30-43.
5. Watanabe T., Langseth M.G., Anderson R.N. Heat flow in back-arc basins of the Western Pacific // Island arcs, deep sea trenches and back-arc basins / Eds. M.Talwani and W.C.Pitman. - Washington D.C., 1977. P. 137-161.