



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ
ТЕКТОНИКИ И ГЕОДИНАМИКИ
ПРИ ОТДЕЛЕНИИ НАУК О ЗЕМЛЕ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РАН
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ

**МАТЕРИАЛЫ
СОВЕЩАНИЯ
МОСКВА
2013**

**Геологическая история,
возможные механизмы
и проблемы формирования
впадин с субокеанической
и аномально тонкой корой
в провинциях
с континентальной
литосферой**



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ ТЕКТониКИ И ГЕОДИНАМИКИ
ПРИ ОТДЕЛЕНИИ НАУК О ЗЕМЛЕ РАН
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РАН
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ

**ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ,
ВОЗМОЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ
И ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ
ВПАДИН С СУБОКЕАНИЧЕСКОЙ
И АНОМАЛЬНО ТОНКОЙ КОРОЙ
В ПРОВИНЦИЯХ С КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ
ЛИТОСФЕРОЙ**

**Материалы
45 (XLV) Тектонического совещания**

Москва
ГЕОС
2013

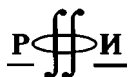
ББК 26.323

Т 67

УДК 549.903.55(1)

**Геологическая история, возможные механизмы и проблемы формирования впадин с субокеанической и аномально тонкой корой в провинциях с континентальной литосферой. Материалы XLV Тектонического совещания. – М.: ГЕОС, 2013 – 284 с.
ISBN 978-5-89118-606-4**

Материалы совещания опубликованы при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 13-05-06003



Ответственный редактор
Н.Б. Кузнецов

На 1-й стр. обложки: Северный Тянь-Шань, дорога на перевал Чунгур. На заднем плане хребет Таласский Алатау. Фото Т.Ю.Толмачевой, 2009 г.

© ГИН РАН, 2013

© ГЕОС, 2013

**Е.В. Артюшков¹, И.В. Беляев², Г.С. Казанин³,
С.П. Павлов³, П.А. Чехович^{1,4}, С.И. Шкарубо³**

Механизмы образования глубоких впадин с аномально тонкой корой на континентальной литосфере

Внутри континентов и на их пассивных окраинах существует ряд глубоких осадочных бассейнов. Примерами могут служить Восточно-Баренцевская, Северо-Чукотская, Прикаспийская и Южно-Каспийская впадины с мощностью осадков до 20 км. Близкие мощности были бы достигнуты и при заполнении осадками современных глубоководных впадин в Мексиканском заливе, в западной части Черного моря, в котловинах Макарова и Подводников в Арктическом секторе России, а также в ряде других областей. Консолидированная кора в таких впадинах утонена до 5–20 км, а скорости продольных волн в ней часто повышены и близки к значениям, характерным для базальтового слоя. Поэтому ряд авторов считает, что сверхглубокие впадины подстилаются корой океанического типа [1, 2 и др.].

Погружение океанической коры, образовавшейся на оси спрединга, продолжается ~80 млн лет со скоростью, быстро уменьшающейся во времени. В глубоких впадинах, погружение часто продолжалось сотни миллионов лет с отложением основной части осадков после того, как

¹ Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия

² ФГУНПП Севморгео, Санкт-Петербург, Россия

³ ОАО Морская арктическая геологоразведочная экспедиция, Мурманск, Россия

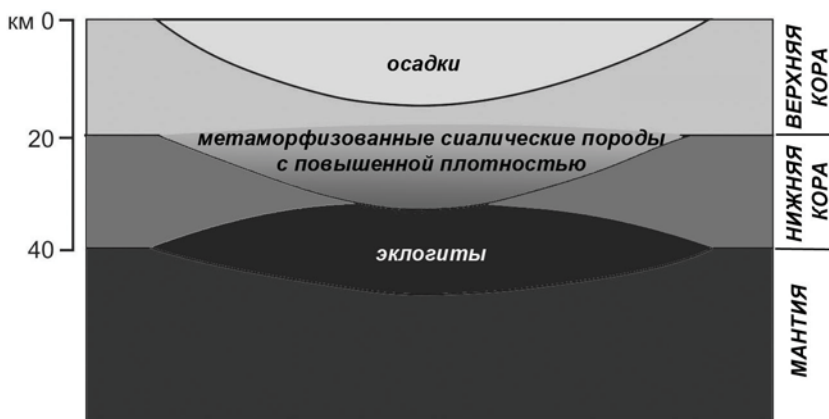
⁴ МГУ имени М.В. Ломоносова, Музей землеведения, Москва, Россия

погружение океанической коры уже давно закончилось бы. Например, в Южно-Каспийской впадине глубиной около 20 км, существующей ~100 млн лет, до 10 км осадков накопились за последние 5 млн лет. Поднятие Менделеева располагалось вблизи уровня моря, по крайней мере, в течение 170 млн лет с позднего силура до ранней перми, что для океанической коры невозможно [3]. Резкое отличие кривых погружения в глубоких впадинах от кривых, характерных для океанической коры, показывает, что впадины формировались на коре континентального типа.

Утонение континентальной коры в глубоких прогибах в несколько раз часто объясняют ее растяжением – рифтогенезом [4 и др.] с расколом верхней части коры листрическими сбросами на крупные блоки с их километровыми смещениями вдоль сбросов [5]. В большинстве глубоких впадин столь значительные деформации отсутствуют. Так, в Восточно-Баренцевской впадине глубиной 20 км [6] сбросы в фундаменте обеспечивают растяжение коры на 10–15 % и накопление до 2–3 км осадков.

Сильное растяжение литосферы происходит в эпохи ее резкого размягчения, после чего утоненная кора погружается к изостатически равновесному уровню. В Восточно-Баренцевской, Северо-Чукотской, Прикаспийской и Южно-Каспийской впадинах [7, 8 и др.], а также в Мексиканском заливе [9] кора, однако, погружена на несколько километров глубже. При добавлении к коре нескольких километров осадков из-под нее одновременно вытесняется слой значительно более плотных мантийных перидотитов такой же толщины. В результате на поверхности должны возникнуть отрицательные изостатические аномалии силы тяжести с амплитудой 100 мГал и более. В действительности над впадинами наблюдаются слабые положительные аномалии силы тяжести в свободном воздухе. Как показано в процитированных выше работах, это однозначно свидетельствует о том, что под разделом Мохо во впадинах залегают не мантийные перидотиты, а более плотные эклогиты.

Средний химический состав эклогитов такой же, как у габбро в базальтовом слое континентальной коры, и при определенных p – T -условиях габбро может переходить в эклогит с повышением плотности на 15–20 %. В большинстве областей давление в нижней части коры для этого перехода недостаточно. На глубинах, превышающих 15–18 км, в породах основного состава в присутствии флюида происходит, однако, образование тяжелого граната, содержание которого возрастает с давлением [10]. В результате гранатизации и уплотнения нижней коры происходит погружение. Заполнение образовавшейся впадины осадками мощностью 5–10 км значительно повышает давление в нижней коре. Поэтому в следующую эпоху инфильтрации флюида из мантии метаморфизм с уплотнением пород уже охватывает весь базальтовый слой или его большую часть. В результате происходит новое крупное погружение, что в дальнейшем приводит к повышению мощности осадков до 15–20 км.



Строение континентальной литосферы с аномально тонкой корой под глубоким осадочным бассейном

В верхней части континентальной коры во многих местах существуют большие объемы кислых пород первично-осадочного происхождения – метапелиты, мезократовые гнейсы, кислые граувакки и туфы. Эти породы часто имеют высокую железистость. При погружении под мощной толщей осадков на глубины 20 км и более в таких породах также образуется гранат [10, 11]. При этом сиалические породы приобретают повышенную плотность, а скорости упругих волн увеличиваются в них до значений, характерных для базальтового слоя.

В результате описанных метаморфических процессов облик континентальной коры под глубокими осадочными бассейнами сильно изменяется (рисунок). Переход габбро в эклогит в ее нижней части приводит к сильному уплотнению породы и повышению в ней скоростей упругих волн до значений, характерных для мантии. В результате на профилях ГСЗ эклогитизированную нижнюю кору помещают под разделом Мохо, несмотря на то, что по своему составу она относится к земной коре. Над разделом Мохо остается погребенная под мощным слоем осадков верхняя часть консолидированной коры, включающая породы кислого и среднего состава. Претерпев значительный метаморфизм при повышенных температурах и давлениях, эти породы приобретают повышенные плотности и скорости, примерно такие же, как в нижней, базальтовой, коре на континентальных платформах. Поэтому многие исследователи относят такую кору к океаническому типу. Тем не менее, в ее верхней части обычно сохраняется гранитный слой толщиной 2–5 км, что для океанической коры не характерно.

Следует отметить, что консолидированная кора на поднятии Менделеева, в котловинах Подводников и Макарова, а также на хребте Ломо-

носова, имеет примерно такое же строение, как и в глубоких осадочных бассейнах, образовавшихся на заведомо континентальной коре. Это дает важный аргумент в пользу принадлежности указанных структур Восточной Арктики к юридическому шельфу Российской Федерации.

В рассмотренных структурах метаморфизм с уплотнением пород земной коры развивался в эпохи инфильтрации в нее мантийных флюидов [12, 13]. Эти события сопровождались быстрыми погружениями коры, которые являются характерным признаком крупных нефтегазоносных бассейнов. Поэтому можно ожидать, что в Северо-Баренцевской и Северо-Чукотской впадинах запасы углеводородов составляют миллиарды тонн условного топлива.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 11-05-00628-а, Арктической программы РАН, а также Программы 24 Президиума РАН и Программы 1 ОНЗ РАН.

Литература

1. *Zonenshain L.P., Le Pichon X.* Deep basins of the Black Sea and Caspian Sea as remnants of Mesozoic back-arc basins // *Tectonophysics*. 1986. V. 123. P. 181–211.
2. *Lawver L.A., Grantz A., Gahagan L.M.* Plate kinematic evolution of the present Arctic region since the Ordovician // *Geol. Soc. of America. Spec. Paper* 360. 2002. P. 336–362.
3. *Артюшков Е.В.* Континентальная кора на хребте Ломоносова, поднятии Менделеева и в котловине Макарова. Образование глубоководных впадин в неогене вследствие глубокого метаморфизма в нижней коре // *Геология и геофизика*. 2010. Т. № 11. С. 1515–1530.
4. *McKenzie D.* Some remarks on the development of sedimentary basins // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1978. V. 40. P. 25–32.
5. *Ziegler P.A.* North Sea rift system // *Tectonophysics*. 1992. V. 208. P. 55–75.
6. *Ivanova N.V., Sakulina T.S., Belyaev I.V., Matveev Yu.I., Roslov Yu.V.* Depth model of the Barents and Kara seas according to geophysical surveys results // *Arctic Petroleum Geology. Geol. Society. London. Memoirs*. 2011. V. 35. P. 209–221.
7. *Gac S., Huismans R.S., Podladchikov Yu.Yu., Faleide J.Y.* On the origin of the ultradeep East Barents Sea basin // *J. Geophys. Res.* 2012. V. 117. B04401. Doi: 10.1029/2011JB008533.
8. *Mooney W.D., Kaban M.K.* The North American upper mantle: Density, composition, and evolution // *J. Geophys. Res.* 2010. V. 115. B12424, doi:10.1029/2010JB000866.
9. *Spear F.S.* Metamorphic phase equilibria and pressure-temperature-time paths. *Miner. Soc. Amer. Monograph*. 1993. 799 p.
10. *Кориковский С.П.* Фации метаморфизма метапелитов. М.: Наука, 1979. 264 с.

11. *Артюшков Е.В.* Вертикальные движения земной коры на континентах как отражение глубинных процессов в коре и мантии Земли: геологические следствия. Доклад на заседании Президиума РАН 21 февраля 2012 г. // Вестник РАН. 2012. Т. 82. № 12. С. 1–17.

12. *Артюшков Е.В.* О происхождении новейших движений земной коры. Доклад на заседании Бюро ОНЗ РАН 31 октября 2012 г.

13. *Artyushkov E.V.* Vertical crustal movements on the continents as a reflection of deep-seated processes in the Earth's crust and mantle // Herald of the RAS. 2012. V. 82. № 6. P. 432–446.

Научное издание

**ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ,
ВОЗМОЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ
И ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ
ВПАДИН С СУБОКЕАНИЧЕСКОЙ
И АНОМАЛЬНО ТОНКОЙ КОРОЙ
В ПРОВИНЦИЯХ С КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ
ЛИТОСФЕРОЙ**

**Материалы
45 (XLV) Тектонического совещания**

Утверждено к печати
Научным советом по проблемам тектоники и геодинамики
при Отделении наук о Земле РАН

Подписано к печати 18.01.2013
Формат 62х94 1/16. Бумага офсет № 1, 80 г/м
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Уч.-изд. 18,0 пл.
Тираж 200 экз.

Издательство ГЕОС
125315, Москва, 1-й Амбулаторный пр., 7/3-114.
Тел.: 8 (495) 959-35-16, 8-926-222-30-91.
E-mail: geos-books@yandex.ru
www.geos-books.ru