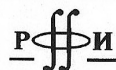


ББК 26.323
Т 67
УДК 549.903.55(1)

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

Р.Е. Айзберг, Т.А. Старчик¹

Граница раздела Мохоровичича в структурах Припятско-Донецкого авлакогена

Ранее предполагалось, что первоначальный раскол земной коры в зоне рифтогенеза по трассе трансконтинентального правостороннего сдвига вдоль Припятско-Донецкого авлакогена (ПДА) (западной части Сарматско-Туранского линеамента) сопровождался подъемом астеносферы с образованием цепочки мантийных астенолитов под всеми звеньями этой протяженной рифтовой системы. Однако последние данные интерпретации сейсмических материалов по проектам EUROBRIDGE и GEORIFT в рамках программы EUROPROBE [9] и переинтерпретация материалов ГСЗ прошлых лет по новым методикам обработки отражают более сложную картину [1–5]. Скоростные модели по профилям Евробридж'97 через Припятский прогиб [1, 3], а также через Днепровский грабен, Донецкий складчатый бассейн (профиль DOBRE) [5] и вал (кряж) Карпинского [6] и соответствующие им плотностные модели [2] и их корреляция показывают следующее.

Максимальная глубина осадочно-породных бассейнов (кровля консолидированной коры), соответствующая каждому из названных сегментов, увеличивается с северо-запада на юго-восток от 5–6 км (Припятский грабен) до, примерно, 20 км (Донбасс, вал Карпинского).

На всем протяжении авлакогена только в Днепровском звене отмечается классическая ситуация с выступом поверхности М на глубине 38 км [4] амплитудой в несколько километров по отношению к переходным зонам от грабена к Украинскому щиту и Воронежскому массиву (с глубинами соответственно до 40–44 и 50–55 км). Над Днепровским грабеном в консолидированной коре во всех ее слоях под осевой частью бассейна выявлено высокоскоростное субвертикальное тело в форме штока шириной 45 км, которое связывается с процессами преобразования коры в ходе рифтогенеза.

В Припятском прогибе граница М залегает субгоризонтально на глубине около 46 км. Под Донбасским сегментом (профиль Ногайск – Сватово в переинтерпретации сейсмических материалов Т.В. Ильченко [4] и профиль DOBRE [5]) граница М также близка к горизонтальной и залегает на глубине примерно 40 км. Под кряжем Карпинского (скоростная модель в интерпретации Е.П. Барановой и Н.И. Павленковой [6]) поверхность М резко погружается до глубины 48–50 км по сравнению с глубиной около 40 км под Скифской плитой. Таким образом, подтверждаются представления [7], что такой признак палеорифтов как утоне-

¹ Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь

ity models along the Eurobridge'97 seismic profile and gravity data // Acta geophysica Polonica, 2004. Vol. 52. N 4. С. 397–424.

4. Ильченко Т.В. Некоторые аспекты эволюции Днепровско-Донецкого палеорифта (по данным ГСЗ) // Геофизический журнал. 1997. Т. 19, № 3. С. 69–81.

5. The DOBREFraction'99 Working Group / Grad M., Grin D., Guterch A., Janik T., Keller R., Lang R., Lyngcsie S.B., Omelchenko V., Starostenko V.L., Stephenson R.A., Stovba S.M., Thibo H., Tolkunov A. DOBREFraction'99 – velocity model of the crust and upper mantle beneath the Donbas Foldbelt (East Ukraine) // Tectonophysics. 2003. V. 371. P. 81–110.

6. Баранова Е.П., Павленкова Н.И. Структура нижней коры в районе вала Карпинского // Физика Земли. 2003. № 6. С. 76–84.

7. Рамберг И., Морган П. Физическая характеристика и направления эволюции континентальных рифтов // Тектоника. Материалы 27 Междунар. геол. конгресса. М., 1984. Т. 7. С. 78–109.

8. Айзберг Р.Е., Старчик Т.А. О глубинном синрифтовом срыве в Припятском прогибе // Докл. НАН Беларуси. 2004. Т. 48, № 5. С. 98–103.

9. Стовба С.Н., Толкунов А.П., Майстренко Ю.П., Стифенсон Р.А., Баяр В., Гаевский Д., Раббель В., Старостенко В.И., Тибо Г. Глубинные исследования по профилю DOBRE // Строение и динамика литосферы Восточной Европы. Результаты исследований по программе EUROPROBE. М.: ГЕОКАРТ; ГЕОС, 2006. С. 328–332.

10. Волож Ю.А., Антипов М.П., Леонов Ю.Г., Морозов А.Ф., Юров Ю.А. Строение кряжа Карпинского // Геотектоника. 1999. № 1. С. 28–43.

Д.Р. Акманова, А.А. Долгая, А.В. Викулин¹

Миграция сейсмической и вулканической активности как волновые движения земной коры

Большинство землетрясений происходит на глубинах до 70 км – в пределах земной коры и ее подошвы. Авторами на протяжении ряда последних лет проводится исследование закономерностей распределения очагов коровых (с учетом ошибок определения глубин гипоцентров до 70 км) землетрясений в пространстве и времени. Для этих целей составлен электронный каталог, содержащий в едином формате данные о землетрясениях за последние 4.1 тыс. лет и извержениях вулканов за последние за 12 тыс. лет и проведен его первый анализ [1, 2]. Формат ка-

¹ Институт Вулканологии и Сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия

талога позволяет единым образом изучать особенности распределений очагов землетрясений и извержений вулканов, которые исследовались в разных энергетических диапазонах для землетрясений – магнитуд $M \geq M_0$, и извержений вулканов – индекса эксплозивной активности $W \geq W_0$. Исследования проводились на примере трех наиболее геодинамически активных поясов планеты: окраины Тихого океана (ТО), Альпийско-Гималайского пояса (АГП) и Срединно-Атлантического хребта (САХ).

Авторами было показано:

1. Явление миграции очагов коровых землетрясений и извержений вулканов является статистически значимым. Для каждого исследуемого региона в пределах различных энергетических диапазонов ($6 \leq M_0 \leq 8.5$, $1 \leq W_0 \leq 6$) выявляется достаточно большое число миграционных цепочек. При этом скорости миграции очагов коровых землетрясений и извержений вулканов совпадают по порядку величин. Эти данные позволяют процесс миграции считать характерным свойством коровой сейсмической и вулканической активности Земли.

2. Полученные данные для каждого из рассмотренных и сейсмических, и вулканических поясов указали на существование вполне определенных изменений скоростей миграции, величины которых пропорциональны значениям M_0 и W_0 рассматриваемых совокупностей событий. Для каждого пояса методом наименьших квадратов определены зависимости между логарифмами скоростей миграции сейсмических и вулканических событий LgV и соответствующих величин M и W :

$$M_{TO} \approx (7.7 \pm 1.5)LgV; \quad M_{АГП} \approx (6.7 \pm 1.4)LgV; \quad M_{САХ} \approx (-5.1 \pm 0.5)LgV \\ W_{TO} \approx (-3.1 \pm 0.6)LgV; \quad W_{АГП} \approx (-3.9 \pm 1.0)LgV; \quad W_{САХ} \approx (-0.8 \pm 0.2)LgV$$

Выявленные зависимости между логарифмами скоростей миграции сейсмических и вулканических событий и их энергетическими характеристиками имеют разные по величине наклоны: сейсмические зависимости $M_{TO}(V)$ – для окраины Тихого океана, и $M_{АГП}(V)$ – для Альпийско-Гималайского пояса, имеют «положительные» наклоны, то есть с увеличением энергии скорость миграции увеличивается; сейсмическая зависимость $M_{САХ}(V)$ – для Срединно-Атлантического хребта и все вулканические зависимости $W_{TO}, W_{АГП}, W_{САХ}(V)$ для рассмотренных поясов имеют «отрицательные» наклоны, то есть с увеличением энергии скорость миграции уменьшается.

В соответствии с представлениями глобальной тектоники плит окраина Тихого океана и Альпийско-Гималайский пояс являются зонами преимущественно сжатия, в то время как Срединно-Атлантический пояс и вулканические пояса являются зонами преимущественно растяжения. Таким образом, наклоны зависимостей, определяющих взаимосвязь между скоростями миграции очагов землетрясений и извержений вулканов, оказались «чувствительными» к тектоническим обстановкам

в зонах. Такой результат позволяет волновые, по сути, сейсмический и вулканический миграционные процессы считать отражением единого волнового геодинамического процесса, протекающего в пределах земной коры и ее подошвы во всех активных зонах Земли [2].

3. Анализ очагов землетрясений, соответствующих отдельным максимумам на глубинах 0–20 км (граница Конрада?) и 20–50 км (подошва коры), показал наличие таких же сейсмических закономерностей M_{TO} , AGP , CAH (V), что и для всей коры, в целом. Это позволяет миграцию очагов землетрясений считать характерным свойством *земной коры в целом*.

4. Анализ миграции землетрясений с очагами ниже земной коры показал, что в пределах Срединно-Атлантического хребта и Альпийско-Гималайского пояса миграционный процесс не выявляется, а в пределах окраины Тихого океана такой процесс выявляется только для отдельных островных дуг и континентальных окраин. Поэтому миграционный сейсмический и вулканический процессы являются неотъемлемым свойством именно земной коры.

Целенаправленное изучение миграции очагов землетрясений и извержений вулканов авторами настоящей работы стало возможным в результате формирования достаточно полной базы данных об извержениях вулканов, включающей большой объем соответствующей информации за продолжительный период времени. О существовании взаимосвязи между сейсмичностью и вулканизмом писали многие исследователи. Тем не менее, к последовательному статистически значимому изучению такой взаимосвязи можно было приступить только с созданием основополагающей базы данных. Выявленные к настоящему времени закономерности миграции очагов землетрясений и извержений вулканов на примере наиболее геодинамически активных поясов Земли (окраины Тихого океана, Альпийско-Гималайского и Срединно-Атлантического) как процесса волновой природы описаны в работах. Явление миграции землетрясений не вызывает сомнений. В 1970-х гг. работами Ш.А. Губермана, Е.В. Вильковича, В.И. Кейлис-Борока и других исследователей была предложена физически обоснованная гипотеза о волновой природе миграции сейсмичности. Ее доказательство для блоковой вращающейся среды – геосреды связано с разработкой ряда новых оригинальных физических и математических моделей и представляет, на наш взгляд, большой интерес и для геомеханики, и для динамики блоковых вращающихся сред.

Именно в рамках модели блоковой (вращающейся) геосреды оказывается возможным дать корректное с физической точки зрения описание волновых геодинамических движений [3].

Работа выполнена при поддержке гранта ДВО РАН 12-III-A-08-164, гранта РФФИ 12-07-3121.

Литература

1. Викулин А.В., Мелекесцев И.В., Акманова Д.Р. и др. Информационно-вычислительная система моделирования сейсмического и вулканического процессов как основа изучения волновых геодинамических явлений // Вычислительные технологии. 2012. Т. 17. №3. С. 34–54.
2. Vikulin A.V., Akmanova D.R., Vikulina S.A., Dolgaya A.A. Migration of seismic and volcanic activity as display of wave geodynamic process // Geodynamics & Tectonophysics. 2012. V. 3. I. 1. P. 1–18.
3. Vikulin A.V., Akmanova D.R., Vikulina S.A., Dolgaya A.A. Migration of seismic and volcanic activity as display of wave geodynamic process // New Concepts in Global Tectonics. 2012. N 64. P. 94–110.

**Е.В. Аргюшков¹, 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 земледования, Москва, Россия