

ББК 26.323
Т 67
УДК 549.903.55(1)

**Тектоника складчатых поясов Евразии: сходство, различие, характерные черты новейшего горообразования, региональные обобщения. Материалы XLVI Тектонического совещания Том I. М.: ГЕОС, 2014. - 287 с.
ISBN 5-89118-649-1**

Материалы совещания опубликованы при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
по проекту № 13-05-06201

Ответственные редакторы
К.Е. Дегтярев, Н.Б. Кузнецов

На 1-ой странице обложки: Деформации юрско-меловых отложений на западном берегу Грен-фьорда, о. Западный Шпицберген. Фото Э.В.Шипилова.

© ГИН РАН, 2014
© ГЕОС, 2014

Е.В. Артюшков¹, П.А. Чехович²

Механизмы новейших поднятий коры в фанерозойских и докембрийских складчатых поясах

На основной части площади континентов земная кора образована складчатыми сооружениями докембрия и фанерозоя. В отдельные эпохи эти структуры испытывали интенсивные поднятия, во многих местах приводившие к образованию горных сооружений. Данный процесс широко проявился, в частности, в плиоцен-четвертичное время, когда в большинстве континентальных областей произошло резкое ускорение восходящих движений. В результате за несколько миллионов лет на дрейфующих континентах сформировалось большинство современных положительных форм рельефа. Амплитуда новейших поднятий изменяется в широких пределах: от первых сотен метров на Восточно-Европейской и Северо-Американской платформах до нескольких километров в Африке и Центральной Азии, достигая 4–5 км на Памире, в Тибете и Гималаях [1 и др.].

Согласно широко распространенным представлениям, горные сооружения и высокие плато образуются в результате сильного сжатия коры вблизи активных конвергентных границ между литосферными плитами [2 и др.]. Такие области в современную эпоху занимают, однако, лишь очень небольшую часть общей площади континентов. Крупные новейшие поднятия коры произошли главным образом во внутриплитных областях, где сильное сжатие коры с формированием складчатых поясов давно закончилось. Во многих областях поднятия проявились на докембрийской литосфере, занимающей 70% площади континентов, где сжатие завершилось ≥ 0.5 млрд лет назад. Так, например, крупные новейшие поднятия коры произошли в Восточной Сибири и на основной части площади Африканского и Австралийского континентов, в Гренландии и в Восточной Антарктиде. Новейшие поднятия с амплитудами до нескольких километров и более, не сопровождавшиеся большими горизонтальными деформациями литосферы, широко про-

¹ Институт физики Земли РАН

² Музей земледования МГУ

Mountains by apatite fission track thermochronology // Journal of Asian Earth Sciences. 2007. V. 29. P. 2–9.

2. *Grave J., Buslov M.M., Van den Haute P., Dehandschutter B., Delvaux D.* Meso-Cenozoic evolution of mountain range – intramontane basins systems in the Southern Siberian Altai Mountains by apatite fission-track thermochronology // Frontiers in Earth Sciences. 2007. P. 457–470.

3. *Grave J., Van den Haute P., Buslov M.M., Dehandschutter B., Glorie S.* Apatite fission-track thermo-chronology applied to the Chulysman Plateau, Siberian Altai Region // Radiation Measurements. 2008. V. 43. P. 38–42.

4. *Glorie S., Grave J., Buslov M.M., Zhimulev F.I., Elburg M.A., Van den Haute P.* Structural control on Meso-Cenozoic tectonic reactivation and denudation in the Siberian Altai: Insights from multi-method thermochronometry // Tectonophysics. 2012. V. 544–545. P. 75–92.

5. *Kohn B.P., Gleadow A.J.W., Brown R.W., Gallagher K., O'Sullivan P.B., Foster D.A.* Shaping the Australian crust over the last 300 million years: insights from fission track thermotectonic imaging and denudation studies of key terranes // Australian Journal of Earth Sciences. 2002. V. 49. P. 697–717.

6. *Gleadow A.J.W., Kohn B.P., Brown R.W., O'Sullivan P.B., Raza A.* Fission track thermotectonic imaging of the Australian continent // Tectonophysics. 2002. V. 349. P. 5–21.

7. *Ketcham R.A., Donelick R.A., Donelick M.B.* AFTSolve: a program for multikinetic modeling of apatite fission-track data // Geol. Mater. Res. 2000. V. 2. P. 1–32.

8. *Д. Дельво, К. Тениссен, Р. Ван-дер-Мейер, Н.А. Берзин.* Динамика формирования и палеостресс при образовании Чуйско-Курайской депрессии Горного Алтая: тектонический и климатический контроль // Геология и геофизика. 1995. Т. 36, № 10. С. 31–51

А.В. Викулин, А.Г. Иванчин¹

Геодинамика как динамика блоковой вращающейся среды

Поверхность Земли находится в постоянном движении: блоки и плиты, как целые, перемещаются со скоростями 1–10 см/год, что и приводит к появлению напряжений с моментом силы и определяет основные свойства земной коры как корпускулярно-волновые и энергонасыщенные (нелинейные).

О ротационных волнах в блоковых вращающихся средах. В рамках концепции блоковой вращающейся среды показано [1], что характерная скорость передачи ротационных деформаций солитонного типа (напря-

¹ Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия

жений с моментом силы) в рамках блоковой модели нелинейной геосреды может быть записана в виде

$$c_0 = \gamma \sqrt{V_R V_S}, \quad c_0 \approx 1-10 \text{ см/с}, \quad (1)$$

где $\gamma = K^{-1} \approx 10^{-4}$ – нелинейный параметр, характеризующий реальную (разновеликую и неравномерно вследствие трения вращающуюся) цепочку блоков (т. е. совокупность очагов землетрясений, заполняющих собой сейсмический пояс); $K \approx 10^4$ – коэффициент нелинейности геосреды; V_S – скорость поперечных сейсмических волн, $V_R = \Omega R_0$, Ω – угловая скорость вращения Земли вокруг своей оси, R_0 – характерный размер блока. Такие же, по сути, деформационные [2] и маятниковые [3] волны инструментально зарегистрированы в шахтах.

Новый тип геодинамических колебаний. Было показано существование двух решений, соответствующих предельным энергиям: медленных солитонов (*sol*) и быстрых экситонов (*ex*). Первые отвечают за глобальную миграцию очагов землетрясений в пределах всего сейсмического пояса («энергетическое» дальное действие) с предельной скоростью:

$$V_{sol} \leq c_0 \approx 1-10 \text{ см/с}. \quad (2)$$

Вторые – ответственны за локальную миграцию форшоков и афтершоков в очагах сильных землетрясений («моментное» близкое действие) с предельной сейсмической (*s*) скоростью:

$$c_0 < V_{ex} \leq V^s \approx 1-10 \text{ км/с}. \quad (3)$$

Медленные солитоны (2) и быстрые экситоны (3), как отражение общезначимого принципа корпускулярно-волнового дуализма, являются, по сути, новым типом геодинамических колебаний, такими же характерными для блоковой вращающейся среды (геосреды), как и «обычные» сейсмические волны.

Вывод о существовании «нового типа уединенных волн», «скорость которых ограничена предельными значениями», сформулирован и для нелокально упругих твердых тел [4]. Существование «медленной» моды, «скорость распространения которой гораздо меньше скорости звука в жидкости, материале твердых гранул и в газе», теоретически и экспериментально обосновано в работе [5]. «Медленная динамика» и ее влияние на «упругие свойства материалов» установлены в работе [6].

Как видим, следствие концепции блоковой геосреды – вращающейся блоковой среды, о существовании нового типа ротационных волн, вполне согласуется с акустическими исследованиями твердых тел.

Ротационные и маятниковые волны. В рамках также блокового подхода, но с несколько других позиций – развития трещин в пространстве, когда главными являются процессы “композиции и декомпозиции вещества Земли”, показывается существование в геосреде маятниковых волн, как волн, определяющих геодинамические процессы [3]. Скорости маятниковых волн, как и ротационных, меньше скоростей продольных волн. Экспериментальное обоснование существования маятниковых волн проводится путем анализа колебательного процесса в цепочках жестких массивных блоков, являющихся аналогом цепочки блоков в ротационной модели. В цепочках жестких массивных блоков выделены два типа волн, как и в ротационной модели. При этом экспериментальные определения, проведенные в лаборатории, для скоростей маятниковых волн дают значения 10^2 – 10^3 м/с, в том числе и значения, близкие к скоростям сейсмических волн. Натурные определения скорости маятниковых волн 1–10 см/с оказались близкими характерной скорости ротационных волн c_0 (1).

В рамках волновой геодинамики оба подхода, развиваемые в рамках ротационного подхода [1] и “композиции и декомпозиции вещества Земли” [3], независимо друг от друга дают близкие результаты. Это позволяет ротационные и маятниковые волны отнести к одному классу явлений – взаимодействию блоков геосреды (вращающейся среды) между собой посредством упругого поля с моментом силы. Возможно, что и используемые при исследовании маятниковых [3] и деформационных [2] волн методы окажутся полезными при разработке способов регистрации ротационных волн, которые, как и тектонические (деформационные) волны [7], пока выделяются с помощью косвенных, не прямых инструментальных, методов.

О слоистом строении верхней мантии. Анализируются параметры кальдерообразующих извержений вулканов планеты. Показывается, что толщина магматического очага является величиной постоянной, значение которой (0.5 км) не зависит от вулканического процесса и определяется свойствами земной коры. Строится новая модель магматического очага, в основе которой заложены представления о «тепловом взрыве», реализующемся объемным реидным течением вещества коры по межблоковым границам в условиях низкой теплопроводности геосреды [8].

В рамках блоковой концепции геосреды формулируется гипотеза, согласно которой свойства границы Мохо определяются фазовым переходом от блокового строения коры к не блоковому строению верхней мантии [9].

Литература

1. Викулин А.В., Иванчин А.Г. О современной концепции блочно-иерархического строения геосреды и некоторых ее следствиях в области наук о Земле // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2013. № 3. С. 67–84.
2. Хачай О.А., Хачай О.Ю., Климко В.К. и др. Кинематические и динамические характеристики медленных деформационных волн в породном массиве как отклик на взрывные воздействия // Геодинамика и напряженное строение недр Земли. Труды XX Всероссийской научной конференции. Новосибирск: ИГД СО РАН, 2013. С. 38–42.
3. Опарин В.Н., Востриков В.И. Энергетический критерий объемного разрушения очаговых зон и волны маятникового типа / Методы и системы сейсмодеформационного мониторинга техногенных землетрясений и горных ударов. Т. 2: Интеграционные проекты. Вып. 25. Новосибирск: СО РАН, 2010. 261 с.
4. Памятных Е.А., Урусов А.В. Нелинейные уединенные волны в нелокально упругих твердых телах // Акустический журнал. 2012. Т. 58. № 2. С. 193–199.
5. Руденко О.В., Собисевич А.Л., Собисевич Л.Е. и др. Нелинейная модель гранулированной среды, содержащей слои вязкой жидкости и газовые полости // Акустический журнал. 2012. Т. 58. № 1. С. 112–120.
6. Коробов А.И., Одина Н.И., Мехедов Д.М. Влияние медленной динамики на упругие свойства материалов с остаточными и сдвиговыми деформациями // Акустический журнал. 2013. Т. 59. № 4. С. 438–444.
7. Быков В.Г. Деформационные волны Земли: концепция, наблюдения и модели // Геология и геофизика. 2005. Т. 46. № 11. С. 1179–1190.
8. Викулин А.В., Иванчин А.Г. Фазовый переход твердое тело – жидкость в блоковой геосреде как механизм извержения // Материалы конференции, посвященной Дню вулканолога «Вулканизм и связанные с ним процессы». Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2012. С. 107–111.
9. Викулин А.В., Иванчин А.Г. О природе Мохо как фазовой границе раздела между блоковой земной корой и неблоковой верхней мантией // Материалы 45 Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2013. С. 38–42.

Научное издание

**ТЕКТОНИКА
СКЛАДЧАТЫХ ПОЯСОВ ЕВРАЗИИ:
СХОДСТВО, РАЗЛИЧИЕ, ХАРАКТЕРНЫЕ
ЧЕРТЫ НОВЕЙШЕГО ГОРООБРАЗОВАНИЯ,
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОБОБЩЕНИЯ**

Материалы XLVI Тектонического совещания

Том 1

Подписано к печати 10.01.2014.
Формат 62x94 1/16. Бумага офсет № 1, 80 г/м².
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Уч.-изд. 20,0 п.л.
Тираж 250 экз.

ООО "Издательство ГЕОС"
125315, Москва, 1-й Амбулаторный пр., 7/3-114.
Тел./Факс: (495) 959-35-16, (499) 152-19-14, 8-926-222-30-91.
E-mail: geos-books@yandex.ru, www.geos-books.ru

Отпечатано с готового оригинал-макета в ООО "Чебоксарская типография № 1"
428019, г.Чебоксары, пр. И.Яковлева, 15.



Издательство ГЕОС

издание и распространение
научной литературы

Издательство ГЕОС сотрудничает
с Российским фондом фундаментальных исследований
и другими фондами, издает книги, брошюры любых обрезных
форматов в твердой и мягкой обложке с черно-белыми и
цветными иллюстрациями, полноцветные журналы и буклеты

Издательство ГЕОС:

- составляет сметы издательских проектов;
- готовит рукописи к изданию (набор, литературное, техническое и художественное редактирование, верстку, изготовление оригинал-макетов));
- гарантирует высококачественную печать (за 1–4 недели) на лучших сортах отечественной и импортной бумаги;
- осуществляет распространение книг в России и за рубежом, рассылает их рекламу по ведущим научным учреждениям, университетам, библиотекам, книготорговым организациям!

Цены минимальные. Звоните, приходите и убедитесь!

Тел.: (495) 959-35-16, 8-926-222-30-91.

E-mail: geos-books@yandex.ru;

www.geos-books.ru