



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

МАТЕРИАЛЫ  
СОВЕЩАНИЯ

Том II

МОСКВА  
2016

# ТЕКТОНИКА, ГЕОДИНАМИКА И РУДОГЕНЕЗ СКЛАДЧАТЫХ ПОЯСОВ И ПЛАТФОРМ



Материалы 48 (XLVIII) тектонического совещания. Том II. 2016

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ ТЕКТОНИКИ И ГЕОДИНАМИКИ  
ПРИ ОНЗ РАН  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
НАУКИ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ  
НАУК (ГИН РАН)  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ им. М.В.ЛОМОНОСОВА

# **ТЕКТОНИКА, ГЕОДИНАМИКА И РУДОГЕНЕЗ СКЛАДЧАТЫХ ПОЯСОВ И ПЛАТФОРМ**

**Материалы  
XLVIII Тектонического совещания**

**Том 2**

Москва  
ГЕОС  
2016

УДК 549.903.55 (1)  
ББК 26.323  
Т 76

**Тектоника, геодинамика и рудогенез складчатых поясов и платформ. Материалы XLVIII Тектонического совещания. Том 2. М.: ГЕОС, 2016. 340 с.**

**ISBN 978-5-89118-715-3**

Ответственный редактор  
*К.Е. Дегтярев*

Материалы совещания опубликованы при финансовой поддержке  
Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ),  
проект № 16-05-20033

*На обложке: Складка в песчаниках и алевролитах куприяновской свиты  
нижнего-среднего ордовика (р. Ишим, Северный Казахстан).  
Фото Т.Ю. Толмачевой*

ББК 26.323

© ГИН РАН, 2016  
© ГЕОС, 2016

## Литература

1. *Корольков В.Г.* Государственная геологическая карта Масштаб 1:1000000 (новая серия). Лист О-56, Р-56,57. Карта дочетвертичных образований / Ред. М.Л. Гельман. СПб.: ВСЕГЕИ, 1992.
2. *Смирнов В.Н.* Морфотектоника областей горообразования Северо-Востока Азии. Автореф. дисс. ... докт. геогр. наук. М.: МГУ, 1995. 42 с.
3. *Иванов В.В.* Осадочные бассейны Северо-Восточной Азии. М.: Наука, 1985. 210 с.
4. *Сурмилова Е.П., Корольков В.Г.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (новая серия). Лист Р-54, 55, О-55. Карта дочетвертичных образований. Отв. ред. Л.М. Натапов, Е.П. Сурмилова. СПб.: ВСЕГЕИ, 1999.
5. *Смирнов В.Н.* Ланково-Омолонская неотектоническая зона разломов // Геофизические модели геологических процессов на Северо-Востоке России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1996. С. 135-147.
6. *Акинин В.В., Ант Ю.Е.* Позднекайнозойский щелочно-базитовый вулканизм на Северо-Востоке России // Магматизм и оруденение Северо-Востока России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1997. С. 155-174.

**С.Ю. Соколов<sup>1</sup>**

---

### **Сдвиговой фактор тектогенеза в Атлантическом океане и его связь с геодинамическим состоянием верхней мантии и внутриплитными деформациями**

Индикатором горизонтального дифференцированного смещения внутри плиты, приводящего к сдвиговым деформациям, может являться различная скорость спрединга на разновозрастных участках вдоль изохрон параллельно САХ. По данным [4] значения скоростей спрединга для сегмента южной Атлантики между 12 и 17° ю.ш. при возрастах от современных до 20 млн лет, полученные по корреляции аномального магнитного поля (АМП), показывают расхождения кинематики соседних спрединговых сегментов, разделенных трансформными разломами, более чем в два раза. В этой ситуации будут происходить сдвиговые деформации не только на активных участках разломов благодаря стан-

---

<sup>1</sup> Геологический институт РАН (ГИН РАН), Москва, Россия

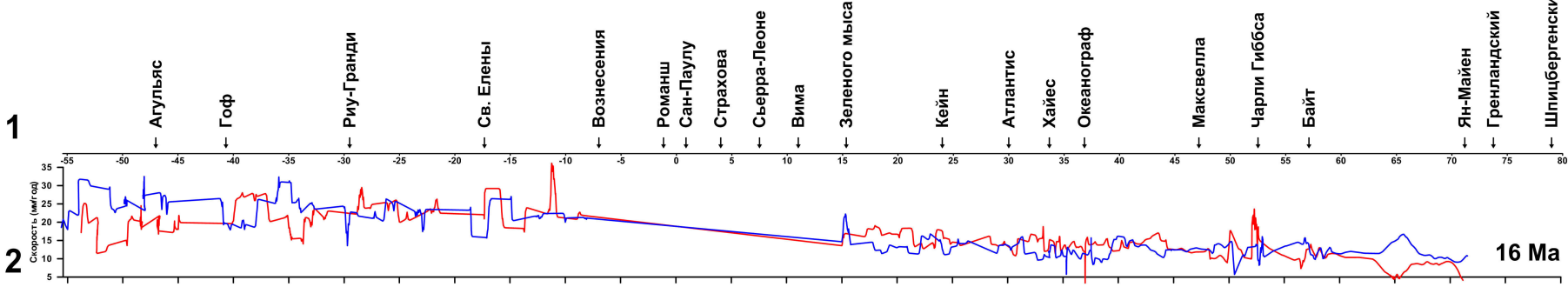
дартному механизму при одинаковой скорости, но и вне их пределов по обе стороны от САХ из-за дополнительной сдвиговой амплитуды, приобретаемой от разницы скоростей. Эта амплитуда по мере удаления от САХ должна затухать или рассеиваться. Для реализации процесса затухания необходимо дополнительное пространство, сопоставимое с размером сдвигового сегмента. Сдвиговые деформации могут охватывать внутриплитные районы, пассивные части трансформных разломов с пространством, прилегающим к ним, и быть выраженными в осадочном чехле.

Рассмотрим компиляцию геофизических атрибутов вдоль САХ между  $55^{\circ}$  ю.ш. и  $80^{\circ}$  с.ш., представленную на рисунке. Сопоставление атрибутов проведено с разрезом вариации отношения скоростей продольных и поперечных волн от поверхности до подошвы мантии вдоль САХ (6 на рис. 1), рассчитанным по методике [5]. Этот сейсмический атрибут интерпретируется как показатель тектонической «подвижности» в мантии и его минимумы – зоны пониженной подвижности, обведенные пунктирными областями – соответствуют «холодным» линзам, расположенным преимущественно в диапазоне 400–700 км. Исключение составляет «холодная» линза под Азорским плюмом, которая расположена от 700 до 1000 км. Уровень 5 на рис. 1 отображает плотность разломных зон вдоль САХ, рассчитанные длины которых показаны символами, пропорциональными общей длине разломов. Эта визуализация для наглядности обведена огибающей кривой. Хорошо видны модуляции суммарных длин в виде цепочки максимумов, совпадающих в общих чертах с положением холодных линз под САХ. Это показывает прямую взаимосвязь между присутствием холодных линз в мантии и макротрещиноватостью литосферы. Геодинамическое влияние на степень тектонической раздробленности литосферы и коры формируется термальным состоянием мантии в слое мощностью около 300 км непосредственно над разделом 670 км и сохраняется при удалении от САХ в процессе спрединга. Для зоны САХ это может быть объяснено тем, что в движение литосферных плит может быть вовлечен более мощный (до 400 км) поверхностный слой, повышенное трение подошвы которого в области холодных линз создает условие для образования повышенной макротрещиноватости. В пространстве между линзами мантия менее вязкая и число крупных разломов, а также их длина снижаются.

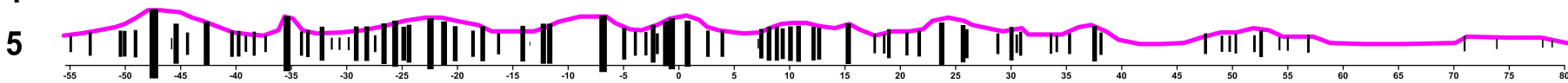
На уровнях 2 и 3 на рис. 1 приведены значения полускоростей спрединга вдоль изохрон 16 и 4 млн лет соответственно, показанные парами для западного (сплошная линия) и восточного (пунктирная линия) флангов САХ, построенные по данным [1] с фильтрацией интервала от  $8^{\circ}$  ю.ш. до  $15^{\circ}$  с.ш. На фоне регулярного увеличения скоростей имеют



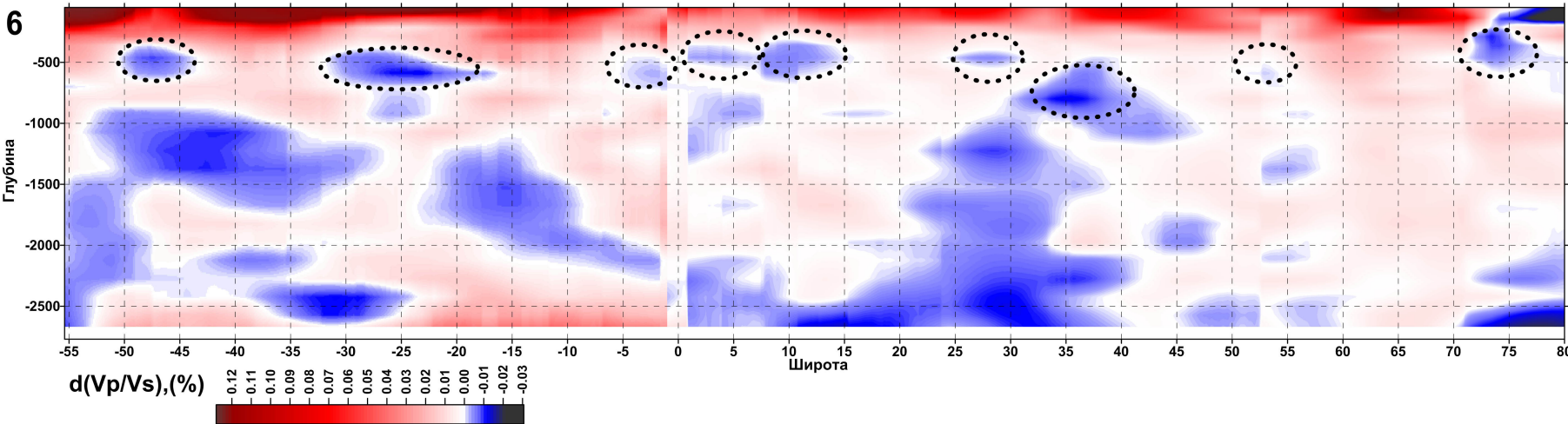
1



4



6



1 - положение на оси САХ пересечений с наиболее крупными разломами и их названия; 2, 3 - значения полускоростей спрединга (мм/год) вдоль изохрон 16 и 4 млн лет соответственно, показанные парами для западного (сплошная линия) и восточного (пунктирная линия) флангов САХ, построенные по данным [1] с фильтрацией интервала от 8° ю.ш. до 15° с.ш.; 4 - положение зон с минимальной асимметрией скорости спрединга для районов с достоверной идентификацией динейных магнитных аномалий; 5 - положения пересечений трансформных разломов с САХ с размером символа, линейно пропорциональным общей длине с пассивными частями, и их огибающая; 6 - вариации отношения  $V_p/V_s$ , рассчитанные по сейсмографическим данным для Р и S волн [2, 3], пунктирными кругами обозначены холодные аномалии верхней мантии Атлантики под зонами САХ и его флангами

место локальные вариации полускоростей, достигающие 100% вдоль простирания САХ и 250% в разнице между западным и восточным флангами. Хорошо видна асимметрия скоростей на западном и восточном флангах (см. 2, 3 на рис. 1). Эта асимметрия сводится практически к нулевой разнице на некоторых сегментах САХ, положение которых (4 на рис. 1) хорошо совпадает с холодными линзами и максимумами модуляции трансформных разломов. Между линзами асимметрия полускоростей спрединга достигает максимальных значений, причем западный фланг САХ в южном полушарии имеет большие значения, чем восточный. Отметим отрицательную корреляцию максимумов полускоростей на западном фланге и минимумов на восточном. В пределах плиты имеются сегменты с различной кинематикой и преимущественным направлением этого процесса (горизонтальные «клавиши»). То есть, сегменты САХ обладают различными и независимыми друг от друга кинематическими характеристиками, что подтверждает тезис о неоднородной и «нежесткой» структуре плит и о возможности в их пределах независимого движения частей под действием сил объемного типа с горизонтальной компонентой. Эти процессы усилены в областях между холодными подлитосферными линзами и в местах выхода в САХ глубинных аномалий типа «плюм».

Сравнение профилей полускоростей для изохрон 16 и 4 млн лет показывает, что имеются сегменты, где преимущественно западное преобладание увеличенных скоростей претерпело инверсию и на момент изохроны 16 млн лет преобладание было на восточном фланге и наоборот. Инверсии имеют место в пространстве между холодными подлитосферными линзами. Очевидно зоны пониженной вязкости мантии усиливают нестабильность и вариации кинематики преимущественного направления процесса спрединга по сравнению с «холодными» зонами. Не исключена миграция холодных линз в пространстве или их появление (исчезновение).



Как отмечено выше, при неоднородном профиле скорости вдоль сегментов САХ должны возникать сдвиги между блоками, выраженные деформациями в рельефе кровли базальтового слоя и соответственно в покрывающем его осадочном чехле, где он уже сформирован. На распространённых альтиметрических данных отчетливо видны трог трансформных разломов, выраженные протяженными и практически прямыми аномалиями рельефа, между которыми в ряде межразломных сегментов наблюдаются множественные «извилистые» трог аналогичной амплитуды, которые называют дискордантными. Их траектория не может быть объяснена в рамках общего искривления траектории трансформной зоны (flow line) за счет миграции полюса вращения плит. Возможной интерпретацией их происхождения является разница скоростей соседних сегментов, приводящая к сдвиговым смещениям вдоль трансформных. Причем дискордантные образования образуются в сегменте с более медленной скоростью.

Частая смена относительных скоростных режимов в многочисленных сегментах САХ привела к формированию мозаичной картины рельефа океанического субстрата, представленного чередованием участков с насыщением дискордантными нарушениями и их отсутствием. Таким образом, помимо АМП, остаточный рельеф является основой для восстановления детальной кинематической эволюции спредингового субстрата, деформаций осадочного чехла и характера палеонапряжений.

Сформулируем следующие выводы.

1. Геодинамическое влияние на тектоническую раздробленность литосферы и коры формируется подвижным состоянием мантии в слое мощностью около 300 км непосредственно над разделом 670 км. Для зоны САХ это может означать, что в движение литосферных плит вовлечен поверхностный слой мощностью до 400 км, повышенное трение подошвы которого в области холодных линз создает условие для повышенной плотности макротрещиноватости. В пространстве между линзами мантия менее вязкая и число крупных разломов, а также их длина снижаются.

2. Размеры сегментов с локальными вариациями полускоростей сопоставимы с глубинами кровли холодных линз, что говорит о сохранении главной масштабной сопоставимости глубины до мантийных структур с размером поверхностных.

3. Асимметрия полускоростей спрединга сводится практически к нулю на сегментах САХ, которые совпадают с положением холодных линз и максимумами модуляции трансформных разломов. Между линзами асимметрия полускоростей достигает максимальных значений. Отрицательная корреляция максимумов полускоростей на западном и

восточном флангах с устойчивым средним значением вдоль изохрон означает, что суммарное спрединговое наращивание коры остается стабильным вдоль САХ, но его сегменты обладают различными и независимыми друг от друга кинематическими характеристиками. Это подтверждает тезис о неоднородной и нежесткой структуре плит и о возможности независимого движения ее частей под действием сил объемного типа с горизонтальной компонентой.

4. Сравнение профилей полускоростей показывает, что существуют зоны инверсии с западного преобладания увеличенных скоростей на восточное. Указанные инверсии имеют место в пространстве между холодными подлитосферными линзами. Очевидно зоны пониженной вязкости мантии усиливают нестабильность и вариации кинематики преимущественного направления процесса спрединга, по сравнению с холодными зонами.

5. При неоднородном профиле скорости вдоль сегментов САХ возникают сдвиги между блоками, выраженные деформациями в рельефе кровли базальтового слоя и соответственно в осадочном чехле, где он уже сформирован. Эти деформации выражены в остаточном рельефе на длинах волн менее 75 км. Разница скоростей соседних сегментов формирует сдвиговые смещения вдоль трансформных разломов и зоны растяжения под углом 25–45° к сдвиговому разрыву, которые формируют дискордантные образования в сегменте с более медленной скоростью. С тех же позиций скоростной дифференциации, эволюционирующей во времени, объясняется наличие разломов «отшельников». Кроме АМП, остаточный рельеф является основой для восстановления кинематической эволюции спредингового субстрата, деформаций осадочного чехла и характера палеонапряжений. Насыщенность дискордантных нарушений является параметром определяющим зональность литосферы по ее деформациям. Наличие холодных подлитосферных линз и менее вязкой мантии в промежутках между ними активизирует процессы на сегментах САХ и усиливает асимметрию движения.

Работа выполнена в рамках темы «Оценка связи рельефа дна Атлантического и запада Северного Ледовитого океанов, деформаций осадочного чехла, процессов дегазации и опасных геологических явлений с геодинамическим состоянием коры и верхней мантии» (государственная регистрация № 01201459183), а также при поддержке грантов РФФИ 15-05-05888, 13-05-12076 офи\_м, 14-05-00122, программ Президиума РАН I.18П, I.43П, II.3П, и научной школы НШ\_5177.2012.5.

## Литература

1. Muller R.D., Sdrolias M., Gaina C., Roest W.R. Age, spreading rates, and spreading asymmetry of the world's ocean crust // *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. 2008. Vol. 9. N 4. doi:10.1029/2007GC001743
2. Grand S.P., Van der Hilst R.D., Widiyantoro S. Global seismic Tomography: A snapshot of convection in the Earth // *GSA Today*. 1997. Vol. 7. P. 1-7.
3. Van der Hilst R.D., Widiyantoro S., Engdahl E.R. Evidence of deep mantle circulation from global tomography // *Nature*. 1997. Vol. 386. N 6625. P. 578-584.
4. Мащенко С.П., Литвинов Э.М. Горшков А.Г., Лукашевич И.П. Геофизические критерии выявления региональных обстановок, благоприятных для образования глубоководных полиметаллических сульфидов / Под ред. Грамберга И.С., Строева П.А. // *Глубинное строение и геодинамика литосферы Атлантического и Тихого океанов* М.: Наука, 1992. С. 151-178.
5. Соколов С.Ю. Состояние геодинамической подвижности в мантии по данным сейсмотомографии и отношению скоростей Р и S волн // *Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле*. 2014. № 2 (24). С. 55-67.

**Т.М. Сокур<sup>1</sup>**

---

### **Тектоника и особенности вулканизма в отложениях венда на юго-западной окраине Восточно-Европейской платформы**

Поздний докембрий представляет собой один из интереснейших этапов геологической истории Земли. С этим периодом связаны события, которые кардинально изменили ход истории. На границе раннего и позднего венда произошла перестройка структурного плана и перераспределение областей осадконакопления. В юго-западной части Восточно-Европейской платформы вследствие расширения областей погружения Вольно-Подольской плиты образовывается новая тектоническая структура – Днестровский перикратонный прогиб. Днестровский перикратон представляет собой юго-восточное звено более протяженной Балтийско-Приднестровской системы перикратонных опусканий, появление которой связывается с раскрытием и активным развитием смеж-

---

<sup>1</sup> Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина