

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ ИМ. П.П. ШИРШОВА РАН**

**ГЕОЛОГИЯ
МОРЕЙ И ОКЕАНОВ**

**Материалы XXIII Международной научной конференции
(Школы) по морской геологии**

Москва, 18–22 ноября 2019 г.

Том V

**GEOLOGY
OF SEAS AND OCEANS**

**Proceedings of XXIII International Conference on Marine
Geology**

Moscow, November 18–22, 2019

Volume V

**Москва / Moscow
ИО РАН / IO RAS
2019**

ББК 26.221

Г35

УДК 551.35

DOI:10.29006/978-5-9901449-9-6.ICMG-2019-5

Геология морей и океанов: Материалы XXII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. V. – М.: ИО РАН, 2019. – 302 с. DOI:10.29006/978-5-9901449-9-6.ICMG-2019-5.

В настоящем издании представлены доклады морских геологов, геофизиков, геохимиков и других специалистов на XXII Международной научной конференции (Школе) по морской геологии, опубликованные в пяти томах.

В томе V рассмотрены проблемы, связанные с геофизикой и геоморфологией дна морей и океанов, тектоникой литосферных плит.

Материалы опубликованы при поддержке Российского Фонда фундаментальных исследования, грант № 19-05-20102.

Ответственный редактор

Академик А.П. Лисицын

Редакторы к.г.-м.н. Н.В. Политова, к.г.-м.н. В.П. Шевченко

Geology of seas and oceans: Proceedings of XXII International Conference on Marine Geology. Vol. V. – Moscow: IO RAS, 2019. – 302 pp., DOI:10.29006/978-5-9901449-9-6.ICMG-2019-5.

The reports of marine geologists, geophysics, geochemists and other specialists of marine science at XXII International Conference on Marine Geology in Moscow are published in five volumes.

Volume V includes reports devoted to the problems of sea floor geophysics and geomorphology, lithosphere plate tectonics.

Chief Editor

Academician A.P. Lisitzin

Editors Dr. N.V. Politova, Dr. V.P. Shevchenko

ISBN 978-5-9901449-9-6

ББК 26.221

© ИО РАН 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Геофизика и геоморфология дна морей и океанов

- Агранов Г.Д., Дубинин Е.П., Грохольский А.Л., Данилов Я.А.* Физическое моделирование взаимодействия спредингового хребта с крупной магматической провинцией Кергелен 16
- Аляутдинов А.Р., Косевич Н.И., Брянцева Г.В.* Применение ГИС-технологий при структурно-геоморфологическом исследовании шельфа моря Лаптевых 21
- Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О., Рыбакин В.Н.* Результаты геолого-геоморфологических исследований дна и берегов Ладожского озера в 2015-19 гг. 23
- Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А., Соловьева Г.Д.* Колебания уровня моря – определяющий фактор в развитии барьерно-лагунных систем Балтийского моря 27
- Барановский М.С., Грохольский А. Л., Дубинин Е.П.* Физическое моделирование погруженных хребтов и микроконтинентов пассивной окраины западной части Индии. 32
- Баренбаум А.А.* Смещение тепловых потоков в срединных океанических хребтах силой Кориолиса 37
- Башев И.А., Черных А.А., Корнева М.С., Редько А.Г., Яковенко И.В.* Новые данные о тектоническом строении зоны сочленения Евразийского бассейна и континентальной окраины моря Лаптевых 41
- Белов Н.С., Данченков А.Р., Пичугина А.В., Грищенко В.А.* Дифференциально-геометрические характеристики песчаных пляжевых поверхностей юго-восточной Балтики 44
- Блох Ю.И., Бондаренко В.И., Долгаль А.С., Новикова П.Н., Петрова В.В., Пилипенко О.В., Рашидов В.А., Трусов А.А.* Подводные вулканы Северных и Центральных Курил 49
- Бондаренко В.И., Рашидов В.А.* Подводная кальдера залива Простор, о. Итуруп, Курильские острова 54
- Борисов Д.Г., Иванова Е.В., Мурдмаа И.О., Немченко Н.В., Фрей Д.И., Левченко О.В.* Латеральная седиментация в северной части Аргентинской котловины в четвертичное время (Южная Атлантика) 58
- Борисов Д.Г., Креницкий М.А.* Использование мессенджер-бота для систематизации и хранения коллекции геологических образцов. 61

- Поротов А.В., Мысливец В.И., Коротаев В.Н.* Корреляция морских и континентальных отложений восточного Крыма на основе геолого-геофизических данных 216
- Прошкина З.Н., Валитов М.Г.* Структурно-плотностная модель Южно-Татарского бассейна 221
- Ращупкина А.О., Дубинин Е.П., Грохольский А.Л., Агранов Г.Д.* Особенности структурообразования на ранних стадиях формирования сопряженных континентальных окраин Иберии и Ньюфаундленда (физическое моделирование) 226
- Римский-Корсаков Н.А., Мысливец В.И., Пронин А.А., Коротаев В.Н., Поротов А.В.* Строение верхней части разреза внутреннего шельфа Западного Крыма 230
- Рыбалко А.Е., Щербаков В.А., Иванова В.В., Сличенков В.И., Беляев П.Ю., Алексеев А.Ю., Карташев А.О., Токарев М.Ю., Маев П.А., Белов М.О.* Новые данные об особенностях строения четвертичного покрова в заливе Петра Великого по сейсмоакустическим данным 235
- Рябчук Д.В., Сергеев А.Ю., Жамойда В.А., Буданов Л.М., Пономаренко Е.П., Прищепенко Д.В., Неевин И.А., Крек А.В.* Новые данные о дегляциации впадины Финского залива 240
- Сергеев А.Ю., Буданов Л.М., Рябчук Д.В., Жамойда В.А., Ковалева О.А., Неевин И.А.* Развитие приморской низменности восточной части Финского залива в районе оз. Высокинского под влиянием трансгрессивно-регрессивных колебаний палеоводоемов Балтийского моря 244
- Цуканов Н.В., Дозорова К.А., Гедике К.* Оползневые комплексы в северо-западной части Тихого океана и Беринговом море по данным сейсмоакустического профилирования. 248
- Шрейдер А.А., Сажнева А.Э., Бреховских А.Л., Клюев М. С., Ракитин И. Я., Галиндо-Зальдивар Х., Евсенко Е. И., Гринберг О. В.* Кинематика дна между поднятием Ермак и континентальным шельфом Евразии 253
- Яковенко И.В., Черных А.А., Корнева М.С., Иванова Н.М., Васильев В.В., Редько А.Г.* Особенности глубинного строения евразийской континентальной окраины в районе арх. Северная Земля 255

**Ращупкина А.О.¹, Дубинин Е.П.¹, Грохольский А.Л.²,
Агранов Г.Д.¹**

(¹Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, e-mail: anastasiaforo@gmail.com; ²Научно-учебный музей земледования МГУ имени М.В. Ломоносова)

Особенности структурообразования на ранних стадиях формирования сопряженных континентальных окраин Иберии и Ньюфаундленда (физическое моделирование)

**Rashchupkina A.O.¹, Dubinin E.P.¹, Grokholsky A.L.²,
Agranov G.D.¹**

(¹M.V. Lomonosov Moscow State University, Department of Geology; ²The Earth Science Museum at Moscow State University)

Physical modeling of structural deformation on the early stages of Iberia and Newfoundland conjugate passive margins formation

Ключевые слова: физическое моделирование, пассивные окраины, гиперрастяжение, ультрамедленный спрединг, погруженное плато

На основе анализа геолого-геофизических данных и физического моделирования рассмотрены особенности структурообразования на сопряженных окраинах Иберии и Ньюфаундленда. Данные окраины представляют собой эталон пассивных гиперрастянутых окраин.

Сопряженные окраины Иберии и Ньюфаундленда сформировались при гиперрастяжении континентальной коры с ее характерным асимметричным расколом по крупному разлому-детачменту и с обедненным магмоснабжением [1]. К тому же, эти невулканические окраины почти полностью лишены синрифтовых магматических образований, и характеризуются развитием экзгумации серпентинитов вдоль границы с океаном, а в пределах самой окраины утонением континентальной коры и значительной тектонической расчлененностью [2]. Для гиперрастянутых окраин характерно развитие в условиях длительного рифтогенного растяжения континентальной коры, переходящего в ультрамедленный и затем медленный спрединг. Эти процессы отражаются в разной степени расчлененности рельефа фундамента и строения коры.

Выделяют четыре основных стадии развития окраин этого типа и формирования соответствующих областей [3]. Стадия растяжения континентальной коры с образованием проксимальной области, характеризующейся системой горстов и грабенных и небольших разломов-детачментов. На второй стадии происходит утонение континентальной коры, подъемом границы Мохо и формирование крупных разломов-детачментов,

закладывающих асимметричное развитие сопряженных окраин. Третья стадия ассоциируется с дистальной областью, характеризующейся сильным утонением континентальной коры и выведением на поверхность эксгумированной мантии, сложенной серпентинизированными перидотитами. И, наконец, четвертая стадия, связанная с внешней областью континентальной окраины, характеризуется аккрецией новой океанической коры при ультрамедленном спрединге с сильно расчлененным рельефом. В дальнейшем скорость спрединга может увеличиваться до медленных и средних величин, при этом будет меняться морфоструктурный план новообразованной океанической коры и изрезанность рельефа.

Особенностью строения континентальных окраин Иберии и Ньюфаундленда является наличие погруженных краевых плато банки Галиции и Флэмиш Кэп, соответственно. Банка Галиции расположена вблизи северной окраины Иберии и отделена от нее Внутренним бассейном Галиции, представляющим собой, по всей видимости, рифтогенную депрессию. К югу, окраина Иберии имеет все признаки, характерные для окраин с гиперрастяжением, описанные выше. Банка Флэмиш Кэп со стороны сопряженной окраины также отделена рифтогенным бассейном Пас Флэмиш от Большой банки Ньюфаундленда. Эти погруженные краевые банки осложняют строение континентальных окраин. Условия их образования вызывают немало вопросов.

Исследования ранних стадий развития сопряженных континентальных окраин Иберии и Ньюфаундленда проводились с помощью физического моделирования.

Экспериментальные исследования осуществлялись в лаборатории экспериментальной геодинамики Музея Землеведения МГУ. Эксперименты проводились в соответствии с условиями подобия и методиками, описанными в работах [4–6]. Модельное вещество представляет собой сложную коллоидную систему, основой которой являются жидкие (минеральное масло) и твердые (церезин, парафин) углеводороды с различными поверхностно-активными добавками.

Первая и вторая стадии растяжения и амагматического утонения в экспериментах создавалась искусственным утонением модельной континентальной литосферы. Третья стадия развития окраины, сопровождаемая эксгумацией серпентинизированной мантии, в эксперименте воссоздавалась процессом очень медленного растяжения и ультрамедленного спрединга, при котором формировался сильно расчлененный рельеф в виде крупных деформированных валов по одной или обеим сторонам окраин. На этом этапе нередко отмечалась геометрическая нестабильность рифтовой оси, сопровождаемая ее неоднократными перескоками, приводящими как к симметричной, так и асимметричной аккреции, что отражалось, соответственно, в симметричном или асимметричном строении окраины.

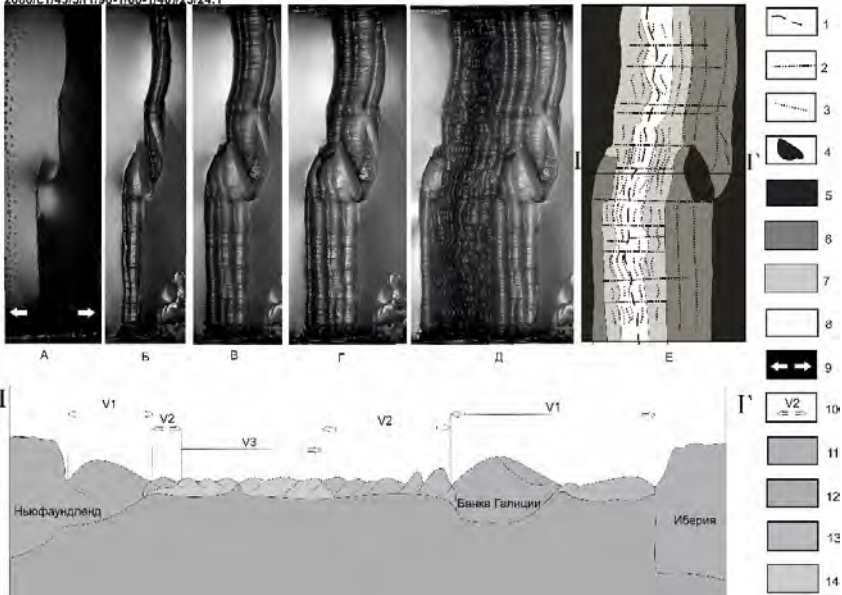


Рисунок. Эксперимент № 2080. Модель образования банки Галиции на сопряженных окраинах Иберии и Ньюфаундленда. Вверху: стадии эволюции – фото (вид сверху); Условные обозначения: 1 – действующая ось спрединга; 2 – зоны поперечных смещений; 3 – границы между аккреционными валами; 4 – граница континентального плато 5 – зона континентальной литосферы; 6 – зона эксгумации мантии; 7 – зона наращивания океанической коры при V2; 8 – зона наращивания океанической коры при V3; 9 – направление растяжения. Внизу: схематичный рельеф и разрез модельной литосферы по линии I – I'.

10 – обозначения скоростей; 11 - твердый слой модели, имитирующий литосферу; 12 - жидкий расплав, имитирующий астеносферу; 13 – серпентинизированная мантия; 14 – океаническая кора. $V_1 V_1 V_1 = 1,67 \times 10^{-5} 10^{-5} 10^{-5} 10^{-5}$ м/с; $V_2 V_2 V_1 V_1 = 2,5 \times 10^{-5} 10^{-5} 10^{-5} 10^{-5}$ м/с; $V_3 V_3 V_1 V_1 = 3,75 \times 10^{-5} 10^{-5} 10^{-5} 10^{-5}$ м/с.

Четвертая стадия (формирование коры в условиях перехода от режима ультрамедленного спрединга к медленному) в эксперименте соответствовал увеличению скорости растяжения. Образованная кора характеризовалась расчлененной поверхностью, с менее контрастным рельефом. При этом асимметричная аккреция могла сохраняться. Эксперименты также показали, что формирование погруженных плато, в пределах континентальных окраин таких как банки Галиция и Флэмиш Кэп возможно при продвижении

двух рифтовых трещин навстречу друг другу, которые ограничивают микроконтинентальный блок с обеих сторон (рисунок).

Таким образом, физическое моделирование формирования разных типов рельефа при переходе от континентального рифтинга к океаническому спредингу при изменяющихся скоростях растяжения позволило выявить разный характер структурообразования на каждом этапе развития сопряженных переходных зон Иберии и Ньюфаундленда. Сравнение результатов моделирования с рельефом фундамента, полученным по сейсмическим данным, и фазами развития сопряженных переходных зон Иберии и Ньюфаундленда дают хорошее соответствие.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 18-05-00378).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Haupert I., Manatschal G., Decarlis A., Unternehr P. Upper-plate magma-poor rifted margins: stratigraphic architecture and structural evolution // Marine and petroleum geology. 2015. doi: 10.1016/j.marpetgeo.2015.10.020.
2. Меланхолина Е.Н., Суцевская Н.М. Особенности развития магматизма при формировании пассивных окраин северной Атлантики // Геотектоника. 2013. № 2. С. 12–31.
3. Perron-Penvidic G., Manatschal G., Osmundsen P. Structural comparison of archetypal Atlantic rifted margins: A review of observations and concepts // Marine and petroleum geology. 2013. doi: 10.1016/j.marpetgeo.2013.02.002
4. Грохольский А.Л., Дубинин Е.П. Аналоговое моделирование структурообразующих деформаций литосферы в рифтовых зонах срединно-океанических хребтов // Геотектоника. 2006. Т. 1. С. 76–94.
5. Шеменда А.И. Критерии подобия при механическом моделировании тектонических процессов // Геология и геофизика. 1983. Т. 10. С. 10–19.
6. Shemenda A.I., Grocholsky A.L. Physical modeling of slow seafloor spreading // Journal Geophysical Research. 1994. V. 99. P. 9137–9153.

In this study, we are considering features of structural formation of Iberia and Newfoundland conjugate passive margins based on geological, geomorphological analysis and physical modelling. These margins represent an etalon of passive margins that were formed in conditions of hyperextension of continental crust with essential asymmetric break up and big detachment fault.