

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ НА РАННИХ СТАДИЯХ ФОРМИРОВАНИЯ СОПРЯЖЕННЫХ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОКРАИН ИБЕРИИ И НЬЮФАУНДЛЕНДА (ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ)

Ращупкина Анастасия Олеговна¹, Дубинин Евгений Павлович.¹, Грохольский Андрей Львович², Агранов Григорий Дмитриевич¹

¹ Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

² Научно-учебный музей землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова

На основе анализа геолого-геофизических данных и физического моделирования рассмотрены особенности структурообразования на сопряженных окраинах Иберии и Ньюфаундленда. Данные окраины представляют собой эталон пассивных окраин, сформированных при гиперрастяжении континентальной коры, с характерным асимметричным ее расколом по крупному разлому-детачменту и обедненным магмоснабжением [1]. К тому же, эти невулканические окраины почти полностью лишены синрифтовых магматических образований, и характеризуются развитием эксгумации 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 [5]. Стадия растяжения континентальной коры с образованием проксимальной области, характеризующейся системой горстов и грабенов 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 [1,3,6]. 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.

2080/c1/43/3/(1/90-1/60-1/40)/23/24.1

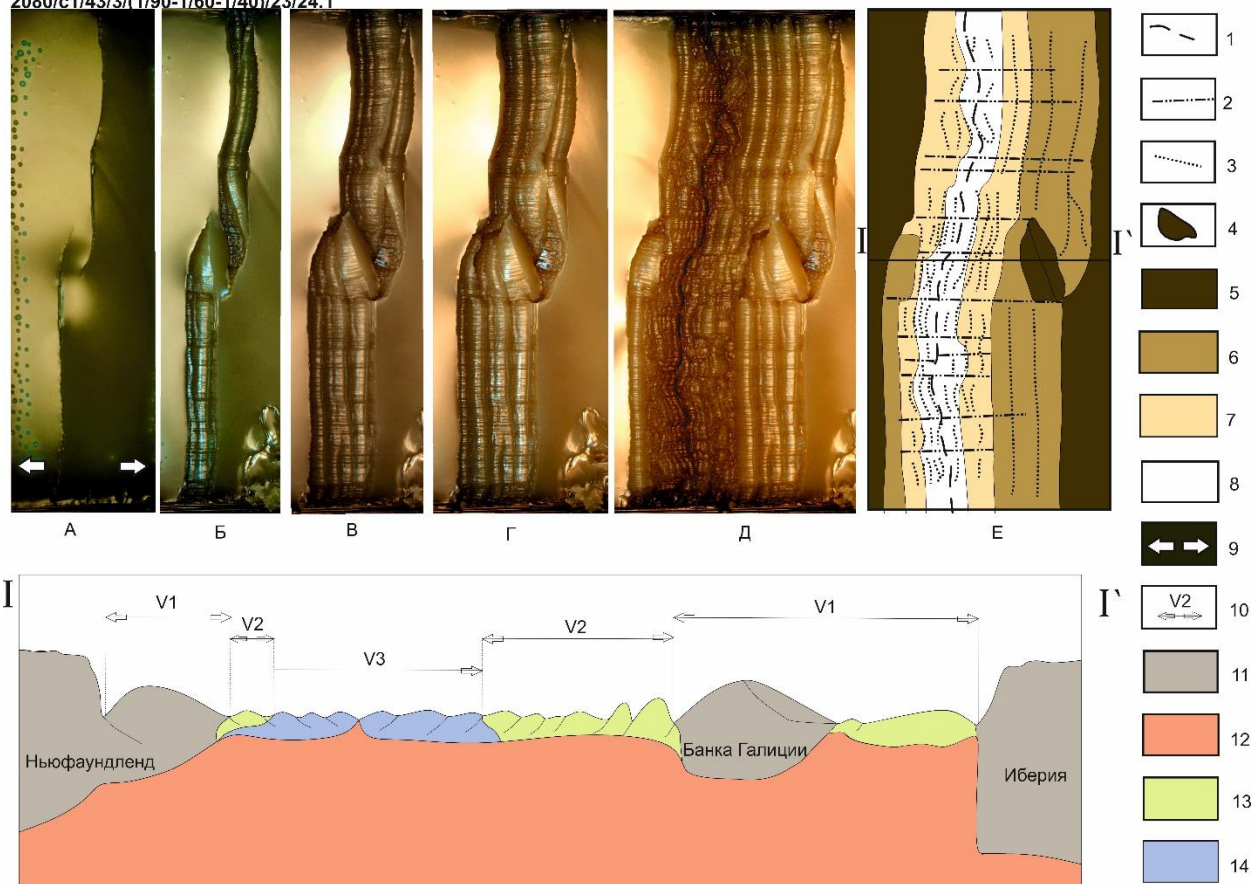


Рис.1. Эксперимент № 2080. Модель образования банки Галиции на сопряженных окраинах Иберии и Ньюфаундленда. Вверху: стадии эволюции – фото (вид сверху); Условные обозначения: 1 – действующая ось спрединга; 2 – зоны поперечных смещений; 3 – границы между аккреционными валами; 4 – граница континентального 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. $V_1 = 1,67 \times 10^{-5} \text{ м/с}$; $V_2 = 2,5 \times 10^{-5} \text{ м/с}$; $V_3 = 3,75 \times 10^{-5} \text{ м/с}$.

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 (рис.1) возможно при продвижении двух рифтовых трещин навстречу друг другу, которые ограничивают микроконтинентальный блок с обеих сторон.

Заключение

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. *Грохольский А.Л., Дубинин Е.П.* Аналоговое моделирование структурообразующих деформаций литосферы в рифтовых зонах срединно-океанических хребтов // Геотектоника. 2006. Т.1 С.76–94.
2. *Меланхолина Е. Н, Суцевская Н. М.* Особенности развития магматизма при формировании пассивных окраин северной Атлантики // Геотектоника, 2013, № 2, с. 12–31.
3. *Шеменда А.И.* Критерии подобия при механическом моделировании тектонических процессов // Геология и геофизика. 1983. Т.10 С.10–19.
4. *Hauptert 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.
5. *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
6. *Shemenda A.I., Grocholsky A.L.* Physical modeling of slow seafloor spreading. Journal Geophysical Research 1994. 99, 9137–9153.