

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ СОПРЯЖЕННЫХ СТРУКТУР ДИАМАНТИНА И ЛАБУАН

Г.Д. Агранов^{1,2}, Е.П. Дубинин¹, А.Л. Грохольский¹

¹Музей Землеведения МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

²Геологический институт РАН, Москва, Россия

Раскрытие между Австралией и Антарктидой началось 83 миллиона лет назад после длительного (~ 60 млн лет) периода континентального рифтогенеза, характеризующегося гиперрастяжением континентальной коры и эксгумацией серпентинизированной верхней мантии [Лейченко и др., 2018, Whittaker et al, 2013]. Начало формирования здесь океанической коры, привело к реорганизации границ плит, следствием чего стало продвижение к западу рифтовой зоны в пределы древней океанической коры. Этот процесс сопровождался рифтогенным разрушением древней океанической литосферы и последующим спредингом на молодом развивающемся Юго-восточном Индийском хребте. На севере место первоначального раскола старой океанической литосферы четко фиксируется шовной зоной Дамантина, на юге старая океаническая литосфера формирует бассейн Лабуан (рис. 1).

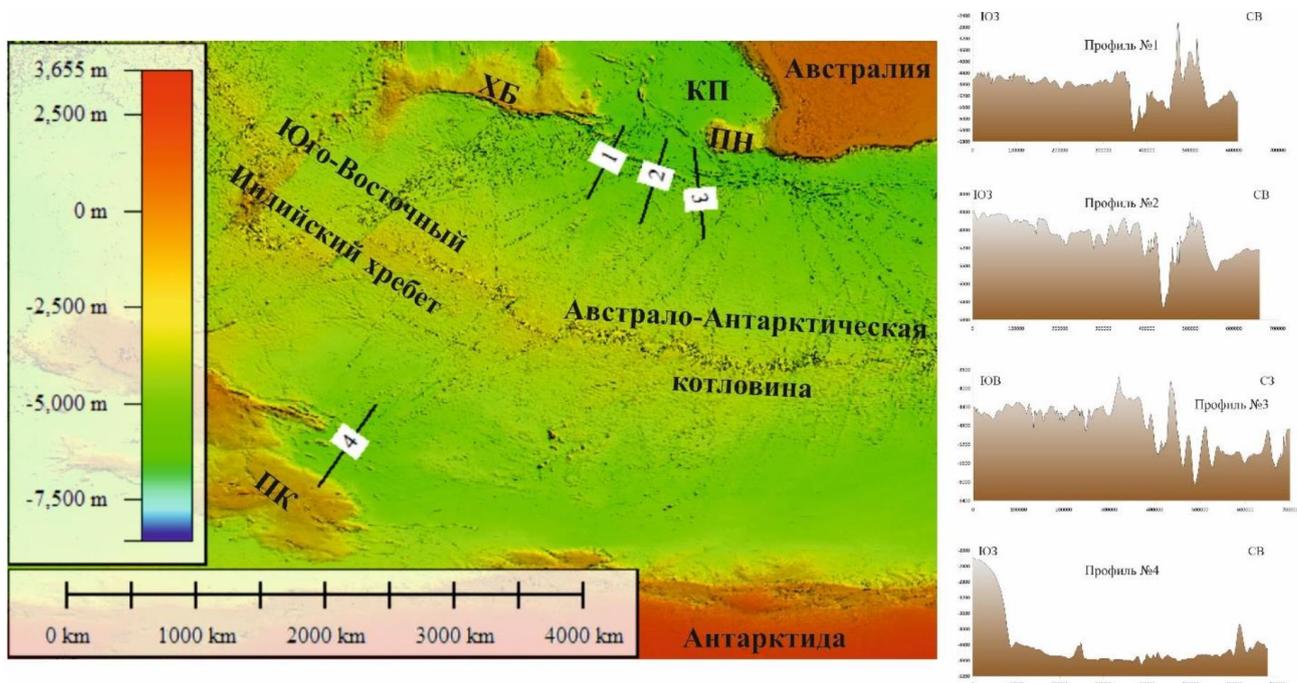


Рис. 1. Рельеф дна исследуемого региона. А. Батиметрическая карта с указанием главных морфоструктур. Б. Батиметрические профили через шовную зону Дамантина (профили 1-3) и шовную зону Лабуан (профиль 4). ПК – плато Кергелен, ХБ – хребет Броукен, ПН – плато Натуралист, КП – котловина Перт.

Для объяснения строения аномально рельефа в области шовных зон Диамантина и Лабуан было проведено моделирование условий их формирования в лаборатории физического моделирования Музея землеведения МГУ. Эксперименты проводились в соответствии с условиями подобия и методиками, описанными в работах [Шеменда, 1983; Грохольский, Дубинин, 2006; Грохольский и др., 2014].

Экспериментальная установка представляет собой текстолитовую ванну с поршнем, движущимся с помощью электромеханического привода. Равномерное температурное поле модельного вещества создается благодаря нагревательному контуру, расположенному вдоль стенок и дна установки. Электромеханический привод позволяет варьировать скорости деформации модельной плиты. Применяемые методики дают возможность создавать обстановки ортогонального, или косоугольного растяжения. Изменение длительности охлаждения при подготовке модельной плиты обеспечивает различное соотношение ее хрупкого и пластичного слоев [Грохольский, Дубинин, 2006].

Методически было рассмотрено два основных подхода при моделировании данных шовных зон.

1) Первоначальное растяжение с низкой скоростью (аналог ультрамедленного спрединга). После образования первого аккреционного вала скорость растяжения увеличивалась, благодаря чему получался контрастный первый крупный вал на фоне остальной более сглаженной поверхности новообразованной коры;

2) Растяжение модельной литосферы с приостановкой и последующим возобновлением процесса растяжения с повышенной скоростью. После возобновления работы двигателя образовывался крупный вал, в некоторых местах хребет, но последующие новообразованные структуры уже формировались с гораздо меньшей амплитудой рельефа.

В данной работе будет рассмотрен пример эксперимента из второй серии, т.к. она показала большее сходство с природными структурами.

Эксперимент № 2128 Первоначально в модельной литосфере, на этапе подготовки, была задана ослабленная зона шириной 3 см для локализации напряжений, общая ширина активной зоны эксперимента составляла 13 см. После запуска двигателя со скоростью V_1 в пределах заданной зоны сформировалась серия трещин, которые в течение первых 40 секунд соединились в единую рифтовую ось (рис. 2А). Следующие 32 минуты происходила аккреция новой коры. После формирования нескольких аккреционных валов двигатель был остановлен (рис. 2Б). Через 12 минут растяжение возобновляется с более высокой скоростью V_2 (рис. 2В), в результате чего произошла серия перескоков оси растяжения. Так же важно

отметить, что в центральном сегменте первые новобразованные структуры имеют морфологию не валов, как обычно, а хребтов (рис. 2Г), что так же хорошо видно на разрезе I – II. Подобные структуры образуются только при наличии перерыва в растяжении.

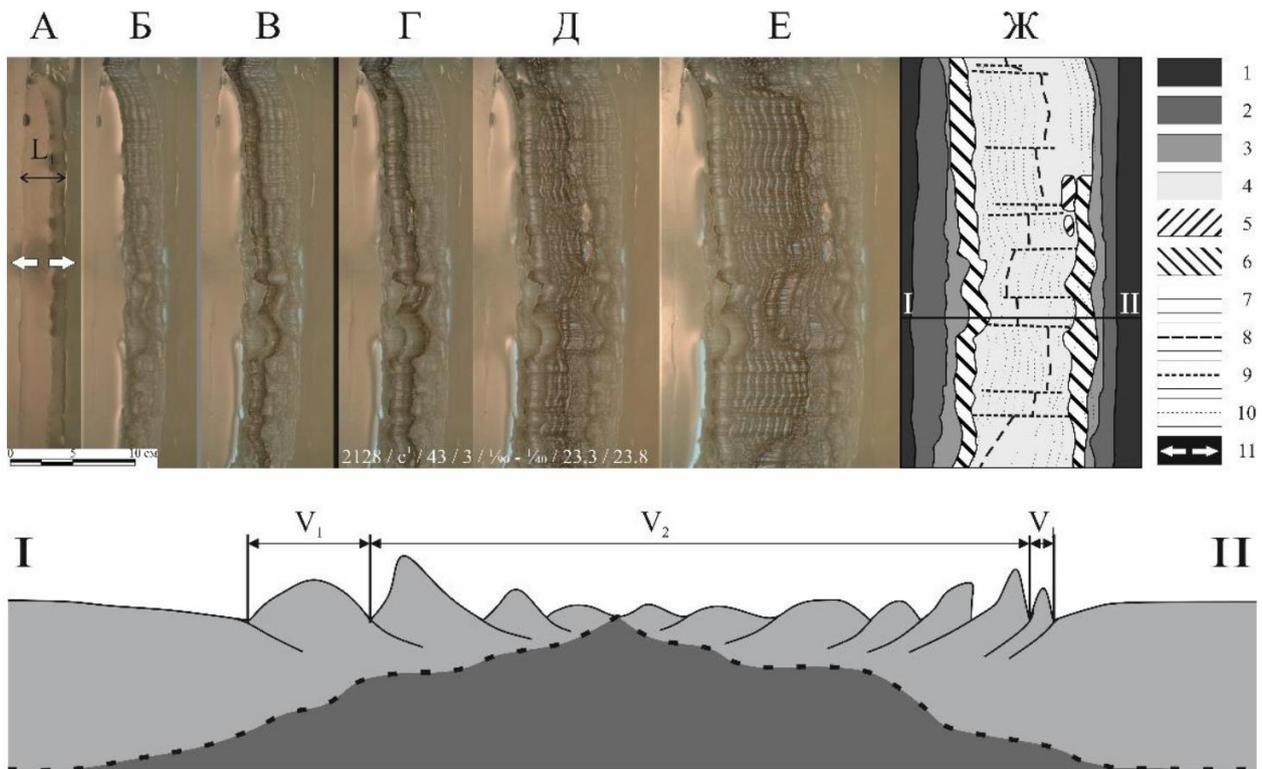


Рис. 2. Эксперимент № 2128 Образование сопряженных структур Диамантина – Лабуан при наличии перерыва растяжения. $H_1=3 \times 10^{-3}$ м; $L_1 = 3 \times 10^{-2}$ м; $V_1=1,67 \times 10^{-5}$ м/с, $V_2=3,75 \times 10^{-5}$ м/с.

Вверху: А – Е – последовательные стадии эксперимента (вид сверху). Ж – структурная схема по результатам моделирования. Условные обозначения: (1) – континентальная литосфера; (2) – ослабленная зона; (3) – древняя океаническая литосфера; (4) – новообразованная океаническая литосфера; (5) – магматическое излияние; (6) – зона эксгумации мантии; (7) – границы между зонами; (8) – действующая ось спрединга; (9) – зоны поперечных смещений; (10) – границы между аккреционными валами; (11) – направление растяжения;

Внизу: схематичный рельеф и разрез модельной литосферы по линии I – II. Светлым цветом показан твердый слой модели, имитирующий литосферу, верхний (хрупкий) слой которой нарушен предполагаемыми сбросами; темным – жидкий расплав, имитирующий астеносферу.

Данный эксперимент наглядно демонстрирует важность перерыва в растяжении для формирования сопряженных структур Диамантина-Лабуан.

Результаты экспериментов хорошо коррелируются с геолого-геофизическими данными и соответствуют современным моделям эволюции данного региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дубинин Е.П. Геодинамические обстановки образования микроконтинентов, погруженных плато и невулканических островов в пределах континентальных окраин // Океанология. 2018. Т. 58. № 3. С. 463–475.

Грохольский А.Л., Дубинин Е.П. Аналоговое моделирование структурообразующих деформаций литосферы в рифтовых зонах срединно-океанических хребтов // Геотектоника. 2006. Т.1 С. 76–94.

Шеменда А.И. Критерии подобия при механическом моделировании тектонических процессов // Геология и геофизика. 1983. Т. 10. С.10–19.

Rotstein Y., Munsch M., Schlich R., and Hill P. J. Structure and early history of the Labuan Basin, southern Indian Ocean. J. Geophys. Res. 1991, № 96. P. 3887–3904.

Whittaker J. M., Williams S. E., and Müller R. D. Revised tectonic evolution of the Eastern Indian Ocean // Geochemistry Geophysics Geosystem. 2013. № 14. P. 1–14.

Picard K., Brooke B. P., Harris P. T., Siwabessy P. J. W., Coffin M. F., Tran M., Spinoccia M., Weales J., Macmillan-Lawler M., Sullivan J. Malaysia Airlines flight MH370 search data reveal geomorphology and seafloor processes in the remote southeast Indian Ocean // Marine Geology. 2018. № 395. P. 301–319.