

УДК 551.462.543(1-923)

О ГЕОДИНАМИКЕ ТЕКТОНИЧЕСКОГО ПОЯСА ПРОЛИВА ДРЕЙКА – МОРЯ СКОША, ЮЖНЫЙ ОКЕАН

Г.Б. Удинцев¹, А.Ф. Береснев¹, А.В. Кольцова¹, Л.Г. Доморацкая¹, Г.В. Шенке²,
Н. Отт², А. Бейер², В.Г. Бахмутов³, В.Д. Соловьёв³

¹ *Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского РАН, Москва*

² *Институт полярных и морских исследований им. Альфреда Вегенера, Германия*

³ *Институт геофизики НАН Украины, Киев*

Реферат. Обобщение результатов комплексных исследований в проливе Дрейка и море Скоша показало, что этот регион является областью существования крупных фрагментов деструктированного межконтинентального моста между Южной Америкой и Западной Антарктидой, который испытал растрескивание и локальный рифтогенный спрединг. Динамика его развития определялась разогревом литосферы под влиянием обширного воздымания мантийного вещества (плюма) в условиях умеренного раздвижения между континентальными массивами Южной Америки и Западной Антарктики. Этому сопутствовали региональный магматизм типа ареальных океанических плато-базальтов, локальный магматизм (типа базальтов СОХ) в молодых локальных рифтах, дробление и обрушение коровых блоков в проливе Дрейка, а также последовательное погружение таких блоков в котловине моря Скоша.

Ключевые слова: пролив Дрейка, море Скоша, рельеф дна, структура коры, геофизические данные

Реферат. Узагальнення результатів комплексних досліджень у протоці Дрейка і морі Скоша показало, що цей регіон є областю існування великих фрагментів реліктового міжконтинентального мосту між Південною Америкою і Західною Антарктикою. Геодинаміка розвитку регіону визначалася розігрівом літосфери під впливом здіймання мантийної речовини (плюму) в умовах помірного розсунення між континентальними масивами Південної Америки і Західної Антарктики. Цей процес супроводжувався регіональним магматизмом і формуванням ареальних океанічних плато-базальтів, локальним магматизмом (базальти СОХ) у молодих локальних рифтах, дробленням і обрушенням корових блоків у протоці Дрейка, а також послідовним зануренням таких блоків у морі Скоша.

Ключові слова: протока Дрейка, море Скоша, рельєф дна, структура кори, геофізичні дані

Abstract. Analyses of the results of complexes investigations in Drake Passage and Scotia Sea region are reveal the presence of the major fragments of destructive intercontinental bridge between South America and West Antarctica which undergo the cracking and local spreading. The dynamics of its development was determined as a result of a hot upper mantle substance (mantle plume) due to the moderate spreading between South America and Western Antarctic blocks. It was accompanied by regional plateau-basalts (ocean type) and local basalts (MORB type) magmatism in the young local rifts. There are some evidences of continental blocks crushing and crustal blocks breaking in Drake Passage as well as progressive successive submergence of such blocks in Scotia Sea.

Key words: Drake Passage, Scotia Sea, crustal structure, ocean plates, geophysical data.

1. Введение

Область дна Южного океана в проливе Дрейка и в котловине моря Скоша прежде всего привлекает внимание в связи с вопросом о раскрытии океанских ворот Западной Антарктики. С их раскрытием связываются возникновение Циркум-Антарктического тече-

ния, развитие оледенения Антарктиды и общее похолодание климата Земли. В связи с этим геодинамика тектонического пояса пролива Дрейка и моря Скоша представляет большой интерес для оценки поведения структурной системы палео-континентального моста между массивами Южной Америки и Западной Антарктиды. Полученные данные, вместе с данными о строении и эволюции других подобных структур в разных частях Мирового океана, могут сыграть важную роль в обновлении представлений о глобальной тектонике Земли.

Сочетание структур пролива Дрейка и моря Скоша рассматривается нами как единый тектонический пояс, в котором континентальный мост между Южной Америкой и Западной Антарктидой испытал в прошлом растрескивание, частично локализованный рифтогенный спрединг и региональные погружения. В структуре дна этого пояса сохранились черты строения палео-Земли Южной Патагонии, а динамика его развития определилась разогревом литосферы обширным воздыманием мантийного материала (плюмажа) в условиях умеренного раздвижения между континентальными массивами Южной Америки и Западной Антарктиды.

Этому сопутствовали региональный магматизм типа ареальных океанических плато-базальтов, локальный магматизм, свойственный рифтовым зонам срединноокеанических хребтов в недолговечных локальных рифтах, обрушение коровых блоков в проливе Дрейка и прогрессивное последовательное погружение их в котловине моря Скоша (рис. 1, 2, 6 см. цв. вклейку между 34 и 35 стр.).

Судя по истории формирования осадочного покрова в южной части Атлантического океана, континентальные мосты в проливе Дрейка и в море Скоша были разрушены в интервале времени от 30 до 15 млн. лет назад. Прорыв вод из Тихого океана в Атлантику через открывшиеся ворота положил начало развитию Циркум-Антарктического течения. До сих пор широко принято представление о разрушении этих континентальных мостов в результате раздвижения литосферных плит Южной Америки и Западной Антарктиды на расстояние порядка 500–600 миль [Barker, 1994, 2001; Wise et al., 1982].

Альтернативные выводы о геодинамике тектонического пояса пролива Дрейка и моря Скоша стали итогом совместных работ в период 1994–2010 гг. группы сотрудников ГЕОХИ им. В.И. Вернадского РАН, Института геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины и Института полярных и морских исследований им. Альфреда Вегенера, Бремерхафен, Германия [Удинцев и др., 2010, Удинцев, Шенке, 2009, Соловьёв и др., 2010].

2. Результаты исследований

Наши выводы о происхождении пролива Дрейка существенно отличаются от принятых представлений о формировании ложа пролива в процессе спрединга в рифтах виртуально реконструированных хребтов Феникс-Наска и Феникс-Антарктик [Barker, 2001; Livermore et al., 2004]. Из-за отсутствия детальных данных о рельефе ложа пролива (севернее Южно-Шетландского желоба) пришлось ориентироваться на материалы наиболее полного варианта электронного атласа рельефа океанического дна ГЕБКО [ИНО, ИОС, 2009] (рис. 2).

Наблюдаемые в этом районе невысокие холмы и возвышенности не обладают четко выраженной конфигурацией. Формы рельефа выстроены здесь в комплекс, мало сходный с рифтогенными морфоструктурами (рифтовые гряды и трансформные разломы). Это, скорее, продолжение раздробленного Андийского ороклина Южной Патагонии, дробление которого, начавшись примерно в районе 50° ю.ш., сочетается со смещением его западного фланга в область континентального склона и ложа океана [Herve et al., 2006] вблизи сложной структуры Импакта Элтанин значительно севернее пролива. Южное продолжение Андийского ороклина предполагается нами в широкой полосе ложа пролива Дрейка от южного выступа окраины Огненной Земли к окраине Антарктического полуострова (между 62°–80°W). Структуры, сходные с малыми по протяженности рифтами, исследованы в проливе на трех полигонах [Choe et al., 2007]. Однако, судя по опубликованным профилям,

это скорее всего структуры блоковых дислокаций жесткого фундамента. Системы наблюдаемых датированных линейных аномалий магнитного поля служили основой для реконструкций динамики предполагаемого спрединга в виртуально реконструируемых рифтовых зонах: хребтов Феникс-Антарктик-Наска, Феникс-Наска и Феникс-Антарктик с образованием малых плит, поглощавшихся путем субдукции в Южно-Шетландском желобе. Фрагментарность используемых при этом линейных аномалий магнитного поля заставляет сомневаться в их генетической связи с рифтогенезом и в правомерности геохронологической идентификации как самих предполагаемых рифтов, так и сформированных ими малых плит, поглощавшихся в процессе субдукции. Вполне вероятной представляется связь этих аномалий с трещинами жесткого фундамента пролива Дрейка. Формирование подобных структур аномального магнитного поля отмечалось ранее во многих областях Мирового океана [Гордин, 2007]. Рифтогенному типу рельефа не соответствует, в частности, выявленная многолучевым эхолотированием экспедиции АНТ-18/5 на НИС "Полярштерн" морфология дна в районе Импакта Элтанин, относимом авторами упомянутых реконструкций к плите Феникс-Наска [Choe et al., 2007].

Новые сведения о строении ложа пролива Дрейка были получены в Украинских Антарктических экспедициях с помощью геоэлектрических исследований методами вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) и становления короткоимпульсного поля (СКИП) по разрезам от Огненной Земли к Антарктическому полуострову [Соловьёв и др., 2010]. Опираясь на полученные материалы, мы пришли к выводам о блоковом обрушении континентального моста в проливе Дрейка, особенно резко выраженном со стороны Огненной Земли. Со стороны Антарктического полуострова с грядой Южно-Шетландских островов обрушение имело характер ступенчатого сброса с углублением молодого одностороннего грабена Южно-Шетландского желоба. В средней части пролива на этих разрезах нет признаков западного продолжения Западного рифта ложа котловины моря Скоша, утыкающегося в разлом Шеклтона. Анализ полученных распределений геофизических неоднородностей в земной коре структур региона может указывать на наличие коры переходного типа с широким развитием ареальных плато-базальтов и эклогитизацией нижней части коры [Куренцова, Удинцев, 2004; Куренцова и др., 2007; Фролова, Бурикова, 2002]. В южной части пролива очень четкими очертаниями обладает Южно-Шетландский желоб, в котором многие авторы стремятся видеть отражение процесса субдукции малых океанических литосферных плит под окраину плиты Антарктического полуострова. Новые данные о рельефе дна желоба были получены по результатам многолучевой эхолотной съемки в экспедициях АНТ-15/2 и АНТ-19/5 на НИС "Полярштерн". Эти материалы показали, что структура желоба, как молодого грабена, проламывает на востоке разлом Шеклтона с его трансверсивным хребтом. Три разреза сейсмического профилирования 29-го рейса НИС "Академик Борис Петров" показывают, что до возникновения желоба осадки нижней свиты, поступающие со стороны Южно-Шетландских островов, выносились на ложе пролива. Лишь после образования грабена нынешнего желоба началось его действие как ловушки осадочного материала верхней свиты. Слои осадков в этой ловушке не обнаруживают деформаций, которые могли бы свидетельствовать в пользу реальной субдукции в Южно-Шетландском желобе [Удинцев, Шенке, 2004]. Разлом Шеклтона и подобные ему по простираниям разломы (Геро, Анверс и др.) в западной части пролива Дрейка отражают, вероятно, сочетание процессов дробления южного продолжения Андийского ороклина Патагонии и юго-западной окраины вне-Андийской Патагонии с погружением литосферного блока пролива в целом, по разлому Шеклтона, относительно сохранявшей более устойчивое положение литосферной плиты ложа котловины моря Скоша. Судя по времени первого прорыва тихоокеанских вод в Циркум-Антарктическое течение, погружение литосферного блока пролива происходило в период 30–22 млн. лет назад, достигая глубин порядка 5000–4000 м. Эти глубины меньше глубин 5000–6000 м, характерных для центральных частей моря Беллинсгаузена, но

превышают средние глубины (порядка 3500–2500 м) центральной части моря Скоша. Трансверсивный хребет вдоль разлома Шеклтона, вероятно, отражает возникновение напряжений, связанных с погружением плиты пролива, а также сдвигов, сопряженных со спредингом в Западном рифте моря Скоша. Сведения о геологии фундамента пролива Дрейка очень ограничены. Драгировки, выполненные к востоку и западу от разлома Шеклтона, показали присутствие базальтов, отнесенных к разряду базальтов рифтовых зон срединно-океанических хребтов [Saunders et al., 1982; Livermore et al., 2004]. Однако опубликованные ими же геохимические данные, учитывая соотношение в их составе литофильных (Th/Yb-Ta/Yb) и редкоземельных элементов (РЗЭ), позволяют отнести описываемые базальты к ареальным океаническим плато-базальтам. Такие базальты принципиально отличаются от базальтов рифтовых зон срединно-океанических хребтов, подводных вулканических гор и вулканических островов океана. Изливавшиеся на поверхности коры континентального типа, они тяготеют в структуре дна океана к реликтовым континентальным блокам [Макаренко, 1997; Фролова, Бурикова, 2002; Куренцова и др., 2007]. Бесспорные свидетельства погружения ложа пролива Дрейка были получены по скважинам 322 и 325 глубоководного бурения "Гломар Челленджера", пробуренным в западной части пролива [Рудич, 1984]. Скважина в координатах 60°01' ю.ш. и 79°25' з.д. на глубине океана 5026 м вскрыла в забое на глубине 542–513 м от поверхности дна пиллоу-лавы повышенной щелочности и базальтовую брекцию. Возраст базальтов, определённый К-Аг методом, составляет 10,2–15,1 млн. лет. Над лавами лежат обломочные породы континентального происхождения, отложенные в олигоцен-миоцен-плиоцене в относительно мелководных, но возрастающих по глубине (вверх по скважине) условиях. Это – аргиллиты, песчаники, пески, глинистые алевролиты и глины. Судя по такому разрезу, мелководная отмель пролива, возникшего в позднем олигоцене, испытала за время образования пройденной скважиной толщину пород обрушение с погружением в миоцене до уровня нижней батиали с глубинами более 2000 м. В плиоцене-плейстоцене шло погружение до современных глубин порядка 5000 м. Излияние в позднем миоцене базальтовой лавы отмечало, по-видимому, этап интенсивного прогрева пород континентального фундамента. Скважина 325 в точке 73°40' з.д. и 65°03' ю.ш. лежит на континентальном склоне Антарктического полуострова на глубине 3748 м. Она вскрыла преимущественно мелководные терригенные отложения, сложенные в низу разреза конгломератами с окатышами глины, песчаниками, аргиллитами и алевролитами. В верхах этой трансгрессивной серии глубины отложения осадков в пост-палеоцене и раннем миоцене возрастали сопоставимо с возрастанием глубин по скважине 322 в центральной части пролива, достигнув в миоцене глубин середины континентального склона порядка 3000–4000 м. При первых попытках тектонического анализа ложа моря Скоша по результатам спутниковой альтиметрии [Livermore et al., 1994] было обращено внимание на узость известного уже по Тектонической карте дуги Скоша Западного рифта [Tectonic map, 1985]. Ширина полосы рифтогенной структуры здесь оказалась не более 60 миль в юго-западной части (между разломами Шеклтон и Куэст), всего 30 миль в средней части (близ разломов Куэст и Эндуранс) и минимальной – 15 миль – в сегменте от разлома Эндуранс до разлома Шаг. Рифт, в сущности, выклинивается в проломе через хребет Северный Скоша. Можно представить, что этот рифт, возникший в миоцене над мантийным воздыманием в западной части моря как трещина в коровом своде, внедрялся в северо-восточном направлении, затем затих, проломив цоколь хребта Северный Скоша, на внедрении в южной окраине кратона вне-андийской Патагонии. Литосферные блоки ложа моря Скоша к востоку от разлома Шеклтона и за пределами рифтогенной структуры Западного рифта – это, скорее всего, платформенные фрагменты жесткой коры переходного типа. Они исследовались в экспедициях 21-го и 29-го рейсов НИС "Академик Борис Петров" в соответствии с германским проектом геокинематического мониторинга по опорной сети геодезических станций. Параллельно велось многолучевое эхолотирование, сейсмическое профилирование

и драгирование на обнажениях фундамента. Сейсмическое профилирование в центральной части моря Скоша в 29 рейсе НИС "Академик Борис Петров" было выполнено вдоль параллели 59° ю.ш. и при полигонных исследованиях с отбором образцов пород на банке Пири (рис. 3, 4). В экспедиции АНТ-19/5 НИС "Полярштерн" были выполнены детальная съемка рельефа дна и отбор проб на банке Дискавери. В экспедиции АНТ-22/4 этого судна детальное исследование рельефа дна и структуры магнитного поля было выполнено в северной половине Центральной части моря на полигоне размером 120 на 180 миль по галсам с перекрытиями на 10% [Schenke, Zenk, 2006].

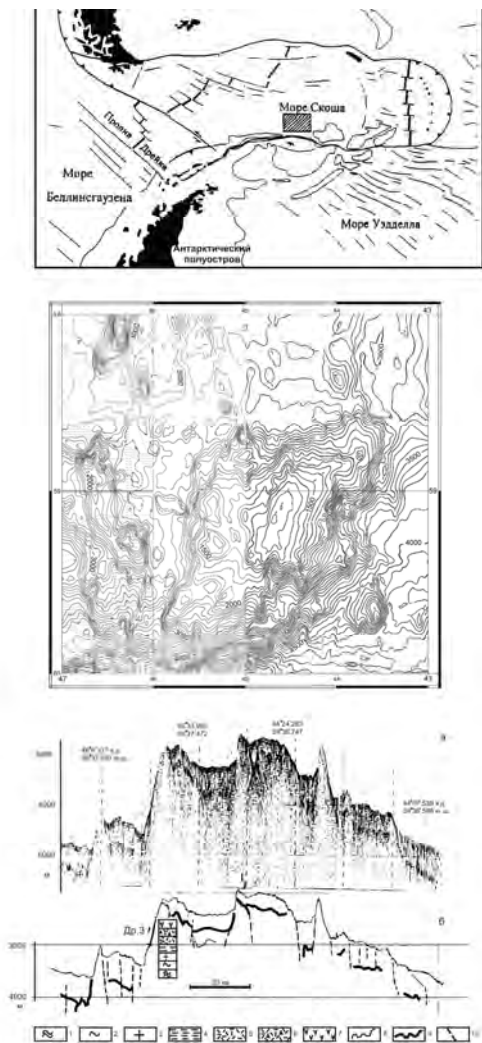


Рис. 3. Результаты сейсмических исследований и трасса драгирования на возвышенности Пири 29-го рейса НИС «Академик Борис Петров». а – сейсмограмма вдоль 59° ю.ш.; б – сейсмический профиль и результаты драгирования: 1 - гнейсы; 2 - слюдяные сланцы; 3 - граниты; 4 - липариты; 5 - базальты; 6 - туфы; 7 - песчаники, алевролиты; 8 - поверхность дна; 9 - поверхность акустического фундамента; 10 - предполагаемые разломы и сбросы.

Данные судового промера в сочетании с данными спутниковой альтиметрии позволили составить новую батиметрическую карту, более детальную, чем доступные ранее карты этой части Южного океана [Удинцев, Шенке, 2006]. Рельеф дна Центральной части моря Скоша теперь хорошо известен как в своих крупных чертах, так и в деталях. Морфоструктура в макрочертах характеризуется блоковыми дислокациями жесткого

фундамента. Наиболее выдающиеся поднятия отмечены банками Пири, Брюса и Дискавери (рис. 4).

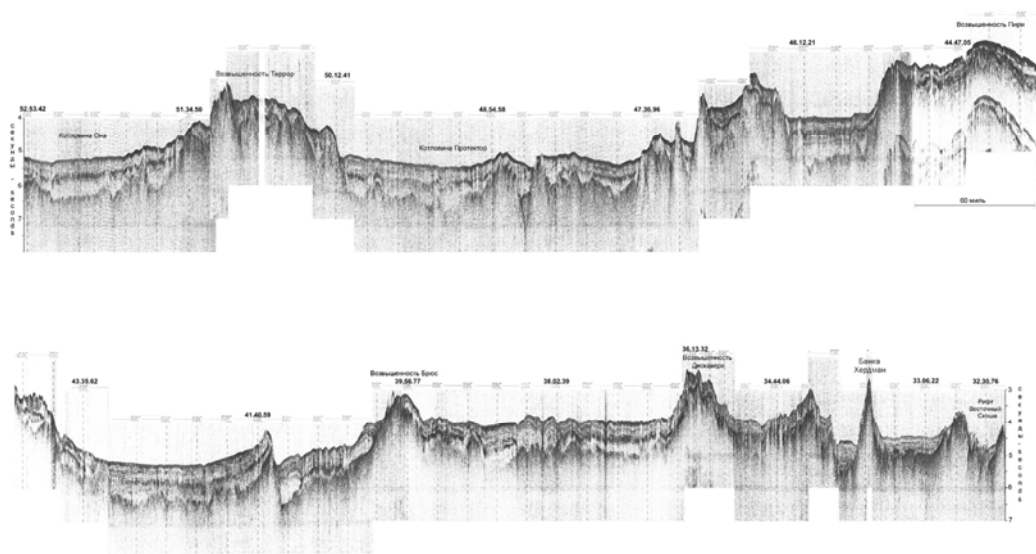


Рис. 4. Результаты сейсмического профилирования по профилю вдоль 59° ю.ш. (море Скоша), 29-й рейс НИС «Академик Борис Петров».

Банка Пири является пиком обширной Южной возвышенности Пири, отделяемой понижением Плато Пири и трогом (грабенем) Полярштерн от обширной Северной возвышенности Пири. В целом этот морфоструктурный комплекс (провинция Пири) образует Западную провинцию Центральной области ложа моря Скоша. Восточную провинцию – провинцию Брюса-Дискавери – составляют возвышенности Брюса и Дискавери с банками Брюса и Дискавери. Эти две возвышенности, связанные между собой плато Брюса-Дискавери, протягиваются к северо-востоку с некоторым понижением в районе 57°30' – 58°40' ю.ш., за которым вновь поднимаются в форме Северной возвышенности Брюса и Северной возвышенности Дискавери. Между Западной и Восточной провинциями Центральной плиты лежат котловины Дове и Шотта. Сейсмическое профилирование по 59° ю.ш. (рис. 4) показало по всему этому разрезу признаки жесткого фундамента с характерными блоковыми дислокациями при отсутствии рифтогенных структур. Рельеф плиты формировался в условиях прогрессивного погружения, отразившегося в малых формах рельефа. Это холмистые уровенные поверхности реликтового рельефа эрозионного типа, с глубинами 3400-3200 м, 3200-3000 м и 3000-2800 м, формировавшиеся в субаэральных условиях вне-Андийской Патагонии. Этапы последующего погружения отразились в образовании каскада плоских, срезанных абразией вершин подводных гор с глубинами 2400 м (гора Хинца), 2330 м (гора Куренцовой), 2220 м (гора Венцеля), 2025 м (гора Кертца), 1800 м (гора Зейбольда), 1200 м (гора Лазарева), 1100 м (гора Дригальского) и в рельефе плоских банок Пири (740 м), Брюса (1089 м) и Дискавери (350 м).

Геология ложа Центральной части моря Скоша характеризуется образцами из обнажений фундамента, полученными драгами и дночерпателями. На западном обрыве возвышенности Пири они представлены обломками пород древнего докембрийского кратона. Их упорядоченное положение по вертикали на драгированном сбросовом обрыве и форма свежих обломков позволили судить об их местном происхождении, а не приносе плавучими льдами. Это гнейсы, слюдястые сланцы верхнего докембрия (абсолютный возраст 579 млн. лет), граниты нижней юры (183 млн. лет), риолиты, липариты и базальты

средней юры (169–175 млн. лет), алевролиты и песчаники мела (113 млн. лет) [Журенцова, Удинцев, 2004]. Полученный нами геологический разрез банки Пири очень близок разрезу по колонкам, полученным НИС "Роберт Конрад", и по скважинам 327, 329 и 330 глубоководного бурения на банке Мориса Юинга в 36-м рейсе "Гломар Челленджер". Он также близок разрезу по скважинам 698, 699 и 700 114-го рейса бурового судна "Джойдес Резолюшн" на поднятии Северо-Восточное Джорджия, и скважин 701 и 702 на поднятии Ислас Оркадас [Kristoffersen, LaBrecque, 1991; Raymond et al, 1991]. Эти скважины проходят слои морских отложений, от современных до миоцен-палеоценовых, а также меловых и юрских, включающих разрушенные породы континентального типа и покрывающие докембрийский фундамент. Тралением нами получены субаэральные и мелководные терригенные осадки, аналогичные драгированным на банке Дискавери английскими исследователями. Они подобны породам из разреза на обнаженном склоне банки Пири. По микропалеонтологическим данным осадки в колонке с банки Брюса [Toker et al., 1991] накапливались в мелководных условиях, при высоком положении этой банки в среднем эоцене. В этих осадках содержатся также остатки фауны мелового времени, свидетельствующие о континентальной природе возвышенности Брюса.

Недостатком наших исследований геологии фундамента центральной плиты моря Скоша было отсутствие драгировок в её северной половине. Такие драгировки были выполнены в 2009 г. американскими исследователями в экспедиции на НИС "Натаниэл Пальмер". Полученные результаты пока известны только из интервью руководителя экспедиции Яна Дальциля журналу "Антарктик Сан". По его словам, базальты, полученные на центральной плите моря Скоша, не являются "нормальными базальтами срединно-океанических хребтов". Разгадка тайны происхождения центральной плиты моря Скоша может привести к новому пониманию процесса открытия океанских ворот пролива Дрейка и дуги Скоша.

Структура аномального гравитационного поля Центральной плиты моря Скоша получена по данным спутниковой альтиметрии [Sandwell, Smith, 1997] и набортных гравиметровых съёмок НИС "Полярштерн", топографически откорректированных в редукации Буге [Schenke, Zenk, 2006]. Для провинций Пири и Брюс-Дискавери, а также смежных с ними платформ континентальных кратонов к северу и к югу от моря Скоша наблюдается очевидное сходство структуры гравитационного поля.

Структура аномального магнитного поля была показана П.Ф. Баркером на карте "Тектоника Дуги Скоша" [Tectonic map, 1985] и обсуждалась с целью определения возраста ложа пролива Дрейка и Центральной плиты моря Скоша. Однако мы не нашли в рельефе дна и в структуре фундамента пролива Дрейка и центральной плиты моря Скоша признаков типичных срединных рифтогенных структур. Поэтому мы предполагаем, что происхождение наблюдаемых там линейных магнитных аномалий связано с диапиризмом серпентинизированных ультраосновных пород, протрудированных от обширного воздымания (плюмажа) верхней мантии сквозь трещины, вызванные умеренным растяжением между континентальными массивами Южной Америки и Западной Антарктиды. Идентификация геологического возраста пород региона только по датированным линейным аномалиям кажется нам сомнительной.

Можно предполагать, что причиной погружения блоков континентального моста, существовавшего ранее на месте пролива Дрейка и Центральной плиты моря Скоша, был процесс прогрева коры обширным мантийным воздыманием (плюмажем), сопровождавшимся излияниями базальтовых покровов (рис. 5).

Процесс остывания приводил к погружению коровых блоков и эклогитизации их корней. Геокинематика в области пролива Дрейка и центральной части моря Скоша определялась геокинематическим мониторингом по сети опорных станций спутниковой геодезии, установленных на Антарктическом полуострове, на нескольких антарктических островах, а также в Южной Америке, на о. Гоф на Южно-Атлантическом хребте и в Южной Африке.

Сопоставление полученных векторов горизонтальных смещений по азимуту 30°-40° позволяет определить отставание континентальных массивов Антарктического полуострова и хребта Южный Скоша от континентальных плит Южной Америки и Южной Африки примерно на 5 мм/год. Поскольку плиты континентов имеют глубокие корни, то их движения во времени должны обладать большой инерционной стабильностью, и наблюдаемые сейчас движения могут быть экстраполированы в недалекое геологическое прошлое. Вероятный результат растяжения коры между Патагонией и Западной Антарктидой за период 20-30 млн. лет мог привести к образованию серии разломов и трещин с их суммарной шириной порядка 50-60 миль. Это могло выразиться в возникновении разлома Шеклтона, параллельных ему разломов ложа пролива Дрейка, а также рифтовой трещины Западного рифта моря Скоша. Сказалось оно и на возникновении широтно-ориентированных структур Фолклендского трога, жёлоба Шаг и Южно-Оркнейского жёлоба, а также желобов в пределах грабена Полярштерн (центральная часть ложа моря Скоша).

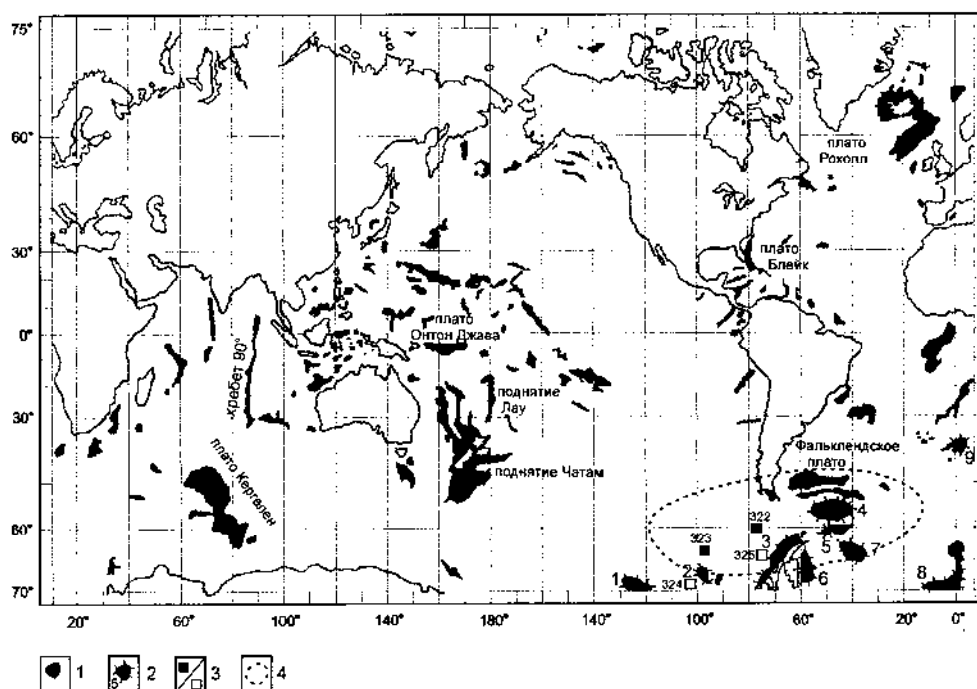


Рис. 5. Океанические платобазальты Мирового океана (по Фроловой и Буриковой, 2002). 1 – реликтовые блоки континентальной коры с океаническими платобазальтами; 2 – реликтовые блоки континентальной коры в Западной Антарктике; 3 – скважины 35-го рейса бурового судна "Гломар Челленджер"; 4 – контуры мантийного суперплума.

3. Заключение

Синтез данных, полученных нами в морских экспедициях и доступных в публикациях других исследователей, позволяет предложить гипотезу о том, что литосферные блоки тектонического пояса пролива Дрейка и моря Скоша являются крупными фрагментами Южной Патагонии, её Андийского ороклина и вне-Андийского кратона. Весь этот пояс оценивается нами как ареал вероятного нахождения реликтовых фрагментов межконтинентального

моста палео-Земли Южная Патагония (рис. 6). Эти фрагменты были отделены от своего материнского кратона в процессе весьма умеренного по амплитуде горизонтального растяжения и испытали погружения до современных глубин пролива Дрейка и котловины моря Скоша. Погружение испытали и смежные области вне-Андийской Патагонии, Джорджия и Ислас Оркадас на северном обрамлении моря, а также Антарктический полуостров с примыкающими к нему островами и хребет Южный Скоша с микроконтинентом Южно-Оркнейских островов.

Открытие океанских ворот в этом поясе было, вероятно, постепенным. Начавшись с обрушения в проливе Дрейка ороклина Андийской Патагонии, оно продолжалось в ходе развития локального Западного рифта моря Скоша и образования фланговых к нему котловин Ягана, Она и Протектор западной части моря. Позже, при опускании высоких массивов провинций Пири и Брюса-Дискавери, оно продолжило в центральной части моря. Движение водного потока из Тихого океана в Атлантику шло на первом этапе через пролив Дрейка, северо-западную часть моря Скоша и сквозь проломленную Западным рифтом седловину Северного хребта Скоша близ 48° з.д. Позднее движение этого потока могло сместиться к югу и проходить на восток через седловины между возвышенностями погружавшейся палео-Земли Южная Патагония. Этот водный поток из Тихого океана способствовал возникновению Циркум-Антарктического течения, вызвавшего похолодание вод океана и повлиявшего на резкое изменение климата в регионе.

Литература

Гордин В.М. Аномальное магнитное поле Мирового океана и гипотеза Вайна-Меттьюза // Избранные труды. – М, ИФЗ РАН. – 2007. – С. 63–92.

Куренцова Н.А., Удинцев Г.Б. Основные черты строения и эволюции южной части моря Скоша, Западная Антарктика // Тихоокеанская геология. – 2004. – № 5. – С. 25–39.

Куренцова Н.А., Фролова Т.Н., Удинцев Г.Б., Рощина И.А. О каменном материале со дна моря Уэдделла, Южный океан // Тихоокеанская геология. – 2007. – Том 26, № 5 – С. 32–42.

Макаренко Г.Ф. Периодичность базальтов, биокризисы, структурная симметрия Земли. // М., Геоинформмарк, 1997, 95 с.

Рудич Е.М. Расширяющиеся океаны: факты и гипотезы // М, Недра, 1984, 251 с.

Соловьев В.Д., Бахмутов В.Г., Корчагин И.Н., Левашов С.П. Глубинные неоднородности структур дна центрального сегмента зоны разломов Шеклтон (пролив Дрейка) по данным геофизических исследований. // Ukrainian Antarctic Journal. – 2010. – N 9. – С. 62–75.

Удинцев Г.Б., Куренцова Н.А., Кольцова А.В., Домарацкая Л.Г. Платобазальтовый магматизм дна морей Западной Антарктики, Южный океан // Докл. РАН. – 2009. – Том 424, № 1. – С. 111–117.

Удинцев Г.Б., Шенке Г.В. Очерки геодинамики Западной Антарктики // Москва. – 2004. – ГЕОС. – 132 с.

Удинцев Г.Б., Шенке Г.В. Морские геофизические исследования на Южном полюсе Земли // Вестник РАН. – 2006. – Том 76, № 12. – С. 1099–1114.

Удинцев Г.Б., Береснев А.Ф., Куренцова Н.А., Кольцова А.В., Домарацкая Л.Г., Шенке Г.В., Отт Н., Кёниг М., Иокат В., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д., Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Пролив Дрейка и море Скоша – океанские ворота Западной Антарктики // Строение и история развития литосферы. – М. Paulsen, 2010. С. 66–90.

Фролова Т.И., Бурикова И.А. Платобазальтовый магматизм и океанообразование // Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы. М., ИФЗ РАН, 2002. С. 30–48.

Barker P.F. Scotia Sea regional tectonic evolution: implications for mantle flow and palaeocirculation // Earth Science Reviews. 2001. V. 55. P. 1–39.

Barker P.F. The Antarctic Peninsula region: Tectonic and Sedimentary Environments // Terra Antarctica. 1994. N1 (2). P. 259–262.

Choe W.H., Lee J.I., Lee M.J., Hur S.D., Jin Y.K. Origin of E-MORB in a fossil spreading center: the Antarctic-Phoenix Ridge, Drake Passage, Antarctica // *Geosciences Journal*, 2007. V.11. N 3. P. 185–199.

Eagles G. The age and origin of the central Scotia Sea // *Geophys. Journal International*. 2010. P. 1–14.

Herve F., Miller H., Pimpiev C. Patagonia – Antarctica Connections before Gondwana Break-Up // in Futterer D.K. Damaske D., Kleinschmidt G., Tessendohn E. (eds.) *Antarctica*. 2006. P. 217–238.

GEBCO//IHO, IOC. 2009.

Kristoffersen Y., LaBrecque J. On the tectonic history and origin of the Northeast Georgia Rise. // *Proc. Ocean Drilling Progr. Scientific Results*. 1991. V.114. P. 23–38.

Livermore R.A., McAdoo D., Marks K. Scotia Sea tectonics from high-resolution satellite gravity // *Earth and Planet. Sci. Lett.* 1994, V.123. P.255-268.

Livermore R., Eagles G., Morris P., Maldonado A. Shackleton Fracture Zone: No barrier to early circumpolar ocean circulation. // *Geology*. 2004. V.32, N9. P.797-800.

Raymond C.A., LaBrecque Jh.L., Kristofferson Y. Islas Orcadas Rise and Meteor Rise: the Tectonic and Depositional History of two aseismic plateaus from sites 702, 703, and 704. // *Proc. Ocean drilling Progr. Scientific results*. 1991. V.114.

Sandwell D.T., Smith W.H.F. Marine gravity anomaly from Geosat and ERS 1 satellite altimetry // *J. Geophys. Res.* 1997. V.102, N B5. P. 10039-10054.

Saunders A.D., Tarney J., Weavr S.D., Barker P.F. Scotia Sea Floor: Geochemistry of Basalts from the Drake Passage and South Sandwich Spreading Centers // *Antarctic Geoscience*. 1982. Univ. Wisconsin Press, Madison. P.213-222.

Schenke H.W., Zenk W. (editors). The Expeditions ANTARCTIS-XXII/4 and 5 of the r/v "Polarstern" in 2005 // *Reports on Polar and marine research*. 2006. Heft Nr.537.

Tectonic map of the Scotia Arc // *Sheet BAS (Misc)*. 3. 1985.

Toker V., Barker P.F., Wise C.W., Middle Eocene carbonate-bearing marine sediments from the Bruce Bank off northern Antarctic Peninsula // *Geol. Evol. Antarctic*, 1991. P.639-644.

Wise S., Busen K., Gombos A.M. et al. Paleontologic and Paleoenvironmental Synthesis for the Southwest Atlantic Ocean Basin based on Jurassic to Holocene Faunas and Floras from the Falkland Plateau // *Intern. Union of Geol. Sci. Ser. B.N 4. Antarctic science* // Univ. Wisconsin, Madison. 1982. P.155-163.