

МОРФОСТРУКТУРЫ ХРЕБТА КНИПОВИЧА (СЕВЕРНЫЙ СЕГМЕНТ)

К.О. Добролюбова

Геологический институт РАН, Москва k_dobrolubova@mail.ru

Введение. Работа основана на комплексных геолого-геофизических данных, полученных в 24 и 25 рейсах НИС «Академик Николай Страхов», проходивших в северной части Норвежско-Гренландского бассейна. Были изучены структуры и породные комплексы хребта и разломной зоны Моллой, Гренландско-Шпицбергенского плато, хребта Книповича, континентального склона и шельфа архипелага Шпицберген.

Современное состояние проблемы. Проблема взаимоотношения океанских и континентальных структур, соприкасающихся в зоне перехода океан - континент, является одной из причин, обуславливающих повышенное внимание исследователей к данному району. Это одно из немногих мест, где активные рифтовые океанические структуры находятся в непосредственной близости от континентальной окраины.

Хребет Книповича является одним из самых северных в системе хребтов Норвежско-Гренландского бассейна и может быть охарактеризован как переходное звено между Северной Атлантикой и Арктикой. Этот район очень интересен в геодинамическом отношении, так как там сочетаются развитие осевого (спредингового?) хребта и крупной трансформной системы (Шпицбергенской демаркационной зоны, по Ю.М. Пушаровскому), играющей, вероятно, решающую роль в раскрытии и формировании Арктического бассейна.

В результате детальных морфоструктурных исследований дна акватории [Ohta, 1982], а также гидромагнитных работ [Карасик и др., 1985] установлено, что раскрытие бассейна вдоль хребта Книповича является симметричным и происходит по оси симметрии общего северо-западного простирания. Хребет, имея кажущееся субмеридиональное простирание, состоит из множества блоков, разделенных густой сетью трансформных разломов северо-западного направления с кулисообразным смещением относительно друг друга сегментов хребта [Батурин, 1990].

Осадочная толща заполняет рифтовую долину в самой северной части хребта (78°20' с. ш.), вблизи трансформного разлома Моллой [Батурин, 1993]. При драгировании западного склона рифтовой долины на широте 77°52' с. ш. в 19 рейсе НИС «Профессор Логачев» были подняты плотные литифицированные аргилли-

ты [Cruise Report "Knipovich-2000"]. Эти факты трудно объяснимы с позиции сторонников последовательного трансформно-рифтового развития хребта Книповича. Более приемлемым может быть предположение о перескоке оси хребта Книповича из центральной части Гренландского моря к его восточному краю.

Магнитометрические данные [Olesen et al, 1997] позволяют выделить систему полосовых магнитных аномалий, имеющих северо-восточное простирание. Хребет Книповича занимает косо-ориентированное положение по отношению к более древним аномалиям, как бы накладывала на первичную структуру океанического бассейна. Норвежские исследователи датируют время перескока оси спрединга 7 магнитной аномалией [Skogseid et al., 2000]. Большинство исследователей сходятся в том, что локализация океанического рифта хребта Книповича в восточной части котловины Норвежско-Гренландского бассейна, вблизи Западно-Шпицбергенской континентальной окраины, произошла в миоценовое время.

Являясь в настоящее время активным центром спрединга и характеризуясь хорошо выраженной рифтовой долиной, множеством действующих подводных вулканов, участками гидротермальной активности [Черкашев и др., 1997] и современной сейсмичностью, хребет Книповича не обнаруживает четко выраженного непрерывного разрастания океанического ложа. Процессы растяжения характеризуются разнонаправленностью и цикличностью.

Методика исследований. В экспедиции была проведена сплошная батиметрическая съемка на полигоне западнее о. Шпицберген по системе широтноориентированных профилей с межгалсовым расстоянием порядка 4-6 км, что позволило создать цифровую модель рельефа на регулярной сетке с ячейкой грида 100 м.

Непрерывное сейсмическое профилирование (НСП) осуществлялось с помощью оборудования, созданного в ГИН РАН. Глубинность (penetration) метода в конкретных условиях экспедиции составила около 1 км по неконсолидированным осадкам. В случае присутствия высокоамплитудных прослоев в верхней части разреза глубинность составляет 300-400 м. На восточном борту рифта Книповича, где идет мощный снос осадков с континентального склона Шпицбергена, акустический фундамент имеющимися методами не зафиксирован.

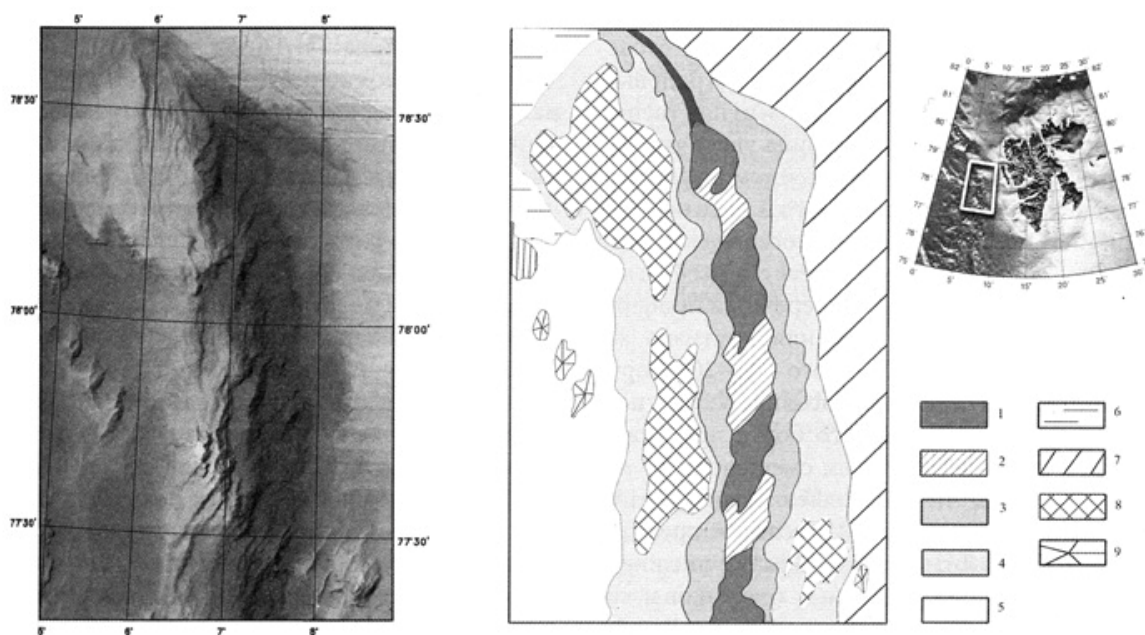


Рис. 1. Трехмерная схема рельефа и морфоструктурная схема северного сегмента хр. Книповича. 1 – эшелонированные локальные осадочные бассейны; 2 – трансверсивные блоки; 3 – склоны рифтовой долины; 4 – борта рифтовой долины; 5 – Норвежско-Гренландское плато; 6 – сводовое поднятие хр. Книповича; 7 – континентальный склон; 8 – блоково-глыбовые поднятия; 9 – вулканические постройки

Изучение верхней части осадочного чехла (50-100 м) проводилось с помощью непараметрического профилографа EdgeTech 3300 (США).

Обсуждение. Детальное изучение батиметрии и сейсмоакустических данных позволило провести морфоструктурный анализ северного сегмента хр. Книповича и построить морфоструктурную схему района. На ней четко выделяются сегментированная рифтовая долина и приподнятая блоковая гребневая часть западного борта хребта. Восточный борт практически полностью сnivelирован структурами континентального склона о. Шпицберген (рис. 1).

Рифтовая долина имеет субмеридиональное простирание (рис. 1). Ширина долины в пределах полигона варьирует от 17 до 30 км. Поперечный профиль с севера на юг изменяется от корытообразного до V-образного. Глубина долины дискретно увеличивается от 3100 до 3600 м. Борта рифтовой долины асимметричны и осложнены террасовидными уступами. Восточный борт рифтовой долины частично перекрыт мощными осадками и переходит в континентальный склон. К западному борту приурочена цепь наиболее высоких вершин гребневой зоны хребта.

Рифтовая долина в пределах рассматриваемого района представляет собой систему разноуровневых эшелонированных локальных осадочных бассейнов, разделённых трансверсивными зонами. В плане бассейны имеют ромбовидную форму, ориентировка бортов кулисообразно повторяет общее простирание ос-

новных тектонических нарушений в данном районе и подтверждает, что формирование структурного рисунка хр. Книповича определяется эволюцией зоны детачмента, формирующейся по механизму простого сдвига [Crane et al., 2001]. Сегменты смещены и немного повернуты друг относительно друга. При движении с севера на юг вдоль рифтовой долины четко прослеживается изменение основных морфометрических характеристик от сегмента к сегменту. Для самого северного сегмента характерна четко выраженная асимметрия склонов. С запада он ограничен крутым бортом рифтовой долины, а с север-северо-востока - уступом, маркирующим зону сочленения рифтовой системы Книповича и трансформной зоны Моллой. Относительная высота склонов достигает 1300-1400 м. Углы наклона в среднем составляют 10-20°, местами до 30°, что является свидетельством высокой тектонической активности. Восточный борт значительно положе. В верхней части склона хорошо выражена широкая терраса (ширина порядка 11 км). Восточнее борт плавно переходит в континентальный склон. Днище долины в пределах блока выровненное, ширина около 12,5 км, глубина меняется от 3000 м у восточного борта до 3200 м у западного. Поперечный профиль через рифтовую долину имеет корытообразную форму. В зоне перехода от первого сегмента ко второму четко прослеживается серия длинных узких субпараллельных хребтов, север-восточного простирания, высотой около 100-150м.

Второй бассейн при сходной ширине (28 км), почти в 1,5 раза длиннее (27 км). Западный борт выполаживается и разбивается на два уступа. Восточный борт, напротив, становится более крутым. Днище выровненное, шириной 13 км, немного более заглубленное, чем на северном участке. Средняя глубина составляет около 3300 м.

Длина третьего бассейна составляет около 27 км при ширине около 25 км. Средняя глубина увеличивается по сравнению со вторым бассейном на 100 м. Западный борт становится более крутым и выпуклым: уклон в нижней части склона в среднем 10-15°. Восточный борт разбивается на два запрокинутых террасированных блока (углы падения склонов в сторону долины около 15°). Поперечный профиль через рифтовую долину становится близким к V-образному. Ширина днища долины около 12 км. В отличие от предыдущих бассейнов, днище третьего бассейна характеризуется сложным мелкогрядовым рельефом. Ориентировка гряд преимущественно северо-восточная. Средняя глубина увеличивается по сравнению со вторым бассейном на 100 м.

Четвертый бассейн расположен на юге полигона. Ширина рифтовой долины составляет около 34 км, а ширина днища уменьшается до 8-9 км. Глубина превышает 3600 м. Поперечный профиль становится V-образным. Средняя крутизна западного борта 10-15°, восточного - 15-20°. Борты рифта осложнены серией террасовидных уступов, причем в пределах восточного борта прослеживается до 5 ступеней. Ступени смещены друг относительно друга, что позволяет предположить их блоковое строение. Для ступеней в пределах восточного борта отмечено задириание внешнего края с образованием продольных хребтиков и, соответственно, опусканием тыловой части. Рельеф в пределах днища рифтовой долины сложный грядово-холмистый. Амплитуда достигает 150 м.

Наряду с более погруженными и менее деформированными блоками, отчетливо виден ряд разделяющих их сильно деформированных приподнятых блоков. Такой структурный рисунок вполне согласуется со сдвиговой природой этой зоны и характерен для любой эшелонированной системы типа пул-апарт. Эти перемычки интерпретируются нами как синрифтовые разломы, которые развивались одновременно с рифтовым растяжением. Их структурная роль заключается, вероятно, в согласовании режимов растяжения локальных бассейнов всей рифтовой области.

По простиранию хребта (с севера на юг) амплитуда рельефа и интенсивность деформаций трансверсивных блоков увеличиваются. К

сожалению, нам не удалось поднять каменный материал из этих участков, но мы можем предположить, что это системы вулканов центрального типа, которые могут быть связаны с растяжением и начальной стадией корообразования.

Высота зоны деформаций первой перемычки достигает 100-150 м при длине 19 км и ширине 3 км. Вторая и третья перемычки сопоставимы по плановым размерам (шириной около 15 км). Превышение в пределах второго составляет в среднем 600 м. Здесь сформировано множество конусовидных вулканических построек различного размера (диаметр наиболее крупных составляет порядка 200 м).

Третья зона представлена хорошо сформированным неовулканическим хребтом с резко очерченным гребнем. Относительная высота хребта достигает 900 м. На сейсмической записи хорошо видно наличие в этом месте мощного неовулканического комплекса.

Гребневая зона хребта Книповича хорошо выражена на западном фланге. Она четко прослеживается вдоль всего рифта и состоит из серии крупных блоковых поднятий.

На севере в зоне сочленения с разломной зоной Моллой расположено массивное блоково-глыбовое поднятие «Святогор», характеризующееся сложным горным рельефом и вытянутое в северо-западном направлении. Размеры морфоструктуры в плане составляют примерно 60x40 км, при высоте порядка 1100 м. Поднятие осложнено серией куэстообразных запрокинутых сбросов северо-западного простирания.

Южнее на западном борту находится массивное, резко очерченное асимметричное глыбовое поднятие длиной 30 км и шириной 15 км, названное нами горой Литвина. Абсолютная высота составляет около 1500 м. Восточный (пририфтовый) склон более крутой. Углы наклона местами превышают 30°. При общем генеральном субмеридиональном направлении, поднятие делится на систему кулисообразных хребтов северо-восточного простирания на общем приподнятом основании.

Вдоль восточного борта хребта Книповича в пределах большей части полигона не прослеживается следов гребневой зоны. Вероятно, она погребена под мощной толщей осадков с континентального склона, о чем косвенно свидетельствуют гравитационные данные. Лишь на юге полигона обнажается внешний край восточного борта, осложненный небольшим блоковым поднятием - горой Погребицкого, длина которого составляет 13 км при ширине 11 км (рис. 1). В восточной части поднятия находится изометричная вулканическая постройка, вытя-

нутая в северо-восточном направлении. Длина формы составляет 9 км, ширина - 7 км.

Новейшие активные движения отмечены не только в рифтовой зоне, но и на бортах в голоценовом чехле. В северной части континентального склона, в зоне сочленения северного сегмента хр. Книповича и разломной зоны Моллой отмечены длинные сглаженные ступени, амплитуда которых увеличивается в направлении падения склона от первых до нескольких десятков метров. В плане они образуют сложный извилистый рисунок, переходя одна в другую и повторяя, в целом, общее простирание склона. Длина колеблется в пределах 5-15 км. При движении вниз по склону ступени становятся более выраженными. В нижней части склон осложняется серией террас.

По данным профилографа видно, что склон осложнен системой микросбросов, по которым происходят отрыв и скольжение блоков осадков вниз по склону. Нередко встречаются акустически прозрачные оползневые линзы. Анализ трехмерной модели рельефа, построенной по результатам эхолотной съемки, в сочетании с дистанционными акустическими методами позволяет предположить развитие в данном районе сложной многоуровневой деформации осадочного чехла, где типичные склоновые

процессы накладываются на неотектонические деформации.

Выводы. Район исследований характеризуется сложно построенной зоной перехода от континента к рифтогенным структурам зарождающегося океана. Образование морфоструктур здесь определяется эволюцией крупномасштабного правого сдвига.

Поле напряжений в этой тектонически активной зоне обуславливает деформации по двум основным направлениям: северо-восточному и северо-западному. Сопутствующие сдвигу процессы растяжения и сжатия маркируются в рельефе многочисленными системами сбросов и взбросов различной амплитуды.

Характерной особенностью континентальной окраины Шпицбергена является интенсивная седиментация. Как следствие, под мощной толщей осадков практически полностью погребен восточный борт рифтовой долины Книповича и значительно сnivelирован восточный фланг разломной зоны Моллой.

Интенсивные неотектонические процессы отражены в многочисленных ступенях и террасах, образующих в плане сложный ячеистый рисунок.

Список литературы

1. Батулин Д.Г. Структура осадочного чехла и развитие Шпицбергенской континентальной окраины // Осадочный чехол Западно-Арктической метаплатформы (тектоника и сейсмостратиграфия). Мурманск, 1993. С. 35-47.

2. Гусев Е.А. [К вопросу о возрасте складчатости Шпицбергенской континентальной окраины](#) // Тектоника и геодинамика: общие и региональные аспекты: Материалы совещания. М.: ГЕОС, 1999. Т. 1. С. 229-232.

3. Гусев Е.А., Шкарубо С.И. [Аномальное строение хребта Книповича](#) // Российский журнал наук о Земле. 2001. Т. 3, №2. С. 165-182.

4. Суцневская Н.М., Черкашев Г.А., Богданов Ю.А., Цехоня Т.И. Геохимические и тектонические неоднородности строения хребтов Мона-Книпович // Геология морей и океанов: Тезисы докладов XII Международной школы морской геологии. М.: ГЕОС, 1997. Том II. С. 188-189.

5. Черкашев Г.А., Порошина И.М., Шилов В.Н., Крейн К., Херрингтон С. Первые данные

о гидротермальной активности на хребте Книповича // Геология морей и океанов: Тезисы докладов XII Международной школы морской геологии. М.: ГЕОС, 1997. Том II. С. 190-191.

6. Crane K., Vogt P.R. & Solheim A. (eds.) Seafloor atlas of the northern Norwegian-Greenland Basin // Norsk Polarinstitutt Meddelelser. 1995. № 137. 172 p.

7. Skogseid J., Planke S., Faleide J.I., Pedersen T., Eldholm O., Neverdal F. North-Atlantic continental rifting and volcanic margin formation // Nottvedt A. et al. (eds.) Dynamics of the Norwegian Margin. Geological Society, London, 2000. Special Publications, Vol. 167. P. 295-326.

8. Neumann E.-R. & Schilling J.-G. Petrology of basalts from the Knipovich Ridge; Norwegian-Greenland Sea // Contributions to Mineralogy and Petrology. 1984. Vol. 85. P. 209-223.

9. Talwani M., Udintsev G. et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. 1976. Vol. 38. 682 p.

Ссылка на статью:



Добролюбова К.О. Морфоструктура хребта Книповича (северный сегмент). Материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Д.Г. Панова (8-11 июня 2009 г., г. Ростов-на-Дону). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009, с. 96-99.