

УДК 551.244

СООТНОШЕНИЕ ЭКЗОГЕННЫХ И НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОЗДНЕМ КАЙНОЗОЕ НА ПОДВОДНОЙ ОКРАИНЕ ЗАПАДНОГО ШПИЦБЕРГЕНА

© 2007 г. В.С. Захаренко, Г.А. Тарасов, А.Ю. Романченко, академик Г.Г. Матишов

Мурманский государственный педагогический университет

Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра Российской Академии наук Морская арктическая геологоразведочная экспедиция, Мурманск

Поступило 11.04.2007 г.

Цель исследования - проследить выраженность в рельефе подводной окраины Западного Шпицбергена (рис. 1) основных дизъюнктивных нарушений, установить взаимосвязь и соотношение экзогенных и эндогенных процессов в четвертичный период. В качестве основы в работе использовались материалы МАГЭ: временные сейсмоакустические разрезы, карта локальных форм рельефа, карта тектонических нарушений по данным сейсморазведки МОВ ОГТ, карта районирования по фундаменту, карта неотектоники, Государственная геологическая карта [*Казанин и др., 2004; 2005*].

Разломы проводились на карте локальных форм рельефа по вытянутым линейным элементам максимальных отрицательных значений. В подавляющем большинстве случаев выделенные разломы либо совпали с данными МОВ ОГТ, либо контролировались ими. Это говорит о том, что в четвертичный период наряду с образованием новых происходило оживление более древних разломов. Нами проведена генерализация тектонических нарушений и, исходя из того, что направление разломов характеризует геодинамические условия их образования, по направленности выделены основные группы (рис. 2).

Разломы северо-западного простирания, параллельные линии берега. В рельефе дна они представляют собой чередование горстообразных поднятий и грабенообразных прогибов, отличаются протяженностью, асимметричным профилем, хорошо выражены по фундаменту.

К ним относится грабен Форландсунн, зона предокеанических шельфовых ступеней, представленная террасами Кнелегга-Хорнсунн и Принца Карла, а также прогиб Атка.

Горст Принца Карла. В физических полях он выглядит как линейная зона положительных локальных аномалий шириной 15-20 м, вытянутых в северо-западном направлении. Это типично континентальная структура с двухслойным фундаментом. Нижний кристаллический слой раннепротерозойского возраста залегает на глубинах от 2.5 км на северо-западе и до 5 км на юго-востоке. Верхний этаж сложен складчатыми образованиями рифея, известными на о. Земля Принца Карла и на западном побережье Шпицбергена. В рельефе дна проявляется возвышенными участками с выходом коренных пород, подвергшимся ледниковой экзарации, либо в виде куэстовых гряд, окаймляющих фиорды.

В юго-восточной части района работ выделяется моноклираль Горста Западного побережья.

Грабен Форландсунн берет начало в одноименном проливе и продолжается в юго-восточном направлении полосой 13-15 км, по крайней мере, до широты Ван-Майен-фьорда. В физических полях он выражен отрицательными аномалиями и магнитного поля, и поля вертикального градиента гравитационного потенциала, т.е. имеет место прямое соотношение между знаками структуры и аномалиями потенциальных полей. Кристаллический фундамент расположен на глубине 7-8 км, на нем залегает

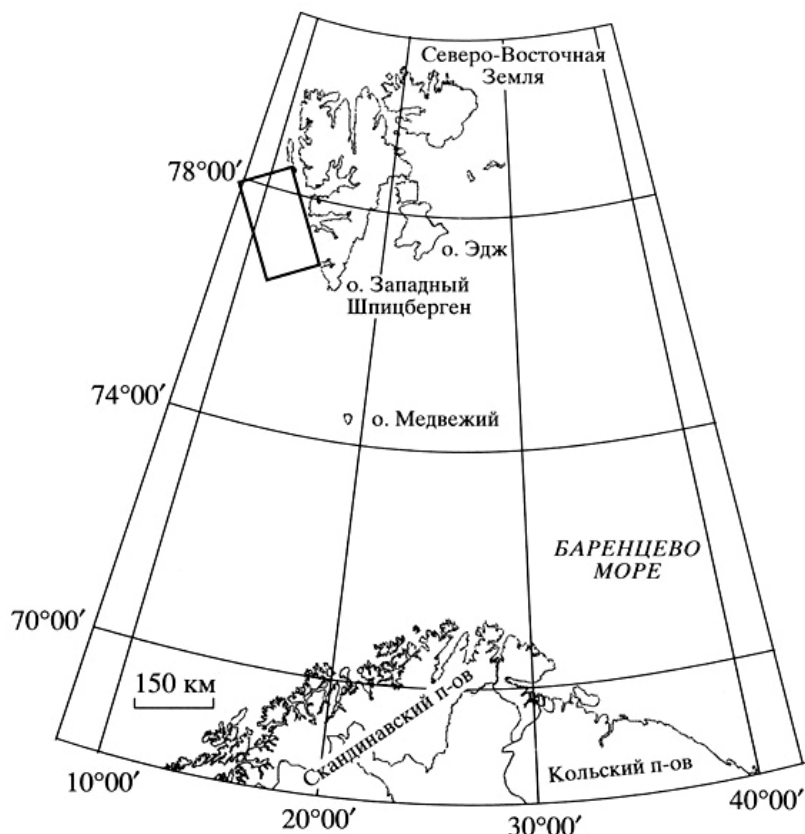


Рис. 1. Схема расположения участка исследований.

5-километровая толща складчатых образований рифея. Плечи грабена осложнены субвертикальными сбросами. Причем западное, высокоамплитудное, плечо сформировано листрическими сбросами, плоскость скольжения которых наклонена в сторону платформы.

Резкие сбросовые дислокации, плоскости скольжения которых наклонены в сторону депоцентра прогиба, осложняют области приконтинентального борта, формируя тектонические элементы горста Принца Карла и террас зоны поднятий западного побережья. В рельефе дна выражается цепочкой переуглубленных впадин.

Разломная зона Хорнсунн с амплитудой вертикального смещения до 1.5-2 с четко фиксируется на сейсмических разрезах. Следует отметить, что этой зоне соответствуют максимальные значения горизонтального градиента аномалии Буге (2.67 г/см^3), а в магнитном поле ему соответствуют узкие интенсивные (до 1000 нТл), линейные аномалии. Террасы разломной зоны Хорн-

сунн сменяются флексуразломным поясом континентального склона, вдоль которого блоки дотретичного субстрата погружаются до максимальных глубин.

В рельефе дна разлом Хорнсунн контролирует восточный борт прогиба Атка и осложнен сдвигами. В приокеанической части плато Исфиорд образует серию террас, погружающихся к грабену Атка. Сбросы, формирование которых также отражает геодинамические условия растяжения, часто выражаются в рельефе орографическими уступами, бортами речных долин с асимметричным поперечным профилем, что мы и наблюдаем на сейсмоакустических профилях 20020 и 20022, пересе-

кающих фиордовые долины Исфиорд и Бельсунфиорд.

Разломы северо-западного направления являются наиболее древними разломами, подвергшимися активизации в новейшее время.

Разломы северо-восточного простирания, перпендикулярные линии берега, создают вместе с ранее описанными разломами ортогональную сеть, характерную для неотектоники. К ним относятся фиорды западного побережья о. Шпицберген и их продолжения на континентальном шельфе, имеющие вид широких долин с глубинами более 200 м. Фиорды о. Западный Шпицберген заложены по дизъюнктивным дислокациям, морфоструктурно контролируемым серией листрических сбросов континентальных склонов Норвежско-Гренландского и Евразийского океанических суббассейнов.

В целом сочетание сквозных и продольных долин создает решетчатый рисунок структурно обусловленной гидрографической сети, который хорошо просмат-



Рис. 2. Схема неотектоники. 1, 2 – отрицательные (1) и положительные (2) локальные формы рельефа; 3 – разломы; FG – грабен Форландсунн, HFZ – зона разлома Хорнсунн, НРК – горст Принца Карла, IYF – зона разлома Истфьорд, BF – зона разломов Бельсунн.

ривается на карте локальных форм рельефа. Признаками того, что долинная сеть в значительной степени предопределена трещинно-разрывной тектоникой, можно считать расположение разнонаправленных долин на продолжении друг друга, а также их коленообразные изгибы и подчиненность системам простираний, характерным и для других элементов рельефа в этом районе.

В новейший тектонический этап отмечается резкое возрастание глыбово-разрывной формы тектогенеза, что определяется усилением интенсивности и увеличением степени дифференциации полей тектонических напряжений.

Разломы северо-восточного направления носят сдвиго-надвиговый характер. Возникшие надвиги зачастую имеют изогнутый характер, что, по-видимому, в первую очередь обусловлено различной компетентностью деформируемых пород [Лившиц, 1973]. Сдвиги обычно проявляются в рельефе через согласованные горизонтальные смещения элементов и форм

земной поверхности относительно друг друга. Сбросы, формирование которых также отражает геодинамические условия растяжения, часто выражаются в рельефе орографическими уступами, бортами речных долин с асимметричным поперечным профилем [Ласточкин, 1987]. На карте локальных форм рельефа отчетливо прослеживается правосторонний сдвиг в области Бельсунн-Хорнсунн (рис. 2).

Разломы север-северо-западного направления (океанические) являются опережающими по отношению к осевой части прогиба Атка, либо к бровке материкового склона. На севере района исследования они приобретают субмеридиональную направленность.

По всей видимости, некоторые из этих разломов могут пересекать хребет Книповича, являясь трансформными разломами.

В океанической части на юго-западном участке работ мы наблюдаем ряд разломов, расположенных под прямым углом к описанным выше. Один из них проходит через погребенный вулкан, которому соответствует аномалия магнитного поля с амплитудой 700 нТл [Казанин и др., 2005]. В сейсмоакустической записи мы наблюдаем шлейф, по всей видимости, вулканических отложений.

Грабен Атка. Подобно большинству пассивных окраин континентов, Шпицбергенская окраина сопровождается крупнейшими осадочными бассейнами в виде вытянутых вдоль континентального склона прогибов. Во многих случаях характерной чертой подобных структур является то, что один из бортов прогиба подстилается корой континентального типа, а другой океанического, которые можно проследить вдоль линий геофизических профилей, пересекающих как прогиб Атка, так и Поморский прогиб, протянувшийся вдоль Западно-Баренцевской окраины.

Поперечный профиль как прогиба Атка, так и Поморского прогиба на всем протяжении V-образный, но всегда более пологий со стороны океана. На карте локальных форм рельефа, полученной вычитанием

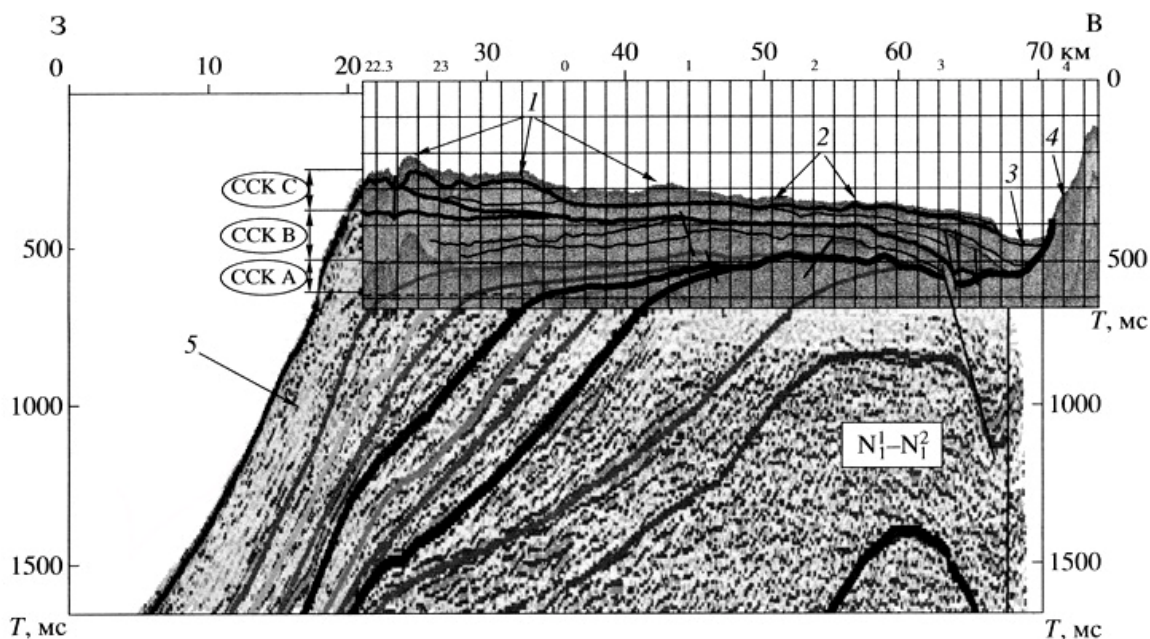


Рис. 3. Совмещенный профиль сейсморазведки МОВ ОГТ и сейсмоакустики НСП 22017. $N_1^1-N_1^2$ - неогеновый комплекс, ССК А - эоплейстоценовый комплекс, ССК В - ниже-среднеплейстоценовый комплекс, ССК С - средне-верхнеплейстоценовый комплекс; 1 - моренные гряды; 2 - холмисто-западинный рельеф; 3 - тальвег желоба Ишдьюпет; 4 - куэсто-грядовый рельеф; 5 - континентальный склон.

осредненного рельефа из общего, в Поморском прогибе наблюдается узкий желоб, вытянутый в северо-западном направлении. Сопоставление с профилями сейсморазведки МОВ ОГТ показывает, что на всем протяжении ему соответствует в фундаменте зона перехода континент-океан [Казанин и др., 2005]. Прогиб Атка является северным продолжением Поморского прогиба. Его осевая линия проходит примерно под бровкой шельфа параллельно линии берега. Максимальные мощности в осевой части 7-10 км. Прогиб Атка с востока и запада ограничен глубинными разломами. Его восточным бортом является Шпицбергенская зона ступеней, а западным - восточный борт хребта Книповича.

На рис. 3 приведен пример совмещенного профиля сейсморазведки ОГТ и сейсмоакустического профиля НСП 22017. Совмещенный профиль позволяет рассмотреть соотношение экзогенных и эндогенных процессов в неоген-четвертичный период развития региона. С запада на восток профиль пересекает континентальный склон и подножие, область внешнего шельфа, и на востоке подходит к о. Земля Принца Карла.

На рисунке мы видим, что в неогеновый период наблюдаются протяженные системы горстообразных валов и грабен. В связи с общим поднятием территории к концу верхнего неогена усиливаются экзогенные процессы, что ведет к денудации валов, выполнению грабенов и формированию конусов выноса в виде "раздувов" на континентальном склоне и подножии, что свидетельствует об интенсивности и масштабности экзогенных процессов.

По свидетельству Ю.Я. Лившица [1973] в пределах Западно-Шпицбергенского прогиба в островной части все неогеновые отложения были денудированы и образовалась поверхность пенеплена, которая в настоящее время расположена значительно выше уровня моря и на севере архипелага пересекает как западную зону дислокаций, так и все структуры, развитые восточнее.

С эоплейстоцена усиливается деятельность ледников, и мы наблюдаем, что фрагменты упомянутого выше вала приобретают характерную форму "бараньих лбов" с пологим проксимальным и крутым дистальным склоном.

Плейстоценовый период характеризуется трансгрессивно-регрессивной циклическостью и наращиванием континентального

склона. Основные регрессивные циклы, совпадающие с оледенениями, приходятся на средний плейстоцен (рисс, заале) и верхний плейстоцен (вюрм). На эти циклы приходится эрозионное ненакопление осадков, поэтому сейсмокомплексы, выделенные по Е.А. Гусеву [2003], включают диапазоны нерасчлененных отложений: ССК А - эоплейстоценовые, ССК В - ниже-среднеплейстоценовые, ССК С - средне-верхнеплейстоценовые.

На разрезе мы наблюдаем ледниковые формы рельефа: конечные морены вюрмского оледенения и его стадий, а также холмисто-западинный рельеф на месте стационарного ледника. Вынос материала осуществлялся не только в сторону океана в периоды регрессий, но и в сторону желоба в трансгрессивные фазы, формируя долину Исдьюпет [Матишов, 2002]. Тальвег желоба Исдьюпет приурочен к тектоническому грабену с резко асимметричным профилем: один борт представлен в виде куэстовой гряды, сложенной породами протерозойского возраста, другой - пологий, сложен плейстоценовыми породами.

Хотя основные черты современного структурного плана Шпицбергена сформировались в плиоцене, блоковые движения продолжались и позднее. В неогене наступил период самых интенсивных тектонических движений за всю платформенную историю Шпицбергена, в течение которого и была в основном сформирована его современная структура. Общее поднятие территории в конце плиоцена завершило оформление раннекайнозойского структурного яруса.

На заключительных стадиях неотектонического этапа на побережьях образуются "поперечные" грабены, ограниченные дизъюнктивами более высокого порядка. Последовательный деструктивный процесс

на Западно-Арктической континентальной окраине соответствует, видимо, инициальной стадии тафрогенного режима земной коры [Мусатовы Е.Е. и Ю.Е., 1999; Шупилов и др., 2005]. Последний относится к классу возбужденных эндогенных режимов и характеризуется образованием глубоких некомпенсированных впадин и трансформаций в конечном итоге коры континентального типа в "океаническую". На схеме неотектоники видно, что в современной морфоструктуре континентальной окраины наблюдается как бы растаскивание ее на отдельные микроплиты системой грабенов.

Таким образом, можно заключить, что классические фиордовые побережья расположены там, где более молодой тафрогенный режим накладывается на древний континентальный (платформенный или орогенный) [Мусатовы Е.Е. и Ю.Е., 1999]. Четвертичные оледенения, эродировав часть рыхлых осадков в днищах фиордов, лишь подчеркнули их морфоструктуру. Фиордовые долины Исдьюпет и Бельсундьюпет, находящиеся в районе работ, характеризуются аномальной шириной по отношению к длине.

Судя по современной конфигурации берегов и фьордов, преобладают движения субмеридионального и субширотного простираний. Однако, учитывая, что проявления основного вулканизма в голоцене (6.5-4 тыс. лет назад) приурочены к субмеридиональным разломам, можно считать, что, вероятно, именно эти нарушения играют ведущую роль и в настоящее время, когда оформление позднекайнозойского структурного яруса еще не закончено. Е.О. Кременецкая и др. [2004] отмечают, что пояса повышенной сейсмичности свидетельствуют об оживлении прежних разломов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 06-05-64161).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казанин Г.С., Федухина Т.Я., Кириллова-Покровская Т.А., Федухин Н.В. В сб.: Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2004. Вып. 4. С. 48-54.

2. Казанин Г.С., Федухина Т.Я., Черников С.Ф., Кириллова-Покровская Т.А. В сб.: Ком-

плексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2005. Вып. 5. С. 110-120.

3. Лившиц Ю.Я. Палеогеновые отложения и платформенная структура Шпицбергена. Л.: Недра, 1973. 163 с.

4. Ласточкин А.Н. Морфодинамический анализ. Л.: Недра, 1987. 256 с.

5. Гусев Е.А., Рекант П.В., Мусатов Е.Е., Шкарубо С.И. [Сеймостратиграфическая основа расчленения осадочного чехла Шпицбергенского шельфа](#). В сб.: Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2003. Вып. 3. С. 85-91.

6. Матишов Г.Г. В сб.: Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. Вып. 2. С. 33-44.

7. Мусатов Е.Е., Мусатов Ю.Е. К проблеме образования фиордов. СПб.: Изд-во ЛГУ, 1999. 123 с.

8. Шпилов Э.В., Тюремнов В.А., Глазнев В.Н. и др. В сб.: Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2005. Вып. 5. С. 266-279.

9. Кременецкая Е.О., Асминг В.Э., Виноградов А.Н., Баранов С.В. В сб.: Комплексные исследования природы Шпицбергена. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2004. Вып. 4. С. 60-67.

Ссылка на статью:



Захаренко В.С., Тарасов Г.А., Романченко А.Ю., Матишов Г.Г. Соотношение экзогенных и неотектонических процессов в позднем кайнозое на подводной окраине Западного Шпицбергена. ДАН. 2007, том 416, № 5, с. 657-661.