

СТРОЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА ПО ГЕОТРАВЕРЗУ ОСТРОВА ДЕ-ЛОНГА-КОТЛОВИНА МАКАРОВА

© 1993 г. Академик И.С. Грамберг, В.В. Верба, Г.А. Кудрявцев, М.Ю. Сорокин, Л.Я. Харитоновна

Северное производственное объединение по морским геологоразведочным работам, Санкт-Петербург
Поступило 18.08.92 г.

В понимании природы и условий образования Северного Ледовитого океана ключевым является вопрос о глубинном строении земной коры. В 1989-1991 гг. в результате осуществления комплексной программы «Трансарктика» НПО «Севморгеология» получен новый геофизический материал по региональному профилю протяженностью 1400 км. Профиль был пройден от островов Де-Лонга в шельфовой зоне Восточно-Сибирского моря до котловины Макарова в глубоководной части Северного Ледовитого океана.

В комплекс геофизических исследований на геотраверзе входили: аэромагнитная съемка масштаба 1:500 000 в полосе шириной 100 км, профильные работы ГСЗ, МОВ и гравиметрические наблюдения.

Уникальность Арктического геотраверза состоит в том, что единым методическим комплексом изучены различные морфоструктурные зоны земной поверхности: шельф, континентальный склон, абиссальные котловины океана - котловина Подводников и котловина Макарова. В результате комплексной интерпретации всего геофизического материала впервые был построен столь протяженный глубинный разрез земной коры в Азиатском секторе Северного Ледовитого океана (рис. 1).

Основным реперным материалом при построении разреза были сейсмические границы отраженных и преломленных волн и скоростная характеристика границ, полученная при обработке материалов ГСЗ. Обобщенная скоростная модель земной коры на основании эмпирической зависимости $\sigma = Av + B$ была переведена в плотностную. С применением современного программного обеспечения решена задача совместной интерпретации гравиметрических и сейсмических материалов и создана комплексная модель земной коры, удовлетворяющая наблюдаемым волновому и гравитационному полям.

Полученный в итоге глубинный разрез освещает строение земной коры на всю ее

мощность до поверхности мантии. На нем отчетливо проявилось слоисто-блоковое строение земной коры на всем протяжении профиля (табл. 1).

На глубинном разрезе видны два основных тектонических элемента - северный край Азиатского континента и океанические структуры Американо-Сибирского суббассейна. Между ними располагается узкая пограничная зона, соответствующая континентальному склону. Каждый из этих тектонических элементов представляется в виде серии блоков, разделенных крупными разломами.

Окраина Восточно-Сибирского шельфа пересечена профилем в районе поднятия Де-Лонга, которое на севере сопряжено с моноклинальным погружением, обращенным к внешнему краю шельфа. На океанической части профиля обособляются две котловины - Подводников и Макарова. На северном конце профиля установлено поднятие, которому в плане соответствует седловина, разделяющая эти две котловины. Кроме того, в структуре котловин Подводников и Макарова выделяется еще ряд блоков.

Каждый из выделенных блоков обладает отчетливо выраженной слоистой структурой. В пределах океанических блоков уверенно различаются два приблизительно равных по мощности слоя - осадочный и базальтовый, постепенно утоняющиеся в северном направлении. Общая мощность коры изменяется от 18-20 км на юге котловины Подводников до 10-12 км в котловине Макарова. Нижнюю часть осадочного слоя повсеместно составляет толща относительно высокоскоростных (5.5-5.8 км/с) образований, в разрезе которых, судя по магнитометрическим данным, присутствуют магматические породы. Мощность этой вулканогенно-осадочной толщи меняется по профилю не столь заметно, как выше- и нижележащих пород.

Более сложное строение имеет земная кора в зоне континентального склона. Здесь в ее разрезе появляется гранитно-



Рис. 1. Комплексная модель земной коры по геотраверзу о. Де-Лонга–котловина Макарова. 1, 2 – сейсмические границы: 1 – уверенные, 2 – неуверенные; 3 – поверхность верхней мантии; 4 – тектонические нарушения; 5 – скорость продольных волн, км/с; 6 – плотность пород, г/см³; 7 – водный слой; 8 – верхняя осадочная толща (1.6 – 2.8 км/с, мел–кайнозой); 9 – средняя осадочная толща (3.7 – 5.3 км/с, мезозой); 10 – осадочно-вулканогенные отложения на поднятии Де-Лонга; 11 – нижняя, вулканогенно-осадочная толща осадочного слоя глубоководных котловин (5.5 – 5.8 км/с); 12 – гранитно-метаморфический слой; 13 – “базальтовый” слой.

метаморфический слой, мощность которого быстро растет в южном направлении и достигает 12 км у бровки шельфа. Заметно увеличивается также мощность осадочного слоя. В итоге общая мощность коры на склоне возрастает от 20 до 32 км. Слоистая структура коры осложнена здесь серией ступенчатых сбросов.

Далее к югу в пределах шельфа общий характер строения континентальной коры сохраняется, но одновременно с ее утолщением (до 40 км) сокращается осадочный слой (до 1-2 км и менее). В составе последнего присутствуют вулканы.

Наряду с этими региональными тенденциями постепенного изменения структуры коры по линии профиля можно отметить и локальные особенности. На рис. 1 видно, что на границах крупных блоков происходит не постепенное, а скачкообразное изменение одновременно нескольких параметров. Это указывает на то, что переход от одного типа коры к другому представляется в виде дискретного ряда блоков, неоднородных по геологическому строению.

Земная кора котловины Макарова отличается сокращенной мощностью коры (10-12 км) и низкоскоростных осадков (1-2.5 км) при средней мощности вулканогенно-осадочных образований нижней, относительно высокоскоростной толщи 4-5 км. Магнитные тела имеют широкое распространение в верхах разреза - в осадочных образованиях верхней осадочной толщи. Скоростной разрез котловины характеризуется повышенными значениями: на поверхности базальтового слоя 7.0-7.4 км/с, а на поверхности мантии 8.1-8.4 км/с. Судя по этим характеристикам, земная кора котловины Макарова может быть отнесена к коре океанического типа.

По сравнению с ней кора котловины Подводников обладает рядом существенных отличий: мощность коры достигает 22 км, а

осадочного слоя 10-12 км. Повсеместно в разрезе осадочного слоя, кроме низкоскоростной толщи (2.5-3.0 км) и высокоскоростной, вулканогенно-осадочной (1.5-5 км), выделяется залегающая между ними толща с промежуточными значениями скоростей (3.7-5.0 км/с), с мощностью в южной части котловины до 5 км. Ее кровля совпадает с поверхностью «акустического» фундамента. Магнитные тела приурочены преимущественно к низам осадочного слоя (к вулканогенно-осадочной толще) и к поверхности базальтового слоя. Скоростные параметры этого слоя и поверхности мантии по сравнению с котловиной Макарова характеризуются более низкими значениями - соответственно 6.8-7.1 и 7.6-8.0 км/с.

Суммируя все характеристики разреза земной коры вдоль геотраверза, можно подчеркнуть следующие основные выводы.

С удалением к северу от бровки шельфа резко меняется глубинное строение земной коры. От глубоководных океанических впадин Северного Ледовитого океана континентальная плита отделяется серией глубинных разломов, заложение которых произошло до накопления осадочно-вулканогенной толщи и осадочной толщи со скоростями 5.0-5.3 км/с, сформировавших наиболее древнюю часть разреза периконтинентального прогиба.

Существенно иной по сравнению с континентальной окраиной тип разреза земной коры установлен для абиссальных котловин Подводников и Макарова. Повсеместно развитый здесь слой осадочных пород представлен в различных блоках разновозрастными толщами. Наиболее древними в котловине Макарова являются породы со скоростями 2.5-2.7 км/с, а в котловине Подводников 5.0-5.3 км/с. По аналогии с разрезами сопредельных регионов эти отложения сопоставляются соответственно с верхами и низами мезозоя [Вербя и др., 1986;

Таблица 1. Геолого-геофизическая характеристика земной коры по профилю о. Де-Лонга–котловина Макарова

Параметры слоев земной коры	Северо-Азиатская континентальная окраина		Котловина Подводников			Котловина Макарова
	шельф	континентальный склон	юг	центр	север	
Глубина дна, км	0.05 - 0.2	0.2 - 2.5	2.5 - 3.0	2.7 - 2.9	3.0 - 3.4	3.0 - 4.0
Мощность осадочной толщи, км	0.2 - 2.0	6.0 - 8.0	5.0 - 5.5	2.5 - 5.0	2.5 - 4.2	1 - 2.5
Пластовые скорости в осадочной толще, км/с				1.6 - 5.0	1.7 - 5.3	
Мощность осадочно-вулканогенной толщи, км	2 - 3.0	5.0 - 7.0	4.0 - 7.0	1.5 - 3.5	1.5 - 3.5	3.5 - 5.5
Мощность гранитно-метаморфического слоя, км	17	0 - 12	-	-	-	-
Мощность базальтового слоя, км	12 - 17	10 - 15	10	8 - 10	8	6 - 8
Граничные скорости на поверхности базальтового слоя, км/с	7.0	7.0	7.0	6.8 - 6.9	7.0 - 7.1	7.0 - 7.4
Глубина залегания мантии, км	36 - 40	24 - 32	22 - 24	18 - 20	18	14 - 16
Граничные скорости на поверхности мантии, км/с	8.2	8.2	8.0 - 8.2	7.6 - 8.0	7.9 - 8.3	8.1 - 8.4

Виноградов и др., 1976]. Вулканогенно-осадочная толща высокоскоростных образований (5.5-6.0 км/с) подстилает разновозрастные образования мезозоя и, вероятно, также является диахронной. Она отличается весьма изрезанным, расчлененным рельефом кровли, который по степени дифференцированности может быть сопоставлен с рельефом второго океанического слоя, детально изученного работами на СП-28 в абиссальных котловинах Амундсена и Нансена [*Верба и др., 1990; Грамберг и др., 1991*].

Магматические образования распределены по разрезу весьма неравномерно. На шельфе и в котловине Макарова они приурочены к верхам разреза, а на юге котловины Подводников и континентальном склоне спускаются вниз по разрезу до основания пород с пластовыми скоростями 5.0-5.3 км/с. В столь же широком диапазоне встречаются магматические образования на Новосибирских островах (верхний палеозой - нижний мел). На Северной Земле и поднятии Де-Лонга начало магматической активности определено более точно как пермо-триас [*Грамберг, 1984; Грамберг и др., 1986*].

Исходя из этих сведений, можно полагать, что магматизм в пределах котловин Подводников и Макарова был диахронным и, последовательно перемещаясь к северу и отчасти к югу из зоны сочленения котловины Подводников с континентальным склоном, постепенно омолаживался.

Одновременно с изменением состава и возраста пород осадочного слоя закономерно

меняется состав коры и верхней мантии. Основанием для вулканогенно-осадочной толщи повсеместно служит «базальтовый» слой, скоростные параметры которого меняются от 6.8 до 7.4 км/с, причем большие значения соответствуют более глубоководным районам. На поверхности мантии граничные скорости изменяются с той же закономерностью от 7.6 до 8.4 км/с.

Таким образом, прослеживая изменения структуры земной коры вдоль геотраверза, можно констатировать, что обрушение северного края массива Де-Лонга, начавшись в конце палеозоя, в течение первой половины мезозоя последовательно охватило всю котловину Подводников, а затем и котловину Макарова. Асейсмичность в настоящее время рассматриваемой области океанического дна, наличие развитого чехла молодых (меловых и моложе) осадков и изостатическая уравновешенность всех блоков земной коры по профилю показывают, что период активного тектогенеза здесь давно закончился (вероятно, к началу мела) и начиная с этого времени обе котловины начали развиваться по единой модели молодой плиты. В котловине Подводников, где режим плитного осадконакопления установился, вероятно, еще в начале мезозоя, переходный тип строения коры отражает, следовательно, ее состояние на промежуточной стадии развития от океанической котловины к континентальной плите.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Верба В.В., Волк В.Э., Губернов А.П.* // ДАН. 1990. Т. 315. №2. С. 442-445.
2. *Верба В.В., Волк В.Э., Киселев Ю.Г.* В кн.: Структура и история развития Северного Ледовитого океана. Л., 1986. С. 54-71.
3. *Виноградов В.А., Гапоненко Г.И., Грамберг И.С.* // Советская геология. 1976. № 9. С. 23-38.
4. *Грамберг И.С.* // Советская геология. 1984. № 7. С. 32-41.
5. *Грамберг И.С., Косько М.К., Погребницкий Ю.Е.* // Советская геология. 1986. № 8. С. 60-72.
6. *Грамберг И.С., Киселев Ю.Г., Коновалов В.В.* // Советская геология. 1991. №3. С. 45-54.

Ссылка на статью:



Грамберг И.С., Верба В.В., Кудрявцев Г.А., Сорокин М.Ю., Харитонов Л.Я. Строение земной коры Северного Ледовитого океана по геотраверзу острова Де-Лонга - котловина Макарова // Доклады Академии Наук. 1993. Т. 328. № 4. С. 484-486.