ДОКЛАДЫ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК. НАУКИ О ЗЕМЛЕ, 2020, том 493, № 1, с. 68–72

УДК 551.243.8(268-18)

## ГРАНИЦА КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ОКРАИНЫ ОБЛАСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-АРКТИЧЕСКИХ ПОДНЯТИЙ В ПРИСИБИРСКОЙ ЧАСТИ КОТЛОВИНЫ АМУНДСЕНА

© 2020 г. В. А. Поселов<sup>1,\*</sup>, В. В. Буценко<sup>1</sup>, член-корреспондент РАН В. Д. Каминский<sup>1</sup>, С. М. Жолондз<sup>1</sup>

> Поступило 23.03.2020 г. После доработки 26.03.2020 г. Принято к публикации 06.05.2020 г.

Новые сейсмические данные о структуре комплекса, подстилающего стратифицированный осадочный чехол в присибирской части котловины Амундсена, свидетельствуют о том, что формирование крупномасштабного рифтогенного бассейна на сверхрастянутой континентальной коре предшествовало спредингу в Евразийском бассейне.

*Ключевые слова:* Арктика, котловина Амундсена, сейсмические данные МОВ-ОГТ, миграция, континентальная окраина, рифтогенный прогиб, 2-й океанический слой **DOI:** 10.31857/S2686739720070154

Совокупность современных геолого-геофизических данных убедительно доказывает, что область Центрально-Арктических поднятий (ЦАП), включающая хребет Ломоносова, систему поднятий Менделеева-Альфа, Чукотское плато и разделяющие их котловины (Подводников, Чукотская, Менделеева), является глубоководным продолжением континентальной окраины Восточной Сибири [3]. В то же время остается открытым вопрос о западной границе этой окраины в Евразийском бассейне, а именно – в котловине Амундсена. Скорости Р-волн, рефрагированных в коре котловины Амундсена [1], показывают, что континентальная окраина ЦАП может распространяться на значительную площадь котловины, тем самым ставя под сомнение надежность интерпретации линейных магнитных аномалий в пределах этой области.

В статье рассмотрены новые сейсмические данные о структуре комплекса в основании стратифицированного осадочного чехла, которые позволяют уточнить положение границы континентальной окраины ЦАП в присибирской части котловины Амундсена. Новая информация о структуре этого комплекса была получена в результате переобработки данных МОВ-ОГТ российских высокоширотных экспедиций "Аркти-ка-2011" и "Арктика-2014" (рис. 1).

Для расшифровки гетерогенной структуры комплекса, подстилающего стратифицированный чехол, прежде всего, необходима тщательная миграция данных МОВ-ОГТ. Профиль AR1405 (экспедиция "Арктика-2014") был отработан с достаточно широкой апертурой приема (коса 4500 м), что позволило создать корректную скоростную модель миграции и качественно мигрировать сейсмограммы МОВ-ОГТ. Профили экспедиции "Арктика-2011" (в том числе рассматриваемый в статье профиль AR1128) были отработаны с узкой апертурой приема (коса 600 м), но с применением технологии одновременного выполнения зондирований МОВ-МПВ (получены информативные записи до офсетов 20-25 км). Согласование данных МОВ-МПВ и МОВ-ОГТ позволило создать скоростные модели, учитывающие влияние геометрии границ на значения скоростей. Эти согласованные скоростные модели использовались для миграции данных МОВ-ОГТ "Арктика-2011".

На мигрированном разрезе МОВ-ОГТ вдоль профиля AR1405 (рис. 2) в комплексе, подстилающем стратифицированные отложения, выявлена латеральная граница кардинального изменения его структуры. Эту границу авторы интерпретируют как границу континентальной окраины ЦАП в котловине Амундсена (СМВ, Continental-MarginBoundary).

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана им. И.С. Грамберга, Санкт-Петербург, Россия

<sup>\*</sup>E-mail: vap@vniio.nw.ru



**Рис. 1.** Профили МОВ-ОГТ в присибирской части котловины Амундсена; *1* – граница континентальной окраины ЦАП; GRD – аномальное углубление в рифтовой долине хребта Гаккеля; в статье рассмотрены профили AR1405 и AR1128.

В сторону хребта Гаккеля от СМВ в поле отраженных волн зафиксированы характерные элементы 2-го океанического слоя (рис. 2, фрагмент А). Здесь стратифицированный чехол подстилают холмистые постройки с сейсмически "немой" внутренней структурой, которые интерпретируются как пиллоу-лавы (высокопористые базальтовые лавы). Под постройками пиллоу-лав выделяются серии ярких непротяженных рефлекторов, всегда наклоненных от оси спрединга, которые интерпретируются как потоки изверженных лав.

В сторону хребта Ломоносова от СМВ структура комплекса в основании стратифицированных отложений кардинально меняется (рис. 2, фрагмент А). Его поверхность становится отчетливо шероховатой и низкочастотной (по сравнению с кровлей построек пиллоу-лав). При прослеживании комплекса ближе к хребту Ломоносова начинают проявляться следы рифтогенных процессов, выраженные в сбросах с признаками листрических разломов (рис. 2, фрагмент В). Используя вышеописанные элементы поля отраженных волн как референтные, искомая латеральная граница (СМВ) была проинтерпретирована на мигрированных разрезах МОВ-ОГТ "Арктика-2011" (рис. 3).

Как было отмечено выше, наблюдения МОВ-ОГТ "Арктика-2011" сопровождались зондированиями МОВ-МПВ, что позволило достаточно точно (с учетом геометрии границ) определить скорости Р-волн, рефрагированных в коре котловины Амундсена. Оказалось, что в сторону хребта Ломоносова от СМВ скорости рефрагированных волн имеют значения менее 6.7 км/с. что характерно для сильно растянутой континентальной коры. В сторону хребта Гаккеля от СМВ скорости рефрагированных волн превышают значения 6.8 км/с. что типично для 3-го океанического слоя (рис. 3 в [1]). Более того, согласованные скоростные модели вдоль профилей МОВ-ОГТ "Арктика-2011" выявили скоростную структуру сильно растянутой континентальной коры. Оказалось, что для нее характерно выклинивание верхней коры (скорости менее 6.5 км/с) на склоне хребта Ломоносова и выклинивание средней коры (скорости 6.5-6.6 км/с) в окрестности СМВ.

Таким образом, новые сейсмические данные свидетельствуют о том, что океанообразованию в Евразийском бассейне предшествовала доспрединговая стадия эволюции, в течение которой сформировался рифтогенный бассейн над сверхрастянутой континентальной корой. Возраст рифтогенного бассейна авторы оценивают как верхнемеловой. Как видно на рис. 1, реликт приломоносовского склона рифтогенного прогиба занимает значительную площадь присибирской части котловины Амундсена. Сопоставляя об-



**Рис. 2.** Мигрированный разрез вдоль профиля MOB-OГТ AR1405; *1* – положение ЛМА по [4]; выявленные элементы структуры комплекса в основании стратифицированных отложений: (1) – пиллоу-лавы, (2) – потоки изверженных лав, (3) – поверхность деформированного промежуточного комплекса, залегающего на континентальной коре; индексы и возраст несогласий (обоснован в [6]): RU – региональное предмиоценовое, EoU – эоценовое, pCU – пост-кампанское; CMB – граница континентальной окраины ЦАП.



**Рис. 3.** Мигрированный разрез вдоль профиля MOB-OГТ AR1128; *1* – положение ЛМА по [4]; *2* – положение зондирований MOB-МПВ; выявленные элементы структуры комплекса в основании стратифицированных отложений: (1) – пиллоу-лавы, (2) – потоки изверженных лав, (3) – поверхность деформированного промежуточного комплекса, залегающего на континентальной коре; индексы и возраст несогласий (обоснован в [6]): RU – региональное предмиоценовое, EoU – эоценовое; CMB – граница континентальной окраины ЦАП.

ласть распространения континентальной окраины ЦАП в котловине Амундсена с положением ЛМА в интерпретации [4] (рис. 2, 3), можно отметить, что над подтвержденной сейсмическими данными океанической корой линейные магнитные аномалии фиксируются до хронов 18–20 (40– 44 млн лет). Следовательно, океанообразование в присибирской части Евразийского бассейна началось в среднем эоцене. При этом хрон 24-й ЛМА (53 млн лет, ранний эоцен) попадает в область континентальной окраины, что ставит под сомнение надежность ее идентификации в [4].

Данные современной магнитной съемки подтвердили, что океанообразование Евразийского бассейна началось в его пригренландской части и продвигалось в сторону Сибири. Но в настоящее время не установлено, насколько новообразованная кора приблизилась к Лаптевоморской континентальной окраине. Можно предположить, что зона транзита от океанической коры к сверхрастянутой континентальной начинается после аномального углубления рифтовой долины хребта Гаккеля (названо в [5] как GakkelRiftDeep – GRD) (рис. 1), так как после него в пределах долины магнитное поле становится отрицательным.

И последнее. Исследования Канады и США в Канадской котловине [2] показали, что континентальная окраина ЦАП распространяется не только на запад, но и далеко на восток, в глубоководную Канадскую котловину. В отличие от котловины Амундсена, здесь она интерпретируется как вулканическая континентальная окраина. Как сообщается в [2], сильно утоненная континентальная и транзитная кора ассоциируется с рифтовыми процессами, предшествовавшими формированию океанической коры в Канадском бассейне.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Butsenko V.V., Poselov V.A., Zholondz S.M., Smirnov O.E. Seismic Attributes of the Podvodnikov Basin Basement // Doklady Earth Sciences. 2019. V. 488. № 2. P. 1182– 1185.
- Chian D., Jackson H.R., Hutchinson D.R., J. W. Shimeld J.W., Oakey G.N., N. Lebedeva-Ivanova N., Li Q., Saltus R.W., Mosher D.C. Distribution of Crustal Types in Canada Basin, Arctic Ocean // Tectonophysics. 2016. V. 691. Part A. P. 8–30.
- Geologic Structures of the Arctic Basin / A. Piskarev, V. Poselov, V. Kaminsky (eds.) / Springer Int. Publ. AG. Part of Springer Nature 2019. 373 p.
- Glebovsky V.Y., Kaminsky V.D., Minakov A.N., Merkuryev S.A., Childers V.A., Brozena J.M. Formation of the Eurasia Basin in the Arctic Ocean as Inferred from Geohistorical Analysis of the Anomalous Magnetic Field // Geotectonics. 2006. V. 4. P. 21–42.
- Jokat W., O'Connor J., Hauff F., Koppers A., Miggins D.P. Ultraslow Spreading and Volcanism at the Eastern End of Gakkel Ridge, Arctic Ocean // Geochemistry, Geophysics, Geosystems. 2019. V. 20. Is. 12.P. 6033–6050.
- Poselov V.A., Butsenko V.V., Kireev A.A., Smirnov O.E., Zholondz S.M. Seismic Stratigraphy of Sedimentary Cover // Geologic Structures of the Arctic Basin / A. Piskarev, V. Poselov, V. Kaminsky (eds.) / Springer Int. Publ. AG. Part of Springer Nature 2019. P. 71–104.

## CONTINENTAL MARGINEDGEOF CENTRAL ARCTIC UPLIFTSAREA IN SIBERIAN AMUNDSEN BASIN

V. A. Poselov<sup>a,#</sup>, V. V. Butsenko<sup>a</sup>, Corresponding Member of RAS V. D. Kaminsky<sup>a</sup>, and S. M. Zholondz<sup>a</sup>

<sup>a</sup> I.S. Gramberg All-Russian Scientific Research Institute for Geology and Mineral Resources of the Ocean, St.-Petersburg, Russian Federation <sup>#</sup>E-mail: vap@vniio.nw.ru</sup>

The seismic structure of the complex underlying the stratified sedimentary cover in the Siberian Amundsen Basin indicates that the formation of a large-scale rift-related basin lying on a hyper-extended continental crust preceded spreading process in the Eurasian Basin.

*Keywords:* Arctic, Amundsen Basin, multi-channel seismic reflection data, migration, continental margin, rift-related basin, 2-nd oceanic layer