

УДК 549.903.55 (1)

ББК 26.323

Т 76

Тектоника и геодинамика Земной коры и мантии: фундаментальные проблемы-2025. Материалы LVI Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2025. 674 с.

ISBN 978-5-89118-899-0

DOI 10.34756/GEOS.2025.17.39149

Ответственный редактор

К.Е. Дегтярев

На 1-ой стр. обложки:

*Асимметричные складки в породах ордовика в зоне сочленения
Северо- и Центрально-Таймырского поясов (бассейн р. Грустная)
(фото Д.А. Саратулова, 2024 г.)*

© ГИН РАН, 2025

© Издательство ГЕОС, 2025

5. MacDonal d J.M., Faithfull J.W., Roberts N.M.W., Davies A.J., Holdsworth C.M., Newton M., Williamson S., Boyce A., John C.M. Clumped-isotope palaeothermometry and LA-ICP-MS U–Pb dating of lava-pile hydrothermal calcite veins // *Contrib. Mineral. Petrol.* 2019. V. 174. P. 63.

6. Zhang L.-L., Zhu D.-Ch., J.-Ch Xie., Wang Q., Kamo S., Roch'in-Baïtagac H., Xiaod Y. TARIM calcite: a potential reference material for laser ICPMS in situ calcite U–Pb dating // *J. Anal. At. Spectrom.* 2023. V. 38. P. 2302.

7. Рябинин А.Б., Буслов М.М., Жимулев Ф.И., Травин А.В. Позднепалеозойская складчато-покровная структура Тункинских гольцов Восточного Саяна (южное обрамление Сибирской платформы) // *Геология и геофизика.* 2011. Т. 52. № 12. С. 2087–2109.

**С.Г. Сколотнев¹, А.А. Пейве¹, С.Ю. Соколов¹,
К.О. Добролюбова¹, А.Н. Иваненко², В.А. Боголюбский¹,
И.А. Веклич², Н.П. Чамов¹, В.Н. Добролюбов¹, А.П. Денисова¹,
И.С. Патина¹, В.Л. Любинецкий², С.А. Докашенко¹,
А.А. Ткачева¹, Д.М. Илюхина², В.В. Фомина¹**

Строение и происхождение трога Кинг (восточный фланг САХ в Северной Атлантике)

Одним из важных направлений тектоники океана является изучение структур дна, формирующихся за пределами осевых зон спрединга. К их числу относится трог Кинг на восточном фланге САХ в Северной Атлантике протяженностью 450 км, имеющий северо-западное простирание. Его происхождение до сих пор остается дискуссионным, варьируя от рифтинга, разрушившего асейсмичный хребет, до растяжения, приуроченного к межплитной границе [например, 4, 5,6]. В 2023 и 2024 гг в районе трога Кинг состоялись две экспедиции (55-й и 57-й рейсы НИС «Академик Николай Страхов») [2], в которых помимо опробования дна проводились батиметрическая и гидромагнитная съемки. По итогам работ в пределах полигона было выделено 9 морфоструктурных провинций.

Провинция юго-восточных впадин включает в себя впадины Пик (длина 120 км, ширина 30 км, максимальная глубина 6005 м) и Фрин (100 км,

¹ Геологический институт РАН (ФГБУН ГИН РАН), Москва, Россия

² Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ФГБУН ИО РАН), Москва, Россия

25 км, 5350 м) и разделяющий их хребет Палмер (85 км, 20 км, минимальная глубина 2340 м) с преобладающим простиранием 110–120°. При их драгировании получены серпентиниты, габбро, долериты, океанические толеитовые и щелочные базальты, раннеэоценовые известняки (52.5–57.5 млн лет) [1-4]. В работе [4] сообщается об Ar/Ar возрасте базальтов из этой провинции – 36.0–39.5 млн лет. На хребте Палмер обнаружены реликты фланговых гряд САХ.

Провинция юго-восточного окончания трога Кинг состоит из узкой (4–7 км) депрессии длиной 18 км и глубиной 4450 м, соединяющей трог Кинг и впадину Фрин, и более северо-западной впадины квадратных очертаний (35×35 км) глубиной 4200 м.

В провинцию центральной части трога Кинг входят несколько впадин и структуры на его флангах, формирующие вулканические нагорья. Впадины образуют ряд звеньев длиной 50–130 км, и разделенных поперечными уступами высотой 50–150 м и иногда хребтами (до 2 км высотой). Звенья состоят из двух параллельных впадин (простиранием 125–130° и шириной 5–20 км), которые разделяются медианными гребнями (ширина 0.5–1 км, высота 100–1000 м), и хребтами (до 14.5 км, 2150 м). Глубина впадин возрастает с ЮВ к центру от 4300 м до 4550 м и затем уменьшается до 3750 м.

Фланги состоят из нескольких сегментов длиной 30–80 км, расположенных на сводовых поднятиях. На юго-востоке они представляют собой вулканические нагорья шириной 15–25 км с поверхностью на глубинах 2200–2550 м, которые в центральной части провинции надстраиваются крупными вулканами, достигающими глубины 920 м (г. Антиальтаир). На северо-западе провинции на флангах протягиваются куэстоподобные хребты шириной 3–7 км, достигающие глубин 2900 м. В поперечных сечениях хорошо заметна комплементарность структур обоих флангов, что указывает на то, что ранее они составляли единое целое, а затем были разделены на две части.

Опробование в пределах этой провинции [2, 4, 5] показало, что в бортах впадин распространены породы спрединговой ассоциации: толеитовые базальты, долериты, габброиды, иногда даже серпентиниты. Такие же породы встречены на медианных хребтах и в основании горы Антиальтаир на глубинах до 2150 м. Со склонов вулканического нагорья подняты щелочные базальты, трахиты, туфы, песчаники и алевролиты, последние показывают, что некоторые вулканы выступали над уровнем моря. В работе [4] даны Ar/Ar возрастные оценки щелочных базальтов, которые образуют прогрессию возраста от 45.5 млн лет на юго-востоке до 37.5 млн лет в центральной части трога. Возраст этих базальтов на 5–8 млн лет моложе, чем возраст океанического дна, оцениваемый по магнитным аномалиям, что указывает на то, что щелочной вулканизм имеет внутриплитную природу.

Провинция северо-западного окончания трога Кинг длиной 40 км имеет в плане форму треугольника с острым северо-западным углом. Морфологически это плато с шириной до 20 км и средней глубиной 2400 м. В его юго-восточной части располагается вулканическая постройка, поднимающаяся до глубины 1180 м, с ее склонов получены щелочные базальты.

Таким образом, в целом для трога Кинг характерно постепенное расширение с северо-запада на юго-восток, за исключением небольшого менее широкого участка в зоне перехода между трогом Кинг и впадинами Пик и Фрин. Интенсивность внутриплитного вулканизма, оцениваемая по ширине и высоте фланговых нагорий возрастает от северо-запада к центральной части трога в районе горы Антиальтаир, затем незначительно снижается и резко сокращается в районе впадин Пик и Фрин.

Провинция фланговых структур САХ оконтуривает провинции трога Кинг. В ее пределах преобладает грядовый рельеф, типичный для флангов САХ. К северу от трога наблюдается отчетливая тенденция повышения рельефа с востока на запад от глубины 4000 м до 2800 м, на которой находятся вершины гряд. В наиболее восточной части провинции характерно общее повышение рельефа на 60 м в сторону северной кромки впадины Пик, напротив, на продолжении этой впадины имеет место общее понижение рельефа на 100 м. В наиболее западной части провинции непосредственно на продолжении трога Кинг гряды наиболее протяженные, широкие и высокие (до 2600 м), что свидетельствует о том, что при их формировании магматическая активность в осевой зоне спрединга была наиболее интенсивной. Средние простирания гряд вдоль трога Кинг 29°, а на его продолжении – 23°. На противоположном конце восточнее впадины Пик оно резко меняется до 0°. К югу от трога Кинг рифтовые гряды часто осложнены крупными вулканическими постройками.

Провинция центрального сегмента Азоро-Бискайского поднятия охватывает юго-восточные районы полигона. Она образована отдельными крупными конусовидными вулканическими постройками, крупнейшей из которых является гора Георгия Зимы высотой 2300 м. С ее склонов подняты щелочные базальты. Горы образуют линеамент с простиранием около 45°.

Юго-восточная провинция расположена к югу от впадины Фрин. Ее рельеф образован равнинами и невысокими хребтами, в целом он на 300 м выше, чем рельеф структурно комплементарной ему части САХ к северу от впадины Пик. Скорее всего, это следствие того, что данный участок восточного фланга САХ залит лавовыми потоками. На севере провинция пересекается субширотной депрессией шириной до 15 км и глубиной около 4150 м, которая является фрагментом палеотрансформа, утыкающегося во впадину Фрин.

Провинция плато Гницевича располагается к юго-западу от северо-западного окончания трога Кинг и включает в себя три подводные конусовидные горы с уплощенными вершинами, крупнейшая из которых достигает глубины 700 м. С нее были драгированы щелочные базальты, их возраст 10-11 млн лет [4].

Провинция горы Крамб располагается к юго-западу от горы Антиальтаир и примыкает к основанию южного флангового нагорья трога Кинг. Она образована кальдерой диаметром 35 км, осложненной двумя более поздними крупными (одна из них гора Крамб) вулканическими структурами.

В соответствии с гидромагнитной съемкой на площади полигона наблюдается суперпозиция линейных знакопеременных спрединговых аномалий северо-восточного простирания и наложенных на них более интенсивных изометричных также знакопеременных аномалий, возникших над вулканическими структурами. Выявлены линейные аномалии спрединговой природы от C5An.2n (12.2 млн лет) до C25n (56.6 млн лет), последняя проходит в районе провинции юго-восточных впадин. Северо-западное окончание трога Кинг находится в поле аномалии C6n (18.75 млн лет), которая не прерывается в районе трога. Следующая диагностированная хрона C13n (33.2 млн лет), как и еще более древние, исчезают в районе самого трога, при этом одновозрастные аномалии на северном и южном флангах не смещены друг относительно друга. Вдоль днища трога протягивается полоса положительных значений АМП, возможным источником которых могут быть серпентиниты.

Синтезируя полученные результаты, кратко сформулируем представления о происхождении трога Кинг, вытекающие из них. В период примерно с 52–54 до 10 млн лет назад шло формирование асейсмичного хребта. Возникновение каждого его сегмента связано с импульсом магматической активности горячей точки, локализованной изначально примерно в 50 км восточнее осевой зоны САХ, и происходило в 2 этапа. На 1-м этапе шел рост куполовидного поднятия в результате подъема океанической литосферы, образовавшейся в осевой зоне спрединга, на 2-м этапе на поверхности купола происходили мощные вулканические извержения, приведшие к образованию вулканического нагорья. В районе юго-восточных впадин все закончилось на 1-м этапе. Наиболее мощный этап имел место 37–39 млн лет назад, когда возникла г. Антиальтаир, после чего интенсивность магматизма постоянно снижалась. Горячая точка также усиливала вулканизм в осевой зоне спрединга, и создавала дополнительные центры вулканизма, вероятно, посредством подлитосферных потоков плюмового материала. Так возникли крупные фланговые гряды, плато Гницевича, кальдера Крамб и др. Примерно в период 50–20 млн лет назад одновременно с формированием асейсмичного хребта происходило

его раскалывание с последующим растяжением. В этот период согласно [7] направление спрединга по разные стороны хребта отличалось, что, возможно, было связано с процессами присоединения Иберии к Евразии. Возможно, в соответствии с [6] в это время через него проходила граница между Иберийской и Евразийской плитами. При растяжении и проседании осевой части вулканического нагорья были как минимум две оси растяжения. Медианные хребты, включая хребет Палмер, разделяющие параллельные впадины трога, являются тектоническими останцами.

Литература

1. *Добрецов И.Л., Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И. и др.* Разрез океанической коры трога Кинг (Центральная Атлантика) // Известия Академии наук СССР. Серия Геологическая. 1991. N 8. С. 141–146.

2. *Сколотнев С.Г., Пейве А.А., Добролюбова К.О. и др.* Строение океанического дна в районе сочленения трога Кинг и Азоро-Бискайского поднятия (Северная Атлантика) // Доклады РАН. Науки о Земле. 2024. Т. 515. № 6. С. 5–12.

3. *Cann J.R.* Petrology of basement rocks from Palmer Ridge, NE Atlantic // Philos T.R. Soc. A. 1971. V. 268. N. 1192. P. 605–617.

4. *Dürkefälden A., Geldmacher J., Hauff F. et al.* Magmatic and geodynamic evolution of the King's Trough Complex – the «Grand Canyon» of the North Atlantic // Status conference research vessels. Forschungszentrum Jülich GmbH Zentralbibliothek, Verlag. 2024. P. 229–234.

5. *Kidd R.B., Ramsay A.T.S.* The geology and formation of the King's trough complex in the light of deep sea drilling project site 608 drilling // DSDP. 1987. V. 94. P. 1245–1261.

6. *Macchiavelli C., Vergés J., Schettino A., et al.* A new southern North Atlantic isochron map: insights into the drift of the Iberian plate since the Late Cretaceous // J. Geophys. Res. Solid Earth. 2017. V. 122. N. 12. P. 9603–9626.

7. *Seton M., Müller R.D., Zahirovic S. et al.* Community infrastructure and repository for marine magnetic identifications // G³. 2020. DOI: 10.1029/2020GC009214