

СУБДУКЦИОННО-КОНВЕКТИВНАЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ХРЕБТА ГАККЕЛЯ И ЛАПТЕВОМОРСКОЙ РИФТОВОЙ СИСТЕМЫ

Л. И. Лобковский^{1, *}, А. А. Баранов², А. А. Крылов¹, И. А. Гарагаш²

¹Институт океанологии имени П. П. Ширшова Российской академии наук, Москва, Россия

²Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта Российской академии наук, Москва, Россия

*E-mail: llobkovsky@ocean.ru

Рассматривается субдукционно-конвективная геодинамическая модель формирования структур Восточной Арктики, основанная на данных сейсмической томографии мантии Земли и данных региональной геологии и тектоники. Ранее эта модель (в двумерной постановке) была применена для описания на качественном уровне меловой и кайнозойской эволюции литосферы Арктики и вошла в заявку России на расширение Арктического шельфа в ООН, которая была принята, а российский шельф расширен. Конвективная ячейка в верхней мантии под Восточной Арктикой в кайнозое определяла и сейчас определяет эволюцию ее структур, в частности, хребта Гаккеля. В настоящей работе мы применяем более сложную численную 3D модель конвекции в мантии с переменной вязкостью и плитной реологией на поверхности, основанную на глобальной модели сейсмической томографии SMEAN 2.

Структура ячейки под Восточной Арктикой в настоящее время определяется следующими факторами. Тихоокеанская плита движется на северо-запад и далее погружается в мантию под Северо-Американскую плиту в Алеутской зоне субдукции. При этом субдукция наклонена на север под Северо-Американскую плиту. Вещество движется в верхней мантии субгоризонтально и далее поднимается к поверхности уже за Чукоткой в бассейне СЛО. Подъем вещества в области центральной Арктики вызван также восходящими мантийными течениями в низах верхней мантии, которые затем выполаживаются на поверхности, двигаясь от Северного полюса в сторону Алеутской субдукции, таким образом, замыкая эту конвекционную ячейку.

Под действием возвратного верхнемантийного потока возникают рассеянные деформации арктической литосферы, обусловленные вязким сцеплением с подлитосферными течениями. Хребет Гаккеля с медленным спредингом также является проявлением этой конвекционной ячейки на поверхности. Периодический вулканизм в хребте Гаккеля может быть объяснен поднятием вещества тихоокеанской литосферы и (или) вещества Арктического плюма в восходящей части конвекционной ячейки. В позднем мелу, раннем кайнозое, тихоокеанская плита двигалась почти строго на север, поэтому скорости погружения вещества в Алеутской зоне и спрединга в хребте Гаккеля были существенно выше. Погружение в мантию и исчезновение на поверхности океанической плиты Кула около 50 млн. лет назад резко изменили кинематику тихоокеанской плиты, изменив ее движение с северного на северо-западное направление. Угол изменения движения тихоокеанской плиты хорошо виден в настоящее время между цепочкой подводных Императорских гор и цепью более молодых Гавайских островов.

В силу изменения направления движения тихоокеанской плиты, скорости погружения вещества на север в Алеутской зоне субдукции уменьшились, что вызвало также уменьшение скорости спрединга в хребте Гаккеля. Западный вектор движения тихоокеанской плиты вызывает постепенное смещение восходящего возвратного мантийного потока под северный край Евразии, вызывая процессы растяжения и утонения в ее литосфере в море Лаптевых.

GEODYNAMIC MODEL OF THE GAKKEL RIDGE AND THE LAPTEV SEA RIFT SYSTEM

L. I. Lobkovsky^{1, *}, A. A. Baranov², A. A. Krylov¹, I. A. Garagash²

¹*Shirshov Institute of Oceanology of Russian academy of sciences, Moscow, Russia*

²*Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

*E-mail: llobkovsky@ocean.ru

A subduction-convection geodynamic model for the formation of Eastern Arctic structures is considered, based on seismic tomography data from the Earth's mantle and regional geology and tectonics. This model (in a two-dimensional formulation) was previously applied to qualitatively describe the Cretaceous and Cenozoic evolution of the Arctic lithosphere and was included in Russia's application to the UN for an expanded Arctic shelf, which was accepted, and the Russian shelf was expanded. A convection cell in the upper mantle beneath the Eastern Arctic has determined and continues to determine the evolution of its structures in the Cenozoic, particularly the Gakkel Ridge. In this paper, we apply a more complex numerical 3D model of mantle convection with variable viscosity and plate rheology at the surface, based on the SMEAN 2 global seismic tomography model.

The structure of the convective cell beneath the Eastern Arctic is currently determined by the following factors. The Pacific Plate is moving northwest and then subducting into the mantle beneath the North American Plate in the Aleutian subduction zone. The subduction zone is tilted northward beneath the North American Plate. Material moves subhorizontally within the upper mantle and then rises to the surface beyond Chukotka in the Arctic Ocean basin. The upwelling of material in the central Arctic is also caused by ascending mantle currents in the lower upper mantle, which then flatten out at the surface as they move from the North Pole toward the Aleutian subduction zone, thus closing this convection cell.

The return flow of upper mantle causes diffuse deformations in the Arctic lithosphere, caused by viscous coupling with sublithospheric currents. The Gakkel Ridge, with its slow spreading, is also a surface manifestation of this convection cell. Periodic volcanism in the Gakkel Ridge can be explained by the upwelling of Pacific lithosphere material and/or Arctic plume material in the ascending portion of the convection cell. In the Late Cretaceous to Early Cenozoic, the Pacific Plate moved almost due north, so the rates of subsidence in the Aleutian zone and spreading in the Gakkel Ridge were significantly higher. The subsidence of the Kula oceanic plate into the mantle and its disappearance from the surface approximately 50 million years ago dramatically altered the kinematics of the Pacific Plate, shifting its motion from north to northwest. The angle of change in the movement of the Pacific Plate is clearly visible at present between the chain of underwater Emperor Seamounts and the chain of younger Hawaiian Islands.

Due to a change in the direction of the Pacific Plate's movement, the rate of northward subduction in the Aleutian subduction zone decreased, which also caused a decrease in spreading rates in the Gakkel Ridge. The westward movement of the Pacific Plate causes a gradual shift of the ascending return mantle flow beneath the northern edge of Eurasia, triggering stretching and thinning processes in its lithosphere in the Laptev Sea.