

**В. П. Коболев, Ю. П. Оровецкий, Б. Я. Савенко, С. С. Чулков,  
П. А. Буртний, Е. Е. Карнаухова**

## **Горячие пояса Земли и Антарктиды (к проблеме происхождения)**

*(Представлено академиком НАН Украины В. И. Старостенко)*

*Репрезентується західна частина материка Антарктида, яку раніше за тектонічною схемою О. Норденшельда (1901–1903 рр.) було поійменовано Антарктидами. За морфометричними, геологічними, сейсмічними та сейсмологічними даними, що аналізуються в цьому випадку, цей регіон утворився при компенсаційному зануренні західної частини Антарктичної планетезималі внаслідок вкорінення Антарктичного суперплюму під східну частину протоліту. Припускається, що занурення відбулося в девоні вздовж одного з гарячих поясів Землі.*

В течение последних десяти лет Институт геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины в числе других научных организаций выполняет проект исследований Антарктиды, конечной целью которого является создание модели ее глубинного строения. При работе над проектом были, в частности, привлечены материалы палеомагнитологии. В них альтернативно, вместо традиционного рассмотрения миграции древних магнитных полюсов, изучалась пространственная дисперсия построенных по их координатам и когерентных с ними по возрасту палеомагнитных экваторов, получивших название горячих поясов Земли [1]. Здесь наибольшее на Земле центробежное ускорение силы тяжести, вызванное ее вращением, отвечает не только за планетарный рифтогенез (древним примером которого являются современные георифтогенали срединно-океанических хребтов), но также и за их глубинный магматизм, связанный с внешним ядром планеты. В этом отношении были продуктивными сейсмологические наблюдения, согласно которым полосовидная аномалия высокой плотности современного теплового потока, сопоставляемая с расположением мультимагматогенов мантийных плюмов, оказалась приуроченной к приэкваториальным широтам Земли [2]. Из этого следует, что каждый из ее гетерохронных палеомагнитных экваторов является не только планетарным рифтогеном, но также выступает в роли дренажной системы для глубинных теплового потока и магматизма. Указанная экстремальная и локализованная тепловая обстановка в различных регионах Земли в случае ее многократного и длительного повторения способствует кондуктивному прогреву вмещающих толщ, провоцируя тем самым их ультраметагенные и метасоматические преобразования. Поэтому представляется, что в основе механизма формирования материковой и океанической земной коры лежит изначальная вещественная гетерогенность планетезимальных глыб. В первом случае это связывается с высокой степенью обогащения их протовещества низкотемпературными некогерентными (Ba, Cs, Na, Rb, Sr) и радиоактивными (\*K, Th, U) элементами с образованием селективного геофизического “гранитного” слоя. Во втором — в составе протолитов испытывается их недостаток. Потому при одной и той же степени ультраметагенеза в этом варианте формируется земная кора океанического типа, где “гранитный” геофизический слой встречается спорадически и имеет преимущественно гранофировый состав.

Земля, согласно современной аккреционной теории ее строения, представляет собой сообщество космических протолитов-планетезималий. Границы, на существование которых в виде лавинного расположения очагов землетрясений обратил внимание Ле-Пишон еще в 1968 г., представляются ограничениями этих протолитов. В отличие от тектоники литосферных плит, которая связывает данные сейсмические события с субдукцией, мы определяем их как результат автоколебательных движений Земли, порожденных ее ротационным режимом. Это вызывает хрупкие деформации на контактах протолитов-планетезималий, что сопровождается соответствующими землетрясениями. Материк Антарктида не является в этом отношении исключением. Он окружен периконтинентальным сейсмическим поясом, получившим название Циркумантарктического [3]. Эпицентры землетрясений названного пояса размещаются между  $50^\circ$  и  $60^\circ$  ю. ш., где отчленяют континентальную планетезималь Антарктиды от аналогичных океанических глыб. В пользу их индивидуальности свидетельствует разный химический состав магматитов. В Южных Сандвичевых островах, пространственно близких к Циркумантарктическому сейсмическому поясу, и в Южных Шетландских островах, которые принадлежат западному сектору Антарктиды, магматиты соответственно относятся к океаническим толеитам и континентальной высокоглиноземистой известково-щелочной серии. Указанная сейсмически активная аномалия контролируется одним из наиболее мощных течений Мирового океана. Здесь, в проливе Дрейка, между Южной Америкой и Антарктидой, оборот воды составляет около  $150 \cdot 10^6$  т/с. Течение, предполагается, обусловлено ротационной инерционностью масс на границе между двумя разноплотными средами, имеющими разную фазовую природу. Циркумантарктическое течение располагается в проходах между Антарктидой и ближайшими к ней материками. Эти проходы получили в гидрографии официальное название “океанских ворот Антарктиды” [4]. Сложившаяся геотектоническая обстановка представляется весьма значимой, ибо наличие разграничивающего сейсмического пояса не позволяет считать Антарктиду не только продолжением Южноамериканского континента, но и фрагментом проблематичного суперматерика Гондвана. Об отсутствии латеральной миграции последнего во времени косвенным образом свидетельствует общая глыбовая тектоника Антарктиды, которая крайне четко проявляется в виде германотипных структур, где характеризуется крутопадающими, ограничивающими тектонические блоки, глубинными разломами, на что указывают все, без исключения, исследователи. В случае наличия горизонтальных перемещений эти ограничения, естественно, должны быть наклонными.

Материк Антарктида состоит в настоящее время из двух разных по природе частей. Восточная, более древняя ее часть, имеет непосредственное отношение к протолиту. Западная часть Антарктиды, согласно тектонической схеме О. Норденшельда (1901–1903 гг.), была тектонически трансформирована, по-видимому в каледонское время, и ныне представлена архипелагом крупных островов, почти полностью перекрытых материковым льдом. Границей между указанными частями служит крупнейший морфологический линеймент материка — горстовый уступ Трансантарктической горной цепи протяженностью до 4000 км.

*Восточная Антарктида.* Основание ее разреза открывается древнейшими для Антарктиды образованиями Нейпирской эпохи тектогенеза, возраст которой по свинцовой изохронной датировке оценивается в  $4 \cdot 10^9$  лет, а по другим данным —  $3,48 \cdot 10^9$  лет. Сложен разрез ультрабазитами, габбро, лейконоритами, эндербитами и чарнокитами, образующими так называемую прокрустальную эндербитовую оболочку, завершающую догеологическую стадию развития Антарктической планетезимали. В состав дофанерозойского фундамента Антарктиды входят также гнейсы и кристаллические сланцы, среди которых присутст-

вуют многочисленные массивы чарнокитов. Последние, как указывал еще А. Н. Заварицкий, относятся к группе гнейсов, претерпевших глубинный метаморфизм и потому характеризующих высокий палеотепловой поток и следующее за этим омоложение, что до сих пор не удается объяснить. Некоторую ясность на природу приведенного феномена вносят результаты нашего исследования пространственной дисперсии планетарных рифтогенов палеомагнитных экваторов в виде горячих поясов Земли [1]. Их раздвиговые трансмантийные структуры, достигающие внешнего ядра планеты, сопровождаются аномально высокой плотностью теплового потока и глубинным магматизмом. Представляется, что глубинное тепло, поступающее по упомянутым рифтогенам, могло служить термальным фактором омоложения пород.

Рифтогенез в Антарктиде занимает не менее 40% ее территории. Нами установлено [1], что 18 разновозрастных палеомагнитных экваторов расположены в основном в Восточной Антарктиде. Это интенсивное и рекуррентное растяжение ознаменовалось подъемом из субъядерной области Земли цокольного Антарктического суперплюма, как это показано ранее для Восточно-Европейского кратона [1], что привело к воздыманию территории и, по-видимому, образованию самого материка. Наличие в недрах структурообразующего мультимагматогена отображено формационным анализом: с венда по квартал в стратиграфическом разрезе Восточной Антарктиды зафиксированы фации континентального типа. Согласно экспериментальным исследованиям перидотитов этой области, установлено, что давление при их стабилизации составило 0,5 ГПа, что соответствует глубинам 80... 100 км и предположительно оценивает залегание апикальной части Антарктического суперплюма. Его внедрение, как отмечалось, происходило в основном под Восточную Антарктиду, что и зафиксировано сейчас в ее горстовом строении.

*Антарктанды.* Внедрение Антарктического суперплюма под Восточную часть Антарктического протолита, согласно общему закону сохранения, сопровождалось компенсационным погружением его западной части с образованием современных Антарктанд [1]. Это погружение, достигающее по данным ГСЗ глубины 50 км [5], произошло в начале фанерозоя, по-видимому, на границе между байкальским и каледонским диастрофизмами. Характерно, что современные Антарктанды наследуют направление одного из планетарных девонских рифтогенов горячих поясов Земли, построенных нами теоретически [1].

Глубинное строение Антарктанд изучалось методом ГСЗ [6] вдоль крайней их северо-западной части. Изученный разрез, как и для Восточной Антарктиды, представлен континентальной земной корой и разделен на геофизические слои — “гранитный”, “диоритовый” и “базальтовый”, где сейсмические скорости равны соответственно 5,70... 6,35; 6,55... 6,75 и 7,15... 7,45 км/с. Общая мощность земной коры здесь 38 км. Это означает соответствующий (до глубины 50 км) субмеридиональный наклон раздела Мохоровичича в сторону магматогена горстовой части Восточной Антарктиды, что не противоречит данным экспериментальной тектонофизики. По профилю ГСЗ, ниже раздела Мохо, на глубинах порядка 50 км зафиксирован субширотно ориентированный региональный отражатель протяженностью свыше 400 км, который, по-видимому, можно отождествить с древним погруженным разделом Мохо, некогда общим для всей Антарктиды.

Погружение Антарктанд в мантию, высокоразогретую Антарктическим мантийным суперплюмом, объясняет широкое (до 70% их территории) распространение ультраметагенных гранитоидов. Отобранная нами коллекция изверженных пород из серии Оскар показала K–Ar возраст гранитов — от  $(104 \pm 5)$  до  $(89 \pm 2)$  млн лет, а диоритов — от 72 до  $(66 \pm 2)$  млн лет, что характеризует их как меловые. Из той же серии отобраны мафиты

и гранитоиды для исследования динамики их образования в элементарном виде. Результаты 18 полных силикатных анализов были пересчитаны по петрохимическому методу Барта и сравнивались с референц-моделью континентальной земной коры [7]. В итоге во всех анализах был обозначен мощный привнос фемической компоненты: для слоев “базальтового” — 58%, “диоритового” — 52% и “гранитового” — 42%. Сложившаяся ситуация расценивается нами как аллометаморфическое воздействие на древнюю континентальную кору ультраосновного вещества Антарктического суперплюма.

В связи со сложившейся обстановкой изучены магнитные свойства магматитов, которые известны как наиболее чувствительные к какому-либо изменению условий метаморфизма. Оказалось, что все исследованные породы по степени намагниченности ( $Q = 1-10$ ) относятся к магнитным метасоматически измененным разностям, что подчеркивается их пылевидной рудной субстанцией, развитой по темноцветным минералам. Метасоматоз разрушает структуру этих минералов. В результате формульное их железо кристаллизуется как постмагматическое пылевое, близкое к однодоменному агрегату в виде магнетита или титаномагнетита, очень резко повышающих степень намагниченности пород, что подтверждено нами экспериментально и соответственно должно отразиться на наблюдаемом аномальном магнитном поле региона [8].

1. Оровецкий Ю. П., Коболев В. П. Горячие пояса Земли. – Киев: Наук. думка, 2006. – 312 с.
2. Lee W. H. K., Uyede S. Review of heat flow data // Terrestrial heat flow / Ed. By W. H. K. Lee. – Washington: Amer. Geophys. Union, 1965. – No 8. – P. 87–190.
3. Оборина С. Ф., Сытинский А. Д. Сейсмические исследования в Антарктиде // 25 лет Советской Антарктической экспедиции. – Ленинград: Гидрометеоцентр, 1983. – С. 74–93.
4. Удинцев Г. Б. Океанские ворота, динамика их развития и влияние на климат Земли : Материалы 17 Междунар. науч. конф. (школы) по морской геологии. IV. – Москва: ГЕОС, 2007. – 308 с.
5. Хаин В. Е. Региональная геотектоника. Океаны. Синтез. – Москва: Недра, 1985. – 292 с.
6. Janik T., Sroda P., Grad M. Moho Depth along the Atlantic Peninsula and Crustal Structural across the Landward Projection of the Hero Fracture Zone. Contribution to Global Earth Sciences. – Berlin; Heidelberg; New York: Springer, 2005. – P. 229–236.
7. Моисеенко Ф. С. Основы глубинной геологии. – Ленинград: Недра, 1981. – 279 с.
8. Соловьев В. Д., Бахмутов В. Г., Корчагин И. Н. и др. Магнитные аномалии и геофизические неоднородности вулканических структур дна Западной Антарктики: Пятые научные чтения Ю. П. Булашевича “Геодинамика. Глубинное строение. Тепловое поле Земли. Интерпретация геофизических полей. – Екатеринбург, 2009. – С. 445–449.

Институт геофизики им. С. И. Субботина  
НАН Украины, Киев

Поступило в редакцию 05.10.2009

**V. P. Kobolev, Yu. P. Orovetsky, B. Ya. Savenko, S. S. Chulkov, P. A. Butnyi,  
E. E. Karnaukhova**

### **Hot belts of the Earth and the Antartande**

*The western part of the Antarctic continent which was earlier referred to as Antartandes according to O. Nordenskiöld's scheme (1901–1903) is considered. According to morphometric, geological, and seismic data which are analyzed in this case, this region was formed as a result of the intrusion of the Antarctic superplume under the eastern part of the protolite. It is assumed that submergence occurred in the Devonian along one of the hot belts of the Earth.*