

ТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА

УДК 550.83

СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА КОРЫ АРХЕЙСКИХ КРАТОНОВ ЮЖНЫХ МАТЕРИКОВ:
СХОДСТВА И РАЗЛИЧИЯ

А.А.Баранов^{1,2}, А.М. Бобров¹

¹ Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, 123995, Москва, ул. Бол. Грузинская, 10, Россия

² Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН,
117485, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32, Россия

В работе собраны и проанализированы данные о строении и свойствах коры 13 архейских кратонов южных материков, ранее входивших в Гондвану (кратоны Африки, Австралии, Антарктиды и Южной Америки, а также Индийского субконтинента). Сводные данные по кратонам представлены в итоговой таблице. Исследованы следующие параметры кратонов: глубина границы Мохо, площадь, возраст, мощность осадков, рельеф, мощность литосферы.

Площадь разных кратонов отличается в десятки раз: от 0.05 млн км² (кратон Нейпир) до 4 млн км² (кратон Конго). Диапазон возраста пород кратонов покрывает почти весь архей: 3.8—2.5 млрд лет. Осадки в основном незначительны, однако для кратонов Конго и Западно-Африканского их мощность достигает 7 км. Рельеф поверхности кратонов также меняется от 0 до 2 км. Наблюдаются кратоны с высоким стоянием, их средняя высота превышает 1 км: Каапвааль, Зимбабве и Танзанийский.

Уточнены карты Мохо для ряда кратонов (на основе сейсмических данных). Построены диаграммы распределений глубин Мохо для каждого кратона. Обработка и анализ имеющихся новых данных показали, что средняя глубина до Мохо меняется от 33 до 44 км: Пилбара (33 км), Грюнегона (35 км), Сан-Франциско (36 км), Йилгарн (37 км), Дарвар (38 км), Танзанийский (39 км), Зимбабве (39 км), Каапвааль (40 км), Голер (40 км), Нейпир (40 км), Западно-Африканский кратон (40 км), Конго (42 км), Амазонский (44 км).

Показано, что глубина до Мохо более неоднородна в пределах кратонов, чем считалось ранее. Найдено, что диапазон изменений Мохо весьма широк — от 28 до 52 км. Полученные результаты существенно отличаются от ранее сделанных другими авторами выводов о том, что граница Мохо для архейских кратонов относительно плоская.

Результаты работы также показывают отличие коры раннего и среднего архея от более поздней по мощности: участки недеформированной ранне- и среднеархейской коры имеют неглубокое Мохо (28—38 км), в то время как позднеархейская или же деформированная кора имеет глубины Мохо до 52 км.

Архей, кратон, кора, Мохо.

CRUSTAL STRUCTURE AND PROPERTIES OF ARCHEAN CRATONS
OF GONDWANALAND: SIMILARITY AND DIFFERENCE

A.A. Baranov and A.M. Bobrov

This is a synopsis of available data on the crustal structure and properties of thirteen Archean cratons of Gondwanaland (the cratons of Africa, Australia, Antarctica, South America, and the Indian subcontinent). The data include estimates of surface area, rock age and lithology, Moho depth, thickness of lithosphere and sediments, as well as elevations, all summarized in a table. The cratons differ in size from 0.05×10^6 km² (Napier craton) to 4×10^6 km² (Congo craton) and span almost the entire Archean period from 3.8 to 2.5 Ga. Sediments are mostly thin, though reach 7 km in the Congo and West African cratons. Elevations above sea level are from 0 to 2 km; some relatively highland cratons (Kaapvaal, Zimbabwe, and Tanzanian) rise to more than 1 km. On the basis of regional seismic data, the Moho map for cratons has been improved. The Moho diagrams for each craton are constructed. The analysis of the available new data shows that the average Moho depth varies from 33 to 44 km: Pilbara (33 km), Grunehogna (35 km), Sro Francisco (36 km), Yilgarn (37 km), Dharwar (38 km), Tanzanian (39 km), Zimbabwe (39 km), Kaapvaal (40 km), Gawler (40 km), Napier (40 km), West Africa (40 km), Congo (42 km), and Amazon (44 km) cratons. The Moho depth within the cratons is less uniform than

it was assumed before: from 28 to 52 km. The new results differ significantly from the earlier inference of a relatively flat Moho geometry beneath Archean cratons. According to the new data, early and middle Archean undeformed crust is characterized by a shallow Moho depth (28–38 km), while late Archean or deformed crust may be as thick as 52 km.

Archean, craton, crust, Moho

ВВЕДЕНИЕ

Континентальная кора является наиболее неоднородной частью Земли, и ее влияние скрывает эффект неоднородностей в мантии, влияющих на гравитационное поле и другие поля. Это обусловлено как различной мощностью континентальной коры, так и ее отличающимися свойствами в разных континентальных регионах. Мощность нормальной континентальной коры меняется от 30 до 75 км. Наиболее древние участки земной коры — это архейские кратоны, которые имеют возраст более 2.5 млрд лет. Для сравнения возраст океанического дна не превышает 200 млн лет. Древние участки земной коры — свидетельства эволюции Земли за огромный срок. Изучение их строения и эволюции в прошлом представляют огромный интерес для наук о Земле. Кроме того, крупнейшие химические неоднородности, наряду со слоем D" в мантии — это именно участки древней континентальной коры и литосфера под ними. Составляющими единицами архейских кратонов являются: древние гнейсовые комплексы, зеленокаменные пояса, гранулитогнейсовые области, интракратонные седиментогенные бассейны, реже мобильные пояса. В большинстве архейских кратонов выделяются крупные области развития двух разновозрастных групп пород: древней и более молодой. Так, в кратонах Дарвар, Западно-Африканском и Йилгарн западные области оказываются древнее, чем восточные, а в кратонах Пилбара, Голер, Каапвааль и Зимбабве такая полярность имеет противоположный знак. Кратоны Нейпир и Грюнегона являлись частями Дарвар и Каапвааль кратонов соответственно и не нарушают этой закономерности. Для Танзанийского кратона северная часть является более молодой по сравнению с южной. Из других архейских кратонов Гондваны такое двучленное деление не наблюдается для Амазонского, Сан-Франциско и Конго. Следует также отметить, что до распада Гондваны кратон Сан-Франциско был частью кратона Конго.

В последнее время происхождение, рост и эволюция архейской коры является предметом интенсивных исследований. Понимание природы архейской коры и ее геологической эволюции остается неполным из-за недостаточного знания о мощности и составе недеформированной архейской коры. Глобальный обзор сейсмических данных [Durrheim, Mooney, 1991] показывает, что протерозойская кора в основном имеет мощность 40—55 км, в то время как архейская только 27—40 км. Было отмечено, что протерозойская кора в разы чаще содержит высокоскоростной слой (v_p больше 7 км/с) в нижней коре. Также этот слой имеет большую мощность для протерозойской коры.

В работе [Abbott et al., 2013] рассмотрены свойства средnearхейской недеформированной коры по сравнению с более поздней на примере кратонов Каапвааль и Зимбабве. Показано, что для такой коры характерно плоское, неглубокое Мохо (32—39 км), а также резкий скачок скоростей на границе Мохо при незначительных скачках на внутренних границах. Для большей части поздnearхейской коры характерны те же особенности. Протерозойская кора имеет среднее Мохо около 41 км и менее резкий скачок скоростей на этой границе. Для послearхейской коры характерно наличие высокоскоростного слоя нижней коры. Предполагается, что нижняя часть архейской коры испытала деляминацию. Из недостатков работы следует отметить неполную репрезентативность, так как исследуется только часть архейских областей Земли: Канадский щит, Западная Австралия и Южная Африка.

В настоящей работе анализируются мощности коры кратонов южных континентов, которые раньше входили в Гондвану, — Африки, Австралии, Антарктиды и Южной Америки, а также Индийского субконтинента.

Отметим, что несмотря на то, что кратоны находятся внутри современных литосферных плит, несколько из них имели в момент существования Пангеи общие границы, а значит, частично и общую геологическую историю (как минимум с момента образования Пангеи до отделения от нее соответствующей части) и как следствие общее строение и свойства коры.

Необходимость настоящей работы вызвана следующим. Во-первых, в отечественной литературе не существует современного системного описания архейских кратонов, а тем более кратонов южных материков. Поэтому в данной работе для каждого кратона приведено краткое описание его вещественного состава со ссылками на фактические данные. Во-вторых, были систематизированы и проанализированы фактические данные о мощности коры для каждого кратона. Цель анализа — исследовать, как связана мощность коры кратона с его возрастом и эволюцией.