

## Роль субдукционного и коллизионного магматизма в формировании континентальной коры Забайкалья (по изотопно-геохронологическим данным)

© И. В. Гордиенко

Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия. E-mail: gord@pres.bscnet.ru

Приведены результаты изотопно-геохронологических исследований субдукционного и коллизионного магматизма Забайкалья. Выявлена роль мантийной и коровой составляющих в области генерации родоначальных расплавов. Показана зависимость величины  $\epsilon_{Nd}(T)$  габброидов и гранитоидов от их возраста и независимость от возраста коры. Установлено, что среди каледонских субдукционных и аккреционно-коллизионных гранитоидов Западного Забайкалья преобладают мезо- и неопротерозойские модельные возраста протолитов. Источниками расплавов этих пород выступали, преимущественно, породы ювенильной коры при прогрессивной добавке древнего корового компонента, вследствие смешения островодужных, палеоокеанических комплексов и докембрийских метаморфических блоков, происходившего на протяжении всей палеозойской истории формирования континентальной коры региона.

**Ключевые слова:** субдукция; коллизия; габброиды; гранитоиды; осадочные бассейны; магматические источники; U-Pb и Sm-Nd данные; ювенильная и континентальная кора; мантия; протолиты.

## The role of subduction and collisional magmatism in the formation of the continental crust of Transbaikalia (by isotope-geochronological data)

I. V. Gordienko

Geological Institute, SB RAS, Ulan-Ude, Russia. E-mail: gord@pres.bscnet.ru

The results of isotope-geochronological studies of the subduction and collisional magmatism of Transbaikalia are provided. The role of the mantle and crustal components in the generation region of parent melts has been established. The dependence of  $\epsilon_{Nd}(T)$  value of gabbroids and granitoids on their age and the independence on crustal age are shown. It has been established that the Meso- and Neoproterozoic model ages of protoliths predominate among the Caledonian subduction and accretion-collisional granitoids of Western Transbaikalia. The sources of melts of these rocks were, mainly, the rocks of the juvenile crust with the progressive input of the ancient crustal component, due to the mixing of island-arc, paleoceanic complexes and Precambrian metamorphic blocks that occurred throughout the Paleozoic history of the formation of the continental crust of the region.

**Keywords:** subduction; collision; gabbroids; granitoids; sedimentary basins; magma sources; U-Pb and Sm-Nd data; juvenile and continental crust; mantle; protoliths.

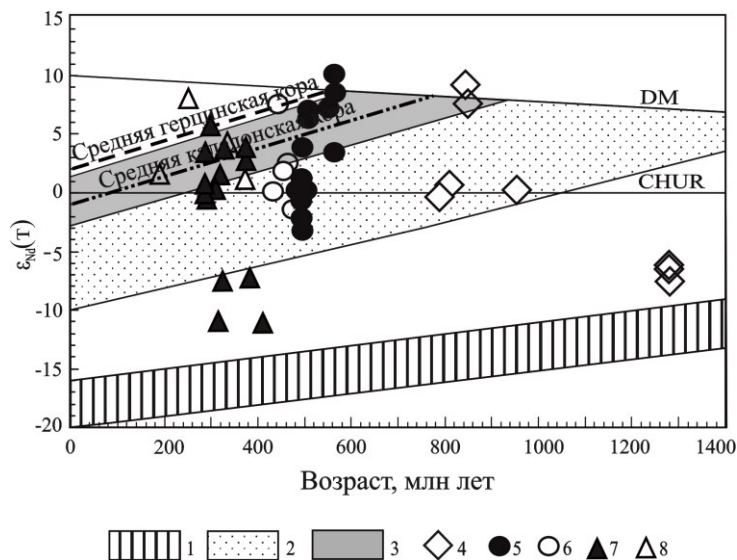
Формирование и эволюция литосферы продолжает оставаться одной из главных фундаментальных проблем в геологии. В строении литосферы участвуют коровая и мантийная части литосферы. Магматические расплавы, зарождаясь на глубине, выносят расплавленное вещество вверх, формируя земную кору. По современным представлениям типичная континентальная кора образуется в основном в ходе субдукционных процессов, последующей аккреции и коллизии островных дуг, палеоокеанических комплексов и континентальных масс, а затем их переработки в результате складчатости, магматизма, метаморфизма и осадкообразования [1, 3].

Геохронологические и изотопные исследования палеозойских гранитоидов юга Восточной Сибири и Северной Монголии, свидетельствуют о том, что большая их часть характеризуется низкими первичными отношениями Sr, положительными величинами  $\epsilon_{Nd}(T)$  и Nd модельными возрастными  $T_{Nd}(DM)$  от 1.4–1.1 до 0.9–0.3 млрд лет [4]. Была установлена зависимость величины  $\epsilon_{Nd}(T)$  гранитоидов от их изотопного возраста и размещение их в каледонской и герцинской изотопных провинциях. Считается, что каледонская континентальная кора в складчатом поясе образовалась, в основном, за счет аккреции островных дуг, окраинных бассейнов, фрагментов шельфа микроконтинентов с океаническими островами Палеоазиатского океана. Докаледонская кора тоже участвовала в этом процессе в виде продукта эрозии основания Сибирского кратона, либо микроконтинентов. В этой модели предусматривается активная роль внутриплитного магматизма и мантийных плюмов [5].

Нашими исследованиями было установлено, что главнейшие тектонические структуры Забайкалья, относящиеся к Центральнo-Азиатскому и Монголо-Охотскому складчатым поясам, были созданы в основном в позднем докембрии и палеозое в результате преобразования океанической коры в континентальную. На исследованной территории отчетливо выделяются неопротерозойские или байкальские, венд-раннепалеозойские или каледонские, средне — верхнепалеозойские или герцинские

складчатые системы. Они сложены в основном ультрабазит-базитовыми, гранитоидными и базальт-андезит-риолитовыми ассоциациями пород преимущественно субдукционного (островодужного), аккреционно-коллизийного и внутриплитного (плюмового) происхождения, сыгравшие главную роль в формировании каледонской и герцинской коры Забайкалья.

Были проанализированы разновозрастные магматические комплексы байкалид, каледонид и герцинид Забайкалья. В результате проведенных исследований определен изотопно-геохронологический (U-Pb, Sm-Nd, Ar-Ar) возраст магматических пород и их протолитов (более 40 новых определений), рассмотрены условия формирования крупных ареал-плутонов субдукционного и коллизийного типов, выяснена роль мантийной и коровой составляющих в области генерации родоначальных расплавов (см. рис. 1).



**Рис. 1.** Зависимость величины  $\epsilon_{Nd}(T)$  магматических комплексов от их возраста и размещения в изотопных провинциях Забайкалья.

1-3 — области эволюции изотопного состава Nd в коре: 1 — архейского возраста; 2 — неопротерозойского возраста; 3 — раннепалеозойского возраста; Табличные значения: 4 — байкалиды; 5-6 — каледониды: 5 — Западное Забайкалье; 6 — Центральное Забайкалье; 7-8 — герциниды: 7 — Западное Забайкалье; 8 — Центральное Забайкалье. DM — деплетированная мантия; CHUR — неистощенный (хондритовый) мантийный резервуар. Пунктир — тренды эволюции среднего состава континентальной коры в каледонских и герцинских структурах Центральной Азии [4].

Пробы проанализированы в аналитических лабораториях ГИ КНЦ РАН, г. Апатиты (аналитик Т.Б. Баянова), ИЗК СО РАН, г. Иркутск (аналитик Е.И. Демонтьева), ИГД РАН, г. Санкт-Петербург (аналитик Л.К. Левский), ИГХ СО РАН, г. Иркутск (аналитики В.Ф. Посохов и Г.П. Сандиминова) и обработаны в ГИН СО РАН, г. Улан-Удэ (Н.А. Доронина, Т.А. Гонегер, И.В. Гордиенко).

Установлено, что на *раннебайкальском этапе* (палео-и мезопротерозой) в источниках гранитоидных комплексов присутствует, главным образом, переработанные блоки древней континентальной коры с высокими отрицательными величинами  $\epsilon_{Nd}(T)$  и раннедокембрийским модельным возрастом протолитов  $T_{Nd}(DM-2st)$ . В последующем, на *позднебайкальском (неопротерозой) этапе* в структуре байкалид образовались островодужные системы (Келянская, Метешихинская, Катаевская и др.), связанные с формированием активных окраин Палеоазиатского океана. Этот этап хорошо фиксируется корово-мантийным и мантийным магматизмом с положительными величинами  $\epsilon_{Nd}(T)$ , указывающих на ювенильные или смешанные источники магматических пород. Протолиты этого этапа  $T_{Nd}(DM-2st)$  имели преимущественно неопротерозойский возраст. В конце байкальского этапа был сформирован коллизийный пояс байкалид преимущественно с неопротерозойской (рифейской) континентальной корой, которая в Забайкалье имела площадное развитие [6]. На *раннекаледонском этапе* (венд-кембрий) произошло дальнейшее преобразование докембрийской коры региона в результате заложения и развития спрединговых океанических бассейнов и островных дуг энсиалического (Удино-Витимская, Ангино-Таланчанская и др.) и энсиматического (Джидинская, Адацагская и др.) типов Палеоазиатского океана [2]. Формирование этих структур фиксируется мантийными и корово-мантийными источниками магматических расплавов (положительные величины  $\epsilon_{Nd}(T)$  и преимущественно эдиакарий-раннепалеозойским возрастом протолитов. В верхнем кембрии и ордовике четко проявлен коллизийный этап развития поздних каледонид с внедрением коровых гранитоидов со

смешанными источниками. На *герцинском этапе* в Забайкалье широко проявились внутриплитные магматические процессы, связанные с мантийными плюмами и приведшие к формированию позднепалеозойской гранитоидной провинции за счет коры разного возраста. Метки мантийных источников отчетливо фиксируются (по изотопным данным) в щелочных гранитоидах, завершающих позднепалеозойский этап магматизма в Западном Забайкалье [7, 8, 9]. Ювенильный характер этих образований подтверждается нашими геохронологическими и Sm-Nd изотопными исследованиями (см. рис. 1).

Таким образом, источниками расплавов субдукционного и коллизионного магматизма выступали, преимущественно, породы ювенильной коры при прогрессивной добавке древнего корового компонента, вследствие смешения пород докембрийских блоков, массивов габброидов и гранитоидов различной геодинамической природы, происходившего на протяжении всей палеозойской истории формирования континентальной коры региона.

*Исследования выполнены при поддержке РФФИ (проект № 15-05-01633а).*

1. Богатиков О. А., Коваленко В. И., Шарков Е. В. Магматизм, тектоника, геодинамика Земли. М.: Наука, 2010. 606 с.

2. Гордиенко И. В., Метелкин Д. В. Эволюция субдукционного магматизма на неопротерозойской и венд-раннепалеозойской активных окраинах Палеоазиатского океана // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 1, С. 91–108.

3. Добрецов Н. Л. Глобальная геодинамическая эволюция Земли и глобальные геодинамические модели // Геология и геофизика. 2010. Т. 51 (6). С. 761–784.

4. Типы магм и их источники в истории Земли. Ч. 2. Редкометалльный магматизм: Ассоциации пород, состав источников магм, геодинамические обстановки формирования / В. И. Коваленко [и др.]. М.: ИГЕМ РАН, 2006. 278 с.

5. Корообразующие магматические процессы при формировании Центрально-Азиатского складчатого пояса: Sm-Nd изотопные данные / В. И. Коваленко [и др.] // Геотектоника. 1999. № 3. С. 21–41.

6. Структура и эволюция континентальной коры Байкальской складчатой области / Е. Ю. Рыцк [и др.] // Геотектоника. 2007. № 6. С. 23–51.

7. Цыганков А. А. Позднепалеозойские гранитоиды Западного Забайкалья: последовательность формирования, источники магм, геодинамика // Геология и геофизика. 2014. Т. 55. № 2. С. 197–227.

8. Источники магм позднепалеозойских гранитоидов Западного Забайкалья (новые Nd-Hf изотопные данные) / А. А. Цыганков [и др.] // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): материалы совещания. Вып. 15. Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2017. С. 290–292.

9. Ярмолюк В. В., Кузьмин М. И., Козловский А. М. Позднепалеозойский–раннемезозойский внутриплитный магматизм Северной Азии: траппы, рифты, батолиты-гиганты и геодинамика их формирования // Петрология. 2013. Т. 21. № 2. С. 115–142.

**Гордиенко Иван Власович**, член-корреспондент РАН, советник РАН, главный научный сотрудник Геологического института СО РАН, г. Улан-Удэ.