

## ПРОЯВЛЕНИЯ НИЖНЕКЕМБРИЙСКОГО ПЛЮМОВОГО МАГМАТИЗМА НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ СИБИРСКОГО КРАТОНА (ОЛЕНЕКСКОЕ ПОДНЯТИЕ)

**Киселев<sup>1</sup> А.И., Кочнев<sup>2</sup> Б.Б., Ярмолюк<sup>3</sup> В.В., Егоров<sup>1</sup> К.Н.**

<sup>1</sup>*Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск,  
e-mail: akiselev@crust.irk.ru*

<sup>2</sup>*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,  
г. Новосибирск, e-mail: KochnevBB@ipgg.nsc.ru*

<sup>3</sup>*Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,  
г. Москва, e-mail: volya@igem.ru*

Сибирский кратон за время своего существования был подвержен неоднократным перестройкам. Стабилизация его литосферы произошла в палеопротерозое около 1.9 млрд лет тому назад. В последующей истории кратон неоднократно вовлекался в различные континентальные агломерации, а также отторгался от них в ходе деструкции суперконтинентов. Соответствующие события зафиксированы проявлениями базитового магматизма разного возраста. Среди них наиболее выразительными являются позднекембрийские рои базитовых даек, возникшие при распаде Родинии и отразившие, по крайней мере, неопротерозойский возраст восточной и южной границ кратона.

Венд-нижнекембрийская тектоно-магматическая активизация имела место на северо-востоке кратона в пределах Оленекского поднятия, а также в Хараулахском сегменте Верхоянского складчато-надвигового пояса в низовьях р. Лены. Оленекское поднятие является уникальной областью по многократности, фациальному и вещественному разнообразию мантийного магматизма. Ранние проявления базитового магматизма относятся к мезопротерозою и нижнему кембрию. В среднем палеозое, а также в пермо-триасе на территории наблюдается пространственно-временное совмещение базитового и кимберлитового магматизма. К завершающей фазе фанерозойского магматизма относятся юрско-меловые кимберлитовые дайки и трубки.

Раннепалеозойская вулканическая активность на Оленекском поднятии была установлена в бассейне р. Хорбусуонки, правого притока р. Оленек [Леонов, Гогина, 1968]. Она выражена в широком распространении эксплозивного материала в виде базитовых трубок взрыва, небольших покровов базальтов, а также даек и силлов долеритов, прорывающих и перекрывающих верхневендские карбонатные отложения. Вмещающие отложения представлены известняками хатыспытской свиты, которые сверху сменяются более мелководными доломитами туркутской свиты. Кровля туркутской свиты маркируется карстовой поверхностью, на которой с несогласием залегает нижнекембрийская кессюсинская свита. На маломощных базальных песчаниках этой свиты участками развиты стратиформные тела эксплозивных брекчий мощностью от нескольких до 40 м. Обломки брекчий представлены фрагментами афанитовых трахибазальтов с микролитами санидина, доломитами, аргиллитами и детритовым кварцем. Возраст эксплозивных брекчий, определенный U-Pb методом по цирконам, имеет значение  $543.9 \pm 0.24$  млн лет и коррелируется с возрастом гальки калиевых риолитов ( $534.6 \pm 0.5$  млн лет) из базальных нижнекембрийских конгломератов в разрезе Хараулахского поднятия [Bowring et al., 1993].

На исследуемой площади наиболее крупный покров базальтов расположен в долине р. Хорбусуонка. Эффузивы мощностью до 20 м залегают в нижней части кессюсинской свиты и перекрываются последовательно алевритами, песчаниками и карбонатными породами. Базальты представляют собой плотные афанитовые породы с единичными вкрапленниками плагиоклаза (1-1.5 мм). Матрикс сложен тонкими лейстами полевого шпата, зернами клинопироксена и окиснорудных минералов.

По сравнению с базальтами их эксплозивные аналоги имеют более широкое распространение. Морфологически они представлены многочисленными трубками взрыва, расположенными в пределах главных магистральных разломов преимущественно С-З

простираются. Трубки округлой и овальной формы от 5-10 до 250 м в диаметре, часто сгруппированные в кластеры по несколько тел. Диатремы выполнены взрывными брекчиями с переменным содержанием в обломочной фракции базальтов и вмещающих осадочных пород. Дезинтегрированная при взрыве базальтовая составляющая представлена в основном угловатыми обломками (от первых мм до 10 см и более) афанитовых базальтов. В составе взрывных брекчий в большом количестве присутствуют обломки вмещающих известняков и доломитов, реже алевролитов, песчаников и ксеногенного кварца. Обломки осадочных пород в составе брекчий принадлежат исключительно туркутской и хатыспытской свитам, что может указывать на неглубокое (первые сотни метров) заложение диатрем.

Субвулканические образования в бассейне р. Хорбусуонка представлены дайками и силлами. Здесь известны многоярусные интрузии долеритов, прорывающие вендские карбонатные отложения. Изученный Хатыспытский силл мощностью около 60 м имеет согласное залегание с доломитами одноименной свиты. Вместе с силами в районе присутствуют дайки мощностью от первых до 50 м, прорывающие вендские карбонатные отложения. Они имеют крутое падение и преимущественно северо-западное простирание. Одна из даек мощностью от 2 до 6 м прорывает туфобрекчии в центре диатремы диаметром 50-60 м. По минеральному составу дайки подобны силлам, долериты в которых не претерпели значительных вторичных изменений.

Базальты характеризуются высоким содержанием титана. По соотношению содержания щелочей они подразделяются на натровые и калиевые разновидности, которые наблюдаются в пределах отдельных участков базальтовых покровов. Вероятно, это связано с тем, что количественные отношения между натрием и калием определялись степенью постмагматического преобразования пород. В результате плагиоклаз частично или полностью замещался низким санидином. На классификационной диаграмме  $Zr/TiO_2 - Nb/Y$  рассматриваемые базальты и долериты группируются в пограничной области между щелочными и субщелочными (толеитовыми) базальтами (рис.1).

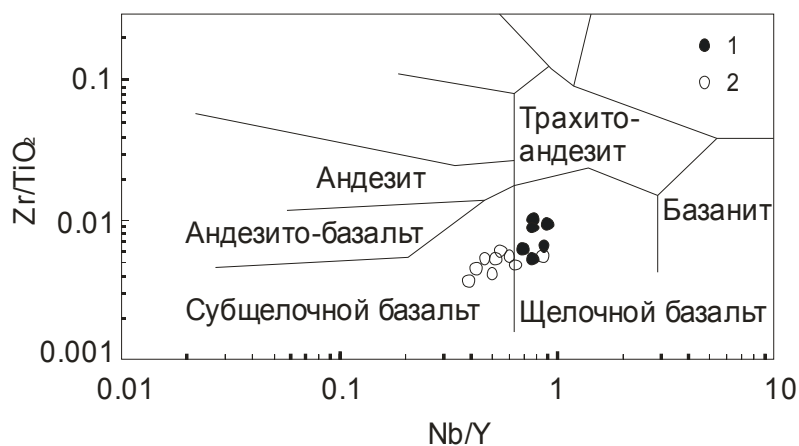


Рис. 1. Положение нижнекембрийских базитов Хараулахского (1) и Оленекского поднятий (2) на диаграмме  $Zr/TiO_2 - Nb/Y$ .

Силлы долеритов в целом изохимичны базальтам и отличаются от последних более значительными преобразованиями их первичного состава, особенно в кровле и в меньшей степени в подошве интрузивных тел (рис. 2, обр. К-602А, К-602В). При этом в одних частях интрузива наблюдается вторичное обогащение исходных долеритов магнием и калием и обеднение кальцием и стронцием, а в других сопряженных частях при типичном для долеритов содержании магния и кальция наблюдается ураганное повышение содержания стронция (0.36 мас. % Sr), бария (0.11 мас. % Ba) и высокое – калия (5.33 мас. % K<sub>2</sub>O). Слабо измененные высокотитанистые долериты центральной части тела состоят из плагиоклаза, клинопироксена, псевдоморфно замещенного оливина (до 3 %), титаномагнетита и ильменита. Содержание K<sub>2</sub>O в этих породах не превышает 0.7 мас. %. В отличие от силлов, долериты даек не подвержены столь значительным вторичным изменениям. Судя по

относительно низкому содержанию магния в базальтах, инициальные для них расплавы уже испытали значительное фракционирование до подъема к поверхности.

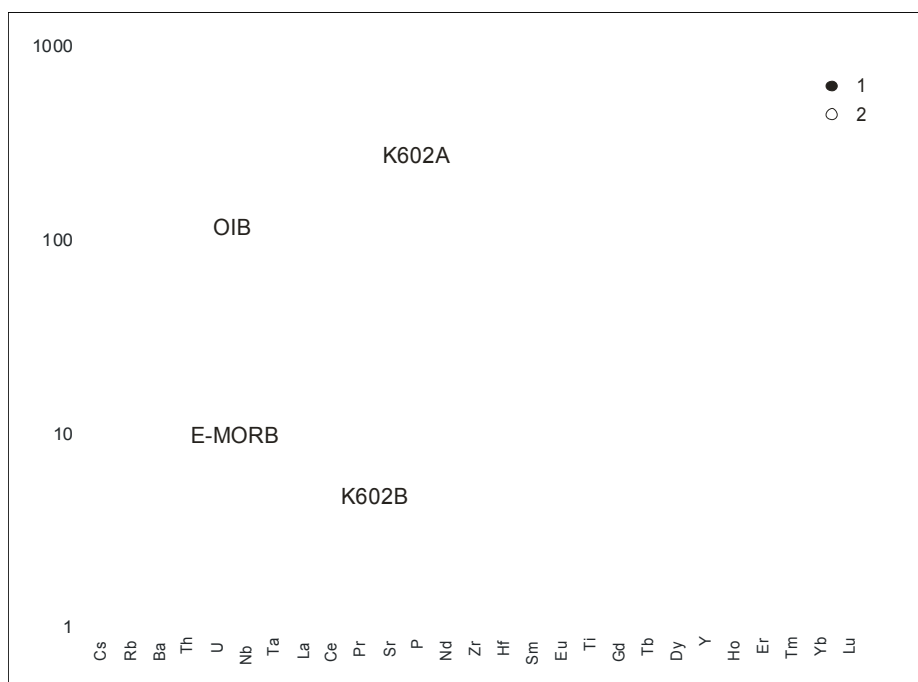


Рис. 2. Содержание элементов-примесей в нижнекембрийских долеритах (1) и базальтах (2) Оленекского поднятия, нормализованных к составу примитивной мантии.

Эксплозивные брекчии с минимальным количеством терригенной составляющей характеризуются высоким содержанием  $K_2O$  (4.2-5.9 мас. %) и аномально низким содержанием  $Na_2O$  (0.1-0.9 мас. %). С помощью микрозонда установлено, что вкрапленники в обломках базальтов сложены санидином, что формально сближает их с семейством калиевых трахибазальтов. На мультиэлементной диаграмме (рис. 2) четко выражены сильные колебания в концентрациях мобильных крупноионных литофильных элементов (Cs, Rb, Ba, Sr) в составах базальтов и долеритов. Содержания менее подвижных высокозарядных элементов (Th, Zr, Hf, Nb, Ta) более выдержаны. Рассматриваемые базиты характеризуются спектрами составов, расположенными между составами EMORB и OIB, тяготея к последним. На графике парных отношений  $Th/Yb-Ta/Yb$  исследуемые базиты располагаются в пределах мантийного тренда, характеризующего вариации индикаторных отношений элементов в ряду между OIB и EMORB (рис. 3). Отсутствие (Nb, Ta) минимума в базитах (рис. 2) исключает заметное контаминирующее влияние коры или субдукционной компоненты на состав инициальных для них расплавов.

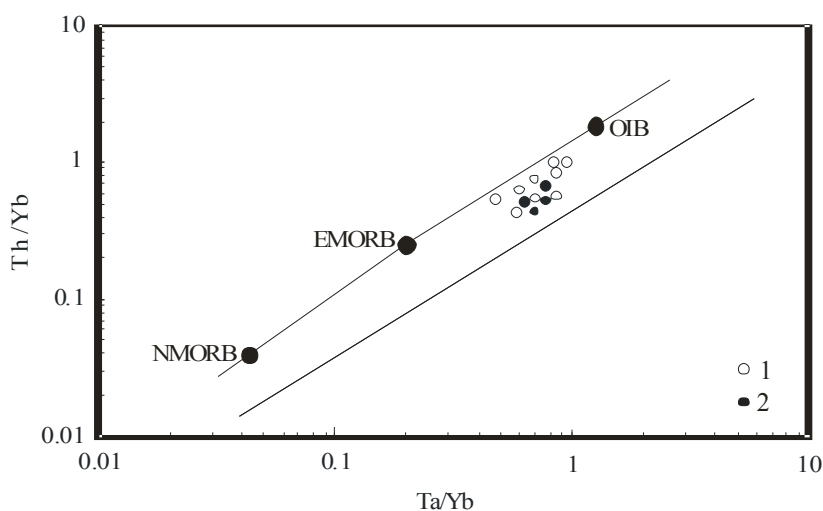


Рис. 3. Положение нижнекембрийских базитов Оленекского (1) и Хараулахского (2) поднятий на диаграмме  $Th/Yb - Ta/Yb$ .

Геодинамическая эволюция северо-восточной окраины Сибирского кратона в конце венда и начале кембрия запечатлена в мощностях и фациальных характеристиках коррелятивных отложений региональных пассивных морских бассейнов [Pelechaty et al., 1996]. Вендские карбонатные отложения представляют часть пассивной окраины, которая развивалась на востоке кратона в неопротерозое. На Оленекском поднятии вендская толща по данным хемо- и хроностратиграфического изучения соответствует периоду медленного накопления осадков примерно от 555 до 543 млн лет в ориентированном на северо-восток (в современных координатах) пассивном окраинном бассейне. В конце венда обращенные к северу и востоку внешние части окраины кратона испытали прогрессивное воздымание, приведшее к осушению и образованию палеокарста. С поднятием связано образование кремнекластических шельфовых осадков в южной окраине бассейна, а также эксплозивный и интрузивный базитовый магматизм на Оленекском поднятии и бимодальный риолит-базитовый магматизм на Хараулахском поднятии [Шпунт и др., 1982].

Наблюдаемые венд-кембрийские стратиграфические соотношения и проявления базитового и бимодального магматизма свидетельствуют о том, что литосфера северо-восточной окраины кратона вовлекалась в растяжение. Как предполагается в [Pelechaty et al., 1996],) растяжение на фоне поднятия началось не позднее 543 млн лет и продолжалось до 530 млн лет. Относимые к рифтогенным вулканогенно-осадочные ассоциации Оленекского поднятия маломощны и представляют южную, наиболее удаленную часть плеча рифта, который развивался (в современных координатах) по северному краю Сибирского кратона. Пострифтовая фаза связана с наступающей на юг кратона морской трансгрессией и образованием карбонатной платформы. Начало пассивного погружения связывается с отмиранием иницирующей рифтогенез термальной аномалией [Pelechaty et al., 1996; Худолей, Серкина, 2002].

Вещественная специфика нижнекембрийских базитов и их мантийных источников, наличие бимодального риолит-базальтового магматизма в совокупности с историей венд-кембрийского осадконакопления являются достаточным основанием, позволяющим рассматривать нижнекембрийский слабо проявленный рифтогенез и сопряженный с ним магматизм как следствие плюм-литосферного взаимодействия на северо-востоке Сибирского кратона. Небольшие объемы нижнекембрийского базитового вулканизма, возможно, могли быть связаны с небольшими вторичными плюмами («hot fingers»), генерируемыми остывающим суперплюмом, участвующим в распаде Родинии.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 11-05-00444, №10-05-00953, №12-05-00012).*

## Литература

Леонов Б.Н., Гогина Н.И. Раннепалеозойский вулканизм на северо-востоке Сибирской платформы // Советская геология. 1968. № 4. С. 94-102.

Худолей А.К., Серкина Г.Г. Раннепалеозойский рифтогенез восточной окраины Сибирской платформы: сравнение геологических данных и кривых тектонического погружения дна бассейна. В кн.: Тектоника и геофизика литосферы. Материалы XXXV Тектонического совещания. Т. 2. – М.: ГЕОС, 2002. С. 288-291.

Шпунт Б.Р., Шаповалова И.Г., Шамшина Э.А. Поздний докембрий севера Сибирской платформы. – Новосибирск: Наука, 1982. – 226 с.

Bowring S.A., Grotzinger J.P., Isachsen C.E., Knoll A.H., Pelechaty Sh.M., Kolosov P. Calibrating rates of early cambrian evolution // Science. 1993. V. 261. P. 1293-1298.

Pelechaty Sh.M., Grotzinger J.P., Kashirtsev V.A., Zhernovsky V.P. Chemostratigraphic and sequence stratigraphic constraints on vendian-cambrian basin dynamics, Northeast Siberian craton // J. Geology. 1996. V. 104. P. 543-563.