

УДК 551.71:552.313+550.4:551.2 (470.22)

КИЧАНСКАЯ ОСТРОВОДУЖНАЯ СИСТЕМА АРХЕЯ (НОВЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ИЗОТОПНО- ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА)

Т. А. Мыскова^{1*}, А. С. Никонова², К. А. Никонов²,
И. А. Житникова², П. А. Львов^{1, 2}

¹ Институт геологии и геохронологии докембрия РАН (наб. Макарова, 2, Санкт-Петербург, Россия, 199034), * tmyskova@gmail.com

² Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (Средний проспект В.О., 74, Санкт-Петербург, Россия, 199106)

Предложена обновленная схема стратификации зеленокаменных образований Кичанской структуры. Определены возрасты (U-Pb по циркону) кристаллизации и метаморфизма вулканитов. Установлена последовательность формирования выделенных толщ и продолжительность геодинамических режимов.

Ключевые слова: Фенноскандинавский щит; архей; U-Pb возраст; геодинамические обстановки

Для цитирования: Мыскова Т. А., Никонова А. С., Никонов К. А., Житникова И. А., Львов П. А. Кичанская островодужная система архея (новые геохимические и изотопно-геохронологические доказательства) // Труды Карельского научного центра РАН. 2022. № 5. С. 103–106. doi: 10.17076/geo1688

Финансирование. Работа выполнена в рамках темы НИР № FMUW-2022-0004.

T. A. Myskova^{1*}, A. S. Nikonova², K. A. Nikonov², I. A. Zhitnikova², P. A. Lvov^{1,2}. THE KICHAN ARCHEAN ISLAND-ARC SYSTEM (NEW GEOCHEMICAL AND ISOTOPE GEOCHRONOLOGY EVIDENCE)

¹ Institute of Precambrian Geology and Geochronology, Russian Academy of Sciences (2 Nab. Makarova, 199034 St. Petersburg, Russia), * tmyskova@gmail.com

² A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (74 Sredniy Ave., 199106 St. Petersburg, Russia)

An updated stratification scheme is proposed for greenstone formations of the Kichanskaya structure. The ages (zircon U-Pb) of volcanic rock crystallization and metamorphism were estimated. The formation sequence of the identified strata and the duration of geodynamic regimes were determined.

Keywords: Fennoscandian shield; Archaean; U-Pb age; geodynamic settings

Кичанская структура представляет собой фрагмент Тикшозерского зеленокаменного пояса, расположенный в его северной части. Установлено, что зеленокаменные образования по геохимическим характеристикам сходны с вулканогенными ассоциациями кайнозойских островных дуг [Милюкевич и др., 2003; Слабунов, 2008]. Породы хорошо охарактеризованы геохимически, но нет единого мнения в отношении их стратиграфического расчленения при явном дефиците геохронологических данных. Полученные новые данные по возрасту и составу пород позволили подкорректировать имеющиеся стратиграфические схемы и установить продолжительность существования ранее выделенных геодинамических режимов. Архейские супракрустальные образования разделены нами на три толщи. Разрез наращивается с северо-востока на юго-запад. Породы имеют преобладающие северо-западные простирания и крутые падения, в большинстве случаев на юго-запад, реже на северо-восток.

Нижняя толща ($m = 2000$ м) развита на северо-востоке и представлена метаморфизованной в условиях амфиболитовой фации бимодальной серией в виде чередования пачек (мощностью 200–400 м) амфиболитов и гнейсов с небольшим преобладанием первых.

По химическому составу амфиболиты отвечают базальтам и андезибазальтам умеренной щелочности, принадлежат толеитовой серии. Характеризуются горизонтальными спектрами распределения РЗЭ и отсутствием отрицательных Nb-аномалий, что роднит их с вулканитами MORB кайнозойских геодинамических обстановок. На дискриминационной диаграмме $Zr/Y-Nb/Y$ фигуративные точки пород попадают в поле базальтов океанических плато, имеющих плюмовый источник, и сосредоточены вблизи состава примитивной мантии. Такие геохимические особенности основных вулканитов свидетельствуют в пользу их океанической природы.

Гнейсы имеют переменный минеральный состав (Bt, Grt-Bt, Ky-Grt-Bt и Grt-Bt-Amp) и отвечают дацитам и риолитам нормальной щелочности (лавам и туфам) с натриевой специализацией. Метариолиты относятся к толеитовой серии и являются железистыми, а дациты –

к известково-щелочной с магнезиальным характером. Обе группы высокоглиноземистые. Им свойственны слабодифференцированные спектры распределения для легких лантаноидов ($La_N/Sm_N = 2-5$) и горизонтальные – для тяжелых с отчетливыми Eu-аномалиями ($Eu^*/Eu = 0,6$) у риолитов. На спайдерграммах обе группы демонстрируют Nb-минимумы, характерные для пород надсубдукционных обстановок. На тектонических дискриминационных диаграммах Y-Nb и Yb-Ta их составы занимают неоднозначное положение, попадая в поля как внутриплитных обстановок, так и островных дуг.

Возраст кристаллизации метариолита из средней части разреза составляет 2788 ± 4 млн лет. Sm-Nd модельный возраст отвечает 2,89 млрд лет, $\epsilon Nd = 2,59$, что предполагает ювенильный источник лав. Возраст кристаллизации метаандезибазальта из верхов толщи – 2765 ± 4 млн лет. Его модельный Sm-Nd возраст 2,86 млрд лет и $\epsilon Nd = 2,92$ свидетельствуют в пользу мантийной природы.

Средняя толща ($m = 1500$ м) представлена Grt- и Pl-амфиболитами. По геохимическим характеристикам они являются аналогами метабазальтов первой толщи, но слабо обогащены Rb и Ba, что позволяет предположить в первичных расплавах присутствие субдукционного компонента. Как и основные вулканиты первой толщи, метабазальты второй толщи, скорее всего, являются продуктами глубинного плавления мантийного субстрата и сформированы в рифтогенных обстановках.

Верхняя толща ($m = 2500$ м) представлена гнейсами пестрого минерального состава с вариациями содержания темноцветных минералов (Bt, Amp, Grt, Ms и редко Px). Амфиболиты встречаются только в виде редких маломощных полос. Гнейсы представляют собой метаморфизованные средние и кислые вулканиты, амфиболиты отвечают субщелочным базальтам. В разрезах часто наблюдаются полосчатые текстуры, а в верхах толщи – реликты косоугольной слоистости, что свидетельствует о присутствии среди лав туфогенных пачек. Метавулканиты отличаются высоким содержанием Al_2O_3 (16–20 мас. %), Sr (500–900 мкг/г), Ba (600–800 мкг/г), низкими концентрациями Y, Yb, Nb и

высокими Sr/Y отношениями (30–120), что роднит их с кайнозойскими адакитами. Породы принадлежат преимущественно к известково-щелочной серии нормальной щелочности, но часть проб попадает в поле толеитовой серии. Вулканы имеют натриевую специализацию, высокоглиноземистый характер и относятся как к магнезиальным, так и к железистым разностям. Все они характеризуются схожими дифференцированными спектрами распределения РЗЭ ($La_N/Lu_N = 10-20$), в ряде случаев с существенным обеднением тяжелыми лантаноидами (La_N/Lu_N до 33–40), без заметных европиевых аномалий. Такие спектры характерны для вулканитов современных островных дуг. Островодужная природа подтверждается также наличием отчетливых аномалий Nb и Ti и близостью к составам вулканитов островных дуг на дискриминационных диаграммах Y–Nb и Yb–Ta. Получены три возрастные датировки (U–Pb по циркону), демонстрирующие омоложение вулканической деятельности с северо-востока на юго-запад.

Метадацит из восточной части разреза имеет U–Pb по циркону возраст 2741 ± 6 млн лет. Sm–Nd модельный возраст составляет 2,84 млрд лет, $Nd = 2,67$, что позволяет говорить о ювенильной природе первичного расплава. Для туфа дацита из средней части разреза получен возраст 2734 ± 7 млн лет. Его модельный Sm–Nd возраст 3 млрд лет и $\epsilon Nd = 0,4$ указывают на коровый источник. Возраст кристаллизации циркона из метадацита западной части структуры отвечает 2716 ± 7 млн лет. Sm–Nd модельный возраст равен 2,89 млрд лет, $\epsilon Nd = 1,73$, что свидетельствует о смешанной мантийно-коровой природе лав. Как видно, вулканиты верхней толщи обязаны своим происхождением разным источникам. Наиболее ранние выплавлены из мантийного субстрата. Более поздние возникли путем парциального плавления субдуцирующей базальтовой океанической коры или явились результатом мантийно-корового взаимодействия.

Таким образом, присутствие в нижней толще единой ассоциации океанических базальтов и кислых вулканитов с геохимическими чертами

островодужных пород знаменует собой переходный геодинамический режим от островной дуги к континентальному рифту. Продолжительность этого этапа составляет чуть более 20 млн лет (от 2788 до 2765 млн лет). Излияния метабазальтов средней толщи связаны с более продвинутой стадией рифтообразования (скорее в задуговом бассейне, чем в зоне срединно-океанического спрединга). Формирование средних и кислых вулканитов верхней толщи близко по продолжительности к первому этапу (25 млн лет) и происходило в период 2741–2716 млн лет уже в условиях островной дуги, возможно, эволюционирующей со временем до обстановки активной континентальной окраины (в пользу чего свидетельствует появление в верхах разреза субщелочных базальтов и туфов андезитов с косослоистыми текстурами). Метаморфическая переработка пород в условиях амфиболитовой фации имела место в палеопротерозое, что подтверждается U–Pb датировками по циркону и титаниту, отвечающим 1788 ± 4 , 1796 ± 6 и 1786 ± 11 млн лет соответственно.

Литература

Милькевич Р. И., Миллер Ю. В., Глебовицкий В. А., Богомолов Е. М., Гусева В. Ф. Толеитовый и известково-щелочной магматизм в северной части Тикшозерского зеленокаменного пояса: геохимические признаки субдукционной обстановки // Геохимия. 2003. № 12. С. 1262–1274.

Слабунов А. И. Геология и геодинамика архейских подвижных поясов на примере Беломорской провинции Фенноскандинавского щита. Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2008. 296 с.

References

Mil'kevich R. I., Miller Yu. V., Glebovitskii V. A., Bogomolov E. M., Guseva V. F. Tholeiitic and calc-alkaline magmatism in the northern part of the Tikshozero Greenstone Belt: Geochemical evidence of a subduction environment. *Geochem. Int.* 2003. Vol. 41(12). P. 1152–1164.

Slabunov A. I. Geology and geodynamics of the Archean Mobile Belts exemplified on Belomorian Province of the Fennoscandian Shield. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2008. 296 p. (In Russ.)

Поступила в редакцию / received: 22.08.2022; принята к публикации / accepted: 29.08.2022.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Мыскова Татьяна Анатольевна

канд. геол.-мин. наук, старший научный сотрудник
лаборатории геологии и геодинамики

e-mail: tmyskova@gmail.com

CONTRIBUTORS:

Myskova, Tatiana

Cand. Sci. (Geol.-Miner.), Senior Researcher

Никонова Анна Сергеевна

геолог I категории отдела региональной геологии
и полезных ископаемых Западных районов

e-mail: ann_shtain@mail.ru

Никонов Константин Алексеевич

ведущий специалист отдела региональной геологии
и полезных ископаемых Западных районов

e-mail: constantin_spb@list.ru

Житникова Ирина Анатольевна

заместитель заведующего отделом региональной
геологии и полезных ископаемых Западных районов

e-mail: iriina_s@mail.ru

Львов Павел Алексеевич

научный сотрудник

e-mail: pavellvov@gmail.com

Nikonova, Anna

Geologist

Nikonov, Konstantin

Leading Specialist

Zhitnikova, Irina

Deputy Head of Department

Lvov, Pavel

Researcher