

4. Розен О.М., Шипанский А.А., Туркина О.М. Геодинамика ранней Земли: эволюция и устойчивость геологических процессов (офиолиты, островные дуги, кратоны, осадочные бассейны). 2008. М: Научный мир. 184 с.
5. Hölttä P., Heilimo E., Huhma H. et al. The Archean Karelia and Belomorian Provinces, Fennoscandian Shield // Evolution of Archean Crust and Early Life, eds Y. Dilek, H. Furnes, Modern Approaches in Solid Earth Sciences 7, Springer Science+Business Media B.V. 2014. P. 55-102.
6. Li X., Zhang L., Wei C., Slabunov A.I. Metamorphic PT path and zircon U–Pb dating of Archean eclogite association in Gridino complex, Belomorian province, Russia // Precambrian Research. 2015. Vol. 268. P. 74-96.
7. Slabunov A. Archean Belomorian collisional orogen: new data and implication for supercontinent reconstruction // Bulletin of the Geological Society of Finland. Special Volume. Abstract of the 32nd Nordic Geological Winter Meeting, Helsinki. 2016. P. 152

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ U-PB (SIMS) ДАТИРОВАНИЯ ЦИРКОНОВ ИЗ ОСТРОВОДУЖНЫХ ГРАНИТОИДОВ ХОЙМПЭЙСКОГО ПЛУТОНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ЩУЧЬИНСКОЙ ЗОНЫ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

Соболев И. Д.^{1,2,3}, Шадрин А.Н.⁴, Расторгуев В.А.⁴

¹Геологический институт РАН, г. Москва

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

³Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,
Москва, sobolev_id@mail.ru

⁴НАО СибНАЦ, г. Тюмень, shadrin_a_n@sibsac.ru, Rastorguev_V@sibbras.ru

В Щучьинской зоне Полярного Урала широко развиты палеозойские габброиды, в разное время включавшиеся в состав различных комплексов (Сирин и др., 1962; Комаров и др., 1966; Подсосова и др., 1974; Бевз, 1976; Ремизов, 1998; Куликова, 2005 и др.). Их тела расположены преимущественно во внешней кольцевой зоне Щучьинской структуры. Раннепалеозойские габброиды, представленные оливинowymi и роговообмановыми габбро и габброноритами, относятся согласно Легенде Полярноуральской серии листов Гостгеолкарты-200 (Шишкин и др., 2009), вслед за В. Н. Вороновым (1976), к хоймпэйскому комплексу. На долю габброидов в составе комплекса приходится 98.5% и лишь 1.5% – на плагиограниты. Интрузивы хоймпэйского комплекса прорывают раннепалеозойские островодужные вулканиты сядайской свиты и янганапэйской толщи и габброиды харампэйско-масловского комплекса [3].

Нами были изучены два штокообразных тела плагиогранитоидов хоймпэйского комплекса.

Первый массив расположен в северной части Щучьинской зоны на сопке Яля-Пэ. Это тело плагиогранитов размером 1х0,6 км, слабо вытянутое в субширотном направлении. Плагиограниты прорывают ордовикско-силурийские вулканиты сядайской свиты и янганапэйской толщи и габбро первой фазы хоймпэйского комплекса. Возраст вмещающих вулканитов сядайской свиты принят позднеордовикско-раннесилурийским на основании находок колонии криноидей в прослоях известняков [3]. Кроме того, С.В. Руженцевым в разрезе сядайской свиты из известняков выделены фрагменты конодонтов плохой сохранности (*Polygnathus* или *Siphonodella*), на основании которых верхи свиты датированы (предположительно) поздним девоном – ранним карбоном. Время формирования янганапэйской толщи определяется находками криноидей *Syndetocrinus sp.* и кораллов плохой сохранности, предположительно относящихся к венлоку [2].

Интрузивное тело сопки Яля-Пэ имеет выраженные закалочные контакты, сложенные плагиогранитами с тонкозернистой основной массой и порфировыми выделениями плагиоклаза и кварца размером до 2,5 мм. С удалением от контакта зернистость основной массы посте-

ленно увеличивается, и ее структура становится мелко-среднезернистой. В центральной части массива плагиограниты имеют массивную текстуру, порфировидную мелко-среднезернистую диоритовую структуру. Породообразующие минералы представлены плагиоклазом среднего состава (35 об. %), роговой обманкой (30 об. %), биотитом (5 об. %) и кварцем (30 об. %).

Второй интрузив расположен в центральной части Щучьинской структуры, в нижнем течении р. Юньяха. Он составляет плутоническую часть Речной палеовулканической кольцевой структуры, прорывая раннепалеозойские островодужные вулканы янганапэйской толщи. Массив размером 1х0,5 км имеет неправильную, вытянутую в северо-восточном направлении форму, сложен лейкоплагиогранитами и плагиогранитами, между которыми отмечаются постепенные переходы. Для пород характерна массивная текстура, средне-мелкозернистая гипидиоморфнозернистая, в сочетании с микрографической, структура. Породы состоят из плагиоклаза (55 об. %), кварца (40 об. %), калиевого полевого шпата (5 об. %) и хлоритизированного темноцветного минерала (до 1 об. %). В лейкоплагиогранитах встречаются небольшие (15х25 см) пегматоидные участки розовых средне-крупнозернистых лейкогранитов. Краевые закалочные фации интрузивного тела сложены порфировидными плагиоклазитами с тонкозернистой аплитовой кварц-плагиоклазовой основной массой.

Гранитоиды центральных частей обоих массивов имеют нормальную и пониженную щелочность и по петрохимической классификации относятся к семействам лейкогранитов (лейкоплагиограниты и лейкограниты) и гранитов (плагиограниты) [4]. Породы характеризуются Na типом щелочности. При содержаниях SiO_2 от 70.0 до 77.3% для них характерны следующие вариации состава: TiO_2 – 0.2-0.4%, Al_2O_3 – 11.6-13.4%, CaO – 0.5-2.1%, MgO – 0.3-1.0%, $\text{FeO}_{(\text{total})}$ – 1.4-3.0%, Na_2O – 4.1-5.8%, K_2O – 0.1-1.3%. В пегматоидных участках лейкогранитов содержания K_2O увеличивается до 3.6%.

Лейкогранитам и лейкоплагиогранитам Речной палеовулканической кольцевой структуры свойственны низкие суммарные содержания редкоземельных элементов (РЗЭ) – от 54 до 98 г/т. Хондрит-нормированные распределения РЗЭ характеризуются слабым обогащением легкими РЗЭ относительно тяжелых (La/Yb – 1.44-1.67) и выраженным дефицитом Eu. По сравнению с расчетным составом плагиогранитов COX [5] изученные породы обогащены крупноионными элементами (Rb, Th) и обеднены Ba и высокочargedными элементами (РЗЭ, Y, Hf, Zr), отмечается Ta-Nb минимум. По содержанию Rb и (Y+Nb) породы хоймпэйского комплекса относятся к группе гранитов вулканических дуг [5].

Нами было выполнено U-Pb (SIMS) датирование цирконов из плагиогранитов массива сопки Яля-Пэ и пегматоидных лейкогранитов Речной палеовулканической кольцевой структуры, относимых ко второй фазе хоймпэйского комплекса. Пробоподготовка и измерения проводились по стандартной методике в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ на ионном микрозонде SHRIMP-II.

Цирконы из плагиогранитов массива Яля-Пэ представлены идиоморфными прозрачными светло-жёлтыми короткими ($K_{\text{удл}}$ – 2-2,5) бипирамидально-призматическими кристаллами размером 60–125 мкм. Католюминесцентные изображения демонстрируют наличие в цирконах контрастной секториальной, в сочетании с осцилляционной, зональности, реже попадаются зёрна только с осцилляционной зональностью.

Среди цирконов из пегматоидных лейкогранитов Речной структуры выделяется два типа зерен. Первый тип представлен идиоморфными прозрачными светло-жёлтыми субизометричными или слабо удлиненными ($K_{\text{удл}}$ – 1-2,5) бипирамидальными кристаллами размером 70-120 мкм, которые в катодных лучах имеют яркое свечение и осцилляционную зональность. Внутри некоторых зёрен встречаются овальные ядра со слабым свечением. Зерна второго типа, резко преобладающие среди цирконов, – ксеноморфные, с неровными краями, а также идио-

морфные бипирамидально-призматические, изометричные и слабо удлиненные ($K_{удл} - 1-2.5$), полупрозрачные, светло-коричневые, размером 40-200 мкм. В катодных лучах эти цирконы имеют очень слабое однородное свечение, в них содержится большое количество чёрных включений. В некоторых зёрнах видна лоскутная, с элементами мозаичной, зональность. В отдельных цирконах проявлена осцилляционная зональность.

U-Pb датирование десяти зерен циркона из плагиогранитов массива Яля-Пэ (обр. 3010) дало разброс возрастов от 479 до 108 млн. лет. Для девяти цирконов, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ возраст которых варьирует от 479 до 445 млн. лет, конкордантный возраст составляет 454 ± 4 млн. лет (2σ , СКВО = 0.35), что соответствует границе сандбийского и катийского веков позднего ордовика. Данная группа цирконов характеризуется секториальной и секториально-осцилляционной зональностью на катодолюминесцентных изображениях. Одно зерно, имеющее другую, тонкую осцилляционную, зональность, имеет возраст 108 ± 1 млн. лет (1σ).

Для десяти зёрен циркона из пегматоидных лейкогранитов Речной палеовулканической кольцевой структуры (обр. S221-14) получен широкий диапазон $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ возраста от 985 до 438 млн лет. Для девяти зерен с возрастaми от 478 до 438 млн. лет рассчитан конкордантный возраст 456 ± 6 млн лет (2σ , СКВО = 0.33), отвечающий концу дарривилского века среднего ордовика – катийскому веку позднего ордовика. В этой группе зерен присутствуют цирконы обоих вышеописанных типов. Одно зерно с возрастом 985 ± 17 млн. лет (1σ) в катодных лучах имеет умеренно яркое свечение и размытую осцилляционную зональность.

Важно отметить, что очень похожие изотопные датировки были получены ранее [1] для цирконов из плагиогранитов, распространённых в поле метагабброидов малыкского комплекса, развитых на западе Щучинской структуры. U-Pb (SIMS) датирование позволило считать конкордантный возраст по пяти единичным цирконам, который составил 451 ± 14 млн. лет (2σ , СКВО = 0.21).

Выводы:

1) определено время становления гранитоидов хоймпэйского комплекса, которое отвечает рубежу среднего и позднего ордовика (454 ± 4 и 456 ± 6 млн. лет), а также совпадает с возрастом плагиогранитов Малыко (451 ± 14 млн. лет, [1]).

2) изученные гранитоидные тела хоймпэйского комплекса прорывают островодужные вулканы сядайской свиты и янганэпэйчжон толщи. Таким образом, верхний стратиграфический предел формирования этих вулканических пород отвечает границе среднего и верхнего ордовика.

3) плагиогранитоиды хоймпэйского комплекса сформировались, вероятно, в обстановке энсиматической островной дуги, о чём свидетельствуют их пространственная и временная ассоциация с примитивными раннеостроводужными вулканическими породами сядайской свиты и янганэпэйчжон толщи, а также геохимические особенности, свойственные магмам, выплавлявшимся в надсубдукционных условиях – небольшое обогащение легкими РЗЭ относительно тяжелых, слабое обогащение некоторыми крупноионными (Rb, Th) и обеднение высоkozарядными (P3Э, Y, Hf, Zr) элементами относительно гипотетического состава плагиогранитов СОХ [5], а также наличие Ta-Nb минимума.

Авторы выражают благодарность сотрудникам ЦИИ ВСЕГЕИ П.А. Львову и Е.Н. Лепехиной, выполнившим определения U-Pb возраста цирконов. Финансирование исследований частично было произведено за счет средств гранта РФФИ «Мой первый грант» (№ 16-35-00552).

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В.Л., Куликова К. В., Ларионов А. Н. U-Pb возраст плагиогранитов Малыко (Полярный Урал) // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2012. № 4 (12). С. 60-66.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Второе издание. Серия

- Полярно-Уральская. Листы Q-42-I, II (Лаборовая). Объяснительная записка / В. А. Душин, О. П. Сердюкова и др. Изд. 2-е. Серия Полярно-Уральская. СПб.: ВСЕГЕИ. 2009. 372 с.
3. Зылёва Л.И., Коновалов А.Л., Казак А.П., Жданов А.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Западно-Сибирская. Лист Q-42 – Салехард. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ. 2014. 396 с.
4. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. Издание второе, переработанное и дополненное. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. 2008. 200 с.
5. Pearce, J.A., Harris, N.B.W., and Tindle, A.G. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks: *Journal of Petrology*. V. 25. 1984. P. 956-983.

ВОЗРАСТ ЛАПЧАВОЖСКОЙ ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКОЙ АССОЦИАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ U-Pb (SIMS) ДАТИРОВАНИЯ ЦИРКОНОВ

Соболева А.А.¹, Андреичев В.Л.¹, Ларионов А.Н.², Сергеев С.А.², Кобл М.А.³, Миллер Э.Л.³

¹Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, e-mail: aa_soboleva@mail.ru, andreichev@geo.komisc.ru

²ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского, Санкт-Петербург, e-mail: Sergey_Sergeev@vsegei.ru, alexamder_larionov@vsegei.ru

³School of Earth, Energy and Environmental Sciences, Stanford University, USA, e-mail: coblem@stanford.edu, elmiller@stanford.edu

Лапчавожский гранитоидный массив расположен на западном склоне Приполярного Урала в Центральноуральской мегазоне. Массив площадью 17 км², обнаженный в бассейнах рек Лапчавож и Пелингичей, имеет неправильную форму с извилистыми контактами и представляет собой субсогласное пластообразное тело [1]. Он сложен кварцевыми диоритами и кварцевыми диорит-порфиритами, тоналитами, гранодиоритами, гранитами и аплитами, при преобладании гранодиоритов. Вмещающие породы принадлежат к саблегорской и мороинской свитам верхнего рифея-венда. Экзоконтактовые изменения выражаются в ороговиковании и скарнировании вмещающих пород. Вулканиды саблегорской свиты, залегающие в юго-восточном обрамлении массива, варьируют по составу от базальтов до дацитов и комагматичны плутонитам, образуя вулcano-плутоническую ассоциацию [2].

Плутониты и вулканиды характеризуются низкой титанистостью, калиево-натриевым типом щелочности, относятся к умеренно – и высококалиевым известково-щелочным сериям. Гранитоиды и соответствующие им кремнекислые вулканиды сопоставимы с гранитоидами I-типа, согласно классификации Б.Чапелла и А.Уайта [7]. Суммарные концентрации REE составляют в плутонитах 85-176 г/т, в вулканидах – 104-199 г/т и их вариации слабо зависят от изменения SiO₂ в породах. Графики распределения REE образуют наклонные тренды. Отношение La_N/Yb_N изменяется от 5 в андезибазальтах до 8-10 в дацитах и андезидацитах и от 6 в кварцевых диорит-порфиритах до 8-12 в гранитах, то есть более кислые разности сильнее обогащены LREE относительно HREE, что связано, по-видимому, с процессами кристаллизационной дифференциации. Дефицит Eu не выражен или небольшой в наиболее кислых породах [2].

Плутонические породы и вулканиды, характеризуются обогащением LILE и невысокими содержаниями HFSE относительно среднего состава NMORB, что, учитывая наличие Ta, Nb и Ti- минимумов и Pb-максимума, можно рассматривать как свидетельство надсубдукционного происхождения расплавов. По относительно высоким содержаниям K, REE и LILE породы соответствуют известково-щелочным сериям активных окраин андского типа или коллизионных зон.