

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»



Национальный
исследовательский
**Томский
государственный
университет**



**Геолого-
географический
факультет**

Томского
государственного
университета

ДИНАМИКА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР ЗЕМЛИ

Материалы Всероссийской конференции с международным участием,
посвященной 100-летию подготовки в Томском государственном университете
специалистов в области наук о Земле

8–12 ноября 2021 года

ТОМ I

Томск 2021

МЕЗОПРОТЕРОЗОЙСКИЕ ОФИОЛИТЫ ВОСТОЧНОГО САЯНА: U-Pb ВОЗРАСТ ЦИРКОНА (LA-ICP-MS) И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ

В.А. Беляев¹, М.А. Горнова¹, К.-Л. Ванг^{2,3}, А.П. Корнева⁴, А.А. Каримов¹,
А.Я. Медведев¹, С.И. Дриль¹, А.С. Семиряков⁴, Е.А. Агашева⁴

¹Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, Иркутск, Россия, belyaev@igc.irk.ru

²Институт наук о Земле, Академия Синика, Тайпей, Тайвань

³Национальный университет Тайваня, Тайпей, Тайвань

⁴Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

Изучены офиолиты юго-восточной части Восточного Саяна (Тувино-Монгольский микроконтинент, Центрально-Азиатский складчатый пояс). Методом LA-ICP-MS выполнено U-Pb датирование циркона из габбро ильчирского участка офиолитов Восточного Саяна. Получено конкордантное значение возраста 1034.7 ± 6.2 Ма. Геохронологические и геохимические исследования указывают на то, что офиолиты Восточного Саяна слагали единый покров и сформировались в преддуговой зоне на начальных стадиях субдукции.

Ключевые слова: Центрально-Азиатский складчатый пояс, офиолиты, U-Pb датирование, циркон, габбро, бониниты

We studied the Eastern Sayan ophiolite complex located within the Tuva-Mongolian microcontinent of the Central Asian orogenic belt. Zircon separated from ophiolitic gabbro from Ilchir locality was dated by LA-ICP-MS, and the concordant age is 1034.7 ± 6.2 Ma. Geochronological and geochemical studies provide evidence that the Eastern Sayan ophiolite composed a single nappe and formed in a forearc setting during subduction initiation.

Keywords: Central Asian orogenic belt, ophiolite, U-Pb dating, zircon, gabbro, boninite

Офиолиты юго-восточной части Восточного Саяна находятся в обрамлении раннедокембрийского Гарганского континентального блока Тувино-Монгольского микроконтинента и считаются древнейшими в Центрально-Азиатском складчатом поясе. Циркон из плагиогранитов дунжугурского участка на западе северной ветви офиолитов был датирован в работе (Khain et al., 2002) методом TIMS по монофракциям и Pb-Pb методом испарения циркона. Полученные даты составили соответственно 1021 ± 5 Ма (верхнее пересечение дискордии с конкордией) и 1019.9 ± 0.7 Ма (средний $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ возраст по трем фракциям), и возраст 1020 Ма принят как оценка времени формирования офиолитов Восточного Саяна (Khain et al., 2002). Поскольку офиолиты Восточного Саяна слагают два протяженных пояса, вопрос датирования остальных участков офиолитового комплекса оставался актуальным.

Офиолиты Восточного Саяна уникальны тем, что несмотря на значительный возраст, в них присутствуют все члены офиолитовой последовательности: мантийные перидотиты, основные-ультраосновные кумуляты, “верхние” габбро, дайковый комплекс, подушечные лавы (Добрецов и др., 1985; Кузьмичев, 2004; Складчиков и др., 2016). Реситовые гарцбургиты имеют характеристики надсубдукционных перидотитов (Wang et al., 2017). Кумуляты представлены верлитами, вебстеритами, габбро-норитами и кристаллизовались из бонинитовых и островодужных толеитовых расплавов (Belyaev et al., 2016). Среди лав и даек преобладают бониниты и андезиты бонинитовой серии, в подчиненном количе-

стве присутствуют островодужные толеитовые базальты (Добрецов и др., 1985; Кузьмичев, 2004; Складчиков и др., 2016; Khain et al., 2002; Belyaev et al., 2017). По данным изучения расплавных включений в хромите из бонинитов дайкового комплекса, бонинитовые расплавы представлены низко-Са типом (Беляев и др., 2019).

Для геохронологического изучения был отобран образец габбро на ильчирском участке в юго-восточной ветви офиолитов Восточного Саяна, в междуречье р. Сарамта и Арлык-Гол. Здесь породы офиолитового комплекса слагают узкую полосу между породами Гарганского континентального блока и неопроterозойскими вулканогенно-осадочными комплексами. В составе офиолитового комплекса присутствуют тектонические пластины метавулканитов, кумулятов основного-ультраосновного состава, серпентинизированных мантийных перидотитов. Также встречаются тела крупнозернистых габброидов, которые могут быть отнесены к “верхнему” габбро офиолитового комплекса. Они содержат небольшие ксенолиты кумулятивных габброидов и внедрялись на поздних этапах становления интрузивного комплекса офиолитов. Крупнозернистые габброиды сложены роговой обманкой и сосюритизированным плагиоклазом. Они обогащены LREE и Th, имеют минимумы Nb и Ti и близки по распределению несовместимых элементов к габброидам дунжугурского участка.

Из пробы S16-23 (крупнозернистое габбро) было выделено несколько десятков цирконов размером до 300 мкм по удлинению. На катодолюминесцентных (CL) изображениях они темные и показывают осцил-

ляторную зональность. Однако, наблюдаются яркие в CL тонкие (до 10-20 мкм) зоны по краям цирконов и по трещинам, которые вероятно возникли во время метаморфизма пород и были исключены при датировании.

U-Pb датирование циркона из габбро S16-23 было выполнено в Томском государственном университете (Лаборатория геохронологии и геодинамики). Изотопный анализ циркона проводился методом лазерной абляции и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (LA-ICP-MS) с применением системы лазерной абляции Analyte Excite (Teledyne Photon Machines) с эксимерным лазером (193 нм) и масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой Agilent 7900. Диаметр пучка лазера составлял 40 мкм. Время измерения фона между анализом точек составляло 20 с. Для удаления поверхностных загрязнений осуществлялась преабляция. Каждая точка анализировалась в течение 20-30 с. В качестве стандартов использовались стандарты циркона 91500 (первичный стандарт), OG1 и FC1 (вторичные стандарты). Расчет изотопных отношений, корректировка фонового сигнала и изотопного фракционирования проводились с использованием программного обеспечения Iolite 3.7 (Paton et al., 2011), являющегося надстройкой к Igor Pro 7 (WaveMetrics). Расчет изотопного возраста проводился в программе IsoplotR (Vermeesch, 2018).

По 14 точкам рассчитано конкордантное значение возраста 1034.7 ± 6.2 Ma, которое принято нами как время кристаллизации крупнозернистого габбро на ильчирском участке офиолитов Восточного Саяна. Эта оценка возраста согласуется с ранее полученной датировкой циркона из плагиогранитов дунжугурского участка (1021 ± 5 Ma; Khain et al., 2002).

Проведенные нами исследования подтверждают формирование офиолитов Восточного Саяна в единой структуре, что предполагалось ранее на основе геологических наблюдений (Добрецов и др., 1985; Кузьмичев, 2004). Лавы и дайки на дунжугурском и ильчирском участках представлены бонинитами, андезитами бонинитовой серии и островодужными толеитовыми базальтами, которые имеют близкое распределение несовместимых элементов и изотопный состав Nd (Belyaev et al., 2017). Таким образом, результаты U-Pb датирования, геологические и геохимические исследования свидетельствуют о том, что разные ветви офиолитов Восточного Саяна некогда слагали единый покров, надвинутый на Гарганский континентальный блок, как предложено в работе А.Б. Кузьмичева (Кузьмичев, 2004).

Присутствие островодужных толеитов, преобладание среди лав и даек пород бонинитовой серии, и особенно нахождение бонинитов низко-Са типа – всё это указывает на формирование офиолитов Восточного Саяна на ранних стадиях субдукции, в обстановке, близкой современным преддуговым зонам, из которых наиболее изучена преддуговая область Идзу-Бонин-Марианской дуги (Reagan et al., 2017). Таким образом, офиолиты Восточного Саяна являются ярким примером преддуговых офиолитов, свидетельствующим

о том, что в мезопротерозое процессы зарождения субдукции были аналогичны таковым в фанерозое.

Литература

1. Беляев В.А., Крашенинников С.П., Каменецкий В.С., Горнова М.А., Дриль С.И., Каримов А.А., Белозерова О.Ю. Петрогенезис бонинитов из офиолитов Восточного Саяна по данным изучения расплавных включений в хромите // Геодинамическая эволюция Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). 2019. Вып. 17. С. 25-26.
2. Добрецов Н.Л., Конников Э.Г., Медведев В.Н., Скляров Е.В. Офиолиты и олистостромы Восточного Саяна / В кн.: «Рифейско-нижнепалеозойские офиолиты Северной Евразии». Новосибирск. Наука. 1985. С. 34-58.
3. Кузьмичев А.Б. Тектоническая история Тувино-Монгольского массива: раннебайкальский, позднебайкальский и раннекаледонский этапы. М. Пробел-2000. 2004. 192 с.
4. Скляров Е.В., Ковач В.П., Котов А.Б., Кузьмичев А.Б., Лавренчук А.В., Переляев В.И., Щипанский А.А. Бониниты и офиолиты: проблемы их соотношения и петрогенезиса бонинитов // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 1. С. 163-180.
5. Belyaev V.A., Gornova M.A., Wang K.-L., Medvedev A.Y., Dril S.I., Karimov A.A. Subduction initiation in Proterozoic: geochemistry of mafic-ultramafic plutonic suite from Eastern Sayan ophiolites, Siberia // Goldschmidt Abstracts. 2016. 197.
6. Belyaev V.A., Wang K.-L., Gornova M.A., Dril' S.I., Karimov A.A., Medvedev A.Ya., Noskova Yu.V. Geochemistry and origin of the Eastern Sayan ophiolites, Tuva-Mongolian Microcontinent (Southern Siberia) // Geodynamics & Tectonophysics. 2017. V. 8. pp. 411-415.
7. Khain E.V., Bibikova E.V., Kroner A., Zhuravlev D.Z., Sklyarov E.V., Fedotova A.A., Kravchenko-Berezhnoy I.R. The most ancient ophiolite of the Central Asian fold belt: U-Pb and Pb-Pb zircon ages for the Dunzhugur Complex, Eastern Sayan, Siberia, and geodynamic implications // Earth and Planetary Science Letters. 2002. V. 199. pp. 311-325.
8. Paton C., Hellstrom J., Paul B., Woodhead J., Hergt J. Iolite: Freeware for the visualisation and processing of mass spectrometric data // Journal of Analytical Atomic Spectrometry. 2011. V. 26. pp. 2508-2518.
9. Reagan M.K., Pearce J.A., Petronotis K. et al. Subduction initiation and ophiolite crust: new insights from IODP drilling // International Geology Review. 2017. V. 59, pp. 1439-1450.
10. Vermeesch P. IsoplotR: A free and open toolbox for geochronology // Geoscientific Frontiers. 2018. V. 9. pp. 1479-1493.
11. Wang K.-L., Chu Z., Gornova M.A., Dril S., Belyaev V.A., Lin K.-Y., O'Reilly S.Y. Depleted SSZ type mantle peridotites in Proterozoic Eastern Sayan ophiolites in Siberia // Geodynamics & Tectonophysics. 2017. V. 8. pp. 583-587.