

УДК 552.48

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ДАТИРОВАНИЯ ЭКЛОГИТОВ БЕЛОМОРСКОГО ПОДВИЖНОГО ПОЯСА

С. Г. Скублов^{1,2*}, А. В. Березин^{1,3}, Л. И. Салимгараева^{1,2}

¹ Институт геологии и геохронологии докембрия РАН (наб. Макарова, 2, Санкт-Петербург, Россия, 199034), *skublov@yandex.ru

² Санкт-Петербургский горный университет (21-я линия В.О., 2, Санкт-Петербург, Россия, 199106)

³ Санкт-Петербургский государственный университет (Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, Россия, 199034)

Проведен объективный критический анализ всех точек зрения на проблему времени эклогитового метаморфизма в пределах Беломорского подвижного пояса (БПП) и аргументов, лежащих в их основе. Авторская трактовка возраста эклогитового метаморфизма в пределах БПП основана на комплексе независимых изотопно-геохимических методов датирования – локальном U-Pb методе по гетерогенным цирконам с магматическими ядрами и эклогитовыми каймами, Lu-Hf и Sm-Nd методах по породообразующим минералам эклогитового парагенезиса – гранату и омфациту. Все три метода независимо друг от друга определяют возраст эклогитового метаморфизма как свекофенский, с одним и тем же значением – около 1900 млн лет.

Ключевые слова: эклогиты; докембрий; Беломорский подвижный пояс; петрохронология; изотопный возраст; циркон; U-Pb метод; Sm-Nd метод; Lu-Hf метод

Для цитирования: Скублов С. Г., Березин А. В., Салимгараева Л. И. Результаты комплексного датирования эклогитов Беломорского подвижного пояса // Труды Карельского научного центра РАН. 2022. № 5. С. 124–127. doi: 10.17076/geo1696

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке темы НИР ИГГД РАН FMUW-2022-0005.

S. G. Skublov^{1,2*}, A. V. Berezin^{1,3}, L. I. Salimgaraeva^{1,2}. RESULTS OF INTEGRATED DATING OF ECLOGITES OF THE BELOMORIAN MOBILE BELT

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

² St. Petersburg Mining University (2, 21st Liniia V.O., 199106 St. Petersburg, Russia)

³ St. Petersburg State University (7/9 Universitetskaya Nab., 199034 St. Petersburg, Russia)

The paper provides a generalized overview of all points of view on the timing of eclogite metamorphism in the Belomorian Mobile Belt (BMB) with critical analysis of the underlying reasoning. The authors' interpretation of the age of eclogite metamorphism

within the BMB is based on a combination of independent isotope-geochemical dating methods: local U-Pb dating of heterogeneous zircons with magmatic cores and eclogite rims, Lu-Hf and Sm-Nd dating of rock-forming minerals of eclogite paragenesis (garnet and omphacite). All the three methods independently date eclogite metamorphism as Svecofennian, with the same age of about 1900 Ma.

Keywords: eclogites; Precambrian; Belomorian Mobile Belt; petrochronology; isotopic age; zircon; U-Pb method; Sm-Nd method; Lu-Hf method

For citation: Skublov S. G., Berezin A. V., Salimgaraeva L. I. Results of integrated dating of eclogites of the Belomorian Mobile Belt. *Trudy Kareli'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2022;5:124–127. doi: 10.17076/geo1696

Funding. The study was carried out within government-funded research theme of the Institute of Precambrian Geology and Geochronology RAS FMUW-2022-0005.

Эклогиты Беломорского подвижного пояса (БПП) являются ключевым объектом для геодинамических реконструкций не только БПП, но и Фенноскандинавского щита в целом. Одним из главных вопросов для эклогитов БПП является установление времени их формирования. Интерпретация возраста эклогитов БПП как архейского позволила ряду исследователей распространить на этот сегмент архейской коры геодинамические механизмы тектоники плит современного типа. В настоящее время геохронологические данные, полученные по эклогитам БПП в целом, интерпретируются по-разному [Skublov et al., 2022].

Установленные в работе [Скублов и др., 2012] закономерности распределения редких и редкоземельных элементов в цирконе из эклогитов (аномально пониженные содержание Th и величина Th/U отношения, значительно пониженное содержание всего спектра REE, и особенно LREE, пониженное содержание Y, U, P и повышенное – Hf) универсальны, они не зависят от типа протолита эклогитов (метабазиты, метаультрабазиты, гнейсы) и величины давления (эклогиты высокого и сверхвысокого давления). Комплексное использование этих признаков позволяет уверенно отличать эклогитовый циркон от циркона магматического генезиса и метаморфического циркона, не связанного с высокобарическим метаморфизмом. Для эклогитов БПП (на примере районов Салмы, Гридино и Керетского архипелага) установлено, что центральные части (ядра) циркона из эклогитов-метагаббро с варьирующим возрастом от 2,2 до 2,8–2,9 млрд лет являются магматическими, а их внешние метаморфические каймы с возрастом около 1,9 млрд лет по редкоэлементному составу соответствуют типовым эклогитовым цирконам.

Для циркона из пегматитов, секущих будину эклогитов на острове Столбиха (район

с. Гридино), установлено, что возраст 1890 ± 2 млн лет для основной популяции циркона является возрастом внедрения пегматитов. Это значение возраста служит верхней границей для эклогитов БПП с возрастом около 1900 млн лет [Skublov et al., 2020]. Датировка 2743 ± 10 млн лет, полученная по цирконам с хорошо проявленной секториальной (мозаичной) зональностью, интерпретируется нами, с учетом распределения в них редких элементов, как возраст гранулитового метаморфизма, ранее установленного в различных районах БПП. Аналогично следует интерпретировать возраст ядер цирконов из будины эклогитов, которую сечет пегматитовая жила (2702 ± 25 млн лет) [Скублов и др., 2012].

Для проверки правильности вывода о свекофеннском времени эклогитового метаморфизма в БПП, установленного по цирконам с учетом их геохимических особенностей [Скублов и др., 2011, 2012], проведено Lu-Hf датирование для эклогитов северо-западной части БПП (месторождение Куру-Ваара) и района Гридино по гранату, клинопироксену и породе в целом, результаты которого также показали возраст около 1,9 млрд лет. Показано, что гранаты обладают проградной зональностью с пиком содержания Lu в центре зерен [Melnik et al., 2021]. Соответственно, Lu-Hf возраст гранатов отражает время кристаллизации прежде всего центральной части зерен. При этом Sm-Nd изохронный возраст для той же ассоциации эклогитов северо-западной части БПП также имеет значение около 1,9 млрд лет. Значение возраста гранатов по Sm-Nd изотопной системе отражает скорее возраст основного объема зерен (включая краевые части), учитывая характер зональности гранатов по Sm и Nd [Melnik et al., 2021].

Для проверки равновесия зерен и оторочек циркона с возрастом $\sim 1,9$ млрд лет и граната

эколитов проведено локальное определение изотопного состава кислорода методом SIMS [Melnik et al., 2021]. Результаты исследования в минералах из будин эколитов Куру-Ваары (с магматическим протолитом архейского возраста) показали, что изотопный состав кислорода в гранате ($\delta^{18}\text{O} = 4,0\text{--}5,0\text{ ‰}$) находится в равновесии с составом палеопротерозойского (около 1,9 млрд лет) циркона ($\delta^{18}\text{O} = 4,5\text{--}5,4\text{ ‰}$); значения же $\delta^{18}\text{O}$ в магматических доменах циркона архейского возраста (примерно 2,88 млрд лет) значительно выше (5,1–5,9 ‰) и неравновесны с таковыми в гранате.

Таким образом, по нашим данным, эколиты БПП являются одними из самых древних высокотемпературных пород с достоверно установленным возрастом метаморфизма около 1,9 млрд лет при различном возрасте магматического протолита в интервале от 2,2 до 2,9 млрд лет.

Литература

Скублов С. Г., Березин А. В., Бережная Н. Г. Общие закономерности состава цирконов из эколитов по редким элементам применительно к проблеме возраста эколитов Беломорского подвижного пояса // Петрология. 2012. Т. 20, № 5. С. 470.

Скублов С. Г., Березин А. В., Мельник А. Е. Палеопротерозойские эколиты северо-западной части Беломорского подвижного пояса, район Салмы: состав и изотопно-геохимическая характеристика минералов, возраст метаморфизма // Петрология. 2011. Т. 19, № 5. С. 493–519.

Melnik A. E., Skublov S. G., Rubatto D., Müller D., Li X. H., Li Q. L., Berezin A. V., Herwartz D., Machevariani M. M. Garnet and zircon geochronology of the Paleoproterozoic Kuru-Vaara eclogites, northern Belomorian Province, Fennoscandian Shield // Precambrian Res. 2021. Vol. 353. Art. 106014. doi: 10.1016/j.precamres.2020.106014

Skublov S. G., Berezin A. V., Li X. H., Li Q. L., Salimgaraeva L. I., Travin V. V., Rezvukhin D. I. Zircons from a pegmatite cutting eclogite (Gridino, Belomorian Mobile Belt): U-Pb-O and trace element constraints on eclogite metamorphism and fluid activity // Geosciences. 2020. Vol. 10(5). P. 197–218. doi: 10.3390/geosciences10050197

Skublov S. G., Berezin A. V., Melnik A. E., Astafiev B. Y., Voinova O. A., Alekseev V. I. Protolith age

of eclogites from the southern part of Pezhostrov Island, Belomorian Belt: protolith of metabasites as indicator of eclogitization time // Petrology. 2016. Vol. 24(6). P. 594–607. doi: 10.1134/S0869591116040056

Skublov S. G., Berezin A. V., Salimgaraeva L. I. Comment on Volodichev et al. Archean zircons with omphacite inclusions from eclogites of the Belomorian Province, Fennoscandian Shield: The first finding. Minerals 2021, 11, 1029 // Minerals. 2022. Vol. 12, no. 2. Art. 141. doi: 10.3390/min12020141

References

Melnik A. E., Skublov S. G., Rubatto D., Müller D., Li X. H., Li Q. L., Berezin A. V., Herwartz D., Machevariani M. M. Garnet and zircon geochronology of the Paleoproterozoic Kuru-Vaara eclogites, northern Belomorian Province, Fennoscandian Shield. Precambrian Res. 2021;353:106014. doi: 10.1016/j.precamres.2020.106014

Skublov S. G., Berezin A. V., Berezhnaya N. G. General relations in the trace-element composition of zircons from eclogites with implications for the age of eclogites in the Belomorian Mobile Belt. Petrology. 2012;20(5):427–449. doi: 10.1134/S0869591112050062

Skublov S. G., Berezin A. V., Li X. H., Li Q. L., Salimgaraeva L. I., Travin V. V., Rezvukhin D. I. Zircons from a pegmatite cutting eclogite (Gridino, Belomorian Mobile Belt): U-Pb-O and trace element constraints on eclogite metamorphism and fluid activity. Geosciences. 2020;10(5):197–218. doi: 10.3390/geosciences10050197

Skublov S. G., Berezin A. V., Melnik A. E. Paleoproterozoic eclogites in the Salma Area, Northwestern Belomorian Mobile Belt: composition and isotopic geochronologic characteristics of minerals and metamorphic age. Petrology. 2011;19(5):470–495. doi: 10.1134/S0869591111050055

Skublov S. G., Berezin A. V., Melnik A. E., Astafiev B. Y., Voinova O. A., Alekseev V. I. Protolith age of eclogites from the southern part of Pezhostrov Island, Belomorian Belt: protolith of metabasites as indicator of eclogitization time. Petrology. 2016;24(6):594–607. doi: 10.1134/S0869591116040056

Skublov S. G., Berezin A. V., Salimgaraeva L. I. Comment on Volodichev et al. Archean zircons with omphacite inclusions from eclogites of the Belomorian Province, Fennoscandian Shield: The first finding. Minerals 2021, 11, 1029. Minerals. 2022;12(2):141. doi: 10.3390/min12020141

Поступила в редакцию / received: 24.08.2022; принята к публикации / accepted: 29.08.2022.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Скублов Сергей Геннадьевич

д-р геол.-мин. наук, доцент, главный научный сотрудник ИГГД РАН, профессор Санкт-Петербургского горного университета

e-mail: skublov@yandex.ru

CONTRIBUTORS:

Skublov, Sergey

Dr. Sci. (Geol.-Miner.), Chief Researcher, Professor

Березин Алексей Васильевич

канд. геол.-мин. наук, старший научный сотрудник
ИГГД РАН, доцент кафедры геологии месторождений
полезных ископаемых ИНЗ СПбГУ

e-mail: berezin-geo@yandex.ru

Салимгараева Ляйсан Ильшатовна

младший научный сотрудник ИГГД РАН, аспирант Санкт-
Петербургского горного университета

e-mail: fluoritecaf2@mail.ru

Berezin, Aleksey

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

Salimgaraeva, Lyaysan

Junior Researcher, Doctoral Student