

УДК 552.48+551.2 (470.22)

## **P-T-t ТРЕНДЫ МЕТАМОРФИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭКЛОГИТОВ ГРИДИНСКОГО КОМПЛЕКСА БЕЛОМОРСКОЙ ПРОВИНЦИИ (ОСТРОВ СТОЛБИХА И УЧАСТОК САМЫЛИНО)**

**О. А. Максимов**

*Институт геологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН» (ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910)*

В ходе изучения эклогитов Гридинского комплекса Беломорской провинции установлена сложная история их метаморфических преобразований. Полиметаморфизм этих пород фиксируется по реликтам ранних и поздних высокобарных парагенезисов (омфациит+гранат), реакционным микроструктурам, изменению химической зональности граната, термобарометрическим расчетам и изотопно-геохронологическим исследованиям. Эти данные свидетельствуют о проявлении двух этапов эклогитового метаморфизма в Гридинском комплексе – в архее и палеопротерозое. В результате исследования получены два P-T-t тренда регрессивной стадии эволюции пород с последовательным переходом от эклогитовой фации к гранулитовой (амфиболитовой). Вблизи пика метаморфизма первого тренда формируются метаморфогенные цирконы с возрастом 2,7 млрд лет, а второго – 1,9 млрд лет.

Ключевые слова: P-T-t тренд; метаморфизм; эклогит; архей; Беломорская провинция

Для цитирования: Максимов О. А. P-T-t тренды метаморфического преобразования эклогитов Гридинского комплекса Беломорской провинции (остров Столбиха и участок Самылино) // Труды Карельского научного центра РАН. 2022. № 5. С. 91–94. doi: 10.17076/geo1672

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке темы НИР ИГ КарНЦ РАН АААА-А18-118020290085-4.

### **O. A. Maksimov. P-T-t TRENDS IN THE METAMORPHIC TRANSFORMATION OF ECLOGITES IN THE GRIDINO COMPLEX OF THE BELOMORIAN PROVINCE (STOLBIKHA ISLAND AND SAMYLINO AREA)**

*Institute of Geology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences  
(11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia)*

Eclogites in the Gridino complex of the Belomorian Province have a complex history of metamorphic transformations. Their polymetamorphism is revealed from relics of early and late high-pressure mineral assemblages (omphacite+garnet), reaction microstructures, changes in garnet chemical zoning, results of thermobarometric calculations, and isotope-geochronological studies. Geochronological data indicate two stages of eclo-

gitic metamorphism in the Gridino complex in the Archean and the Paleoproterozoic era. As a result of the study, we obtained two P-T-t trends for the regressive stage of rock evolution with a successive transition from eclogitic facies to granulite (amphibolite). The peak of the first metamorphic event corresponds to metamorphic zircons aged 2.7 Ga. The maximal values of the P-T conditions during the second metamorphic event are reliably correlated with 1.9 Ga metamorphic zircons.

Keywords: P-T-t trend; metamorphism; eclogite; Archean; Belomorian Province

For citation: Maksimov O. A. P-T-t trends in the metamorphic transformation of eclogites in the Gridino complex of the Belomorian Province (Stolbikha Island and Samylyno area). *Trudy Kareli'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2022;5:91–94. doi: 10.17076/geo1672

Funding. The study was funded within state-ordered research theme of the Institute of Geology KarRC RAS AAAA-A18-118020290085-4.

В Беломорской провинции Фенноскандинавского щита установлены раннедокембрийские эклогиты и продукты их ретроградного преобразования [Володичев и др., 2004; Mints et al., 2010]. Они входят в состав меланжей, типичным примером которых является Гридинский эклогитсодержащий комплекс, состоящий из мигматизированных ТТГ гнейсов и будинированных тел различного состава. Особенностью этих пород является сложная история метаморфических изменений, связанная с беломорской (2,72–2,66 млрд лет) и лапландско-кольской (1,94 – 1,90 млрд лет) коллизионными орогениями [Слабунов и др., 2021 и ссылки в ней].

Эклогиты являются важным источником информации о полиметаморфизме Гридинского комплекса в связи с их особенностями текстуры, микроструктуры и минерального состава. Наиболее изученные в настоящее время будинированные тела эклогитов находятся на острове Столбиха [Володичев и др., 2004; Слабунов и др., 2021 и ссылки в ней] и участке Самылино [Максимов и др., 2022]. Эти будины характеризуются ярко выраженным неоднородным внутренним строением, сформированным в результате неоднократно проявленных тектоно-метаморфических процессов. Неоднородность выражается в изменении характера деформаций, текстур пород и смене метаморфических минеральных парагенезисов. Жилы гранитного состава с возрастом около 2,68 и 1,88 млрд лет формируются в конце каждого цикла.

На основе петрологических и геохронологических исследований эклогитов установлены два этапа высокобарного метаморфизма: ранний – архейский с образованием эклогитов-I и поздний – палеопротерозойский с формированием эклогитов-II [Слабунов и др., 2021; Volodichev et al., 2021; Максимов и др., 2022].

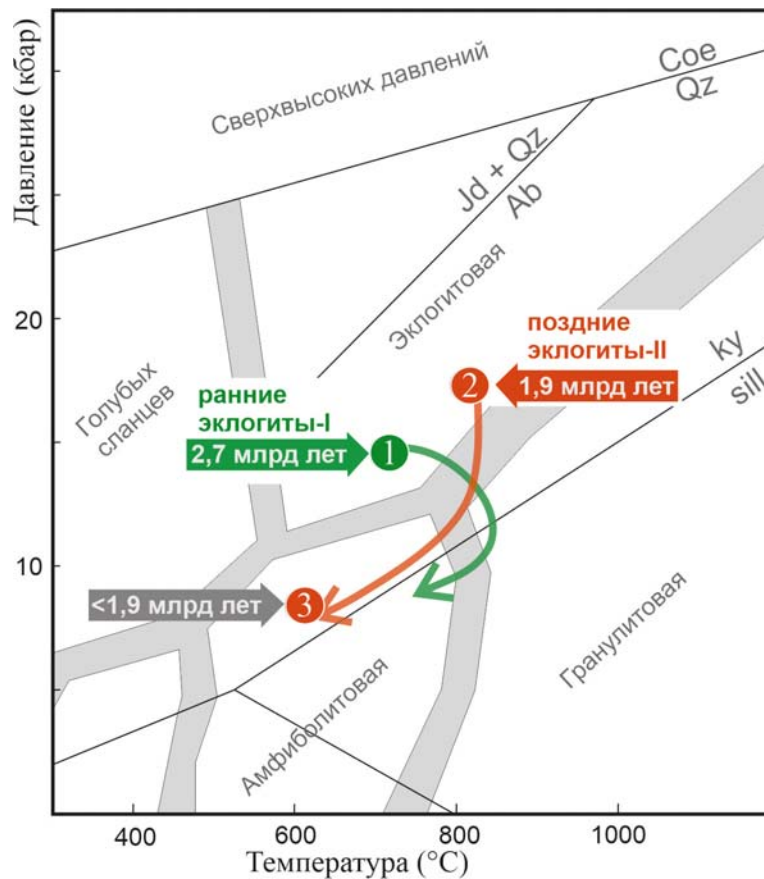
Эклогиты-I установлены по включениям Omp, Rt и Qz (сокращения минералов по: [Whitney, Evans, 2010]) в центральной части зерен граната и парагенетичным зернам метаморфического циркона с Grt-Omp включениями и возрастом около 2,7 млрд лет [Володичев и др., 2004; Volodichev et al., 2021]. Результаты термобарометрических расчетов указывают на их формирование при  $T = 750\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $P = 14$  кбар. Поздние изменения эклогитов-I связаны с формированием Grt-Cpx-Hbl-Bt-Pl-Qz минеральной ассоциации при снижении давления до 11 кбар и увеличении температуры до  $900\text{ }^{\circ}\text{C}$  в ходе декомпрессионного ретроградного изменения в условиях высокобарной гранулитовой фации.

Эклогиты-II на острове Столбиха и участке Самылино образуются по эклогитам-I, что подтверждается присутствием ранних включений Di-Pl симплектитов в монокристаллах омфацита и центральной части граната, а также наличием двух генераций метаморфических цирконов 2,7 и 1,9 млрд лет [Volodichev et al., 2021]. Оценить P-T условия метаморфизма данного этапа возможно только по включениям Di+Pl+Hbl(+Qz) в гранатах Самылино:  $T = 700\text{--}760\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $P = 12\text{--}14,5$  кбар.

Поздняя генерация Grt+Omp минерального парагенезиса и включений Omp в промежуточной части граната в эклогитах-II образовалась при  $T = 700\text{--}800\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $P = 14\text{--}17$  кбар. Этому этапу метаморфизма соответствует циркон с возрастом 1,9 млрд лет, содержащий включения граната и омфацита [Yu et al., 2017].

Последующие стадии метаморфизма связаны с ретроградными изменениями эклогитов в условиях высокобарной гранулитовой ( $T = 750\text{--}850\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 12\text{--}15$  кбар) и амфиболитовой ( $T = 600\text{--}650\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 8\text{--}11$  кбар) фации.

В результате термобарометрических расчетов и их сопоставления с данными U-Th-Pb дати-



P-T-t метаморфические тренды преобразования эклогитов Гридинского комплекса на P-T диаграмме

P-T-t metamorphic transformation trends of eclogites of the Gridino complex on the P-T diagram

рования цирконов получен сложный P-T-t тренд метаморфических преобразований эклогитов Столбихи и Самылино (рис.). Он состоит из двух ретроградных ветвей для эклогитов-I и эклогитов-II, которые отражают декомпрессионные изменения пород в условиях высокобарной гранулитовой и амфиболитовой фации. Тренды характеризуются движением по часовой стрелке, что типично для орогенного (коллизийного) и субдукционного метаморфизма [Лиханов, 2020].

## Литература

Володичев О. И., Слабунов А. И., Бибикова Е. В., Конилов А. Н., Кузенко Т. И. Архейские эклогиты Беломорского подвижного пояса (Балтийский щит) // Петрология. 2004. Т. 12, № 6. С. 609–631.

Лиханов И. И. Метаморфические индикаторы геодинамических обстановок коллизии, растяжения и сдвиговых зон земной коры // Петрология. 2020. Т. 28, № 1. С. 4–22. doi: 10.31857/S0869590320010045

Максимов О. А., Балаганский В. В., Слабунов А. И., Ларионов А. Н. Два этапа высокобарного метаморфизма в раннедокембрийских эклогитах (рай-

он Гридино Беломорской провинции Фенноскандинавского щита): петрология и геохронология // Петрология. 2022. № 2. С. 140–165. doi: 10.31857/S0869590322020042

Слабунов А. И., Балаганский В. В., Щипанский А. А. Мезоархей-палеопротерозойская эволюция земной коры Беломорской провинции Фенноскандинавского щита и тектоническая позиция эклогитов // Геология и геофизика. 2021. Т. 62, № 5. С. 648–675. doi: 10.15372/GiG2021116

Mints M. V., Belousova E. A., Konilov A. N., Natapov L. M., Shchipansky A. A., Griffin W. L., O'Reilly S. Y., Dokukina K. A., Kaulina T. V. Mesoarchean subduction processes: 2.87 Ga eclogites from the Kola Peninsula, Russia // Geol. 2010. Vol. 38. P. 739–742. doi: 10.1130/G31219.1. 70

Yu H. L., Zhang L. F., Wei C. J., Li X. L., Guo J. H. Age and P-T conditions of the Gridino eclogite in the Belomorian Province, Russia // J. Metamorp. Geol. 2017. Vol. 35. P. 855–869. doi: 10.1111/jmg.12258

Volodichev O. I., Maksimov O. A., Kuzenko T. I., Slabunov A. I. Archean zircons with omphacite inclusions from eclogites of the Belomorian Province, Fennoscandian Shield: The first finding // Minerals. 2021. Vol. 11. Art. 1029. doi: 10.3390/min11101029

Whitney D. L., Evans B. W. Abbreviations for names of rock-forming minerals // *Amer. Mineral.* 2010. Vol. 95. P. 185–187. doi: 10.2138/am.2010.3371

## References

Likhanov I. I. Metamorphic indicators for collision, extension, and shear zone geodynamic settings of the Earth's crust. *Petrology.* 2020;28(1):1–16. doi: 10.1134/S086959112001004X (In Russ.)

Maksimov O. A., Balagansky V. V., Slabunov A. I., Larionov A. N. Two high-pressure metamorphic events in the Early Precambrian eclogites of the Gridino Area (Belomorian Province of the Fennoscandian Shield): Petrology and geochronology. *Petrology.* 2022;2:140–165. doi: 10.31857/S0869590322020042 (In Russ.)

Mints M. V., Belousova E. A., Konilov A. N., Natapov L. M., Shchipansky A. A., Griffin W. L., O'Reilly S. Y., Dokukina K. A., Kaulina T. V. Mesoarchean subduction processes: 2.87 Ga eclogites from the Kola Peninsula, Russia. *Geol.* 2010;38:739–742. doi: 10.1130/G31219.1.70

Slabunov A. I., Balagansky V. V., Shchipansky A. A. Mesoarchean to Paleoproterozoic crustal evolution of the Belomorian Province, Fennoscandian Shield, and the tectonic setting of eclogites. *Russian Geology and Geophysics.* 2021;62(5):525–546. doi: 10.2113/RGG20204266 (In Russ.)

Volodichev O. I., Maksimov O. A., Kuzenko T. I., Slabunov A. I. Archean zircons with omphacite inclusions from eclogites of the Belomorian Province, Fennoscandian Shield: The first finding. *Minerals.* 2021;11:1029. doi: 10.3390/min11101029

Volodichev O. I., Slabunov A. I., Kuzenko T. I., Bibikova E. V., Konilov A. N. Archean eclogites in the Belomorian Mobile Belt, Baltic Shield. *Petrology.* 2004;12(6):540–560. (In Russ.)

Whitney D. L., Evans B. W. Abbreviations for names of rock-forming minerals. *Amer. Mineral.* 2010;95:185–187. doi: 10.2138/am.2010.3371

Yu H. L., Zhang L. F., Wei C. J., Li X. L., Guo J. H. Age and P-T conditions of the Gridino eclogite in the Belomorian Province, Russia. *J. Metamorp. Geol.* 2017;35:855–869. doi: 10.1111/jmg.12258

Поступила в редакцию / received: 22.08.2022; принята к публикации / accepted: 25.08.2022.  
Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declares no conflict of interest.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

### Максимов Олег Александрович

научный сотрудник лаборатории геологии и геодинамики докембрия

e-mail: olemaximov@mail.ru

## CONTRIBUTOR:

### Maksimov, Oleg

Researcher, Precambrian Geology and Geodynamics Laboratory