

Химическое Th-U-Pb изохронное (CHIME) датирование палеопротерозойской перекристаллизации архейского мигматитового циркона из высокобарной лейкосомы

© К. А. Докукина¹, В. В. Хиллер²

¹Геологический институт РАН, г. Москва, Россия. E-mail: dokukina@mail.ru

²Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия. E-mail: hilvervit@mail.ru

Неизотопное химическое датирование методом CHIME метамиктных мигматитовых полистадийных цирконов из высокобарной лейкосомы Беломорской эклогитовой провинции проводили на микроанализаторе CAMECA SX 100. Было получено три изохроны с возрастaми ~2.7, 2.4 и 1.9 млрд лет. Палеопротерозойский изохронный возраст на рубеже 2.4 млрд лет отвечает перекристаллизации цирконов под воздействием флюида.

Ключевые слова: геохронология; химическое датирование; циркон; рентгеноспектральный микрозондовый анализ.

Chemical Th-U-total Pb isochron (CHIME method) dating of early Paleoproterozoic re-equilibration of Archean migmatitic zircon from high-pressure leucosome

K. A. Dokukina¹, V. V. Khiller²

¹Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia. E-mail: dokukina@mail.ru

²Zavaritskii Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia. E-mail: hilvervit@mail.ru

The metamict migmatitic multistage zircon was dated by a Chemical Th-U-total Pb isochron method (CHIME method) by CAMECA SX 100 electron microprobe. Three isochrones were obtained with the age values of ca 2.7, 2.4 and 1.9 Ga. The Palaeoproterozoic isochron chemical age of ca. 2.4 Ga corresponds to zircon recrystallization under the effect of fluid.

Keywords: geochronology; chemical dating; zircon; Electron probe microanalysis (EPMA).

Метод химического датирования CHIME (Chemical Th-U-total Pb isochron method) [4] применяется для определения возраста формирования минералов с высокими содержаниями Th, U и Pb, таких как монацит, уранинит и др. [2], и основан на высокоточном определении содержаний радиоактивных (Th, U) элементов и (не)радиоогенного (общего) Pb методом рентгеноспектрального микрозондового анализа (PCMA) минералов-носителей геохронологической информации. Из-за низких содержаний Th, U, Pb датирование цирконов обычно выполняют методом локальной изотопной масс-спектрометрии на приборах с лазерным (LA-ICP-MS) или ионным (SIMS) пробоотбором. Иногда на практике, встречаются цирконы с высокими концентрациями Th, U, Pb, для исследования возраста которых возможно применить метод CHIME, в том числе непосредственно в шлифах.

Объектом изучения были выбраны цирконы с высокими концентрациями U, Th, Pb, извлеченные из высокобарной лейкосомы, пронизывающей эклогитизированные базитовые дайки в районе села Гридино в пределах метаморфических комплексов докембрийской Беломорской эклогитовой провинции. Петрология и возраст лейкосомы были достаточно подробно изучены ранее [1]. Гранат-фенгитовая лейкосома формировалась при декомпрессионном плавлении высокобарных пород и испытывала метасоматические и метаморфические преобразования при перемещении пород из условий эклогитовой фации через гранулитовую фацию высоких давлений к условиям амфиболитовой фации. Цирконы из лейкосомы были датированы U-Th-Pb изотопными методами. Классическим U/Pb методом по навескам и единичным зернам был получен возраст ~2.65 млрд лет. Методом SHRIMP II были датированы магматические и метаморфические цирконы, которые по ядрам дали статистически значимую оценку возраста около 2.71 млрд лет, а каймы этих цирконов сформировались на рубеже 1.9 млрд лет. В редких случаях в цирконах сохраняются древние ядра с возрастaми ~2.8 млрд лет. Однако, самую распространенную группу удлиненных высокоурановых цирконов с метамиктными ядрами с высокими концентрациями U, Th, Pb и Hf (рис. а) изотопными методами датировать не удалось. Данная группа цирконов представлена удлиненными коричневыми кристаллами, обрамленными бесцветными тонкими каймами. Серые пятнистые, пронизанные ветвящимися темными прожилками в катодолуминесценции (CL) ядра в редких случаях сохраняют реликты осцилляторной зональности, структура которой была нарушена. Метамиктные ядра окружены светлыми в CL каймами.

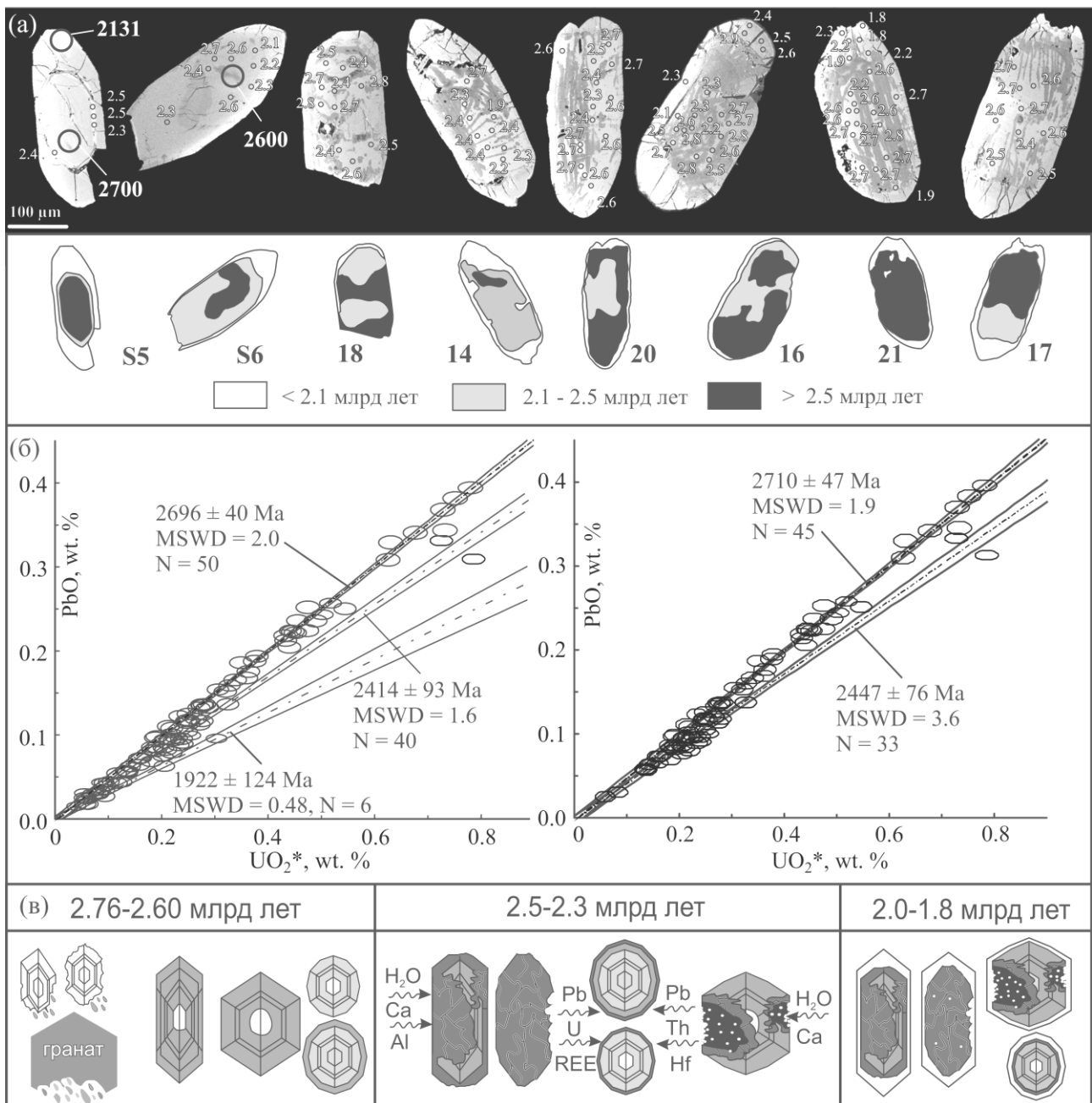


Рис. 1. BSE изображения цирконов из гранат-фенгитовой лейкосомы, образец D17-7, мыс Варгас (а) с точечными определениями химического возраста (маленькие кружки, возраст в млрд лет), большие кружки — место SHRIMP анализа, возраст в млн лет. Ниже приведены схемы распределения точечных возрастов на срезе циркона; (б) График UO₂*-PbO, построенный по микрозондовым анализам зерен циркона из пробы D17-7; (в) последовательность преобразований циркона (пояснения в тексте).

Неизотопное химическое датирование методом CHIME метамиктных цирконов в шашке и в шлифе проводили на микроанализаторе CAMECA SX 100. Рассчитаны возрасты циркона как по единичным определениям содержания U, Th, Pb в точке (рис. а) по методу [3], так и по изохронному методу [4]. Было получено три изохроны с возрастaми ~2.7, 2.4 и 1.9 млрд лет (рис. б). Химические изохронные возрастa ядер 2.7 и кайм 1.9 млрд лет повторили результаты изотопного датирования. Палеопротерозойский изохронный химический возраст ~2.4 млрд лет соответствует рекристаллизации циркона в присутствии флюида и росту минеральных включений торита и уранинита в некоторых перекристаллизованных доменах.

Исследование условий формирования гранат-фенгитовой лейкосомы, состава, морфологии и возраста цирконов позволило определить последовательность роста и перекристаллизации цирконов в процессе пост-эклогитовой декомпрессионной истории (рис. 1в). Цирконы с возрастaми ~2.7 млрд лет, соединяющие в своих характеристиках как магматические, так и метаморфические характери-

стики росли в присутствии расплава при перемещении пород из пиковых условий эклогитовой фации через фацию гранулитов повышенных давлений. В это время происходило частичное плавление пород кислого и основного состава, в том числе формирование гранат-фенгитовой лейкосомы [1]. Частичное плавление пород сопровождалось растворением раннего домигматитового циркона с последующим осаждением новообразованного циркона на сохранившихся фрагментах древнего циркона. Кроме того, новый циркон мог расти за счет реакций высвобождения Zr, например, при разложении граната или рутила. По мере того, как породы остывали, из остаточных расплавов кристаллизовался новый циркон, а высвобождающиеся жидкости приводили к избирательной рекристаллизации существующих цирконов. Перекристаллизация циркона под воздействием флюида или расплава происходило по двум основным механизмам перекристаллизации: диффузионному и растворения–пересадки. Zr-высвобождающий флюид определял выборочную перекристаллизацию существующего циркона и процессы роста новообразованных кайм.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН № 19 и гранта РФФИ № 18-05-01214.

Литература

1. Беломорская эклогитовая провинция: последовательность и возраст событий в истории эклогитовой ассоциации Гридино / К. А. Докукина [и др.] // Геология и геофизика. 2012а. № 10. С. 1338–1371.
2. Chemical (non-isotopic) and isotopic dating of Phanerozoic zircon — a case study of durbachite from the Třebíč Pluton, Bohemian Massif / M. A. Kusiak [et al.] // Gondwana Res. 2010. V. 17. P. 153–161.
3. Electron microprobe dating of monazite / Montel J.-M. [et al.] // Chem. Geol. 1996. V. 131. P. 37–53.
4. Suzuki K., Kato T. CHIME dating of monazite, xenotime, zircon and polycrase: Protocol, pitfalls and chemical criterion of possibly discordant age data // Gondwana Res. 2008. V. 14. P. 569–586.

Докукина Ксения Александровна, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Геологического института РАН, г. Москва.