

УДК 514:552.321

Ю.В. Денисова

Институт геологии имени академика Н. П. Юшкина
Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

ЦИРКОНИЙ- ГАФНИЕВЫЙ ИНДИКАТОР ДЛЯ ПОРОД БАДЬЯЮСКОГО МАССИВА (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

Цирконий- гафниевое отношение является важнейшим индикаторным значением, анализ которого позволяет не только разделить циркон и минерал-содержащую породу на раннюю и позднюю генерацию, но и определить температурный режим образования минерала и гранита. В представленной статье показаны результаты применения Zr-Hf геотермометра для гранитов Бадьяюского массива. Согласно анализу маркерных значений, рассматриваемые породы сформировались при температурах от 763°C до 928°C.

Ключевые слова: циркон, гранит, геотермометр, Бадьяюский массив, Приполярный Урал.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2022.64

Химический состав элементов- примесей в цирконе может варьироваться в зависимости от материнских пород, от насыщенности редкими элементами среды минералообразования во время выделения минерала. Одним из постоянных примесных компонентов является гафний. Этот элемент обладает повышенной устойчивостью при изменении давления, температуры, щелочности кристаллообразующей среды. Способность гафния к постепенному накоплению относительно циркония в процессе формирования породы позволяет использовать Zr-Hf отношение для циркона в качестве индикаторного для выявления минералов поздних генераций, для гранитов - для определения фракционирования и рудоперспективности гранитов. Совместное изучение этих цирконий гафниевых отношений дает возможность определить температурный режим для циркона и породы, его содержащего [2, 6, 7].

Целью работы является выяснение температурного режима формирования гранитов Бадьяюского массива на основе анализа Zr-Hf отношений самой породы и акцессорного циркона, содержащегося в граните.

Бадьяюский гранитный массив находится в северо- восточной части Приполярного Урала. Рассмотренное гранитное тело длиной около 10 км и шириной до 1 км пересекает долины рек Малая и Большая

Бадьяю и далее прослеживается до р. Селемью. Массив сложен массивными лейкократовыми (аляскитовыми) гранитами, подвергавшимся процессам катаклаза. Согласно геологическим изысканиям Л. В. Махлаева, этот массив может быть частью единого трещинного плутона, так же, как и расположенные рядом Яротский и Лемвинский массивы [8, 9, 10].

Определение искомым температур проведено с помощью Zr- Hf геотермометра [1]. Согласно исследованиям Л. Я. Арановича и Н. С. Бортникова, между колебаниями содержаний циркония и гафния в цирконе и граните и температурой имеет место взаимосвязь:

$$T(K)=1531/(\ln K+0.883), K=(Zr_{цц}*Hf_{гр})/(Zr_{гр}*Hf_{цц}),$$

где K – коэффициент распределения Zr и Hf между цирконом (ц) и гранитом (гр), T(K) – температура, Кельвин, Zr_{цц}, Hf_{цц} - содержание циркония и гафния в цирконе, мас. %, Zr_{гр}, Hf_{гр} - содержание циркония и гафния в граните, мас. %.

Для изучения пород Бадьяюского массива были отобраны частные пробы в количестве 5 единиц точечным методом. Расчет температур производился по данным микрозондового анализа, выполненным в ЦКП «Геонаука» Института геологии Коми НЦ УрО РАН (аналитик Шевчук С. С.), и данным ICP- MS метода (Институт геологии и геохимии, Екатеринбург, аналитик Ю. Л. Ронкин).

В результате получены следующие сведения: для пробы Б-1 температурный диапазон составляет от 793°C до 908°C и в среднем 851°C, для пробы Б-4 - от 763°C до 881°C и в среднем 826°C, для пробы Б-6 - от 834°C до 928°C и в среднем 890°C, для пробы Б-9 - от 821°C до 908°C и в среднем 868°C, для пробы Б-10 - от 785°C до 899°C и в среднем 825°C.

Гистограммы, составленные на основе выявленных показателей, (рис. 1) позволяют сделать вывод, что бадьяюские граниты являются породами, сформированными преимущественно при температурах от 800 °С до 900 °С.

Таким образом, проведенный анализ цирконий- гафниевых соотношений для циркона и гранита Бадьяюского массива позволяет утверждать, что температурный режим для рассмотренного массива, согласно Zr-Hf геотермометру, характеризуется диапазоном высоких температур: от 763°C до 928°C при средней температуре 851°C. Это позволяет предположить, что становление массива проходило за достаточно короткий временной промежуток, вероятно, в следствии быстрого остывания граниторасплава. Это ранее полученные сведения, определенные с использованием методик Ж. П. Пюпина и Г. Тюрко, Е. Б. Ватсона, Дж. М. Монтеля [3, 4, 5].

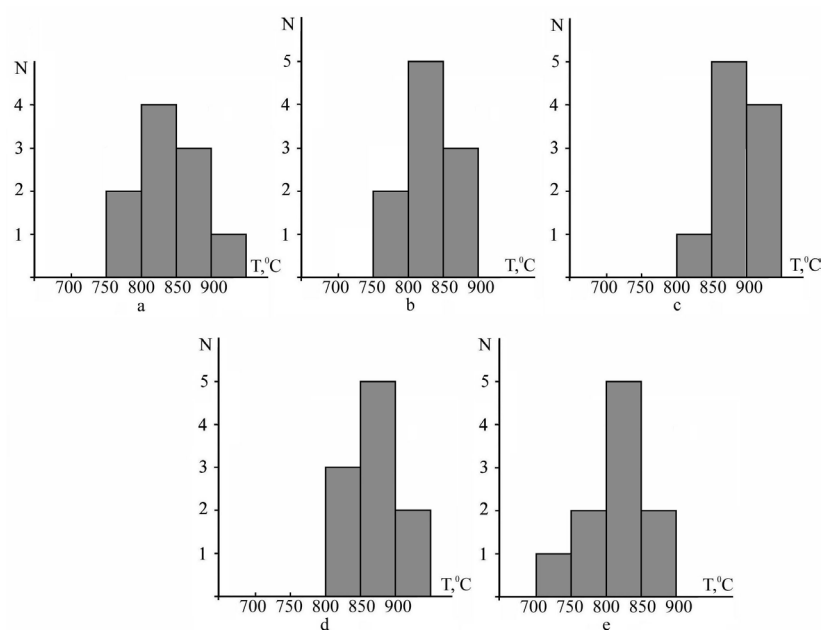


Рис. 1. Температуры формирования гранита и циркона Бадьяюского массива. Пробы: а) Б-1, б) Б-4, с) Б-6, d) Б-9, е) Б-10.

Библиографический список

1. Аранович Л.Я., Бортников Н.С. Новый Zr-Hf геотермометр для магматических цирконов // Петрология, т. 26, № 2, 2018. С. 109-115.
2. Багдасаров Э.А. Индикаторное значение цирконий- гафниевого отношения цирконов // Типоморфизм, синтез и использование циркона. Киев: Наукова думка, 1989. С. 59 - 64.
3. Денисова Ю.В. Петрогенетическое значение ZrO_2/HfO_2 отношения в акцессорном цирконе гранитов Приполярного Урала // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, № 2, 2015. С. 23 - 31.
4. Денисова Ю.В. Типоморфические и типохимические особенности акцессорного апатита из гранитов Бадьяюского массива (Приполярный Урал) // «Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН», № 17. Апатиты, 2020. С. 168-171. doi: <https://doi.org/10.31241/FNS.2020.17.031>.
5. Денисова Ю.В. Термическая характеристика гранитов Бадьяюского массива (Приполярный Урал) по монациту // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН, № 18. Апатиты, 2021. С. 155- 159. 10.31241/FNS.2021.18.028
6. Ляхович В.В. Акцессорные минералы: их генезис, состав, классификация и индикаторные признаки. М.: Наука, 1968. 276 с.
7. Ляхович В.В. «Цирконовый метод»: достоинства и недостатки. Статья II // Вестник Воронежского университета. Серия геология. 2000. Вып. 9. С. 124 - 127.
8. Махлаев Л.В. Гранитоиды севера Центрально- Уральского поднятия (Полярный и Приполярный Урал). Екатеринбург: УрО РАН, 1996. 189 с.

9. *Фишман М. В., Голдин Б. А.* Гранитоиды центральной части Приполярного Урала. М.- Л.: АН СССР, 1963. 105 с.

10. *Пыстин А. М., Пыстина Ю. И.* Метаморфизм и гранитообразование в протерозойско- ранне палеозойской истории формирования Приполярноуральского сегмента земной коры // Литосфера. 2008. № 11. С. 25 – 38.

ZIRCONIUM-HAFNIUM INDICATOR FOR ROCKS OF THE BADIAYU MASSIF (THE SUBPOLAR URALS)

J.V. Denisova

yulden777@yandex.ru

The zirconium-hafnium ratio is the most important indicator value, the analysis of which allows not only to divide zircon and mineral-containing rock into early and late generation, but also to determine the temperature regime of mineral and granite formation. The presented article shows the results of the application of the Zr-Hf geothermometer for granites of the Badiayu massif. According to the analysis of marker values, the rocks were formed at temperatures from 763 °C to 928 °C.

Keywords. zircon, granite, geothermometer, the Badiayu massif, the Subpolar Urals.