

ДИАПЛЕКТОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЦИРКОНА В ИМПАКТИТАХ.

Л.И. Глазовская, В.Д. Щербаков

В импактите процесс циркон испытывает различные преобразования. По циркону развивается высокоплотная модификация рейдит, именно так специальная российская минералогическая комиссия ИМА назвала этот минерал, несмотря на то что в предшествующих русскоязычных публикациях она была названа ридит с соблюдением транскрипции по имени получившего его в 1969 г. в эксперименте ученого Алана Рида (Reid, A. F). Рейдит был получен при статическом давлении 12 ГПа и $T = 900^\circ\text{C}$. По данным (Wittmann et al., 2006, Osinski et al, 2012) переход циркона в рейдит происходит при давлении 20-50 ГПа при этом сингония циркона не мняется остается тетрагональной, но пространственная структура и параметры элементарной ячейки меняются (для циркона - параметры элементарной ячейки: $a = 6.607 \text{ \AA}$ и $c = 5.981 \text{ \AA}$; для рейдита - параметры элементарной ячейки: $a = 4.734 \text{ \AA}$ и $c = 10.51 \text{ \AA}$), при переходе циркона в рейдит увеличивается плотность на 9,9%. (Gucsik et al., 2004). Диагностируется рейдит по рамановским спектрам и по параметрам элементарной ячейки.

Рейдит обладает способностью переходить в циркон в условиях вторичного отжига при температуре приблизительно 1100°C . К настоящему времени рейдит обнаружен в нескольких импактных структурах: Рис (Германия), Попигай (Россия), Чиксулуб (Мексика), Сюянь (Китай), в закратерных выбросах из импактной структуры Чесапик (США), где он встречается в тектитовых стеклах и в стекле зювитов Логойской астроблемы (Белоруссия).

Чаще всего рейдит обрзуетеся в краевой части цркона (рис 1) образуя кайму вокруг зерна.

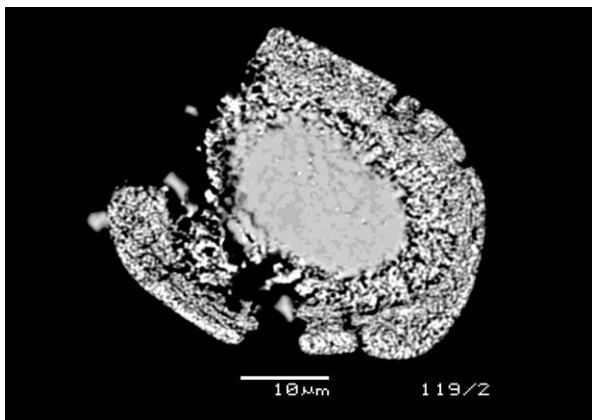


Рис 1. Зерно циркона, частично перешедшее в ридит, в импактном стекле Логойского кратера. В краевой части зерна виден распад циркона и ридита на бадделеит - ZrO_2 (самая светлая фаза) и SiO_2 (темно серая фаза).

В наших предыдущих исследованиях (Глазовская, Щербаков, 2018) было показано образование рейдита при твердофазовом преобразовании вещества и при кристаллизации из импактного расплава.

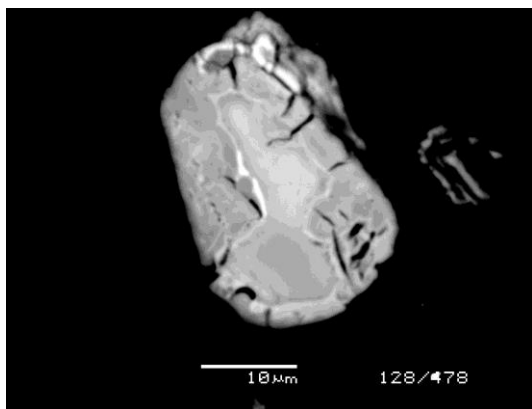


Рис. 2. Зерно циркона, частично перешедшее в реидит, в импактном стекле Логойского кратера. Зона осветления связана с выносом кремния и тонким распылением бадделеита и соответствует диаплектовому стеклу по циркону по данным EBSD анализа.

Из расплава, как правило из оплавленной зоны вокруг зерна циркона, в условиях высокого давления кристаллизуется реидит в форме дендритов как результат быстрого охлаждения расплава. Может происходить частичный распад реидита и циркона на ZrO_2 (бадделеит) и SiO_2 видимо еще при высокой температуре.

В некоторых случаях модель преобразования циркона в импактном процессе другая: реидит образуется на твердофазовом уровне, а распад реидита и циркона на бадделеит и SiO_2 , происходит на микроуровне в виде распыления этих фаз в структуре циркона, тогда присутствие бадделеита улавливается только при микронзондовом изучении состава и видно на картинах во вторичных электронах рассеивания. После распада циркона и реидита на бадделеит и SiO_2 в случае их тонкодисперсного нахождения в структуре происходит вынос кренезема из структуры циркона и реидита что хорошо определяется по микронзондовым анализам и на картине во вторичных электронах рассеивания в виде осветленных участков зерна. Соответственно в участках зерна циркона диагностируемых как циркон и реидит составы минералов хорошо рассчитываются на кристаллохимическую формулу, а составы для участков с тонкодисперсным бадделеитом характеризуются нехваткой кремния в связи с его выносом. Бадделеит иногда накапливается и сохраняется в виде кайм во внешней части зерна.

Для одного из зерен циркона частично перешедшего в реидит были изучены дифракционные картины (метод EBSD).

Электронные дифракционные картины получены с помощью прибора Oxford NordlysMax2, установленного на Jeol JSM6480 SEM при ускоряющем напряжении 30 кВ и токе пучка ~ 3 нА. Прибор был откалиброван на чистом кремниевом кристалле. Изображения Кикучи накапливались и обрабатывались в программном обеспечении AzTec. Для моделирования электронной дифракции мы использовали структурную базу данных ICSD (2003), реализованную в программном обеспечении AzTec. Кроме того, дифракционная картина реидита была смоделирована по структурным данным Dutta&Mandal (2012) с помощью программного обеспечения Twist.

По данным EBSD метода было подтверждено наличие реидита в цирконе и присутствие участка в центральной части зерна, имеющего аморфное строение. Такая аморфизация с сохранением формы кристалла является результатом образования

диаплектового стекла, то есть является аморфизацией минерала на твердофазовой стадии преобразования вещества в импактном процессе. Диаплектовое стекло по циркону описывается впервые.

Выводы:

При импактном воздействии на циркон может образоваться его высокоплотная модификация — рейдит, а также диаплектовое стекло по циркону.

Миграционные процессы не только являются одним из механизмов формирования высокоплотных фаз в импактитах, но и сопровождают постимпактное преобразование циркона.

Литература:

Глазовская Л.И., Щербаков В.Д. Особенности образования высокобарных фаз при ударном метаморфизме. // Материалы X-я Всероссийской петрографической конференции с международным участием Петрология магматических и метаморфических комплексов. Томск, 2018.с. 51-60.

Gucsik A. et al. Infrared and Raman spectra of ZrSiO₄ experimentally shocked at high pressures // Mineralogical Magazine.2004. Т. 68. №. 5. С. 801-811.

Wittmann, A., Kenkmann, T., Schmitt, R.,T. (2006) Shock-metamorphosed zircon in terrestrial impact craters. Meteoritics & Planetary Science, 41, №. 3, 433-454.

Osinski, G. R., Pierazzo, E. Ed. (2012) Impact cratering: Processes and products. 310 p. John Wiley & Sons.