

### **Возраст кристалла. Можно ли его определить?**

В одной из мартовских тетрадок за 1965 год английского еженедельника «Nature» («Природа») в разделе «Письма к редактору» появилась небольшая заметка четырех авторов — трех физиков и одного археолога. В заметке сообщается, что авторы сделали попытку определить возраст ножа, некогда изготовленного из обсидиана — куска твердой, застывшей стекловидной массы вулканического происхождения. Этот нож в 1927 году был найден в древней пещере археологом, одним из авторов заметки. По косвенным признакам было установлено, что изготовлен он был давным-давно, много тысячелетий тому назад. Лезвие ножа — его наиболее тонкая часть — было оплавлено. Видимо, в то время, когда им пользовались по назначению, нож побывал в огне костра. Именно этим обстоятельством авторы и решили воспользоваться для более точного определения возраста ножа.

Проследим их логику. В обсидиане, как, впрочем, и в любом материале, всегда имеется естественная незначительная примесь изотопов урана, которые, как уже упоминалось, самопроизвольно делятся, спонтанно рождая осколки, создающие треки. Перед тем, как нож попал в костер, в нем заведомо было множество треков от осколков, возникавших при спонтанном делении. Эти треки, однако, должны были залечиться в огне костра, настолько жаркого, что кромка лезвия ножа оказалась оплавленной. После того, как костер погас, процесс спонтанного деления продолжал создавать новые треки в остывшем ноже. Их, разумеется, должно быть тем больше, чем больше времени прошло с того момента, когда погас костер. Авторы тщательно исследовали нож и обнаружили на его поверхности, равной  $5,6 \text{ см}^2$ , семнадцать треков, созданных спонтанным делением. Очевидно, число треков от спонтанного деления в единице объема определится формулой  $n_{mp} = n^i \lambda t$ , где  $n^i$  — число атомов изотопа урана в единице объема,  $\lambda$  — вероятность спонтанного деления, или, иначе, число делений в единицу времени,  $t$  — время, в течение которого в образце накапливались треки. Именно это время нас и интересует.

Величину  $n_{mp}$  авторы определили экспериментально, изучая нож, величина  $\lambda$  сообщается в соответствующих таблицах, а число атомов  $n^i$  изотопа урана авторы определили в независимом опыте. После расчетов оказалось, что  $t = 3700 \pm 900$  лет. Этот возраст, определенный с помощью треков от осколков делящихся ядер, согласуется с определением археологов, которые, пользуясь косвенными соображениями, определили почти тот же возраст. Итак, треки, созданные осколками ядер естественной примеси урана, рассказали о грустном эпизоде в жизни ножа — безмолвного куска неживой породы; 3700 лет тому назад он побывал в огне костра.

Историю обсидианового ножа, обезображенного огнем костра, стоило рассказать. Она — типичный пример использования треков при решении различных задач из области геохронологии и археологии. На примере рассказанной истории видно, каким образом геологи, изучая треки, могут определить возраст ископаемого минерала, т. е. выяснить обстоятельства, имеющие огромное значение при организации поисковых работ.

Здесь можно бы рассказать и о том, что дефекты структуры треков являются своеобразными «элементами памяти» ископаемого минерала, запечатлевшими не только дату его рождения, но и многие детали его «биографии». Скажем, минерал некогда испытал на себе действие повышенной температуры. Имевшиеся в нем к тому моменту треки частично залечатся и затем будут протравливаться не так, как «свежие» треки. Таким образом, треки также могут «сообщить» о том, что некогда было повышение температуры.

Можно надеяться и на то, что треки хранят воспоминания не только о факте бывшего нагрева, но и о том, какой температуры достигал этот нагрев. Дело в том, что вследствие анизотропии скорости залечивания в нагревавшемся минерале должно быть распределение размеров треков по ориентациям, зависящее от того, при какой температуре происходило частичное залечивание. Данные об анизотропии длин треков могут быть использованы для того, чтобы, пусть приблизительно, определить температуру некогда бывшего нагрева.

Треки в естественных минералах могут хранить воспоминания и о различных механических воздействиях, которые некогда были минералами испытаны. Треки «многое помнят» и о «многом могут рассказать».

*При підготовці матеріалу використовувалися результати наукових досліджень викладачів кафедри фізики металів, а також фрагменти з науково-популярної літератури:*

1. *Бокштейн Б.С. Атомы блуждают по кристаллу. – М.: Наука, 1984. – 208 с.*
2. *Гегузин Я.Е. Очерки о диффузии в кристаллах.- М.: Наука, 1974. – 255 с.*
3. *Гегузин Я.Е. Живой кристалл.- М.: Наука, 1987. – 192 с.*