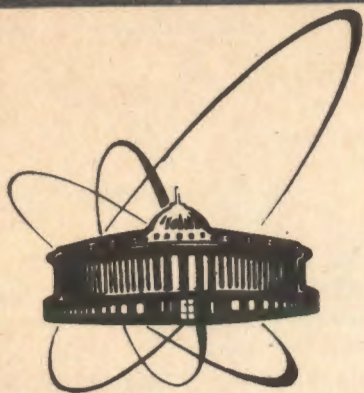


91-503



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
Дубна

P14-91-503

И.Г.Абдуллаев\*, Х.Муртазаев\*, В.П.Перелыгин,  
Р.И.Петрова, Л.Энхжин

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕКОВ ОСКОЛКОВ ДЕЛЕНИЯ  
В ПРИРОДНЫХ СТЕКЛАХ

---

\*Худжандский государственный университет,  
Таджикистан

1991

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Стеклянные трековые детекторы, подобно кристаллам, обладают способностью регистрировать и сохранять в течение многих миллионов лет следы осколков спонтанного деления ядер  $^{238}\text{U}$ <sup>1-3/</sup>. Это обстоятельство позволяет проводить измерения трековым методом возраста всевозможных стекол, как синтетических, так и природных - вулканических стекол, импактитов, тектитов, путем измерения плотности треков от осколков спонтанного деления  $^{238}\text{U}$  и от деления  $^{235}\text{U}$  тепловыми нейтронами.

Возможности трекового метода при измерениях возраста стекол существенно шире, чем других инструментальных методов определения возраста - калий-аргонового, рубидий-стронциевого и др., обеспечивающих в лучшем случае измерения возраста от нескольких сотен тысяч лет и выше. В зависимости от концентраций урана возможно надежное определение трекового возраста от нескольких десятков лет (стекла, в основу которых входят соли урана) до нескольких сотен или тысяч лет (при концентрации урана  $10^{-6}$ - $10^{-7}$  г/г на 1 г стекла).

В этих экспериментах наиболее целесообразно применять последовательное послойное протравление стекол на глубину 15-20 мкм в каждом этапе травления. Такая процедура позволяет получать вполне надежные результаты при плотности до  $10^2$  тр./см<sup>3</sup> стекла<sup>4,5/</sup>.

В случае, если основу исследуемых синтетических стекол составляют соединения свинца или висмута (концентрация от нескольких процентов до 50-60% по массе), то возможно завышение трекового возраста за счет деления ядер свинца, висмута ядерно-активной компонентой галактических космических лучей. Такой эффект для ядер естественного свинца на широте Москвы достигает  $(15 \pm 4)$  дел. на грамм свинца в год<sup>6/</sup>.

При определении трекового возраста стекол необходимо учитывать эффект частичной термической регрессии "древних" треков осколков деления. Этот учет производят "методом плато", основанным на контролируемом отжиге "древних" и "свежих" треков в одинаковых условиях<sup>7/</sup> либо путем сопоставления спектров диаметров треков осколков спонтанного деления  $^{238}\text{U}$  и треков от деления  $^{235}\text{U}$  тепловыми нейтронами<sup>8/</sup>.

Можно отметить, что трековый метод определения возраста стекол имеет широкий диапазон применения и в целом в ряде случаев

существенно превосходит возможность других методов измерения абсолютного возраста природных стекол и не имеет конкуренции для синтетических стекол.

## 2. ЭКСПЕРИМЕНТ

Настоящие опыты по определению трекового возраста образцов природных стекол являются продолжением цикла наших работ по измерению возраста стекол, кристаллов по эффекту спонтанного деления  $^{238}\text{U}$ , проводящихся систематически начиная с 1968 г. Нами были выбраны два образца тектитов-индошинитов из Таиланда и вулканическое стекло - перлит (обр. № 1502) из Армении.

Образцы стекол раскалывали механическим путем, затем прозрачные сколы этих стекол монтировали в эпоксидную смолу, шлифовали и полировали. Для отработки режима травления стекла помещали в контакт с препаратом спонтанно делящегося изотопа  $^{244}\text{Cm}$  и облучали флюэнсом  $\sim 10^3$  оск/см<sup>2</sup>.

Оптимальный режим травления был получен при протравливании в 10% водном растворе плавиковой кислоты при 20°C в течение 6-10 мин. Диаметр треков осколков деления при этом режиме достигает 8-10 мкм, что позволяет проводить поиск и счет треков под микроскопом при увеличении 150-200X.

Нами были также проведены измерения эффективности регистрации осколков деления в исследуемых стеклах. С этой целью природные стекла и эталонное силикатное натриевое стекло помещали в контакт с тонким препаратом урана  $\sim 0,1$  мкг/см<sup>2</sup> и облучали тепловыми нейтронами с флюэнсом  $\approx 10^{12}$  п/см<sup>2</sup>.

Затем стекла протравливали в плавиковой кислоте и определяли плотности треков осколков деления.

Исходя из известной эффективности регистрации осколков деления в эталонном стекле,  $\epsilon = (42 \pm 3)\%$ , эффективности регистрации осколков деления в индошинитах и тектите (перлит) из Армении были определены соответственно равными  $E_{T1} = (21 \pm 3)\%$ ;  $E_{T2} = (19 \pm 3)\%$ ;  $E_{\text{п}} = (23 \pm 4)\%$ . Таким образом, тектиты-индошиниты из Таиланда имеют эффективность регистрации существенно меньшую, чем у тектитов-молдавитов, эффективность регистрации осколков деления в которых около 50%, и тектитов-жаманшинитов и иргизитов, эффективность регистрации которых составляет  $(40 \pm 8)\%$ .

При определении трекового возраста часть стекол предварительно отжигали при 500°C в течение 6 час. Такая процедура приводила к полному устранению треков осколков спонтанного деления  $^{238}\text{U}$  в исследуемых стеклах.

Затем эти стекла облучали на реакторе ИБР-2 ОИЯИ тепловыми нейтронами с флюэнсом  $1,1 \cdot 10^{15}$  1/см<sup>2</sup> (тектиты) и  $5,7 \cdot 10^{15}$  1/см<sup>2</sup>

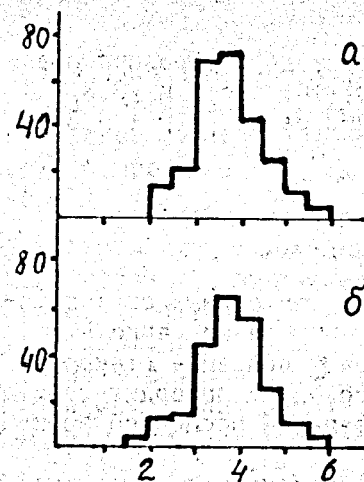


Рис.1. Распределение диаметров треков осколков деления в перлите: а - треки осколков спонтанного деления  $^{238}\text{U}$ ; б - треки осколков деления  $^{235}\text{U}$  тепловыми нейтронами.

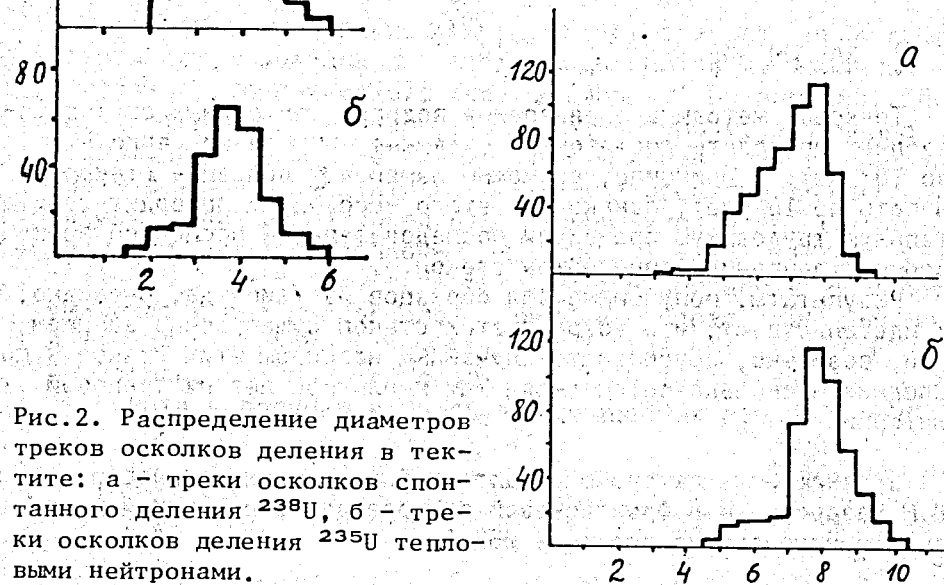


Рис.2. Распределение диаметров треков осколков деления в тектите: а - треки осколков спонтанного деления  $^{238}\text{U}$ , б - треки осколков деления  $^{235}\text{U}$  тепловыми нейтронами.

(перлит). Флюэнс нейтронов определяли с помощью препарата естественного урана  $0,13$  мкг/см<sup>2</sup>, находившегося в контакте с лавсановым трековым детектором.

Стекла, содержащие треки спонтанного деления урана и треки от деления урана-235 тепловыми нейтронами, монтировали в эпоксидную смолу, полировали и протравливали в 10% растворе HF при 20°C в одних и тех же условиях.

Просмотр этих стекол проводили под микроскопом при 600X, определяли плотности треков осколков деления и измеряли их диаметры. На рис.1,2 представлены распределения диаметров треков осколков спонтанного и индуцированного тепловыми нейтронами деления ядер урана в исследуемых стеклах.

Как видно из этих графиков, средние диаметры треков осколков спонтанного деления несколько меньше (на 6-8%), чем "свежие" треки.

Аналогичный эффект наблюдался нами ранее при исследованиях стекол импактитов и тектитов метеоритного кратера Жаманшин.

С учетом этого эффекта трековый возраст двух образцов индо-шнитов равен, соответственно,  $(7,5 \pm 0,8) \cdot 10^5$  лет и  $(8,3 \pm 0,8) \cdot 10^6$  лет. Возраст перлита из Армении равен  $(2,6 \pm 0,3) \cdot 10^5$  лет.

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Трековая методика определения возраста природных стекол позволяет проводить достаточно надежные измерения вплоть до  $10^5$  лет. В принципе, возможны измерения образцов стекол вплоть до  $10^4$  лет, однако для этого необходимо проводить длительную трудоемкую процедуру последовательной послойной полировки, травления и просмотра стекол.

Результаты, полученные для образцов из Таиланда, очевидно, свидетельствуют, что возраст этих стекол существенно занижен, это, возможно, обусловлено случайным нагревом этих стекол в последние несколько сотен тысяч или миллионов лет их трековой истории.

В заключение авторы выражают глубокую признательность В.М.Назарову, М.В.Фронтасевой за проведение облучений тепловыми нейтронами на реакторе ИБР-2.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Fleischer R.L., Price P.B., Walker R.M. - Particle Tracks in Solids. Principles and Applications Univ. of California Press, Berkeley, California, 1975.
2. Флеров Г.Н., Берзина И.Г. - Радиография минералов, руд и горных пород. М.: Атомиздат, 1979.
3. Гангрский Ю.П., Марков Б.Н., Перельгин В.П. - Регистрация и спектрометрия осколков деления. М.: Энергоиздат, 1981.
4. Флеров Г.Н., Перельгин В.П. - Атомная энергия, 1969, т.26, №6, с.250.
5. Цесьляк Э. - Сообщение ОИЯИ Р1893, Дубна, 1970.
6. Флеров Г.Н., Отгонсурэн О., Перельгин В.П. - Атомная энергия, 1971, т.33, № 6, с.979.
7. Storzer D., Wagner G.A. - Earth. Planet. Sci. Lett., 1969, v.5, p.431.
8. Флоренский П.В. и др. - Астрономический вестник, 1972, XIII, с.178.

Рукопись поступила в издательский отдел  
18 ноября 1991 года.