

Регистрация быстрых ионов расширяющейся плазмы в ходе взрывного разрушения мишени

Для регистрации быстрых ионов используются трековые детекторы CR-39, позволяющие видеть накопительный эффект воздействия ионных потоков на приемники ионов в различных конфигурациях ионно-оптических устройств; применяются также магнитные анализаторы, дающие возможность анализировать осциллограммы электрических сигналов ионов и провести времяпролетные измерения в каждом из выстрелов.

Трековые детекторы, подставленные прямо под облучение плазменным фронтом на расстоянии 3–13 см от центра зоны ударного сжатия, демонстрируют сплошное заполнение «плазменными треками» (Рис. 3).

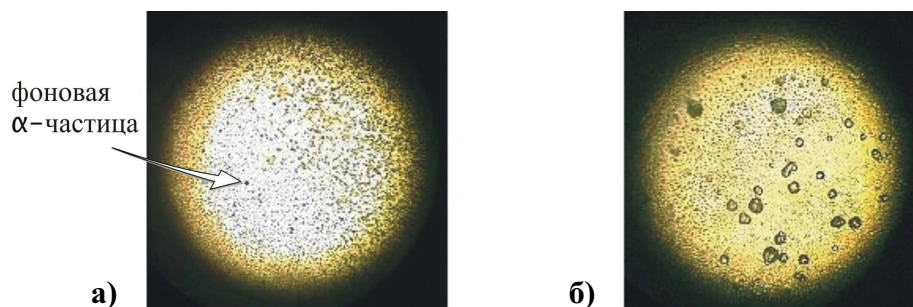


Рис. 3. Картина заполнения трекового детектора, содержащая мелкие (плазменные) и выделяющиеся крупные треки струй ионов (а); треки особо крупных плазменных частиц (б).

По наблюдениям треков нижняя оценка количества трекообразующих ионов с энергией 10–100 кэВ/нуклон составляет $10^{10} - 10^{12}$.

В ряде экспериментов наблюдалось – помимо сплошного высыпания плазменных треков – повышенное количество ядерных треков, по скорости трекового травления близких или тождественных α -частицам (Рис. 4).

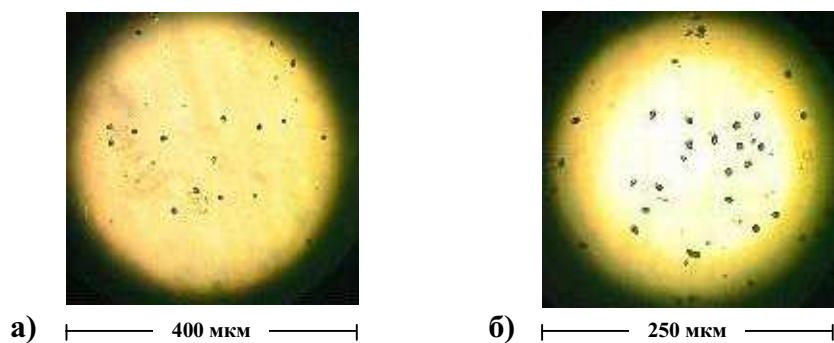


Рис. 4. Картина заполнения детектора треками α -частиц после экспозиции в экспериментах № 5092, 5095, 5096 (а); после 30 секундной экспозиции детектора над источником Pu^{239} с интенсивностью 10^4 импульсов / мин (б).

К редким событиям относятся факты обнаружения коллективных, централизованных треков, которые нельзя отнести к независимым α -частицам. Таким примером является обнаружение на детекторе расположенном сразу за экранирующей сеткой уникального централизованного трекового кластера состоящего из 276 треков (Рис. 5).

Обращает на себя внимание тот факт, что указанные треки обладают сильно выраженной общей направленностью, на Рис. 5 она ориентирована преимущественно вниз. Последнее означает, что все указанные частицы принадлежат одному семейству и вылетели они из одного общего центра с мало отличающимися по модулю и направлению импульсами.

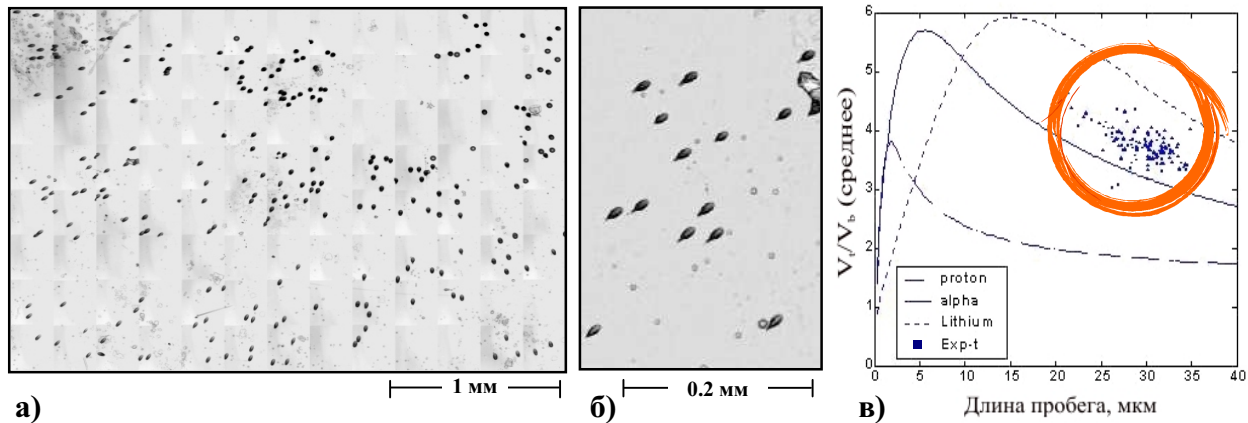


Рис 5. Картина заполнения детектора треками в эксперименте №4109, содержащая «гигантский» трековый кластер из 276 треков (а); ее отдельный фрагмент размером 240×300 мкм (б); сопоставление отношения измеренных величин скорости трекового и объемного травления с длиной пробега (в).

Анализ треков, выполненный по алгоритму, использующему результаты оптических измерений наклонных треков на сканирующем оптическом микроскопе Olympus, приводит к выводу о том, что кластер состоял из α -частиц с энергиями в диапазоне 4 – 6 МэВ.

При регистрации радиальных составляющих ионного потока магнитным анализатором, расположенным непосредственно в разрядной камере, наибольший интерес представляют измерения электрического сигнала прямопролетного коллектора, регистрирующего самые быстрые частицы (Рис. 6).

Измерения электрических сигналов показывают, что наиболее быстрые ионы, определяющие ток ионов в радиальном направлении, несут энергию порядка десятков кэВ/нуклон. Определение полного количества быстрых частиц из токовых измерений затруднено влиянием электромагнитных наводок на переднем фронте раннего коллекторного сигнала, однако, пересчет тока пучков этих ионов «на 4 π » дает на много порядков более высокую оценку по сравнению с числом 10^{12} частиц, получаемым из трековых данных.

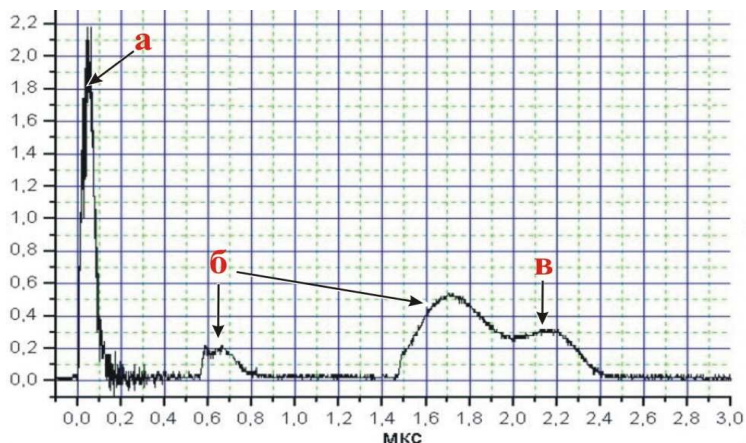


Рис. 6. Осциллограмма, характеризующая поток частиц расширяющейся плазмы. Маркером (а) отмечены легкие малозарядные или тяжелые многозарядные одноатомные ионы, энергия самых быстрых из них оценивается как 20 кэВ/нуклон, что подтверждается наличием плазменных треков на трековом детекторе в позиции «прямо напролет» и слабо отклоненных траекторий; маркером (б) — тяжелые однозарядные атомные ионы, в том числе сверхтяжелые, либо малозарядные кластеры; маркером (в) — сверхтяжелые атомные ионы либо кластеры.