

ЛАЗЕРНАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ В СТРИМЕРНОЙ КАМЕРЕ

*А.Г.Калимов, В.С.Козлов, М.В.Стабников,
В.И.Тираканов, М.А.Томбах, Э.И.Аницой,
О.В.Лобанов, В.В.Лысенко, В.В.Мирошкин,
В.В.Пашук, М.Г.Тверской*

На протонном пучке синхроциклотрона ЛИЯФ получены первые снимки ядерных реакций в стримерной камере с лазерной регистрацией. Отмечается высокая эффективность одновременного детектирования релятивистских и медленных частиц при хороших возможностях их идентификации в широком диапазоне энергий с применением ионизационных измерений.

Благодаря управляемости, малому времени памяти и изотропности, стримерная камера может служить детектором ядерных событий в наполняющем ее газе. Существующие способы регистрации треков в стримерной камере, основанные на фиксации слабого света, испускаемого стримерами, ограничивают возможности применения камеры для изучения ядерных реакций. Из-за неравномерного распределения яркостей утрачивается часть информации о релятивистских частицах, в то время как яркий ореол у следов высокоионизирующих частиц затрудняет их идентификацию и выделение вершины события [1].

Предложен [2] и реализован новый способ регистрации треков в стримерной камере с помощью лазера, устраняющий зависимость характеристик камеры от яркости свечения стримеров. Прозрачная неоднородность, каковую представляет собой стример, визуализируется при освещении объема стримерной камеры импульсами лазерного света. Эксперименты, проведенные в лабораторных условиях, показали, что изображения элементов треков на лазерных тенеграммах получают достаточно контрастными для стримеров разной яркости [3].

Разработана и запущена стримерная камера с лазерной регистрацией для исследования ядерных взаимодействий на протонном пучке син-

хроциклотрона ЛИЯФ АН СССР. Ниже сообщается о первых наблюдениях ядерных реакций в этой камере и обсуждаются возможности ее использования в ядерном эксперименте.

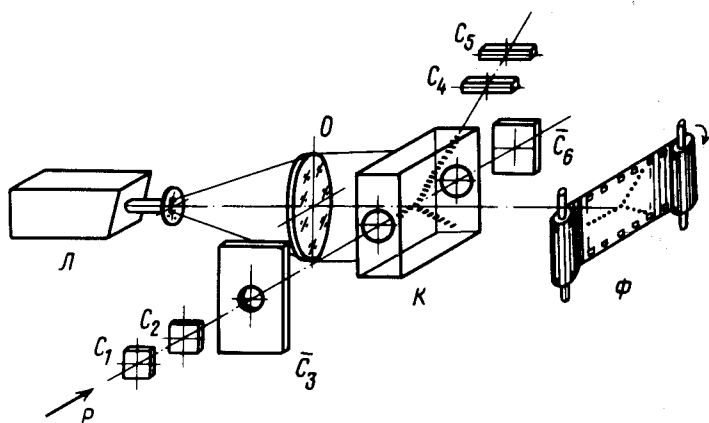


Рис. 1. Стримерная камера с лазерной регистрацией на протонном пучке: P – пучок протонов с энергией 1 ГэВ, L – азотный импульсный лазер, O – коллимирующий объектив, K – камера, Φ – фотопленка, C_1 – C_6 – сцинтилляционные счетчики

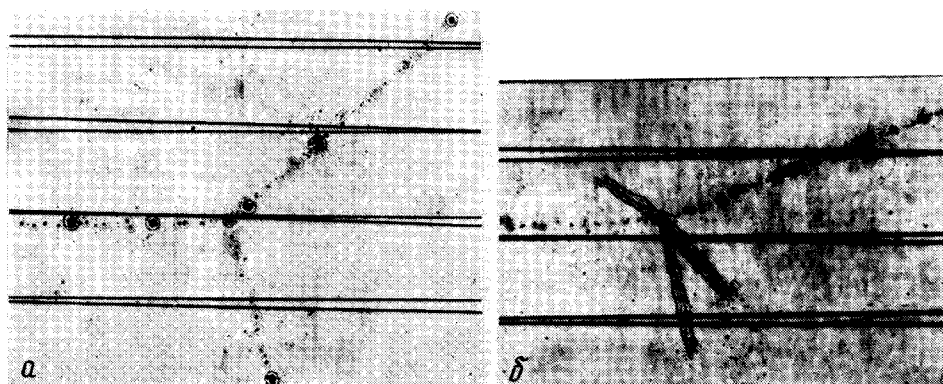


Рис. 2. Тенеграммы ядерных реакций в стримерной камере. Горизонтальные линии – проволочки электродов (шаг 10 мм): a – pp -взаимодействие, b – $p^{12}C \rightarrow p\alpha$

Упрощенная схема расположения основных элементов установки по отношению к пучку 1 ГэВ протонов представлена на рис. 1. Для наполнения камеры использована смесь 70% He + 30% CH₄ при атмосферном давлении и пиковой напряженности электрического поля 30 кВ/см. Освещение объема камеры производится с помощью оптической системы на основе азотного импульсного лазера, не налагающего никаких ограничений на эффективность регистрации редких событий [4]. Запуск камеры и лазера осуществляется электронной логической схемой по ко-

манде, которая вырабатывается при совпадении сигналов от счетчиков C_1, C_2, C_4, C_5 и отсутствии сигналов от счетчиков \bar{C}_3 и \bar{C}_6 (рис. 1). Схема обеспечила получение тенеграмм ядерных реакций на каждом третьем снимке при интенсивности пучка протонов $\sim 10^5$ см $^{-1}$ и площади его сечения ~ 1 см 2 . Для регистрации лазерных тенеграмм используется фотопленка "Изопанхром 18" ($S_{0,85} = 120$ ед. ГОСТ) шириной 8 см.

В ходе экспозиции установки на ускорителе получено около 2500 лазерных тенеграмм треков протонов и ядерных взаимодействий (рис. 2). Обнаружено, что независимо от числа частиц, образующихся в результате ядерных реакций (зарегистрированы "звезды" с числом лучей ≤ 8), их треки наблюдаются одинаково отчетливо, позволяя точно локализовать вершину события. Треки α -частиц и ядер отдачи вместе с треками релятивистских протонов хорошо просматриваются на одних и тех же снимках.

Выполнены измерения некоторых основных характеристик треков протонов, полученных при лазерной регистрации и — одновременно — при фоторегистрации (фотопленка "Изопанхром 22", $S_{0,85} = 1400$ ед. ГОСТ). Результаты измерений и вычислений отдельных параметров сведены в таблицу.

Параметр	D мм	L мм	σ мм	$\sigma_{\text{диф}}$ мм	n см $^{-1}$	n_1 см $^{-1}$
Лазерная регистрация	$0,38 \pm 0,01$	$2,5 \pm 0,1$	0,195	0,186	$8,2 \pm 0,6$	8,1
Фоторегистрация	$1,53 \pm 0,04$	$6,2 \pm 0,4$	0,240		$2,5 \pm 0,5$	

Характеристики треков протонов с энергией 1 ГэВ. D — поперечный размер элемента трека; L — его длина в направлении электрического поля; $\sigma_{\text{диф}}$ — диффузионная длина пробега первичных электронов за время задержки высоковольтного импульса (~ 400 нсек); σ — среднеквадратичный разброс элементов трека от траектории протона в плоскости электродов; n — плотность элементов трека на единицу его длины; n_1 — значение первичной удельной ионизации, рассчитанное в соответствии с [5].

Приведенные данные показывают, что при лазерной регистрации возможна более точная локализация трека, чем при традиционной фотографической. Лазерные тенеграммы представляют большие возможности для точных ионизационных измерений. Примечательным является факт практического совпадения значения плотности элементов трека с расчетной величиной удельной первичной ионизации. Это открывает перспективу прецизионной идентификации заряженных частиц по их ионизационным потерям [6] в широком диапазоне энергий. Так, исходя из поперечного размера элемента трека на тенеграмме $D \approx 0,04$ см (таблица), можно полагать выполнимыми измерения плотности элементов трека вплоть до величин $n \approx 25$ см $^{-1}$, что для указанного наполнения камеры соответствует энергии протона ~ 100 МэВ.

В заключение следует указать на перспективность применения стримерной камеры с лазерной регистрацией для исследования многочастичных ядерных реакций.

Институт ядерной физики
им. Б.П.Константинова
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
7 августа 1979г.

Литература

- [1] A.Kanofsky. Nucl. Instr. Meth., **140**, 433, 1977.
 - [2] М.В.Стабников, М.А.Томбак. Труды Международной конференции по аппаратуре в физике высоких энергий. Дубна, 1971, стр. 382.
 - [3] V.S.Kozlov, M.V.Stabnikov, V.I.Tarakanov, M.A.Tombak. Nucl. Instr. Meth., **140**, 125, 1977.
 - [4] А.Г.Калимов, В.С.Козлов, М.В.Стабников, В.И.Тараканов, М.А.Томбак. Письма в ЖЭТФ, **3**, 1057, 1977.
 - [5] В.К.Ермилова, Л.П.Котенко, Г.И.Мерзон, В.А.Чечин. ЖЭТФ, **56**, 1608, 1969.
 - [6] В.А.Давиденко, Б.А.Долгошеин, С.В.Сомов, В.Н.Старосельцев. ЖЭТФ, **58**, 130, 1970.
-