

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

3346/83

24/6-83

P13-83-154

И.Ц.Иванов, В.И.Ляшенко, В.А.Панюшкин,  
Д.Б.Понтекорво, И.В.Фаломкин, Ю.А.Щербаков,  
Я.Экснерова, Я.Яни, А.Трифонов,\* Т.Трошев\*,  
В.Христов\*

ЛАЗЕРНАЯ ДЕЙТЕРИЕВАЯ  
СТРИМЕРНАЯ КАМЕРА-МИШЕНЬ  
ПРИ ДАВЛЕНИИ 5 атм  
В РЕЖИМЕ САМОШУНТИРОВАНИЯ

Направлено в "НИИМ"

\* ИЯИЯЭ БАН, София

1983



## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы появился особый интерес к трековым детекторам небольших размеров с высоким пространственным разрешением, которые могли бы применяться в качестве вершинных детекторов в гибридных спектрометрах. Этот интерес возник в связи с проблемой изучения короткоживущих частиц с временем жизни  $10^{-12} \pm 10^{-13}$  с. Пробеги частиц лежат в интервале  $30 \pm 300$  мкм. Регистрация таких частиц и наблюдение их рождения и распада предъявляют новые требования к трековым детекторам. Детектор должен иметь пространственное разрешение порядка 10 мкм, быть управляемым и способным работать в интенсивных пучках. Некоторые детекторы в различной степени удовлетворяют этим требованиям: полупроводниковые детекторы, фотоэмульсии, пузырьковые камеры.

Стримерные камеры привлекают к себе особое внимание, поскольку они управляемы, могут работать в интенсивных пучках частиц и являются перспективными в смысле возможностей улучшения пространственного разрешения. Увеличение пространственного разрешения может быть достигнуто путем повышения давления в камере и использования лазерного освещения объема камеры с последующей регистрацией голограмм следов частиц. При повышении давления растет плотность числа первичных ионов, уменьшается диффузия электронов, образующихся по следу проходящей частицы, в результате чего уменьшается ширина следа частицы. При этом среднеквадратичное отклонение центров изображения стримеров от кривой, аппроксимирующей след, составляет обычно <sup>1/</sup>  $\sigma = \sqrt{\frac{2D_0 p_0 t}{p}}$ , где  $\sigma$  - среднеквад-

ратичное отклонение,  $D_0$  - коэффициент диффузии электронов в газе при атмосферном давлении  $p_0$ ,  $t$  - время диффузии,  $p$  - рабочее давление.

В работах <sup>1,2/</sup> описаны неон-гелиевые стримерные камеры высокого давления, в которых с применением ЗОП достигнуто пространственное разрешение  $\sim 40-150$  мкм.

Нашей целью является создание стримерных камер-мишеней высокого давления с хорошим пространственным разрешением для исследования взаимодействия частиц с ядрами водорода и дейтерия.

В водородной стримерной камере /давление до 1 атм/ разряд без добавок метана дает в основном ультрафиолетовое свечение. При этом получить треки можно, используя высокую напряженность электрического поля  $\sim 70$  кВ/см <sup>3/</sup>. Тем не менее, и здесь приходится для регистрации следов применять ЗОП или пленку высокой чувствительности. Водородная стримерная камера с самшунтированием

разряда <sup>4/</sup> требует меньших напряженностей электрического поля  $\sim 30$  кВ/см, дает локализацию следа того же порядка, но большую яркость.

Голографический метод съема информации со стримерных камер позволяет подойти по-новому к созданию водородной или дейтериевой стримерных камер, поскольку регистрация элементов трека основана на рефракции или дифракции лазерного света на оптических неоднородностях, возникающих в стримерных каналах. Голографическая регистрация не зависит от светимости стримера и снимает необходимость применения ЗОП; при этом изображения стримеров могут быть получены даже на малочувствительной пленке. Кроме того, поскольку с увеличением давления уменьшается диаметр лавины <sup>2/</sup> и увеличивается рефракция и дифракция лазерного света на элементах трека, то следует ожидать дальнейшего уменьшения диаметров изображений регистрируемых стримеров.

В данной работе изложены результаты продолжающихся экспериментальных исследований <sup>5,6/</sup> в которых при использовании габоровской схемы голографирования удалось зарегистрировать лазерные тенеграммы следов электронов в водороде при давлении 2 атм. Камера работала в режиме самшунтирования, при котором в каждом стримере выделяется значительно большая энергия, чем в обычном режиме работы стримерных камер.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА

Техника эксперимента от описываемой в <sup>5/</sup> отличалась лишь тем, что для обеспечения взрывобезопасности стримерная камера помещалась в специальный сосуд, наполнявшийся азотом /рис.1/. Камера диаметром 7 см и глубиной 1,5 см была изготовлена из плексиглаза и закрывалась с обеих сторон стеклами толщиной 11 мм на резиновом уплотнении. Электроды изготовлены из натянутой на стекло-текстолитовые кольца бронзовой проволоки диаметром 110 мкм /шаг намотки 3 мм/. После сборки камеры межэлектродное расстояние составляло 4,5 см. Майларовые окна в камере были приклеены эпоксидным клеем. Дейтерий чистотой 99,99 вводился в камеру после ее откачки до уровня  $10^{-2}$  тор с промежуточной промывкой. На камеру непосредственно от высоковольтного генератора импульсных напряжений /ГИН/ подавался импульс с передним фронтом около 20 нс, постоянной спада 1,5 мкс и амплитудой до 260 кВ. Задержка импульса ГИН относительно момента прохождения электрона через камеру равнялась  $400 \pm 5$  нс. Камерный объем просвечивался, как и в <sup>5/</sup>, коллимированным пучком от лазера на красителе "Родамин 6Ж", который накачивался азотным лазером в импульсном режиме генерации <sup>7/</sup>. Лазерные тенеграммы регистрировались фотокамерой РФК-5 с объективом "Гелиос-40" на фотоэмульсии "Микрат 300" <sup>5/</sup> чувствительностью  $S_{0,85} = 11$  ед. ГОСТ. Регистрация велась вдоль электрического поля. Объектив использовался для оптического сжа-



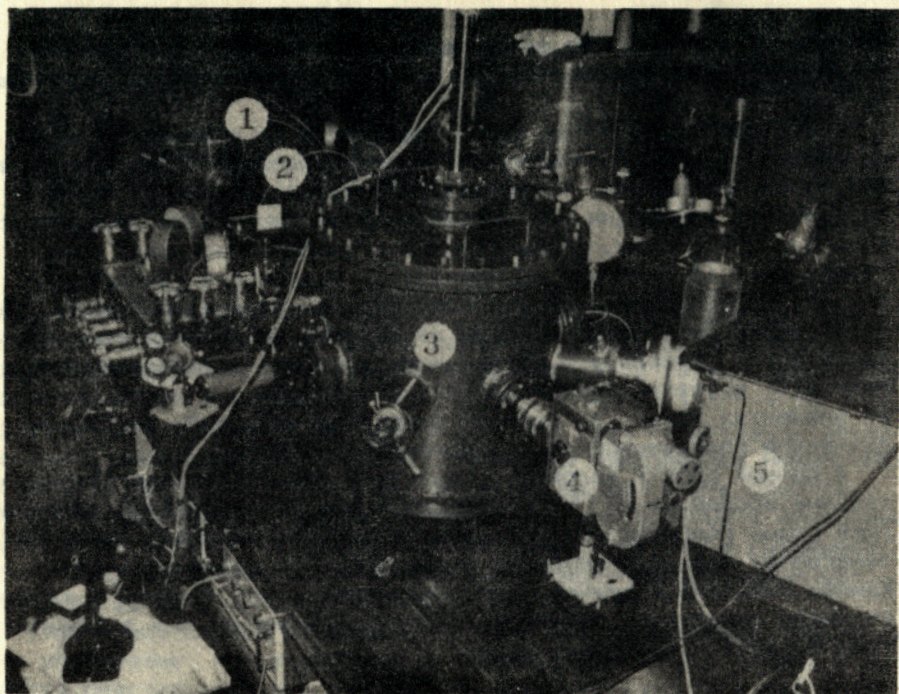


Рис.1. Общий вид лазерной дейтериевой стримерной камеры. 1 - азотный импульсный лазер; 2 - лазер на красителе "Родамин 6Ж"; 3 - сосуд с азотом; 4 - фотокамера РФК-5; 5 - генератор импульсных напряжений.

тия изображения голографируемого объема в соответствии с размерами фотокадра. Таким образом, регистрировались габоровские голограммы /тенеграммы/ стримеров во фраунгоферовой зоне дифракции.

В рабочий газ камеры было введено 0,1% метана и 0,05% паров воды /8/. Присутствие этих примесей практически не меняет свойств камеры как дейтериевой мишени, но приводит к более четкому разграничению между областями образования первичной лавины и остальной частью стримерного канала. Задержка лазерного импульса относительно импульса ГИН менялась от 0 до 50 мкс. Треки появились при задержках ~100 нс и достаточно хорошо регистрировались /до 50 мкс/.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

На рис.2 приведена тенеграмма трека электрона от радиоактивного источника  $^{90}\text{Sr}$  при давлении в камере 5 атм дейтерия /амплитуда импульса ГИН равнялась 260 кВ/.

Нами были измерены диаметры дифракционных изображений стримеров, среднее квадратичное отклонение центров изображений стримеров от прямой, а также плотности числа стримеров на треке. Результаты измерений показали, что средний диаметр изображения стримера не изменялся при изменении задержки лазерного импульса в интервале  $0 \div 50$  мкс. Путем сравнения дифракционных картин от стримеров и от проволочек электродов камеры можно оценить действительный размер диаметра стримерного канала  $\sim 120$  мкм/. Плотность числа стримеров практически не зависит от задержки лазера и составляет  $9 \pm 2$  стр/см. Среднее квадратичное отклонение центров стримеров от траектории электрона, которая аппроксимировалась прямой по методу наименьших квадратов на ЭВМ, составляет  $\sim 80$  мкм.

Авторы выражают признательность В.П.Джелепову за поддержку работы, Л.М.Сороко и В.М.Быстрицкому за полезные обсуждения, А.Г.Потехину, В.Ф.Поенку, И.Я.Седову, В.Самсонову, Г.Швачко, С.К.Абдуллину и С.С.Шиманскому за помощь в работе.

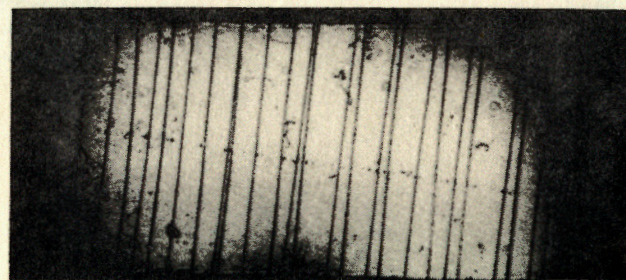


Рис.2. Тенеграмма трека электрона от радиоактивного источника  $^{90}\text{Sr}$  в дейтерии при давлении 5 атм. Длина трека  $\sim 3$  см.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Eckard V., Weing S. Photonics Applied to Nuclear Physics, European Hybrid Spectrometer Workshop on Holography and High Resolution Techniques Strasbourg, 9-12 Nov, 1981, p. 239.
2. Majka P. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1982, v.192, p. 241.
3. Rohrbach F. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1973, v. 111, p. 484.



4. Кулюкин М.М. и др. ОИЯИ, P13-9713, Дубна, 1976.
5. Будзьяк А. и др. ОИЯИ, 1-80-299, Дубна, 1980.
6. Будзьяк А. и др. ОИЯИ, 13-82-160, Дубна, 1982.
7. Будзьяк А. и др. ОИЯИ, 13-12778, Дубна, 1979.
8. Ляшенко В.И. и др. ОИЯИ, P13-9955, Дубна, 1976.
9. Томбак М.А. Препринт ЛИЯФ, 1979, 499.



Рукопись поступила в издательский отдел  
14 марта 1983 года.

Иванов И.Ц. и др.

P13-83-154

Лазерная дейтериевая стримерная камера-мишень при давлении  
5 атм в режиме самошунтирования

При использовании габоровской схемы голографирования с помощью лазера на красителе "Родамин 6Ж", который накачивался импульсным азотным лазером, впервые зарегистрированы тениграммы следов электронов в дейтериевой стримерной камере при давлении 5 атм. Регистрация велась вдоль электрического поля. Камера работала в режиме самошунтирования. Плотность числа стримеров не зависит от задержки лазера и составляет  $9 \pm 2$  стр/см. Среднеквадратичное отклонение центров стримеров от траектории электрона составляет  $\sim 80$  мкм. Путем сравнения дифракционных картин от стримеров и от проволок электродов камеры можно оценить действительный размер диаметра стримерного канала  $\sim 120$  мкм.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Ivanov I.Ts. et al.

P13-83-154

Laser Deuterium Streamer Chamber-Target at 5 Atm in Self-Shunt Regime

Electron track holograms along the electric field in the deuterium high pressure streamer chamber were registered at 5 atm. The holograms were made with Rodhamin 6G dye laser pumped by a nitrogen pulse laser in Gabor holographic scheme. The chamber worked in the so-called "self-shunt" regime. The value of the streamer density is  $9 \pm 2$  str/cm is independent on the laser pulse time-delay. The registered streamer centers rmd from the electron track is  $\sim 80$  mkm. The real streamer diameter is  $\sim 120$  mkm and was estimated from comparison with the diffraction pictures of the electrode wires.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.