

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

3633/2-80

4/8-80
1-80-303

А.Будзьяк, И.Ц.Иванов, В.С.Козлов, Р.Липперт,
В.И.Ляшенко, В.А.Панюшкин, М.В.Стабников,
В.И.Тараканов, М.А.Томбак, И.В.Фаломкин,
З.Цисек, Ю.А.Щербаков

ГОЛОГРАФИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ
СЛЕДОВ ЭЛЕКТРОНОВ
В ВОДОРОДНОЙ СТРИМЕРНОЙ КАМЕРЕ

1980

1. ВВЕДЕНИЕ

Хорошо известен интерес физиков к проблеме создания и использования в физических экспериментах водородных стримерных камер. Основные трудности в создании таких камер - необходимость применения очень коротких /~10 нс/ и высоковольтных импульсов электрического поля /~70 кВ/см/ и малый световой выход в видимой области спектра при разряде в водороде. Причем следы светятся тем слабее, чем лучше достигается пространственная их локализация.

Новый подход к проблеме, устраняющий эти большие трудности, сделан в работах^{/1-3/}. Идея заключается в том, что с помощью небольших добавок различных веществ можно управлять развитием разряда в водороде и, не обрывая разряда /что позволяет выделиться в разряде большой электрической мощности и соответственно увеличить световой выход/, добиться в то же время хорошей локализации следов частиц. На этом пути удалось зарегистрировать следы электронов в водородной стримерной камере /в указанном так называемом режиме самозащитного разряда/ при сравнительно небольших напряженностях электрического поля /~35 кВ/см/.

Создание водородной стримерной камеры привлекательно в силу ряда причин. Во-первых, она управляема, в отличие от водородной пузырьковой камеры. С другой стороны, стримерная камера позволяет наблюдать многолучевые события, где видны все следы, включая следы ядер отдачи. Кроме того, водородная стримерная камера может являться детектором и одновременно мишенью. Поэтому во многих экспериментах такая камера может оказаться незаменимым, уникальным прибором.

Одним из возможных путей совершенствования стримерных камер является использование лазеров. В работе^{/4/} впервые получены тенеграммы следов частиц в водородной стримерной камере при освещении ее объема азотным лазером. При использовании этого практически безынерционного азотного импульсного лазера /АИЛ/ наиболее просто достигается синхронизация работы камеры с источником света^{/5/}. Однако ультрафиолетовое излучение АИЛ сильно поглощается стеклами камеры, толщина которых во время работы с повышенным давлением газа измеряется сантиметрами. Поэтому для освещения камеры мы применили азотный лазер собственного изготовления^{/6/} с приставкой на органическом красителе /рода-

мин 6Ж/, преобразующей излучение АИЛ с $\lambda=337,1$ нм в видимую область спектра $\lambda = 560$ нм/. В этом случае весь свет, излучаемый красителем, эффективно используется для образования тенеграмм, поскольку он проходит без поглощения даже через толстые стекла камеры.

2. АППАРАТУРА И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Стримерная камера размером $\phi 250 \times 70$ мм², используемая в установке, склеена из цилиндра и листового технического стекла К-8 толщиной 11 мм и выдерживает диапазон рабочих давлений от форвакуума до 1 атм. Треки в ней создаются электронами от источника ⁹⁰Sr, проходящими через окошки, закрытые лавсановой пленкой. Водород, применяемый для наполнения камеры, имеет чистоту 99,99%. Камера работает в режиме самозапуска, но без использования локализирующих добавок. Высоковольтный генератор, описанный в работе¹⁷, может создавать импульсы высокого напряжения с амплитудой до 400 кВ и фронтом ~10 нс. Камера, лазер, ГИН и все оптические элементы размещены на оптическом столе размером 3000x1600 мм² и массой 1700 кг.

На рис.1 представлена схема, позволяющая получать уменьшенное изображение тени трека с помощью масштабирующего объектива¹⁸. Регистрация ведется на фотопленке "Микрат-300" шириной 35 мм, имеющей светочувствительность $S_{0,85} = 11$ ед. ГОСТ и разрешающую способность $R=290$ лин/мм¹⁹. Схема предъявляет высокие требования к качеству объектива O_4 и точности его юстировки. На рис.2 представлена тенеграмма трека, полученная по схеме рис.1. На ней видны оптические искажения, вносимые применявшейся в качестве масштабирующего объектива линзой, не исправленной на абберации. Схема рис.1 требует много места, особенно при получении стереотенеграмм треков. Была также проверена система, формирующая изображение следов и сохраняющая наиболее полно переносимую светом информацию о предмете /рис.3/¹⁰. Полученные с помощью этой системы изображения треков показаны на рис.4.

Нами испытана также схема получения темнопольного изображения треков по методу Теплера¹¹/рис.5/. Расположенная в фокусе линзы O_4 нить диаметром 0,3 мм не только убирала общий светлый фон, но и фильтровала наблюдаемую картину от изображений проволочек электродов, натянутых ей параллельно. В этой схеме сложно юстировать и постоянно поддерживать стабильное положение нити в фокусе линзы O_4 . Она также весьма громоздка и требует использования объективов высокого качества.

Наиболее удобными представляются схемы с промежуточным экраном, позволяющие обойтись минимальным числом оптических

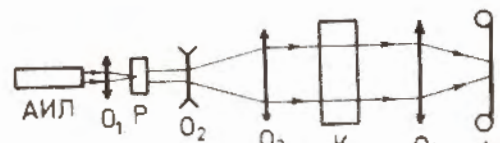


Рис.1. Схема получения уменьшенного изображения тени трека. АИЛ - азотный импульсный лазер; O_1 - кварцевая линза, фокусирующая ультрафиолетовый свет на кювете "Р" с раствором роданина 6Ж; O_2, O_3 - стеклянные линзы, формирующие пучок; К - стримерная камера; O_4 - линза, уменьшающая изображение на фотопленке "Ф".

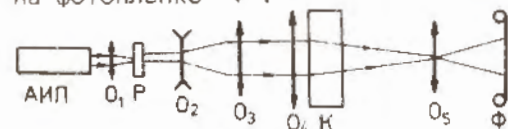


Рис.3. Схема регистрации треков, наиболее полно сохраняющая переносимую светом информацию. АИЛ, $O_1, R, O_2, O_3, K, \Phi$ - то же, что на рис.1; O_4 - линза, формирующая фурье-изображение следов в плоскости фокуса, в которой расположена линза O_5 , формирующая изображение следов электронов на фотопленке.

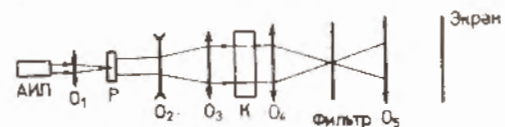


Рис.5. Схема получения изображения треков по методу Теплера. АИЛ, O_1, R, O_2, O_3, K - то же, что на рис.1; O_4 - объектив, формирующий фурье-изображение в плоскости фокуса, в которой расположен фильтр в форме вертикальной нити; O_5 - объектив, формирующий изображение следов электронов на экране, при этом следы видны как яркие точки на темном фоне.

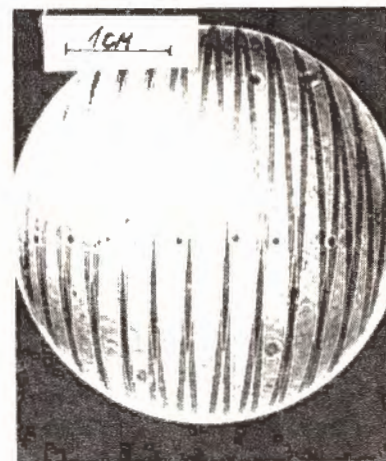


Рис.2. Тенеграмма следа электрона в водородной стримерной камере, полученная по схеме рис.1.



Рис.4. Изображение следов электрона в водородной камере, полученное по схеме рис.3.

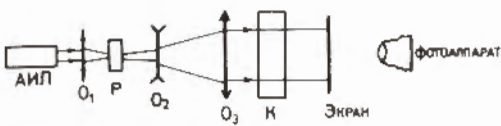


Рис.6. Схема регистрации следов электронов с помощью промежуточного полупрозрачного экрана. АИЛ, O_1 , P, O_2 , O_3 , К - то же, что на рис.1; Э - полупрозрачный экран.

на фотопленку "Изопанхром 22" высокой чувствительности $/S_{0,85} = 1400$ ед. ГОСТ/, что связано с необходимостью регистрации света, рассеянного экраном в большой телесный угол.

ЛИТЕРАТУРА

1. Falomkin I.V. et al. Nuovo Cim.Lett., 1975, 13, p.427.
2. Falomkin I.V. et al. Nucl.Instr.Meth., 1976, 131, p.431.
3. Falomkin I.V. et al. Nuovo Cim.Lett., 1976, 16, p.117.
4. Калимов А.Г. и др. Препринт ЛИЯФ, 518, Л., 1979.
5. Калимов А.Г. и др. Письма в ЖЭТФ, 1977, 3, с.1057.
6. Будзяк А. и др. ОИЯИ, 13-12778, Дубна, 1979.
7. Кулюкин М.М. и др. ОИЯИ, P13-6533, Дубна, 1972.
8. Kozlov V.S. et al. Nucl.Instr. Meth., 1977, 140, p.125.
9. Гороховский Ю.Н., Баранова В.П. Свойства черно-белых фотографических пленок. "Наука", М., 1970.
10. Кольер Р. и др. Оптическая голография. "Мир", М., 1973.
11. Васильев Л.А. Теневые методы. "Наука", М., 1968.

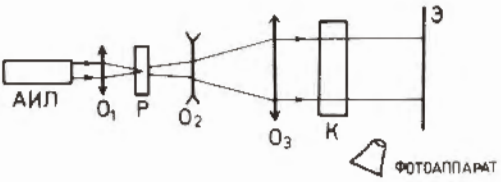


Рис.7. Схема регистрации следов электронов с помощью промежуточного непрозрачного экрана. АИЛ, O_1 , P, O_2 , O_3 , К - то же, что на рис.1; Э - непрозрачный диффузно отражающий свет экран.

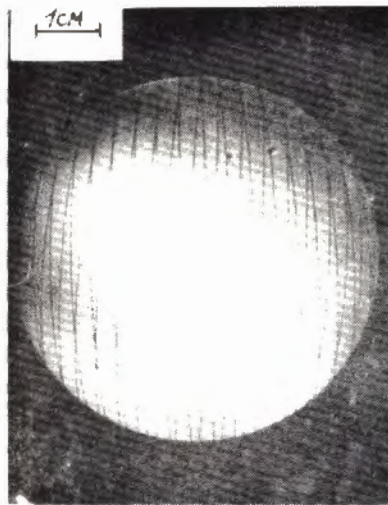


Рис.8. Тенеграмма следа электрона, полученная по схеме рис.6.



Рис.9. Тенеграмма следа электрона, полученная по схеме рис.7.

элементов и создающие особые удобства для получения стереопроекции треков в условиях эксперимента. В первой из них /рис.6/ тени треков фотографируются обычным фотоаппаратом на 35-мм пленку с полупрозрачного матового экрана, во второй /рис.7/ - с диффузно отражающего экрана. Полученные тенеграммы представлены на рис. 8 и 9. Съемка в данном случае велась

Рукопись поступила в издательский отдел
19 апреля 1980 года.