

ТОЧНОСТЬ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТРАЕКТОРИЙ
В ГЕЛЛИЕВОЙ СТРИМЕРНОЙ КАМЕРЕ

С. А. Конюков

УДК 539.1.073

В стримерной камере, наполненной чистым гелием при давлении 1 атм, измерен среднеквадратичный разброс стримеров относительно траектории в различных магнитных полях. При $H = (2,6 + 8,5)$ кГс получено $\sigma = 0,3$ мм.

Интерес к разработке стримерных искровых камер с гелиевым наполнением в первую очередь связан с возможностью использования их для широкого круга физических экспериментов по исследованию взаимодействия заряженных частиц и фотонов с ядром гелия. Вследствие того, что ядро гелия имеет нулевые спин и квантовый спин, теоретическая интерпретация таких процессов существенно упрощается. С другой стороны, поскольку мишенью в таких экспериментах является рабочий газ камеры, можно получить визуально четкую картину взаимодействия: в частности, определить в камере параметры ядра отдачи — пробег, угол вылета. В гелиевой камере, помещенной в магнитное поле, могут быть измерены также импульсы принимающих участие в реакции заряженных частиц. Кроме этого, многократное рассеяние и энергетические потери частиц в гелиевых камерах меньше, чем в неоновых. Однако, из-за физических особенностей газового разряда в гелии получение стримерного режима в таких камерах сопряжено с некоторыми техническими трудностями. Более высокое, чем в неоне, пробивное напряжение требует создания в гелиевых стримерных камерах повышенных по сравнению с неоновыми камерами напряженностей электрического поля (примерно, в 1,4 раза). В то же время более медленное для гелия развитие разряда в лавинной стадии и более быстрое в стримерной требует короткого переднего и заднего фронтов высоковольтного импульса (порядка нескольких нсек).

Попытки создания гелиевых стримерных камер велись до сих пор двумя путями. В работе /1/ введением небольшого количества органических добавок выделяли расположенную вблизи следа пролетевшей частицы более яркую часть проекционного разряда, возникающего при подаче в.в. импульса с довольно пологим передним фронтом (~ 12 нсек). В работах /2,3/ разряд прерывался на лавинной стадии, и следы в камере фотографировались с помощью ЭОПа.

Метод, описанный в /1/, не всегда применим из-за наличия органических добавок в газе камеры. Метод /2,3/, технически сложен вследствие необходимости применения усилителей света и не всегда позволяет с большой точностью восстановить траекторию исследуемой частицы из-за дисторсий, вносимых ЭОПом. Поэтому представляет интерес получить в камере, наполненной чистым гелием, стримерный след, который можно сфотографировать с помощью обычной оптики, и определять точность локализации траектории заряженной частицы в такой камере.

I. Экспериментальная установка

Камера размером $60 \times 40 \times 15$ см³, склеенная из стеклянных пластин с помощью эпоксидной смолы, наполнялась гелием ВЧ при атмосферном давлении методом продува (медленно пропускалось около 20 объемов гелия). Перед этим в течение двух недель в процессе эксплуатации на ускорителе камера попеременно продувалась гелием и наполнялась неонам. Исследование камеры на точность локализации следа начиналось через несколько минут после ее наполнения гелием.

Высоковольтный генератор и специальная система формирования фронта, выполненная на основе /4/, подавали, на камеру импульс с амплитудой 250 кВ и передним фронтом $2 + 4$ нсек с задержкой 1,5 мсек. Длина стримеров в гелиевой камере составляла 15 ± 20 мм. Стримеры имели характерный для гелия темнокрасный цвет. Фотографирование велось с расстояния 3,8 м стереофотоаппаратом с базой 570 мм специальными бездисторсионными объективами ОФ-233 на пленку ТИП5-ТТ чувствительностью 1300 ед. ГОСТ (относительное отверстие объектива 1:4).

Камера располагалась в зазоре магнита СР-81 магнитного спектрометра, созданного группами ИТЭФ и ФИАН (см. /5/) на ускорителе

ИТЭЭ. Регистрировались следы π -мезонов с импульсами около 500 Мэв/с при различных полях.

П. Точность локализации траектории

В табл. I приведены экспериментальные ($\sigma_{\text{экс}}$) значения среднеквадратичного отклонения стримеров относительно траектории заряженной частицы в гелиевой стримерной камере (для $\tau_{\text{зад}} \approx 1,5$ мксек).

Расчет ожидаемого значения $\sigma_{\text{теор}}$ производился аналогично расчетам для чистого неона, подробно описанным в работе /6/.

Для определения $\sigma_{\text{экс}}$ на пленке измерялись координаты всех стримеров на следе частицы, затем методом наименьших квадратов проводилась наиболее вероятная траектория, и вычислялось отклонение каждого стримера от этой траектории.

Таблица I

Т е о р и я		Э к с п е р и м е н т	
H, кгс	$\sigma_{\text{теор}}$, мм	$\sigma_{\text{экс}}$, мм	H, кгс
3	0,29	$0,28 \pm 0,02$	2,6
8	0,24	$0,29 \pm 0,02$	5,6
		$0,29 \pm 0,02$	8,5

Как видно из таблицы, σ мало зависит от величины магнитного поля. Расчетные и экспериментальные данные находятся в хорошем согласии. (Заметим, что в работе /3/ при давлении рабочего газа 15 тор зависимость σ от магнитного поля выражена весьма резко).

Необходимо отметить, что хотя коэффициент диффузии электронов в гелии почти на порядок меньше, чем в неоне, увеличения точности локализации траектории в гелиевой стримерной камере по сравнению с неоновой стримерной камерой не произошло: на той же установке получено для неона $\sigma_{\text{экс}}(\text{Ne}) = 0,4 \pm 0,2$ мм при полях $H = 0,3 + 9$ кгс /6/. Заметим, однако, что эти значения существенно меньше, чем рассчитанные для чистого неона $\sigma_{\text{теор}}(\text{Ne}) = 0,8 \pm 0,5$ мм. Уменьшение σ произошло, по-видимому, из-за влияния примесей (на-

пример, паров эпоксидной смолы и отвердителя) на коэффициент диффузии электронов — неоновые камеры исследовались через несколько недель после наполнения. Гелиевые камеры мы исследовали непосредственно после наполнения и влияние примесей еще не успевало сказаться. Полученное нами для гелия совпадение $\sigma_{\text{эксп}}$ и $\sigma_{\text{теор}}$ тоже, по-видимому, свидетельствует о том, что газ в камере был достаточно чистым.

Автор выражает признательность М. И. Дайону за постоянный интерес и помощь на всех этапах работы, В. А. Шейнману и В. А. Ющенко за помощь в проведении эксперимента, А. О. Вайсенбергу, В. А. Смирнитскому, О. К. Егорову за полезные обсуждения и Е. А. Пожаровой за помощь в обработке результатов.

Поступила в редакцию
22 июня 1973 г.

Л и т е р а т у р а

1. М. М. Куликин. Диссертация ОИЯИ, 1969 г.
2. A. W. Setz, V. Perez-Mendez. Nucl. Instr. and Meth., 73, 34 (1969).
3. Н. З. Анисимова, В. А. Давиденко, Б. А. Долгошеин, С. В. Сомов, В. Н. Старосельцев. ЖЭТФ, 63, 21 (1972).
4. K. Eggert. Nucl. Instr. and Meth., 106, 509 (1973).
5. А. О. Вайсенберг и др. "Материалы совещания по бесфильмовым искровым и стримерным камерам", Дубна, Препринт № I3-4527, 1969 г.
6. М. И. Дайон, О. К. Егоров, С. А. Крылов, Е. А. Пожарова, В. А. Смирнитский, В. А. Чечин. Препринт ФИАН № I3, 1970 г.