

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

4082/83

8/8-83

P13-83-183

А.Будзьяк, Н.П.Боброва, Д.Бенце, М.Д.Кашукеева,  
В.И.Ляшенко, Д.Б.Понтекорво, А.Г.Потехин,  
Э.Содномын, Д.Спореа, И.В.Фаломкин,  
Ю.А.Щербаков

ЛАЗЕРНЫЕ СТРИМЕРНЫЕ КАМЕРЫ –  
МИШЕНИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ  
С МАЛЫМИ РЕГУЛИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ  
К НАПОЛНЯЮЩЕМУ ГАЗУ

1983

В работах/1,2/ показано, что гелиевая стримерная камера /ГСК/ может быть успешно использована одновременно как детектор и "тонкая мишень". С увеличением давления рабочего газа эффективность работы камеры повышается за счет увеличения вероятности взаимодействия частиц, идущих от ускорителя, с ядрами рабочего газа. Лазерная техника, использованная для регистрации следов заряженных частиц в ГСК, дает возможность улучшить локализацию траекторий частиц, более точно определить положение вершины взаимодействия/3-8/.

Как показано в работе/8/, применение лазерной техники для регистрации следов заряженных частиц в ГСК, наполненной гелием, стало возможным при использовании добавок к гелию: метана в пределах  $0,1 \pm 0,9\%$  и паров воды до 1%, причем давление рабочего газа менялось от 2 до 5 атм.

Задачей данной работы является исследование оптимальных условий работы ГСК при давлении 5 атм с лазерной регистрацией, причем добавки метана менялись в пределах  $0,01 \pm 0,09\%$ , а паров воды - в пределах  $0,3 \pm 0,9\%$ . Уменьшение добавок метана до сотых долей процента улучшает чистоту гелиевой камеры-мишени. Результаты этих исследований сравнивались с результатами, полученными нами при тех же самых условиях эксперимента для водородной камеры при давлении водорода 5 атм.

## АППАРАТУРА

На рис.1 показана схема экспериментального стенда, использованного в этой работе. В качестве источника электронов применялся  $\beta$ -источник  $^{90}\text{Sr}$  /2/. Электроны проходили через стримерную камеру /1/ и попадали в сцинтилляционный счетчик /3/, от которого поступал стартовый сигнал. В дальнейшем этот сигнал через электронную систему запуска /4/ поступал на вход генератора импульсных напряжений /ГИН/ /5/. С электрода второго каскада ГИН снимался сигнал, который через кабельную линию задержки /6/ попадал на разрядник азотного лазера /7/ для его запуска. Положительный высоковольтный импульс с выхода ГИН подавался на один из электродов стримерной камеры. Второй электрод был заземлен. С целью освещения камеры излучением в видимой области спектра использована кювета /9/ с родамином 6Ж, на которую импульс света  $\lambda = 337,1 \text{ нм}$  попадал через кварцевую линзу /8/. Луч света, выходящий из родамина  $\lambda = 570 \text{ нм}$ , формировался параллельным телескопом /10,11/ и освещал рабочую часть камеры, проходя через

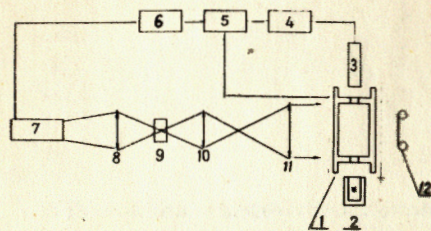


Рис. 1. Блок-схема экспериментального стенда; 1 - стримерная камера; 2 - источник электронов; 3 - сцинтилляционный счетчик; 4 - электронная система запуска; 5 - ГИН; 6 - линия задержки; 7 - импульсный азотный лазер; 8 - кварцевая линза; 9 - кювета с родамином 6Ж; 10, 11 - оптические линзы, 12 - фотопленка.

ее объем. В отличие от работы/8/, в настоящем эксперименте применялась стримерная камера в виде цилиндра из плексигласа с внутренними размерами: диаметр 70 мм, высота 10 мм. С торцов цилиндр был закрыт окошками из плексигласа толщиной 10 мм. Электроды камеры были сделаны из проволочек диаметром 100 мкм, расположенных параллельно на расстоянии 3 мм друг от друга.

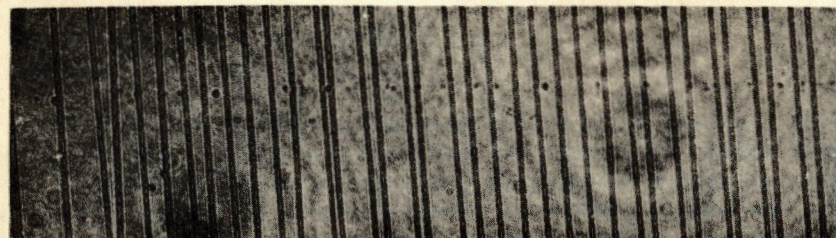
Ударная емкость ГИН, собранного по стандартной схеме Аркадьева-Маркса /ГИН состоит из семи секций/, составляла 3000 пФ. Амплитуда высоковольтного импульса была около 140 кВ. Проверка стабильности этой амплитуды во времени при напряжении питания ГИН 18 кВ дала на его выходе величину разброса 4%, задержка выходного сигнала ГИН по отношению к стартовому сигналу с ФЭУ составляла ~400 нс.

Лазер запускался сигналом с электрода второго каскада ГИН, время задержки этого сигнала /относительно импульса ГИН/ менялось в процессе работы от 125 нс до 3,2 мкс с помощью кабельной линии задержки.

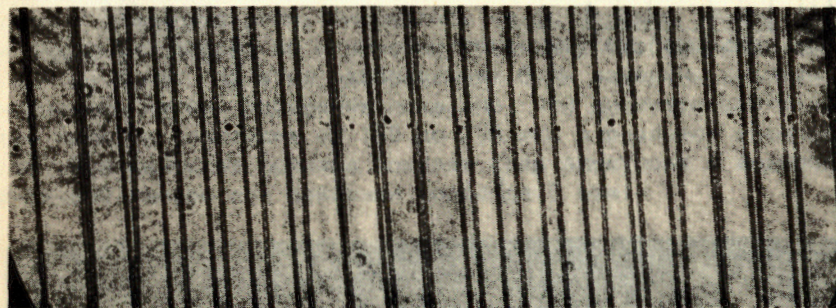
Для наполнения стримерной камеры гелием с примесями метана и паров воды использовалась вакуумная система, которая обеспечивала начальный вакуум около  $10^{-2}$  Тор. С целью хорошей очистки камеры производилось кроме ее откачки в течение длительного времени промывание камеры гелием. В хорошо очищенной стримерной камере можно было как наблюдать следы электронов визуально, так и регистрировать их дифракционные изображения /картины/ с помощью лазерной техники.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В настоящей работе получены тенеграммы следов электронов в ГСК при давлении гелия 5 атм и примесях метана в пределах  $0,01 \pm 0,09\%$ . Тенеграммы стримеров регистрировались на фотопленке "Микрат-300", расположенной на расстоянии 10 см от ГСК с противоположной по отношению к источнику освещения стороны камеры. Во время эксперимента напряженность электрического поля в камере была не менее 40 кВ/см, что более чем в 2 раза превышает напряженность поля, которая использовалась в работах/6,8/.



а



б

Рис. 2. Тенеграммы следов, полученные в гелиевой стримерной камере при давлении 5 атм и задержке лазерного импульса 2,2 мкс: а/ примесь метана - 0,02%; б/ примесь метана - 0,05%.

В ГСК тенеграммы снимались при различных примесях метана и различных задержках момента запуска лазера по отношению к моменту срабатывания ГИН и постоянном давлении гелия 5 атм. На рис. 2а, б показаны для примера две тенеграммы, снятые при примесях метана соответственно 0,02%, 0,05%. Мы интересовались размерами изображений стримеров, зарегистрированных на фотопленке в виде дифракционных картин. С этой целью мы измеряли диаметр центрального пятна и строили распределение числа стримеров по диаметру центрального пятна. Для примеси метана 0,02%, 0,05%, 0,09% эти распределения показаны на рис. 3а-в. Средний размер центрального пятна дифракционной картины от стримера для всех примесей равен  $D \approx 400$  мкм. По этой величине, зная длину излучения  $\lambda$ , просвечивающего камеру, а также расстояние от пленки до середины камеры /С/, можно оценить реальный диаметр стримера /точнее, области оптической неоднородности/:  $\alpha = 1,22 \cdot \lambda \cdot C / D \sim 150$  мкм.

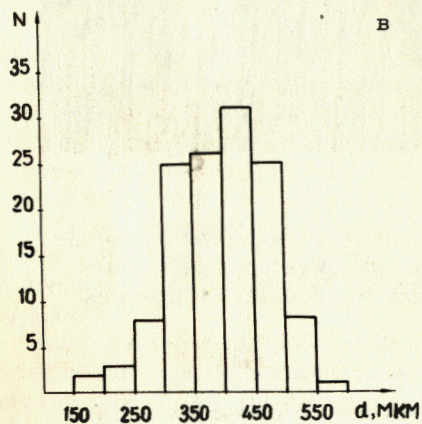
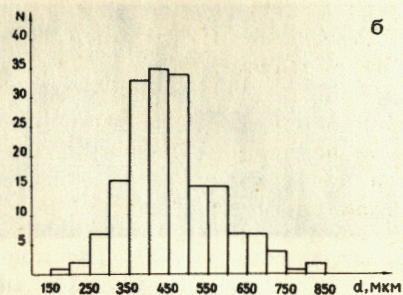
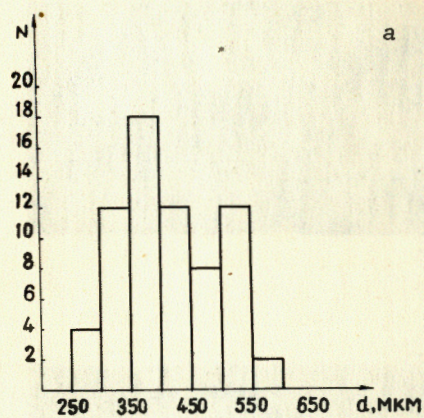


Рис.3. Распределение числа стримеров на следах электронов в гелиевой стримерной камере по диаметру: а/ примесь метана - 0,02%; б/ примесь метана - 0,05%; в/ примесь метана - 0,09%.

#### ПЛОТНОСТЬ ЧИСЛА СТРИМЕРОВ

Как показали результаты исследований/8,9/, плотность числа стримеров растет с увеличением времени задержки лазера по отношению к моменту срабатывания ГИН; эти задержки находились в пределах  $1 \pm 2$  мкс. Поэтому в настоящей работе мы выбирали время задержки лазера не меньше 2 мкс. При этом число стримеров на 1 см длины трека в стримерной камере, наполненной при давлении 5 атм гелием с различными примесями метана, составляло 5. Эти значения больше соответствующих величин, полученных в работе/8/, что можно объяснить большим значением напряженности электрического поля в стримерной камере.

#### ВОДОРОДНАЯ СТРИМЕРНАЯ КАМЕРА ПРИ ДАВЛЕНИИ ГАЗА 5 АТМ

Описанная выше экспериментальная установка с камерой, наполненной водородом, была использована для получения следов электронов в водороде. Целью этого этапа эксперимента была проверка, как при одинаковых экспериментальных условиях /напряжение электрического поля, диапазон задержек лазера, давление рабочего газа в камере/ возникают следы электронов в гелиевой и водородной камерах. На электроды камеры подавался высоковольтный импульс с амплитудой около 140 кВ. Следы электронов регистрировались при давлении водорода в камере 5 атм. Дифракционные изображения стримеров регистрировались на фотопленке "Микрат-300" при задержках лазера по отношению к моменту срабатывания ГИН от 0,5 до 3 мкс. На этих изображениях были измерены размеры центральных пятен. Измерения показали, что диаметры центральных пятен лежат в диапазоне от 150 до 750 мкм в реальном масштабе. На рис.4 в качестве примера показан след электрона в водородной стримерной камере при давлении водорода 5 атм.

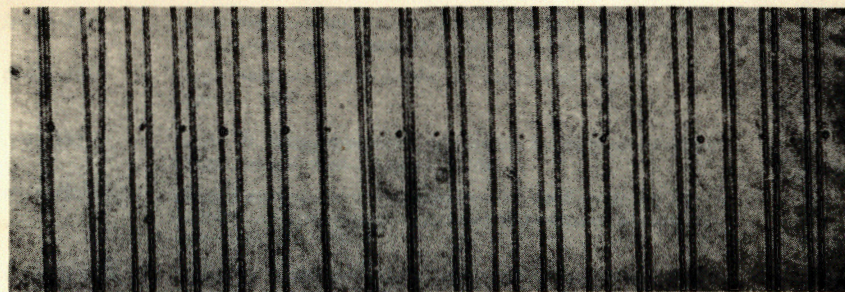


Рис.4. Тенеграмма следа, полученного в водородной стримерной камере при давлении 5 атм.

Наблюдаемая плотность числа стримеров в водородной камере составляет  $4,5 \text{ см}^{-1}$ , что значительно меньше плотности первичной ионизации при данных условиях. Это означает, что в наших условиях эффективность возникновения стримера на электроны заметно меньше стопроцентной.

#### ВЫВОДЫ

Показано, что регистрация следов заряженных частиц с помощью лазеров в гелиевой и водородной стримерных камерах может успешно выполняться при давлении газа 5 атм, причем в гелиевой камере - при условии введения в камеру примесей метана /сотые доли процента/ и паров воды /десятые доли процента/.

Авторы благодарны члену-корреспонденту АН СССР В.П.Джелепову за интерес к работе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Falomkin I.V. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1967, 53, p.226.
2. Shcherbakov Yu.A. et al. Nuovo Cim., 1976, 31A, p.249,262.
3. Kulyukin M.M. et al. Proc.Int.Conf.Instr. for High Energy Physics. Frascati, 1973, p.235.
4. Kozlov V.S. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1977, 140, p.125.
5. Калимов А.Г. и др. Письма в ЖЭТФ, 1979, 30, с.460.
6. Ульман П. и др. ОИЯИ, 13-81-325, Дубна, 1981.
7. Kalimov A.G. et al. Nucl.Instr.and Meth., 1981, 185, p.81.
8. Будзяк А. и др. ОИЯИ, 13-82-16, Дубна, 1982.
9. Будзяк А. и др. ОИЯИ, 1-80-299, Дубна, 1980.

#### НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
Д3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Рукопись поступила в издательский отдел  
23 марта 1983 года.

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Будзьяк А. и др.

P13-83-183

Лазерные стримерные камеры-мишени высокого давления с малыми регулирующими добавками к наполняющему газу.

Приведены результаты исследования условий регистрации следов электронов в гелиевой и водородной стримерных камерах при давлении рабочего газа 5 атм. Изображения следов получены методом галографической регистрации при использовании импульсного лазера на красителе. В гелиевой стримерной камере следы зарегистрированы с использованием малых добавок метана, в пределах  $0,01 \pm 0,09\%$ .

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Budziak A. et al.

P13-83-183

High Pressure Laser Streamer Chambers Operating with Small Regulating Admixtures to the Working Gas

The conditions of electron track registration in helium and hydrogen streamer chambers at 5 atm have been investigated. The track images are obtained by means of holographic registration with the aid of a pulse dye laser. The electron tracks in the helium streamer chamber were registered using small admixtures of methane to the working gas within  $0.01 \pm 0.09\%$ .

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.