

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



СЗУЧ.1Н

К-906

2752/2-76

19/10-78
P13 - 9713

М.М.Кулюкин, В.И.Ляшенко, Нгуен Минь-Као,
Д.Б.Понтекорво, Т.М.Трошев, Н.И.Трошева,
И.В.Фаломкин, Ю.А.Щербаков,
Л.Буссо, Г.Пираджино

ВОДОРОДНАЯ СТРИМЕРНАЯ КАМЕРА
С ЛОКАЛИЗУЮЩИМИ ПРИМЕСЯМИ

1976

P13 - 9713

М.М.Кулюкин, В.И.Ляшенко, Нгуен Минь-Као,
Д.Б.Понтекорво, Т.М.Трошев, Н.И.Трошева,
И.В.Фаломкин, Ю.А.Щербаков,
Л.Буссо,* Г.Пираджино*

ВОДОРОДНАЯ СТРИМЕРНАЯ КАМЕРА
С ЛОКАЛИЗУЮЩИМИ ПРИМЕСЯМИ

^{x/} Институт физики Туринского университета.
Национальный институт ядерной физики. Туринская
секция, Италия.

Кулюкин М.М. и др.

P13 - 9713

Водородная стримерная камера с локализирующими примесями

В работе показано, что введением в водородную стримерную камеру небольших углеводородных добавок и незначительных количеств паров воды можно получить яркие и хорошо локализованные следы ионизирующих частиц.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований
Дубна 1976

Kulyukin M.M. et al.

P13 - 9713

A Hydrogen Streamer Chamber with Localizing
Admixtures

By introducing small quantities of hydrocarbons and water vapour to the filling gas bright localized tracks of ionizing particles are obtained in a self-shunted hydrogen streamer chamber.

The results have been obtained in the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research
Dubna 1976

1. Введение

В нашей предыдущей работе^{/1/} были зарегистрированы и сфотографированы следы электронов в стримерной камере, наполненной водородом при атмосферном давлении, и исследовано влияние различных примесей на развитие стримерного разряда в специальном режиме работы камеры. Этот режим нами предложено называть режимом самошунтирования, т.к. активная стадия разряда автоматически ограничивает длительность импульса напряжения на разрядном промежутке. Исследования показали, что путем введения органических добавок в небольших концентрациях, в основном CH_4 /0,2-2%/ , удается при умеренных напряжениях /около 30 кВ/см/ с импульсом длительностью ~1,5 мкс и не очень крутым фронтом /~10 нс/ получить яркие следы при давлении вплоть до 1 атм. При этом локализация следов не хуже, чем в работе^{/2/} , где делалась попытка локализовать стримерный разряд в водороде, используя высоковольтный импульс с фронтом 1-2 нс и длительностью 6 нс. Треки в работе^{/2/} были получены только при давлении водорода до 0,4 атм., причем при введении углеводородной добавки. По оценкам^{/3/} для получения треков в чистом водороде необходимы электрические поля с напряженностью 60-70 кВ/см. В настоящей работе мы предприняли дальнейшие попытки добиться лучшей яркости и локализации следов в водороде, используя трехкомпонентные смеси. В качестве третьей компоненты мы решили использовать примеси паров воды, применение которых в гелиевых камерах давало наилучшую локализацию уже в бинарных смесях /гелий - вода/^{/4/}.

2. Аппаратура

Аппаратура и конструкция камеры описаны в работах ^{5, 6/}. Эксперименты проводились со стеклянной камерой диаметром 180 мм и разрядным промежутком 60 мм. Верхнее и нижнее стекла камеры имели толщину 6 мм. При работе с пониженным давлением применялась камера с более толстыми стеклами /10 мм/. Для предотвращения разрушения камеры откачка и наполнение осуществлялись в металлическом боксе. Откачка камеры производилась до уровня $2 \cdot 10^{-3}$ Тор. Изменение количества примеси паров воды проводилось путем разбавления газовой смеси водородом.

Максимальная амплитуда высоковольтного импульса составляла 280 кВ, с передним фронтом около 10 нс и временем спада около 1,5 мкс. Фотографирование треков производилось на пленку чувствительностью $S_{0,85} = 2000$ ед. ГОСТ в направлении электрического поля объективом с диафрагмой 2,5 и перпендикулярно к электрическому полю объективом с диафрагмой 0,8. Общая аппаратная задержка высоковольтного импульса от момента прохождения частиц составляла 0,4 мкс.

Запуск генератора высоковольтных импульсов осуществлялся с помощью одиночного сцинтилляционного счетчика, который регистрировал проходящие через камеру электроны от источника ^{90}Sr .

3. Экспериментальные результаты

На рис. 1 показан след электрона, сфотографированный в направлении, параллельном электрическому полю при $E = 32,5$ кВ/см и диафрагме объектива $D = 2,5$, давление водорода в камере 1 атм., с добавками 1% CH_4 и паров воды 0,05%. Как видно из сравнения с результатами нашей работы ^{1/}, яркость следов в тройной смеси оказывается значительно выше /в работе ^{1/} диафрагма объектива была 0,8/.



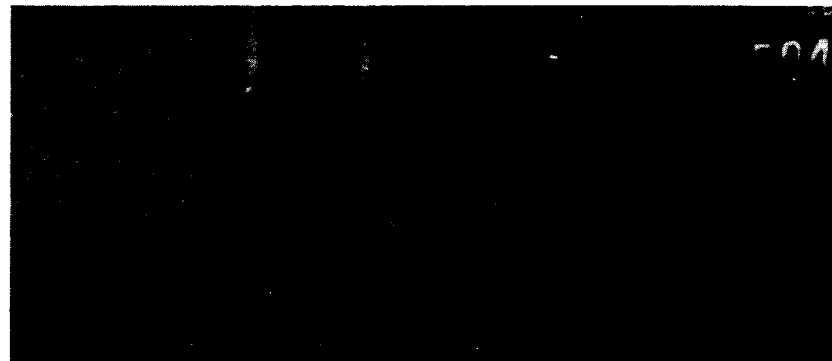
Рис. 1. Фотография следа электрона в водороде в направлении, параллельном электрическому полю, $E = 32,5$ кВ/см, с добавкой: 1% $\text{CH}_4 + 0,05\%$ H_2O . Диафрагма объектива $D = 2,5$, длина трека 16 см.

На рис. 2а,б,в, и г приведены фотографии следов электронов в водороде при давлении 1 атм. с примесью 1% метана и различных концентрациях паров воды, а также след, полученный с добавкой только одного метана. Следы сфотографированы в направлении, перпендикулярном электрическому полю с напряженностью $E = 32,5$ кВ/см, диафрагма объектива $D = 0,8$. По сравнению с качеством трека, полученным в водороде с метаном /рис. 2г/, здесь наглядно видно влияние паров воды, которое приводит к увеличению интенсивности видимого свечения вдоль разрядных каналов и улучшению локализации следов в камере за счет того, что многие стримеры имеют "точечную" структуру. Если в водороде присутствует только примесь воды /без метана/, то треки исчезают в общем свечении всего объема камеры.

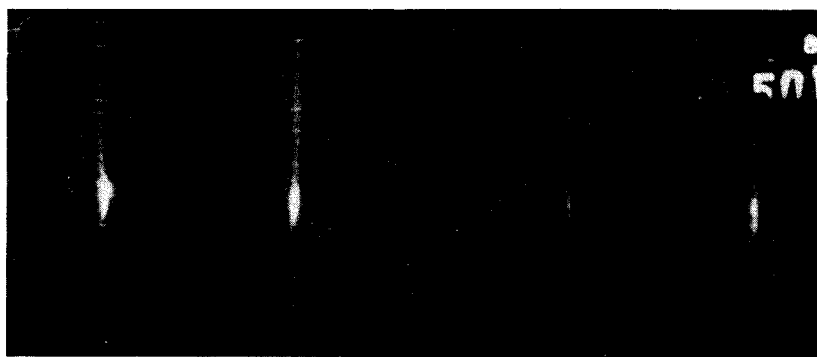
На рис. 3а,б представлены фотограммы распределения интенсивности свечения вдоль разрядного канала при давлении 1 атм. и 400 Тор соответственно, по которым видно, что при 1 атм. в разрядном канале резко выделяется локализованная область - "точка", которой соот-



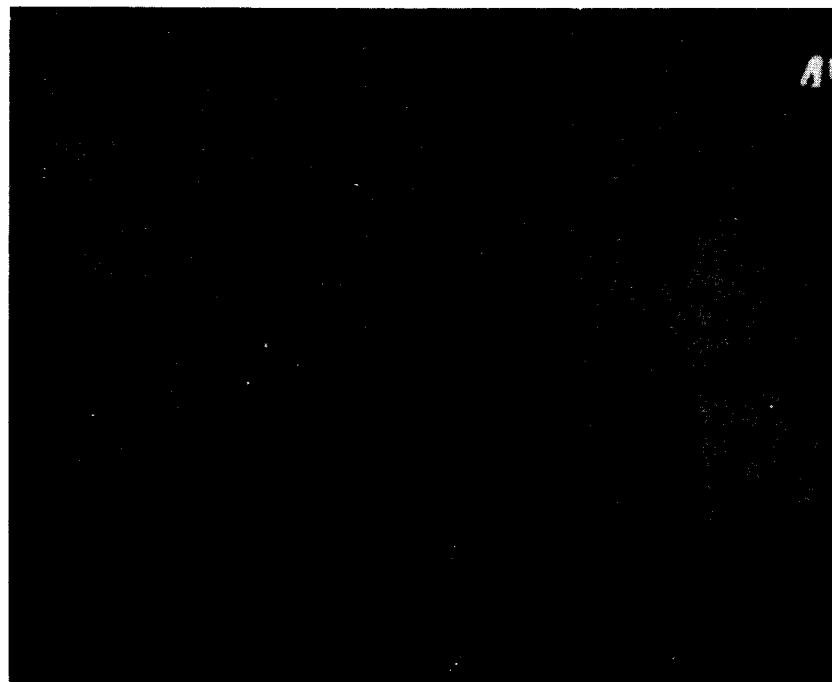
a



b



c



d

Рис. 2. Фотографии следов электронов в водороде в направлении, перпендикулярном электрическому полю, $E = 32,5$ кВ/см, с добавками: а/ 1% CH_4 + 0,3% H_2O ; б/ 1% CH_4 + 0,05% H_2O ; в/ 1% CH_4 + 0,005% H_2O ; г/ 1% CH_4 , размер фотографируемого участка 4×6 см².

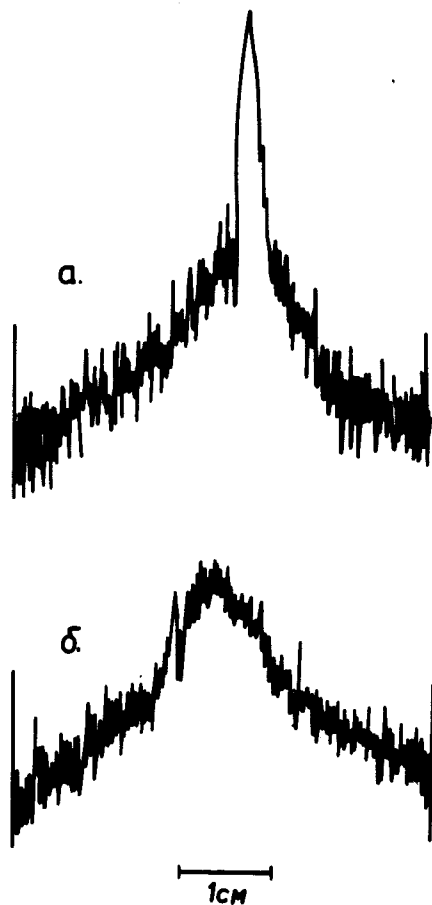


Рис. 3. Распределения интенсивности свечения вдоль разрядного канала в смеси $\text{H}_2 + 1\% \text{CH}_4 + 0,05\% \text{H}_2\text{O}$ при давлениях: а/ 1 атм. /стример с точечной локализацией/; б/ 400 Тор.

ветствует пик на фотографии. Длина стримеров измерялась на микрофотометре МФ-4.

Важной характеристикой стримерной камеры является время памяти. На рис. 4 дана зависимость числа разрядных каналов на единицу длины следа /учитывались только достаточно яркие стримеры/ от задержки высоко-

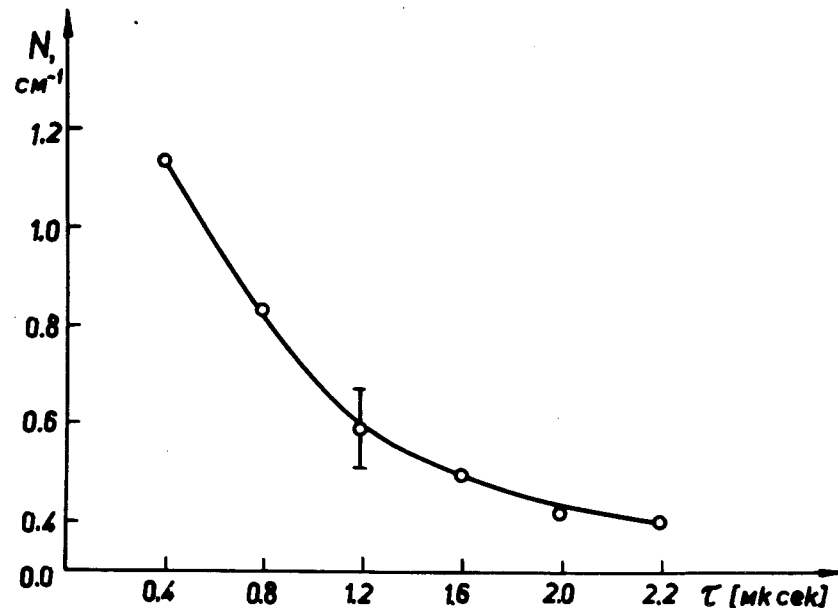


Рис. 4. Зависимость числа стримеров от времени задержки высоковольтного импульса при 1 атм.: $\text{H}_2 + 1\% \text{CH}_4$ и $0,05\% \text{H}_2\text{O}$.

вольтного импульса при заполнении камеры смесью: 1 атм. водорода, 1% метана и 0,05% паров воды.

4. Обсуждение результатов

Приведенные на рис. 1 и 2 фотографии показывают, что применение добавок паров воды дает возможность резко увеличить яркость и улучшить локализацию следов в водороде с примесью метана. В оптимальном случае длина яркой части стримеров по полю составляет ~ 2 мм. Фотографии следов оказываются несравненно более качественными, чем в случае использования только добавки метана или других органических веществ. Оптимальной для наших целей оказалась концентрация паров воды ~ 0,05%.

Природа наблюдаемого эффекта, по-видимому, связана с тем, что введение добавки метана несколько снижает температуру электронов в зоне разряда^{/5, 6/}. Дополнительное введение паров воды приводит к проявлению эффекта точечной локализации^{/4/}. Конкретный механизм процессов, происходящих в этом случае, пока трудно объяснить /возможно, определенную роль играет замедление развития стримеров, уменьшение поперечной диффузии и т.п./ . Требуются дальнейшие исследования в этом направлении.

Хорошая локализация следов в области первичной лавины существует только при давлениях 600-700 Тор. При более низких давлениях газа "точечная" структура разрядных каналов теряется, и локализованная часть стримера растягивается по направлению к электродам камеры. Из сравнения фотограмм распределения интенсивности свечения вдоль разрядного канала при давлениях 400 и 760 Тор /рис. 3/ можно видеть, как резко ухудшается локализация с уменьшением давления газа в камере, при этом "точка" как таковая фактически исчезает.

Из рис. 4 видно, что время памяти исследуемой камеры вполне достаточно для получения высокого временного разрешения /~1 мкс/, что позволяет работать с довольно большими потоками ионизирующих частиц /~ 10⁵ с⁻¹ - 10⁶ с⁻¹ /.

5. Заключение

Исследование завершеного стримерного разряда в водородной стримерной камере с добавками метана и паров воды показывает, что можно получать яркие и локализованные следы в такой камере при давлении 1 атм. Размер локализованной ярко светящейся части стримеров по полю не превышает 2 мм, треки фотографируются на пленку с чувствительностью $S_{0,85} = 2000$ ед. ГОСТ при диафрагме объектива $D = 2,5$. Концентрация вводимых добавок невелика и практически не изменяет свойства камеры как водородной мишени. Наблюдаемое улучшение процесса локализации с повышением давления позво-

ляет надеяться, что с увеличением напряженности используемого электрического поля можно будет получить хорошо локализованные следы в водородной камере и при давлениях больше 1 атм.

Авторы благодарны А.Г.Потехину, Н.В.Лебедеву и В.Ф.Поеенко за помощь в проведении экспериментов.

Литература

1. I.V.Falomkin et al. *Lettre al Nuovo Cimento*, 13, 427 /1975/.
2. F.Rohrbach, J.J.Bonnet, M.Cathnoz. *Nucl.Instr. and Meth.*, 111, 485 /1973/.
3. P.Bayle and H.Schmied. *Preprint CERN 79-9 /1972/*.
4. Л.Буссо и др. *Препринт ОИЯИ, P13-9522, Дубна, 1976.*
5. Л.Буссо и др. *Препринт ОИЯИ, P13-8268, Дубна, 1974.*
6. Л.Буссо и др. *Препринт ОИЯИ, P13-9131, Дубна, 1975.*

Рукопись поступила в издательский отдел
14 апреля 1976 года.