

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



СЗ44.14
Б-927

24/II-75
P13 - 8267

Л.Буссо, Е.С.Годунова, М.М.Кулюкин, В.И.Ляшенко,
Нгуен Минь Као, Г.Пираджино, Д.Б.Понтекорво,
Р.Скримальо, Т.М.Трошев, И.В.Фаломкин,
Ю.А.Щербаков

681/2-75
ГЕЛИЕВАЯ СТРИМЕРНАЯ КАМЕРА
С ДОБАВКОЙ CS_4

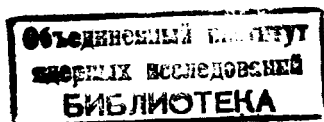
1974

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

P13 - 8267

Л.Буссо,¹ Е.С.Годунова, М.М.Кулюкин, В.И.Ляшенко,
Нгуен Минь Као, Г.Пираджино,¹ Д.Б.Понтекорво,
Р.Скримальо,² Т.М.Трошев, И.В.Фаломкин,
Ю.А.Щербаков

ГЕЛИЕВАЯ СТРИМЕРНАЯ КАМЕРА
С ДОБАВКОЙ CS_4



¹ Институт физики Туринского университета,
Италия.

² Национальная лаборатория во Фраскати,
Италия.

Введение

Работа стримерной камеры, наполненной чистым гелием, характеризуется значительным свечением всего объема, большим временем памяти и плохой локализацией треков. Стримеры вдоль следа имеют значительную протяженность яркого участка при неопределенности его границ ^{/1,2/}.

Известен способ уменьшения времени памяти стримерной камеры путем добавки газа с большим сечением прилипания электронов ^{/1-5/}. Вместе с тем добавка может оказать существенное влияние на процессы развития разряда, его конфигурацию и в конечном итоге улучшить локализацию трека ^{/1/}. Интерес представляет поиск "универсальной" добавки, выполняющей обе эти функции, и подбор ее оптимальной концентрации. Следует заметить, что концентрация примеси должна быть минимальной, чтобы газ камеры представлял собой достаточно чистую мишень с точки зрения физического эксперимента.

В данной работе экспериментально исследуется возможность применения электроотрицательной добавки - паров CCl_4 . Использование в камере незначительного количества добавок CCl_4 позволяет "управлять" числом электронов к началу действия высоковольтного импульса, т.е. влиять на величину времени памяти ^{/2-6/}. Известно, что CCl_4 обладает большим сечением захвата электронов с тепловой энергией: при энергии 0,02 эВ сечение составляет $1,3 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2$ ^{/7/}. После диссоциации CCl_4 электрон остается с атомом хлора, образуя отрицательный ион ^{/5/}. Кроме того, ионизационный потенциал хлора меньше, чем у содержащегося в камере

гелия, и поэтому уменьшается средняя энергия электронов в разряде. Так как область наибольшей концентрации электронов находится в районе первичной лавины, то именно там и реализуются условия для эффективной ионизации гелия, в то время как в остальных областях разряда ионизоваться будут в основном молекулы примесей. При этом создаются условия для улучшения локализации светового излучения в области первичной лавины и подавления общего диффузного свечения.

Постановка опытов

Стримерная камера представляет собой стеклянный сосуд с размерами 300 x 300 x 100 мм³. Все детали камеры склеивались эпоксидной смолой К-115. Перед наполнением камера откачивалась до давления 10⁻² тор и неоднократно промывалась гелием высокой чистоты. Во всех опытах давление газовой смеси в камере устанавливалось равным 710 тор. Варьирование количества примеси CCl₄ проводилось путем разбавления газовой смеси в камере гелием. В качестве прозрачного электрода была использована сетка из медной проволоки диаметром 0,1 мм с шагом 5 мм. Другой электрод, на который подавался высоковольтный импульс, был закрыт плексигласом во избежание пробоев через воздух. При отсутствии разряда в камере высоковольтный импульс имел экспоненциальный спад с постоянной времени, равной 6,6·10⁻⁷ сек. Амплитуда высоковольтного импульса от генератора типа Аркадьева-Маркса^{1/} могла регулироваться в пределах 50-300 кВ.

Треки электронов от источника Sr⁹⁰ фотографировались параллельно и перпендикулярно к направлению электрического поля в камере на аэрофотопленку чувствительностью S_{0,85} = 1300 ед. ГОСТ с помощью кинокамеры РФК-5 с объективом "Юпитер-12". Время задержки высоковольтного импульса относительно момента прохождения электрона через камеру варьировалось в пределах 0,4-16 мксек. Стримерная камера, с которой

проводились исследования, работала в режиме самозапускающейся камеры^{1/}.

Результаты измерений и обсуждение

Исследования велись со стеклянной камерой, в объем которой вводились различные добавки паров CCl₄ в гелий, а именно: 0,01%; 0,005%; 0,002% при напряженности электрического поля E = 13 кВ/см. На рис. 1 приведена зависимость числа стримеров на 10 см длины следа в камере от времени задержки при различных концентрациях CCl₄. Как видно, число стримеров заметно уменьшается с ростом времени задержки. Для

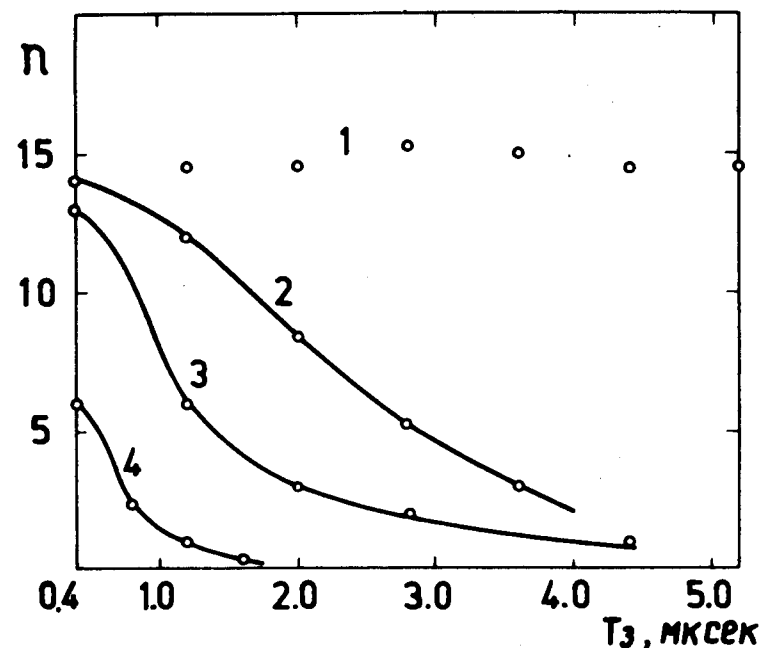


Рис. 1. Число стримеров на 10 см длины следа как функция времени задержки высоковольтного импульса /при различных концентрациях CCl₄/. 1 - чистый гелий; 2 - 0,002% CCl₄; 3 - 0,005% CCl₄; 4 - 0,01% CCl₄.

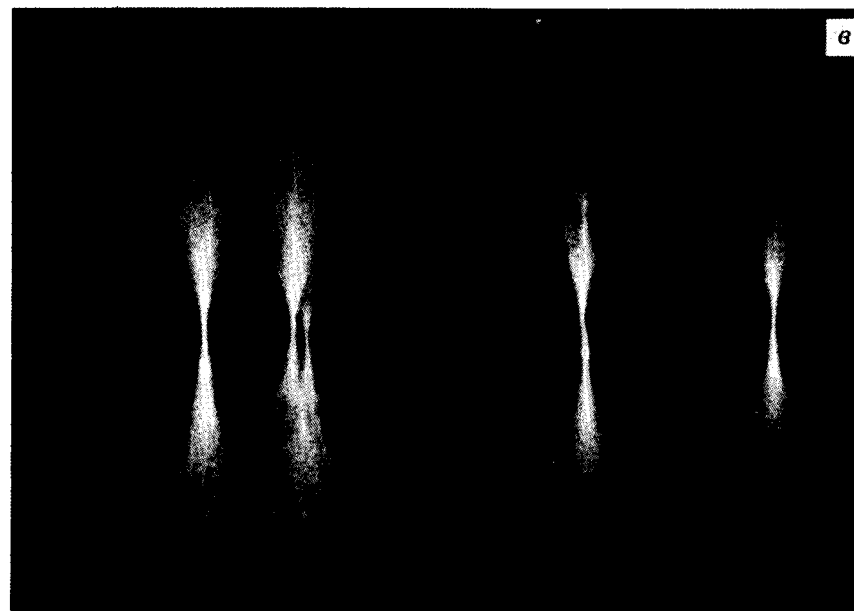
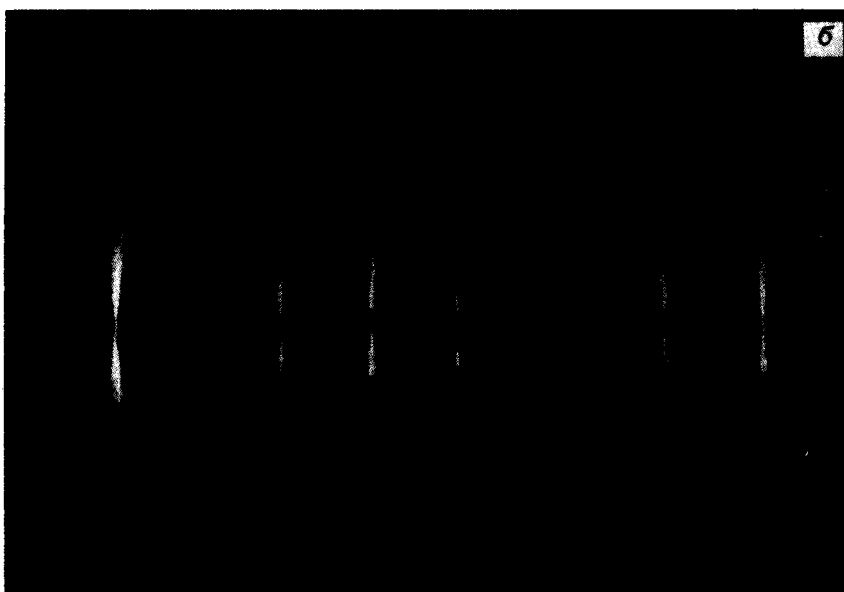


Рис. 2. Фотографии следа /вид сбоку/ при двух различных значениях времени задержки /в чистом гелии и с примесью CCl_4 /. а - чистый гелий, $\tau = 0,4$ мксек; б - $0,01\% \text{CCl}_4$, $\tau = 0,4$ мксек; в - $0,01\% \text{CCl}_4$, $\tau = 1,2$ мксек.

сравнения дано число стримеров для чистого гелия при тех же временах задержки. С увеличением содержания CCl_4 число стримеров уменьшается.

На рис. 2 показаны фотографии, снятые через боковую стенку камеры, для двух значений времени задержки при концентрации $0,01\% \text{CCl}_4$ и в чистом гелии. Видно, что наличие паров CCl_4 уменьшает число начальных электронов, в результате чего уменьшается число стримеров, общее свечение камеры и увеличивается контрастность треков.

На рис. 3 приведена кривая зависимости времени памяти камеры от концентрации CCl_4 . Время памяти стримерной камеры можно характеризовать как время, за которое первоначальное число стримеров уменьшается в два раза. Из этого рисунка видно, что время памяти

камеры заметно уменьшается с увеличением концентрации CCl_4 . Для концентрации CCl_4 , равной 0,002%, время памяти равно 2,3 мксек, с увеличением концентрации до 0,01% время памяти уменьшается приблизительно до 0,7 мксек. Таким образом, достаточно маленькое количество CCl_4 заметно влияет на время памяти стримерной камеры, наполненной гелием.

Одной из характеристик является число стримеров на единицу длины следа. На рис. 4 показана кривая зависимости числа стримеров при задержке 0,4 мксек на 10 см длины следа от концентрации CCl_4 . Как видно из этой кривой, число стримеров мало меняется при концентрациях CCl_4 до 0,005% и уменьшается почти в три раза для концентрации CCl_4 , равной 0,01%.

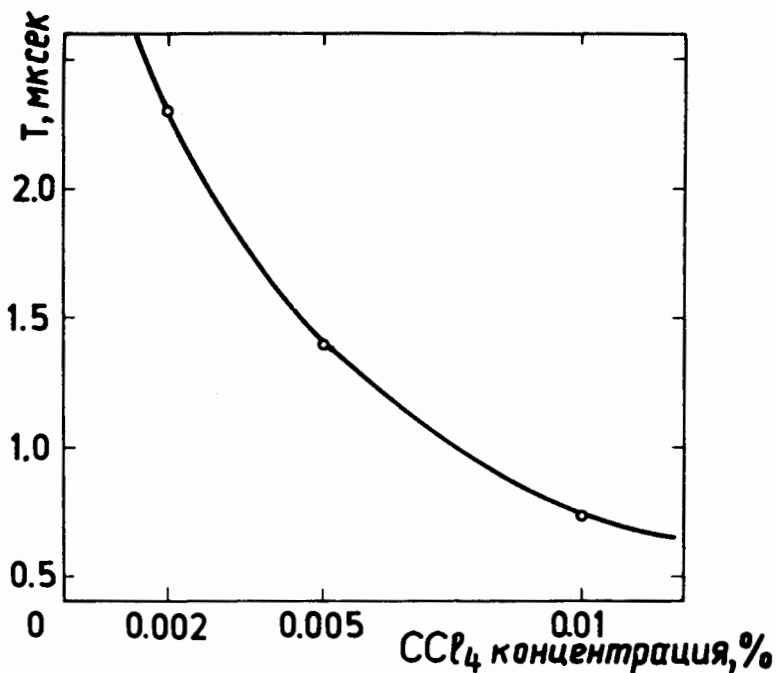


Рис. 3. Зависимость времени памяти камеры от концентрации CCl_4 .

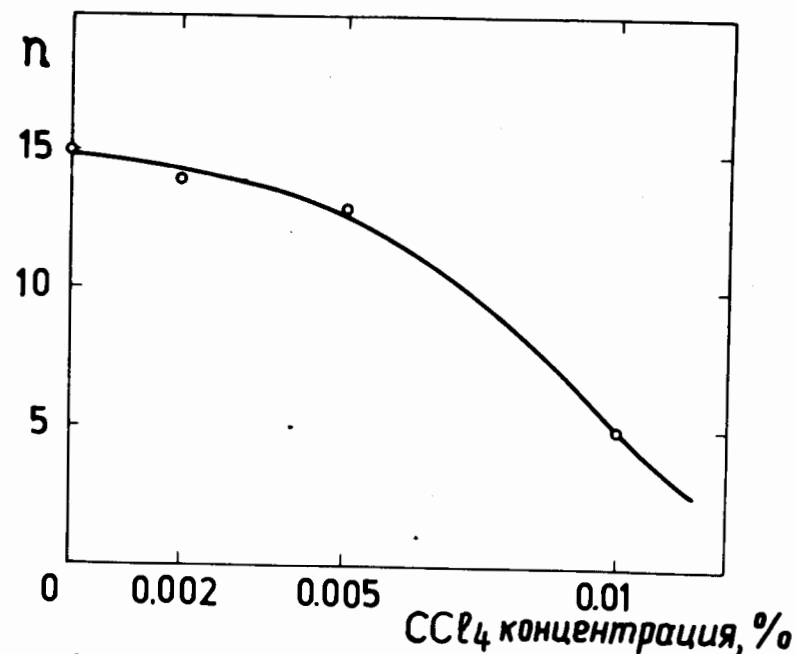


Рис. 4. Число стримеров на 10 см длины следа как функция концентрации CCl_4 /при задержке 0,4 мксек/.

Исследовалось также поведение стримерной камеры с добавкой CCl_4 при ее длительной работе. Как и в^{3,5/}, треки появились лишь после 2000-3000 срабатываний при концентрации CCl_4 , равной 0,01%. Число стримеров на 10 см длины следа увеличивается с ростом числа срабатываний, и после 10 000 оно выходит на плато. При концентрации CCl_4 0,005% треки появились после 1000 срабатываний, а при концентрации 0,002% - с первого срабатывания.

На рис. 5 приведены кривые зависимости числа стримеров от числа срабатываний. Показано, что после какого-то перерыва в работе камеры /около 12 часов/ треки появляются снова, опять-таки только через определенное число срабатываний камеры /частота срабатываний камеры составляла 2-3 раза в секунду/. Это говорит о том, что молекулы CCl_4 , по-видимому, разлагаются под действием газового разряда и при этом

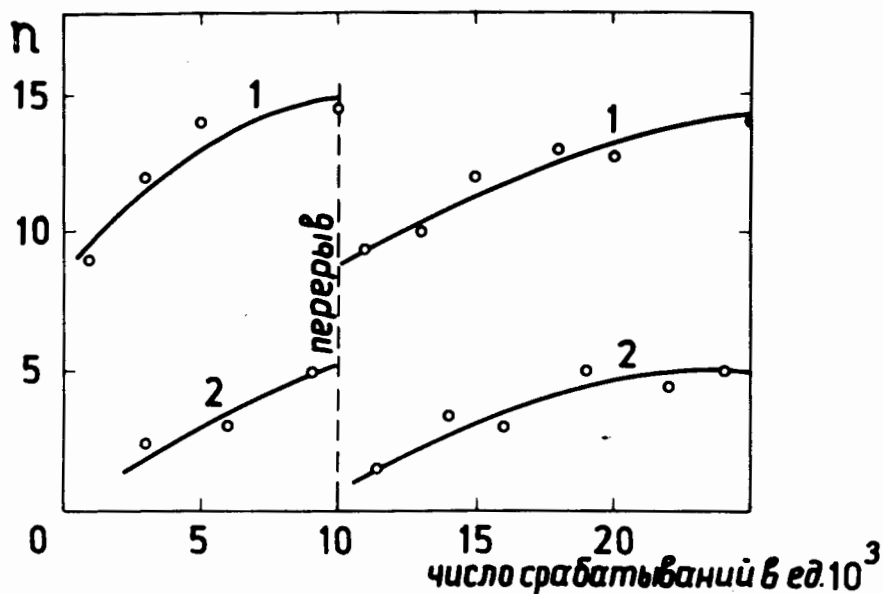


Рис. 5. Зависимость числа стримеров от числа срабатываний камеры. 1 - 0,005% CCl_4 ; 2 - 0,01% CCl_4 .

образуются отрицательные ионы, которые рекомбинируют в нейтральные молекулы при отсутствии разряда в камере.

Заключение

Исследование характеристик стримерной камеры, наполненной гелием с добавкой CCl_4 , показывает, что при этом имеется возможность управлять не только временем памяти камеры. В зависимости от концентрации CCl_4 можно выбрать такой режим работы камеры, когда при наименьшей общей освещенности и при малом времени памяти камеры наблюдаются контрастные треки.

Была обнаружена динамическая стабилизация времени памяти. Учет зависимости времени памяти от числа

и частоты срабатываний позволяет иметь длительную стабильную работу камеры после предварительной тренировки.

Литература

1. I.V.Falomkin, M.M.Kulyukin, G.Pontecorvo, Yu.A.Shcherbakov. Nucl. Instr. and Meth., 53, 267 (1967).
2. I.V.Falomkin, M.M.Kulyukin, G.Pontecorvo, Yu.A.Shcherbakov. Nuovo Cimento, 34, 1394 (1964).
3. Н.З.Анисимова, В.А.Давиденко, Б.А.Долгошеин, В.С.Сомов, В.Н.Старосельцев. ПТЭ, 2, 70 /1971/.
4. F.Bulos, A.Odian, F.Villa, D.Yount. Technical Report SLAC-74, UC-28, 1967.
5. И.И.Громова, В.И.Никаноров. Г.Петер, А.Ф.Писарев. Препринт ОИЯИ, Р-1498, Дубна, 1964.
6. В.В.Вишняков, Тян Сю Вей, А.А.Тяпкин. УФН, 72, 133 /1960/.
7. Н.С.Бучельникова. УФН, 65, 351 /1958/.

Рукопись поступила в издательский отдел
11 сентября 1974 года.