

B-68

2085 / 2-77

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



30/1-77

P13 - 10474

В.Д.Володин, Н.С.Глаголева, А.Т.Матюшин,
В.Т.Матюшин, Ж.Ж.Мусульманбеков, Н.Н.Нургожин

БЕСФИЛЬМОВЫЙ МЕТОД
КОНТРОЛЯ ВРЕМЕНИ ПАМЯТИ
СТРИМЕРНОЙ КАМЕРЫ

1977

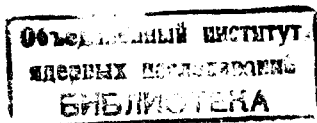
P13 - 10474

В.Д.Володин, Н.С.Глаголева, А.Т.Матюшин,
В.Т.Матюшин, Ж.Ж.Мусульманбеков*, Н.Н.Нургожин*

БЕСФИЛЬМОВЫЙ МЕТОД
КОНТРОЛЯ ВРЕМЕНИ ПАМЯТИ
СТРИМЕРНОЙ КАМЕРЫ

Направлено в ПТЭ

* ИФВЭ АН КазССР.



Володин В.Д. и др.

P13 - 10474

Бесфильмовый метод контроля времени памяти стримерной камеры

Описывается способ контроля и измерения времени памяти стримерной камеры по выходящему из нее газу с помощью бесфильмовой искровой камеры, основанный на общности механизма газового разряда в обеих камерах.

Проведенный анализ показывает, что уменьшение эффективности искровой камеры однозначно характеризует относительное сокращение плотности электронов на следе частицы в стримерной камере при увеличении задержки.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий и Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Volodin V.D. et al.

P13 - 10474

The Filmless Method of Streamer Chamber Memory Time Control and Measurement

The method is described for streamer chamber memory time control and measurement using outgoing gas by means of the filmless spark chamber.

The method is based on the generalities of the gas discharge mechanism of both chambers.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies and the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1977

Одной из важнейших характеристик стримерной камеры, работающей в пучке ускоренных частиц достаточно высокой интенсивности $/10^5 \div 10^6 \text{ част./с}/$, является время памяти, величина которого должна быть оптимальной.

Временем памяти стримерной камеры принято считать время, в течение которого с момента прохождения частицы до срабатывания камеры плотность стримеров на следе частицы снижается вдвое^{/1/}, в отличие от искровой, где при этом снижается вдвое эффективность регистрации. Поэтому измерения времени памяти производятся по соответствующим кривым зависимости плотности стримеров в стримерной камере или эффективности регистрации в искровой от времени задержки в подаче высоковольтного импульса на электроды камеры.

При наполнении камеры чистым инертным газом /например, неоном/ время ее памяти достигает сотен микросекунд, что связано с большим временем жизни свободных электронов в инертных газах. Для снижения времени памяти используются различные контролируемые примеси электроотрицательных газов^{/2/}, вероятность прилипания свободных электронов к молекулам которых велика, например фреон^{/1/}, элегаз^{/3/}. Одним из таких газов является кислород, и наиболее простым методом регулирования времени памяти является метод, при котором регулируется скорость продува рабочего газа через камеру, а естественное натекание воздуха в камеру снижает ее время памяти до требуемого уровня, как это реализовано в работе^{/4/}.

Однако при любом способе регулирования времени памяти стримерной камеры его измерение связано с получением и обработкой фотографий треков частиц для определения плотности стримеров. Поэтому возникает необходимость в оперативном бесфильмовом контроле и предварительном измерении времени памяти камеры непосредственно в ходе эксперимента.

Поскольку в рабочих условиях камера непрерывно продувается, то имеется возможность судить о времени памяти с помощью устройства, анализирующего выходящий из нее газ. Так, в работе /3/ предложено устройство в виде ионизационной камеры с радиоактивным источником внутри. Содержание примеси /элегаса/ определялось по соответствующим градуировочным кривым. Однако разработка и применение такого устройства сопряжено с определенными трудностями /высокочувствительный усилитель постоянного тока в условиях сильных импульсных помех от работающей камеры, обязательное наличие радиоактивного источника, необходимость в дополнительных устройствах для перевода информации в цифровую форму, удобную для ввода в ЭВМ, и др./, а само устройство, по существу, позволяет получить зависимость ионизационного тока от концентрации примесного газа.

Анализ механизма работы стримерной и искровой камер показал, что более удобным и чувствительным прибором является бесфильмовая искровая камера или искровой счетчик с импульсным питанием, так как координат искры при этом не требуется.

Относительная плотность электронов, оставшихся на следе частицы к моменту подачи высоковольтного импульса, в искровой и стримерной камерах /5/

$$\frac{n}{n_0} = \exp[-F(T_3, y)] \quad /1/$$

является функцией времени задержки T_3 импульса, уровня содержания примесей в камере y и, вообще говоря, величины зазора d .

Эффективность искровой камеры на основании результатов работы /6/

$$\xi = 1 - \exp[-fn(1 - \ell_{кр}/d)d], \quad /2/$$

где f - вероятность развития лавины от одного электрона, n - удельная ионизация, $\ell_{кр}$ - лавина критической длины, d - зазор камеры.

Если параметры высоковольтного импульса на электродах искровой камеры неизменны, то эффективность ξ определяется только плотностью электронов n , которая, в свою очередь, при постоянном составе газа и одной и той же ионизирующей способности частиц зависит, согласно /1/, только от задержки T_3 . Поэтому при изменении времени задержки высоковольтного импульса от $T_3=0$ до $T_3=T'_3$ эффективность искровой камеры меняется от ξ_0 до ξ' и

$$\frac{\ln(1-\xi')}{\ln(1-\xi_0)} = \frac{n'}{n_0} \quad /3/$$

Из рассмотрения механизма образования стримера вытекает, что каждый электрон на следе частицы с определенной вероятностью должен дать лавину /а затем и стример/, если взаимные расстояния между электронами исключают слияние соседних стримеров. К тому же, если отдельные стримеры разрешаются на фотопленке, имеющей достаточную чувствительность, то плотность стримеров на следе частицы связана с плотностью электронов пропорциональной зависимостью, и время памяти определяется условием

$$\frac{n'}{n_0} = \frac{n_{II}}{n_0} = 0,5.$$

Тогда выражение /3/ преобразуется к виду /рис. 1/

$$\xi_{II} = 1 - \sqrt{1 - \xi_0} \quad /4/$$

и, следовательно, время памяти стримерной камеры равно времени задержки запуска искровой камеры, при котором эффективность последней снижается до величины ξ_{II} .

В рабочих условиях время задержки не может быть сведено к нулю и обычно определяется аппаратурной задержкой $T_{3.ап.}$, величина которого $\sim 0,5 \cdot 10^{-6}$ с. Такое

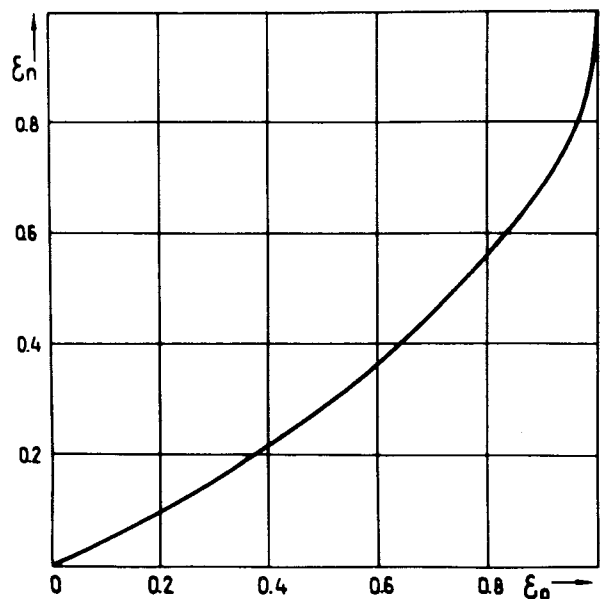


Рис. 1. Зависимость ξ_{II} от ξ_0 .

же время занимает термализация электронов на следе после прохождения частицы /3/.

Необходимо отметить, что работа стримерной и искровой камер основана на одном и том же механизме газового разряда - стримерном. Поэтому все факторы, связанные с ионизацией, должны влиять на обе камеры одинаково, а зависимость между временем памяти стримерной камеры и эффективностью искровой должна сохраняться однозначной.

На рис. 2 приведена функциональная схема одного из возможных вариантов осуществления описанного способа. Искровая камера 2, продуваемая газом, выходящим из стримерной камеры 1, запускается от ускоренных или космических частиц высоковольтными импульсами фиксированной амплитуды и длительности посредством счетчиков триггера установки или отдельного телескопа 3 и генератора импульсных напряжений 6 через блок

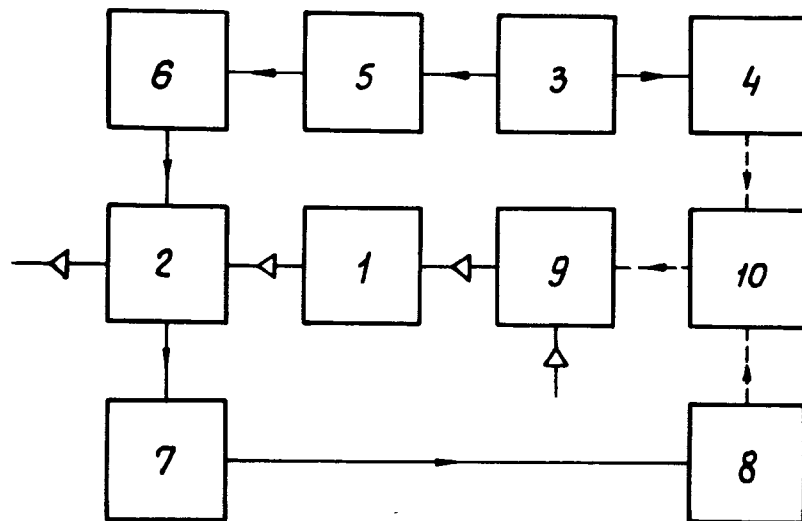


Рис. 2. Функциональная схема бесфильмового контроля времени памяти стримерной камеры. 1 - стримерная камера, 2 - искровая бесфильмовая камера, 3 - счетчики запуска искровой камеры /триггер установки/, 4, 8 - пересчетные устройства, 5 - блок регулируемой задержки, 6 - генератор высоковольтных импульсов, 7 - устройство для регистрации искры, 9 - регулятор потока газа, 10 - ЭВМ.

регулируемой задержки 5. Наличие искры в камере регистрируется устройством 7; пересчетные устройства 8 и 4 фиксируют соответственно числа срабатываний и запусков искровой камеры, отношение которых дает величину эффективности. В качестве устройства 7 может быть использован импульсный трансформатор, выполненный на ферритовом кольце и включенный в разрядную цепь камеры.

Такой способ контроля времени памяти сравнительно легко автоматизировать. Так как поддержание времени памяти стримерной камеры в заданных пределах равнозначно поддержанию на определенном уровне эффективности искровой камеры при определенной задержке, то, обрабатывая показания пересчетных устройств на ЭВМ,

можно получить управляющий сигнал на регулятор протока 9.

В заключение следует добавить, что зависимость между временами памяти искровой и стримерной камер, в первом приближении, для рабочего диапазона до 10-15 мкс можно считать линейной, причем коэффициент пропорциональности зависит от параметров высоковольтного импульса искровой камеры и определяется практически. Так, при осуществлении этого способа контроля времени памяти стримерной камеры /7/, экспонировавшейся на синхрофазотроне ОИЯИ, времени памяти стримерной камеры 3-5 мкс соответствовало время памяти 8-12 мкс для искровой /камеры/, запускавшейся от космических частиц отдельной схемой совпадения.

Авторы выражают благодарность Г.Ф.Акимовой, А.И.Завгороднему, Н.И.Николаеву, В.Я.Рубцову, принимавшим участие в сборке и наладке аппаратуры, С.А.Хорозову - за помощь в осуществлении запуска камеры.

Литература

1. Bulos F., Odian A., Villa F., Yount O. SLAC-74, 1967.
2. Дайон М.И., Долгошеин Б.А. и др. Искровая камера. Атомиздат, М., 1967.
3. Eckardt V. Die Spreicherung von Teilchenspuren in einer Streamerkammer, кап. 4 Hamburg, 1971.
4. Матюшин А.Т., Матюшин В.Т. и др. ОИЯИ, 13-9563, Дубна, 1976.
5. Burnham J.U., Rogers J.W. e.a. J.Phys. Sci. Instr., 1964, 41, p. 108.
6. Burnham J.U., Rogers J.W. e.a. J.Phys. Sci. Instr., 1963, 40, p. 296.
7. Аникина М.Х., Балдин А.М. и др. ОИЯИ, 1-9280, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
1 марта 1977 года.