

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



29/1-79

Д13 - 12027

A-471

381/2-79

Г.Д.Алексеев, В.В.Круглов, Д.М.Хазинс

САМОГАСЯЩИЙСЯ СТРИМЕРНЫЙ РАЗРЯД
В ПРОВОЛОЧНОЙ КАМЕРЕ

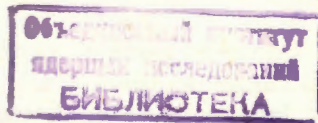
1978

Д13 - 12027

Г.Д.Алексеев, В.В.Круглов*, Д.М.Хазинс

**САМОГАСЯЩИЙСЯ СТРИМЕРНЫЙ РАЗРЯД
В ПРОВОЛОЧНОЙ КАМЕРЕ**

Направлено в "Письма в ЖЭТФ"



*** НИИЯФ МГУ.**

Алексеев Г.Д., Хазинс Д.М., Круглов В.В.

D13 - 12027

Самогасящийся стримерный разряд в проволочной камере

Получены фотографии разряда в проволочной камере, показывающие, что исследованный ранее в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ "сильноточный режим"^{1,2/} обусловлен образованием стримеров, затухающих в неоднородном поле сигнальной проволоки.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Alekseev G.D., Khazins D.M., Kruglov V.V.

D13 - 12027

Self-Quenching Streamer Discharge in a Wire Chamber

It is shown that the "high-current mode" of wire chamber performance ^{1,2/} (recently investigated in the Laboratory of Nuclear Problems, JINR) is due to the formations of streamers which quench themselves in the inhomogeneous electric field of a signal wire.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research.

Dubna 1978

В работе^{1/} было показано, что в проволочных камерах с достаточно толстой сигнальной проволокой и определенным газовым заполнением существует качественно новый "сильноточный" режим газового усиления, характеристики которого не объясняются ни одним из известных механизмов газового разряда в проволочных камерах. Этот режим характеризуется большой амплитудой сигнала $A = 0,2-4/$ мА при небольшом амплитудном разбросе $\Delta A/A \approx 40\%$. Длительность сигнала на полувысоте составляет $t \approx 40$ нс. После прохождения частицы через камеру блокируется небольшой участок сигнальной проволоки; эффективная величина произведения длины этого участка на время, в течение которого он остается нечувствительным, /"мертвая зона"/ составляет $\xi \approx 30$ мкс·см. Режим стабилен, что проявляется в большой ширине плато счетной характеристики /-1000 В/ и постоянстве величин t и ξ в области плато. При исследовании влияния газового состава на работу проволочной камеры^{2/} было обнаружено, что в одной и той же камере можно получить как сильноточный режим, так и гейгеровский. Однако переход к последнему возможен только при уменьшении суммы органических добавок до уровня $\sim 10-30\%$.

Использование сильноточного режима обеспечивает высокую помехозащищенность камеры и позволяет упростить электронику съема информации. Загрузочная способность камеры пропорциональна длине сигнальной проволоки l , при условии равномерного распределения загрузки вдоль проволоки, и при $l \geq 1$ м становится сравнимой с тем, что может быть получено в пропор-

циональном режиме. Применение сигнальной проволоки большого диаметра /50÷100/ мкм облегчает изготовление больших камер. Ресурс работы камеры составляет $\sim 7 \cdot 10^9$ частиц на 1 см длины сигнальной проволоки. В настоящее время в сильноточном режиме усиления работает система полуметровых дрейфовых камер^{/3/}, в которых получена координатная точность $\pm 0,13$ мм.

С целью выяснения механизма газового усиления в сильноточном режиме в данной работе произведено фотографирование разряда в камере. Использовалась камера с сигнальной проволокой из бериллиевой бронзы диаметром 50 мкм, намотанной с шагом 10 мм. Высоковольтные плоскости намотаны проволокой из бериллиевой бронзы диаметром 100 мкм с шагом 2 мм параллельно сигнальным проволокам и удалены от сигнальной плоскости на ± 8 мм. Камера заполнялась смесью аргона, метана и метилала в различных пропорциях при атмосферном давлении. Перпендикулярно к камере /с точностью $\pm 0,2^\circ$ / направлялся пучок рентгеновских фотонов с энергией ~ 8 кэВ /К-серия Cu/, диаметр которого не превышал 0,2 мм. Положение пучка выбиралось таким образом /рис. 1/, чтобы электроны, образующиеся в результате ионизации, собирались к сигнальной проволоке вдоль силовых линий электрического поля в узком угловом интервале $\pm 15^\circ$. Фотографирование производилось объективом с фокусным расстоянием 50 мм и относительным отверстием 1:2 на пленку изопанхром тип-29 чувствительностью $S_{0,85} \approx 2000$ единиц ГОСТ в масштабе 1:1. Длительность экспозиции контролировалась по числу импульсов N, зарегистрированных на облучаемой проволоке. Скорость счета составляла ~ 200 с⁻¹.

На рис. 2 представлены фотографии разряда, полученные в пропорциональном /а/, гейгеровском /б/, промежуточном /в/ и сильноточном /г, д/ режимах работы камеры. Газовый состав и напряжение питания камеры U при выборе режима устанавливались в соответствии с результатами работы^{/2/}. Распределение светимости, которое наблюдается на фотографиях /рис. 2г и 2д/, хорошо объясняется суммарным излучением катодона-

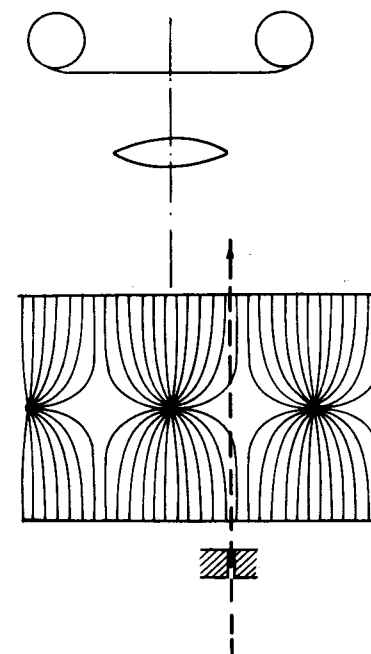


Рис. 1. Схема фотографирования. Показаны направление пучка рентгеновских фотонов /штриховая линия/ и конфигурация электрического поля в камере.

правленных стримеров, распространяющихся от сигнальной проволоки вдоль силовых линий электрического поля. Причем, развитие разряда не завершается искровым пробоем благодаря гашению стримера при достижении им слабого поля. Разряды такого типа /самогасящиеся стримеры в неоднородном поле/ наблюдались еще Лёбом^{/4/} в 1936 году. Указания на возможность существования стримеров в проволоочных камерах были получены недавно в работах^{/5,6/}.

Таким образом, имеются основания полагать, что сильноточный режим является по своей природе стримерным. Можно предположить также, что в работах, в которых наблюдался "ограниченногейгеровский" режим^{/7,8,9/} эффекты "магической" смеси^{/10,11,5/}, а также некоторых других работах^{/12,13/}, авторы, по существу,

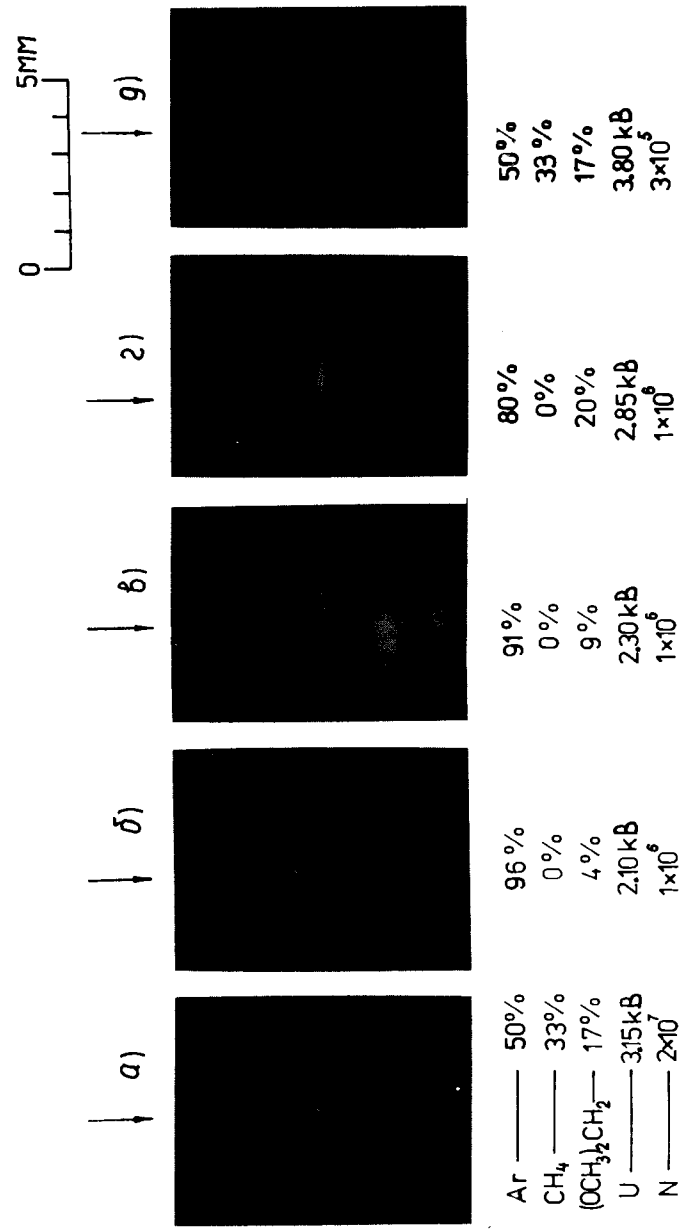


Рис. 2. Фотографии разряда в пропорциональном /а/, гейгереском /б/, промежуточном /в/ и сильноточном /г, д/ режимах работы камеры. Стрелки указывают положение сигнальной проволоки на снимках.

имели дело с проявлениями самогасящегося стримерного разряда.

Как видно из фотографий /рис. 2г и 2д/, все стримеры направлены в одну сторону - ту, с которой приходят дрейфующие электроны. Это явление можно использовать для дополнительного определения координат частиц, в частности для решения лево-правой неопределенности в дрейфовых камерах /аналогично тому, как это делается в камерах, работающих в пропорциональном режиме ^{5.14/} /.

В заключение авторы выражают надежду, что стримерный режим благодаря большой амплитуде сигнала, хорошей локализации разряда и своей стабильности найдет достаточно широкое применение в проволочных камерах. В то же время дальнейшие исследования этого мало изученного явления - самогасящегося стримера - могут оказаться полезными не только для практических приложений, но и для развития теории стримерного разряда.

Авторы благодарны В.В.Карпухину и Н.А.Калининой за помощь в измерениях, Д.Б.Понтекорво и А.Ф.Писареву за полезные дискуссии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Alekseev G.D. et al. NIM, 1978, 153, p.157.
2. Алексеев Г.Д. и др. В сб.: III Международное совещание по пропорциональным и дрейфовым камерам. ОИЯИ, Д13-11807, Дубна, 1978, с. 52.
3. Алексеев Г.Д. и др. Там же, с. 57.
4. Loeb L.V., Leigh W. Phys.Rev., 1937, 51, p. 149; Л.Лёб. Основные процессы электрических разрядов в газах. ГТТИ, М.-Л., 1950, с.505, 508, 648.
5. Fischer J., Okuno H., Walenta A.H. NIM, 1978, 151, p.451.
6. Charpak G. et al. IEEE Trans. Nucl. Sci., 1978, NS-25, p.122.
7. Brehin S. et al. NIM, 1975, 123, p.225.
8. Grelaud B., et al. В сб.: III Международное совещание по пропорциональным и дрейфовым камерам. ОИЯИ, Д13-11807, Дубна, 1978, с. 229.

9. Battistoni G. et al. *NIM*, 1978, 152, p.423.
10. Bouclier R. et al. *NIM*, 1970, 88, p.149.
11. Lacy J.L., Lindsey R.S. *NIM*, 1974, 119, p.483.
12. Grunberg C., Cohen L., Mathieu L. *NIM*, 1970, 78, p.102.
13. Campion P.I., Kingham M.W.T. In: *Xth Int. Conf. on Phenomena in Ionized Gases*. Oxford, 1971, p.88.
14. Charpak G. et al. *NIM*, 1978, 148, p.471.

**Рукопись поступила в издательский отдел
17 ноября 1978 года.**