

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

5237/2-80

3/41-80

13-80-454

Г.Д.Алексеев, А.А.Гогин, Н.А.Калинина,
В.В.Карпунин, В.В.Круглов, Д.М.Хазинс

О ВЛИЯНИИ ГАЗОВОГО НАПОЛНЕНИЯ
НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СГС РЕЖИМА РАБОТЫ
ПРОВОЛОЧНОЙ КАМЕРЫ

Направлено в ЖТФ

1980

Алексеев Г.Д. и др.

13-80-454

О влиянии газовой смеси на характеристики СГС режима работы проволочной камеры

Проведено исследование влияния газовой смеси на характеристики самогасящегося стримерного /СГС/ режима проволочной камеры. Изучены амплитудные и временные характеристики, стабильность СГС режима, структура мертвой зоны и условия существования в камере как СГС разряда, так и разряда Гейгера-Мюллера.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1980

Alekseev G.D. et al.

13-80-454

On the Effect of Gas Mixture on SCS Mode of Performance of a Wire Chamber

Self quenching streamer (SQS) mode

1. ВВЕДЕНИЕ

В нашей работе ^{1/} были сообщены основные характеристики самогасящегося стримерного разряда /СГС разряда/ в проволочной камере. Камера наполнялась газовой смесью $50\% \text{Ar} + 33\% \text{CH}_4 + 17\% (\text{OCH}_3)_2 \text{CH}_2$ при атмосферном давлении.

В настоящей работе приведены экспериментальные данные о влиянии газовой смеси на амплитудные и временные характеристики камеры. Исследованы также стабильность работы камеры в СГС режиме, структура мертвой зоны и условия существования в камере как СГС разряда, так и разряда Гейгера-Мюллера /ГМ разряд/. Эти исследования представляют интерес как с практической точки зрения, так и с точки зрения лучшего понимания механизма образования стримера.

Основные измерения выполнены при наполнении камеры газовой смесью из аргона, метана и метилала в различных пропорциях при атмосферном давлении. Кроме этого, сделаны измерения с газовыми смесями, в которых вместо метилала использовались ацетон, этиловый эфир, этиловый спирт и некоторые их комбинации. Большая часть исследований была выполнена на камере, описанной в работе ^{1/}. /Анодные проволоки диаметром 50 мкм намотаны с шагом 10 мм. Катодные плоскости удалены от анодной на 8 мм/. Некоторые исследования проводились на камере, в которой расстояние между анодными проволоками было увеличено с 10 до 16 мм, и посередине между ними были натянуты потенциальные проволоки, которые находились под потенциалом катодных плоскостей.

2. ГАЗОВАЯ СМЕСЬ: АРГОН + МЕТАН + МЕТИЛАЛЬ

2.1. Амплитудные и временные характеристики. Стабильность СГС режима

На рис.1 представлены зависимости средней амплитуды импульсов тока с камеры, облучаемой электронами β -источника ^{90}Sr , от напряжения питания U при различных пропорциях аргона и метана и постоянной концентрации метилала /17%. Здесь и ниже раздвоение пика амплитуд в области больших сигналов игнорируется и приводится их средняя амплитуда. Положение стрелок на

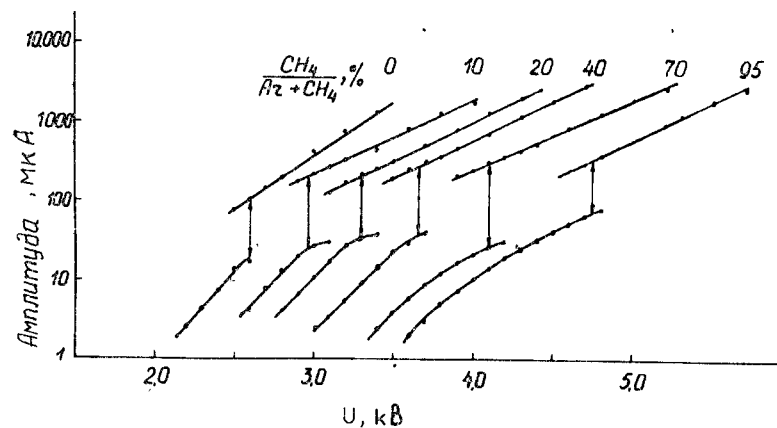


Рис.1. Зависимость средней амплитуды импульсов тока с камеры от напряжения питания U при различной концентрации метана. Концентрация метилала - 17%.

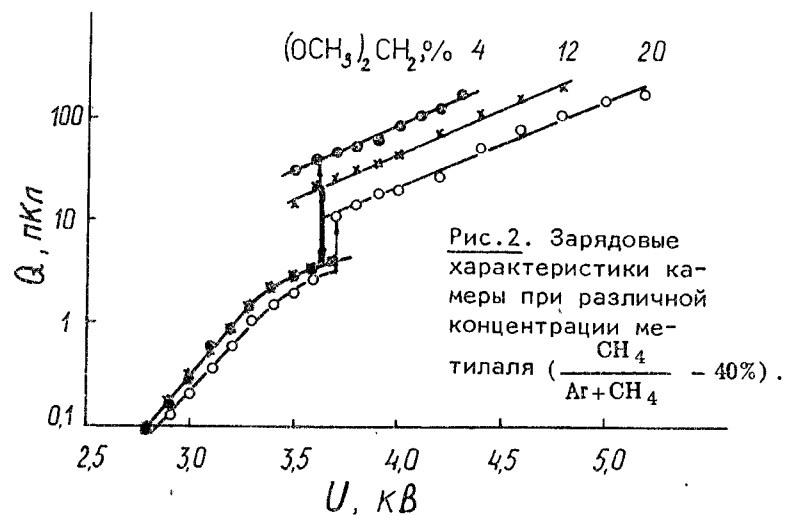


Рис.2. Зарядовые характеристики камеры при различной концентрации метилала ($\frac{CH_4}{Ar + CH_4} = 40\%$).

рис.1 соответствует переходным напряжениям U_{II} , при которых половина сигналов принадлежит СГС режиму, а половина - пропорциональному. Как видно из рисунка, изменение концентрации метана приводит к смещению амплитудных характеристик, слабо влияя на их наклон и соотношение амплитуд в пропорциональном и стримерном режимах.

Продизводились также измерения и зарядовых характеристик, для чего в измерительную цепь включалась интегрирующая цепочка с постоянной времени 3 мкс. /Без нее постоянная времени аппаратуры была ~ 5 нс/. Эти характеристики внешне мало отличаются от представленных на рис.1. Некоторые их численные параметры приведены в табл.1.

Таблица 1

	$\frac{CH_4}{Ar + CH_4}, \%$	0	10	20	40	70
U_{II} кВ		2,60	2,97	3,30	3,36	4,11
Q_{II1} пКл		3,3	3,3	3,6	4,4	2,4
Q_{II2} пКл		14	15	12	12	12
a $кВ^{-1}$		3,7	2,6	2,2	2,3	2,0

Здесь Q_{II1} и Q_{II2} есть средние значения заряда сигналов соответственно в ограниченно-пропорциональном и СГС режимах в точках перехода $U = U_{II}$. Величина a характеризует наклон зарядовых характеристик в СГС режиме, которые аппроксимировались формулой $Q = Q_{II2} \cdot \exp\{a(U - U_{II})\}$.

Величину Q_{II1} можно интерпретировать как критический заряд, при котором происходит переход таунсендовской лавины в стример. Следует отметить, что во всех наших исследованиях Q_{II1} практически не зависит ни от процентного состава газовой смеси, ни от ионизирующей способности используемого излучения. Незначительное изменение величины Q_{II1} происходит только при замене гасящих добавок. В данном случае $Q_{II1} \approx 2 \cdot 10^7 e^- / e^-$ - заряд электрона/. Это довольно близко к величине $10^8 e^-$, которая следует из условия Ретера ^{1/2} ($\alpha d \approx 20$) для лавинно-стримерного перехода в однородном поле.

Зарядовые характеристики, измеренные при различном количестве метилала в газовой смеси, приведены на рис.2. В отличие от метана увеличение количества метилала практически не оказывает влияния на амплитуду сигнала в пропорциональном режиме, но существенно уменьшает ее в СГС режиме. При этом уменьшается, правда, незначительно, и длина стримера.

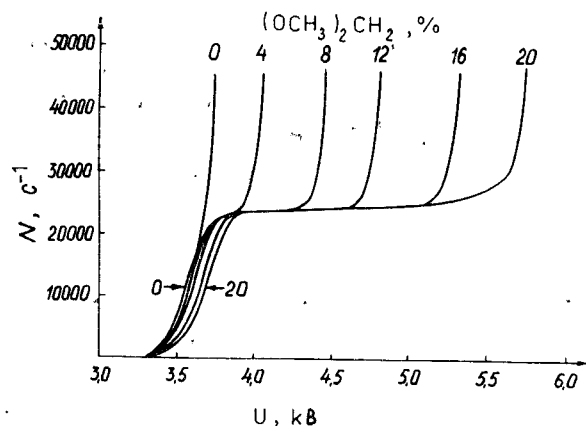


Рис.3. Счетные характеристики камеры при различной концентрации метилала.

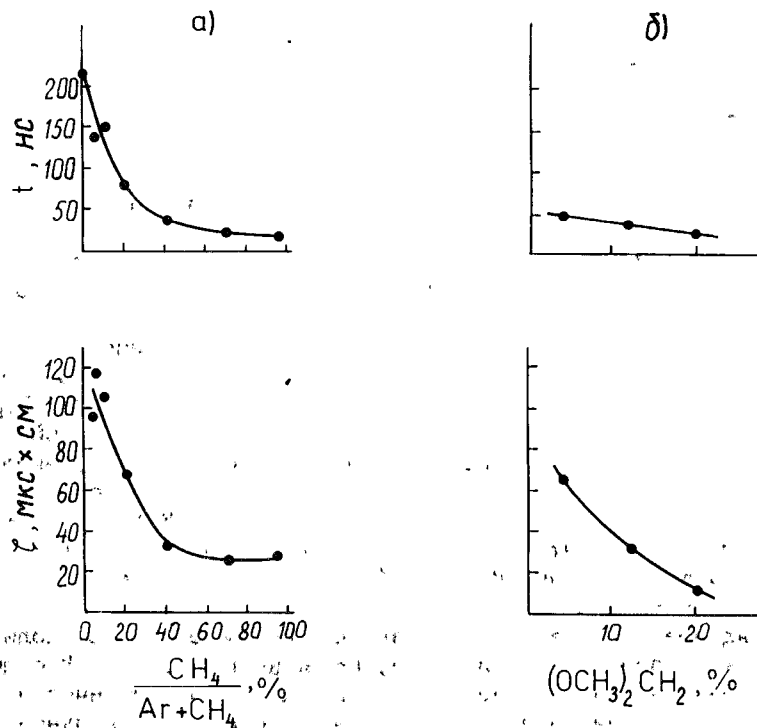


Рис.4. Влияние метана /а/ и метилала /б/ на длительность импульса $t_{1/2}$ и мертвую зону ξ .

Присутствие метилала в газовой смеси оказывает решающее влияние на стабильность СГС режима. В этом режиме метилал по существу определяет величину рабочей области камеры. На рис.3 видно, как расширяется плато счетной характеристики с добавлением метилала. Частично это можно объяснить уменьшением амплитуды сигнала в СГС режиме с ростом концентрации метилала. На рис.4 представлены зависимости длительности импульсов на полувысоте ($t_{1/2}$) и мертвой зоны (ξ) от концентрации метана и метилала в газовой смеси. Форма импульса с камеры изучалась по осциллографу, а величина мертвой зоны — по снижению эффективности при увеличении плотности загрузки анодной проволоки β -частицами. Из рисунка видно, что и метан и метилал довольно сильно влияют на величину мертвой зоны. Однако на длительность импульса их действие различно. Если увеличение количества метана значительно сокращает длительность импульса, то метилал практически не оказывает на нее никакого влияния.

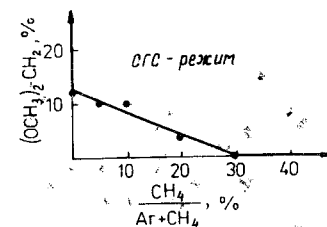
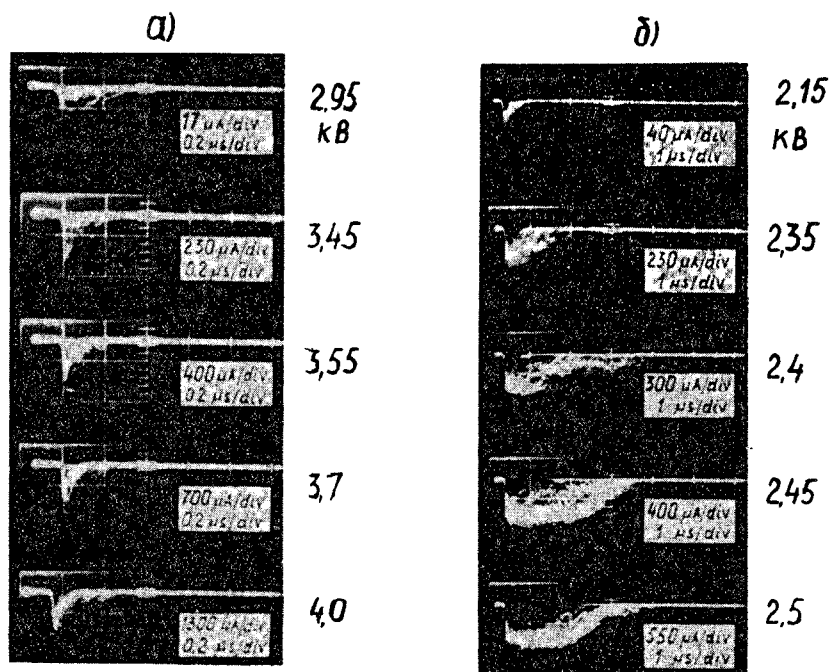


Рис.5. Область СГС режима.

2.2. Переход в режим Гейгера-Мюллера

При исследовании работы камеры с различным газовым наполнением было обнаружено, что в одной и той же камере можно получить как СГС режим, так и ГМ режим. Если газовая смесь содержит относительно малое количество органических добавок, то при увеличении напряжения на камере вместо перехода из пропорционального режима в стримерный происходит переход в ГМ режим. На рис.5 обозначена граница, выше которой в используемой нами камере наблюдается СГС режим. На рис.6 представлены осциллограммы, демонстрирующие переходы из пропорционального в СГС режим /а/, из пропорционального в ГМ режим /б/ при увеличении напряжения на камере и переход от ГМ режима к СГС режиму /в/ при увеличении концентрации метилала. На осциллограммах видно, что переходы от пропорционального режима к стримерному и гейгеровскому качественно различаются. В первом случае /рис.6а/ амплитуда импульса изменяется скачком. Даже в переходной области все импульсы СГС режима имеют одинаковую форму и малый амплитудный разброс. Во втором случае /бб/ амплитуда импульсов при переходе от пропорциональных к гейгеровским меняется непрерывно, а их форма и длительность в этой области более или менее случайны из-за флуктуаций в распространении разряда



б) $(\text{OCH}_3)_2\text{CH}_2$

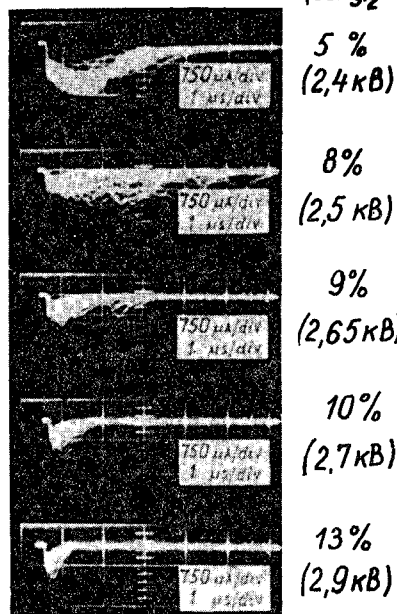


Рис. 6. Осциллограммы сигналов с камеры, демонстрирующие переходы между режимами:

- а/ пропорциональный-СГС режим,
 $\frac{\text{CH}_4}{\text{Ar} + \text{CH}_4} - 30\%$, $(\text{OCH}_3)_2\text{CH}_2 - 20\%$,
 б/ пропорциональный - ГМ режим,
 $\frac{\text{CH}_4}{\text{Ar} + \text{CH}_4} - 0\%$, $(\text{OCH}_3)_2\text{CH}_2 - 4\%$,
 в/ ГМ режим - СГС режим,
 $\frac{\text{CH}_4}{\text{Ar} + \text{CH}_4} - 0\%$.

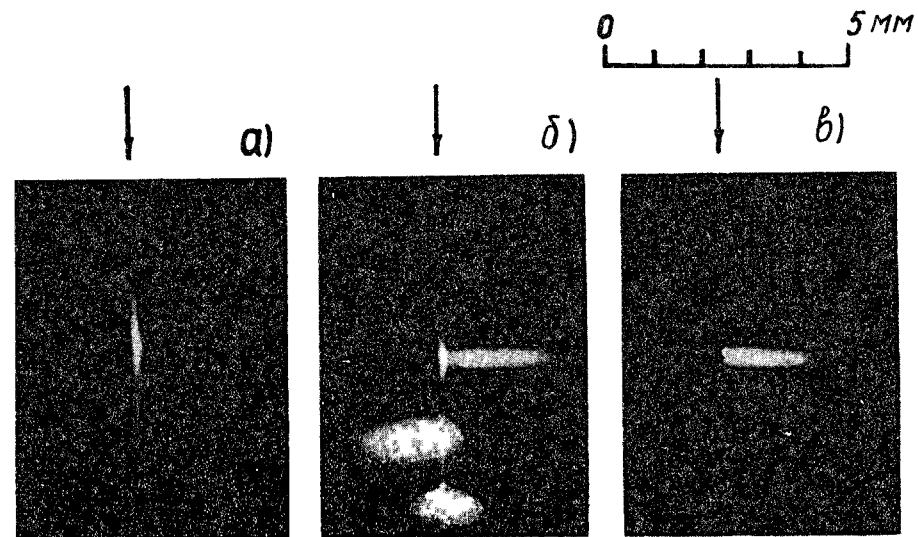


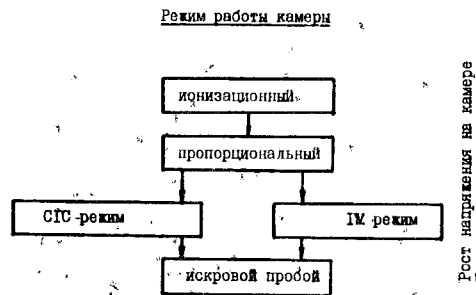
Рис. 7. Фотографии разряда, демонстрирующие переход от ГМ режима к СГС режиму при изменении концентрации метилала.

- а/ ГМ режим, $(\text{OCH}_3)_2\text{CH}_2 - 3,5\%$, $N = 10^6$;
 б/ переходный режим, $(\text{OCH}_3)_2\text{CH}_2 - 9\%$, $N = 10^6$;
 в/ СГС режим, $(\text{OCH}_3)_2\text{CH}_2 - 20\%$, $N = 10^6$.

вдоль анодной проволоки. Наблюдаемый нами установившийся ГМ режим имеет типичные характеристики. Форма гейгеровского импульса зависит от места попадания частицы, как это наблюдалось в работе ¹³. При коллимации пучка на центр проволоки длиной 16 см длительность импульса составляет $\sim 1,5$ мкс, что определяется временем распространения разряда вдоль всей проволоки. Все импульсы имеют стандартную амплитуду ~ 1 мА / амплитудный разброс $\pm 8\%$. Мертвое время проволоки ~ 450 мкс.

Фотографии разряда в камере на рис. 7 демонстрируют переход ГМ режима в стримерный при увеличении доли метилала в газовой смеси. Между газовыми смесями, в которых наблюдаются устойчивые ГМ и СГС режимы, существует промежуточная область, в которой разряд, по-видимому, распределяется случайным образом между этими режимами. Кроме этого на фотографиях разряда в промежуточном режиме видны какие-то посторонние стримероподобные светящиеся области, происхождение которых непонятно.

Следует отметить, что для фиксированной газовой смеси наблюдается либо только СГС режим, либо только ГМ режим. Переход из одного режима в другой с помощью изменения напряжения питания получить не удастся. Место СГС режима среди других режимов работы проволочной камеры иллюстрируется следующей схемой.



К какому режиму переходит камера при повышении напряжения после пропорционального, зависит от состава газовой смеси. Существенное значение, по видимому, имеют также диаметр анодной проволоки и давление газа в камере.

2.3. Структура мертвой зоны

Для характеристики грузочной способности камеры в работе было введено понятие "мертвая зона". Мертвую зону ξ можно рассматривать как эффективную величину произведения длины (δ) участка анодной проволоки, который становится нечувствительным после возникновения импульса, на мертвое время этого участка, определяемое временем отхода положительных ионов от анодной проволоки. Ниже описаны измерения величины δ и зависимости ее от времени методом задержанных самосовпадений.

Схема измерения представлена на рис.8. Облучение велось через коллиматор шириной l . Сигнал, возникший на облучаемой проволоке, после усиления (1) разветвляется на два канала. В одном из них он задерживается задержкой (2) на время t и подается на вход схемы совпадений (3), на другой вход которой сигналы поступают непосредственно после усилителя. Сигнал на выходе (3) появляется в том случае, если через время t после возникновения сигнала на проволоке на ней возникает еще один импульс.

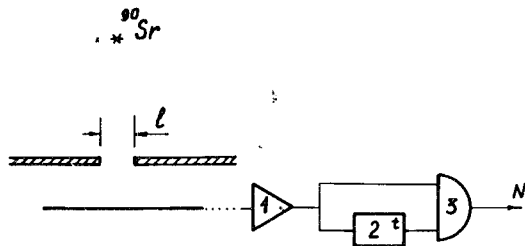


Рис.8. Схема измерения задержанных самосовпадений. 1 - усилитель; 2 - задержка; 3 - схема совпадений.

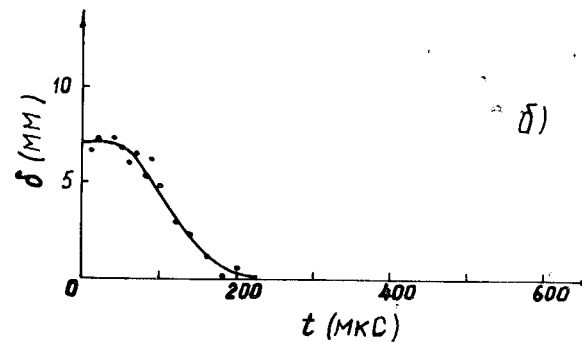
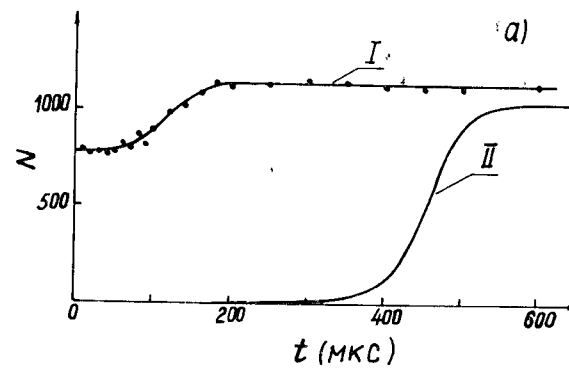


Рис.9. Структура мертвой зоны.

а/ I - кривая самосовпадений в СГС режиме / ширина коллиматора $l = 20$ мм/. II - кривая самосовпадений в ГМ режиме.
б/ Зависимость длины "мертвого" участка проволоки от времени в СГС режиме, рассчитанная по формуле /1/.

Рассмотрим сначала для простоты случай, когда после возникновения сигнала на время T отключается вся проволока /ГМ режим/. Тогда интенсивность счета задержанных самосовпадений

$$N(t) = \begin{cases} 0, & t < T, \\ N_{\infty}, & t > T. \end{cases}$$

Если же после возникновения сигнала отключается не вся проволока, а только ее часть $\delta(t)$, то падение интенсивности счета в момент t описывается формулой

$$\frac{N_{\infty} - N(t)}{N_{\infty}} = \frac{\delta(t)}{l} - \left(\frac{\delta(t)}{2l}\right)^2, \quad \delta(t) < l. \quad /1/$$

Появление в /1/ члена $(\delta(t)/2l)^2$ связано с тем, что при прохождении частицы на расстоянии меньше чем $\delta(t)/2$ от края коллиматора длина области нечувствительности на облучаемом участке оказывается меньше чем $\delta(t)$. Таким образом, измеряя зависимость $N(t)$, можно по формуле /1/ определить $\delta(t)$.

Схема измерения $N(t)$, приведенная на рис.8, является упрощенной. Для лучшего выделения проходящих через коллиматор ℓ частиц снизу от анодной проволоки были установлены дополнительный коллиматор и сцинтилляционный счетчик, включенный на совпадения с камерой.

На рис.9а приведена кривая задержанных самосовпадений сигналов с камеры, работающей в СГС режиме /кривая I/, а на рис.9б - соответствующая ей зависимость $\delta(t)$. В этом измерении соотношение аргона и метана в газовой смеси было 95/5, а концентрация метилала - 17%. Площадь фигуры, ограниченной кривой $\delta(t)$ на рис.9б, равна ~ 85 мкс \times см, что близко к величине мертвой зоны для этой газовой смеси: $\xi \approx 100$ мкс \times см /см. рис.4/, определенной по снижению эффективности при увеличении плотности загрузки анодной проволоки β -частицами.

Для сравнения на рис.9а приведена кривая (II) самосовпадений, полученная в ГМ режиме. Поведение этой кривой показывает, что после возникновения ГМ разряда вся анодная проволока остается нечувствительной в течение ~ 450 мкс.

3. ДРУГИЕ ГАЗОВЫЕ СМЕСИ

Кроме газовых смесей, состоящих из аргона, метана и метилала в различных пропорциях, были исследованы газовые смеси, в которых вместо метилала использовались ацетон, этиловый спирт и этиловый эфир. Выбор этих органических веществ был обусловлен главным образом их доступностью. Добавки вносились в аргон-метановую смесь ($\frac{\text{СН}_4}{\text{Аг} + \text{СН}_4} - 40\%$) либо по отдельности, либо в сочетаниях спирт + метилаль и спирт + эфир.

Измерения, описанные в этом разделе, были выполнены на дрейфовой камере с потенциальными проволоками. /Расстояние от потенциальной до анодной проволоки - 8 мм/. В такой камере напряженность электрического поля в любом месте дрейфового промежутка остается достаточно высокой / > 1 кВ/см при $U > 3$ кВ/, что приводит к значительному улучшению вида дрейфовой характеристики, по сравнению с камерой без потенциальных проволок.

В табл.2 приведены экспериментальные данные для исследованных нами газовых смесей: область рабочих напряжений СГС режима; длина плато счетной характеристики (ΔU); мертвая зона (ξ); величина строба (T), необходимая для получения 95%-ной эффективности.

Таблица 2

Газовая добавка	Область рабочих напряжений, кВ	$\Delta U, В$	ξ , мкс·см	T, нс
Метилаль (17%)	3,4-4,1	700	30	170
Ацетон (12,5%)	3,7-4,1	400	65	
Спирт (4%)	3,5-3,8	300	95	140
Метилаль (2%)+ Спирт (4%)	3,3-3,7	400	75	
Метилаль (4%)+ Спирт (4%)	3,3-3,9	600	60	
Метилаль (6%)+ Спирт (4%)	3,3-4,2	900	40	140
Эфир (10%)+ Спирт (4%)	3,5-4,1	600	75	170
Эфир (20%)+ Спирт (4%)	3,6-4,5	900	40	210

3.1. Газовая смесь: аргон + метан + ацетон

Исследование работы камеры с газовой смесью из аргона, метана и ацетона показало, что при достижении определенного напряжения в камере наблюдается СГС разряд. Об этом говорит как вид амплитудных спектров, так и характерные для СГС режима форма и временные параметры импульсов с камеры. Величина рабочей области камеры, как и в случае метилала, зависит от количества ацетона в составе газовой смеси. Так, при изменении доли ацетона от 5 до 19% величина плато счетной характеристики возрастает от 0 до 1,2 кв.

Вместе с качественным совпадением характеристик камеры для ацетона и метилала наблюдаются и некоторые, в основном количественные, отличия. Так, амплитудный разброс импульсов СГС режима составляет в случае ацетона 25 ÷ 30% - вместо 40% для метилала. Интервал между напряжениями переходов I → II и II → III

/см. работу W / составляет $250 \div 300$ В и $700 \div 800$ В соответственно для ацетона и метилала. Величина критического заряда $Q_{п1}$, при котором происходит переход таунсендовской лавины в стример, равна $\sim 7 \cdot 10^6$ е, что примерно в три раза меньше, чем в случае метилала. Изменение доли ацетона в газовой смеси, в отличие от метилала, практически не влияет на амплитуду сигнала в СГС режиме. Газовая смесь, содержащая ацетон, дает величину мертвой зоны примерно в два раза большую, чем это получается с метилалем.

Наиболее существенным недостатком ацетона по сравнению с метилалем с практической точки зрения является меньшая подвижность электронов в области слабых электрических полей, что ограничивает применение газовых смесей, содержащих ацетон, в дрейфовых камерах.

3.2. Газовая смесь: аргон + метан + эфир

Исследования показали, что в камере, наполненной газовой смесью, содержащей эфир, также наблюдаются импульсы СГС разряда. Однако в ходе измерений выявилось аномальное поведение счетных характеристик камеры. А именно, при достижении некоторого напряжения на камере одиночный счет при дальнейшем повышении напряжения начинает падать. При этом падает, не достигнув 100%, и эффективность камеры.

Таким образом, с газовой смесью из аргона, метана и эфира оказалось невозможным получить стабильный СГС режим, пригодный для практического использования.

3.3. Газовая смесь: аргон + метан + спирт

Была исследована аргон-метановая смесь с добавкой 4% спирта. Использовался спирт, осушенный прокаленным медным купоросом. Для камеры в СГС режиме была получена счетная характеристика, которая имеет плато по напряжению длиной до 300 В.

Характерной особенностью спирта является очень большой скачок амплитуды сигнала при переходе от ограниченно-пропорционального к СГС режиму. Так, $Q_{п1} = 2,8$ пКл, $Q_{п2} = 35$ пКл. Газовая смесь, содержащая спирт, отличается также хорошей дрейфовой характеристикой по сравнению с другими газовыми смесями, которые исследовались нами. Это связано с высокой скоростью дрейфа электронов и слабой ее зависимостью от напряженности поля, что довольно важно для дрейфовых камер.

Однако большая величина мертвой зоны $\xi \approx 95$ мкс \times см и малая величина области рабочих напряжений ограничивают применение этой газовой смеси. Дальнейшее увеличение концентрации спирта с целью расширения рабочей области камеры невозможно

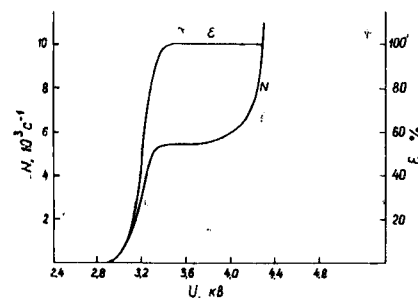


Рис. 10. Кривые зависимости одиночного счета (N) и эффективности (ε) камеры от напряжения.

Газ: $\frac{CH_4}{Ar + CH_4} - 40\%$,
 $C_2H_5OH - 4\%$, $(OCH_3)_2CH_2 - 6\%$.

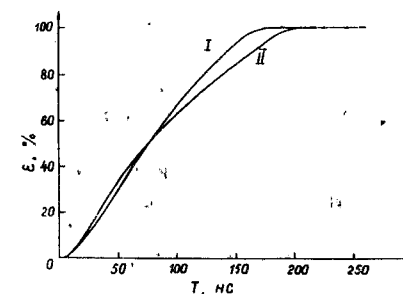


Рис. 11. Зависимость эффективности камеры от длительности строба.

I — $\frac{CH_4}{Ar + CH_4} - 40\%$,
 $C_2H_5OH - 4\%$, $(OCH_3)_2CH_2 - 6\%$.
 II — $\frac{CH_4}{Ar + CH_4} - 40\%$,
 $(OCH_3)_2CH_2 - 17\%$.

из-за конденсации спирта на электродах камеры, что приводит к резкому возрастанию шумов.

Исследования показали, что более перспективными для применения являются газовые смеси, в которых пары спирта используются совместно с метилалем или эфиром.

3.4. Газовая смесь: аргон + метан + спирт + метилаль

С целью расширения области рабочих напряжений в газовую смесь аргон + метан + спирт были добавлены пары метилала. При этом, уже для концентрации 6% метилала, была получена счетная характеристика с длиной плато около 900 В. Отметим, что в отсутствие спирта для этого потребовалась бы концентрация метилала $\sim 20\%$. Величина мертвой зоны уменьшилась с ~ 95 мкс \times см до 40 мкс \times см. При этом дрейфовая характеристика камеры ухудшилась незначительно.

На рис. 10 приведены кривые зависимости одиночного счета (N) и эффективности (ε) камеры от напряжения питания, а на рис. 11 — зависимость эффективности от длительности строба (T), которая при условии равномерной по площади загрузки камеры представляет собой дрейфовую характеристику.

3.5. Газовая смесь: аргон + метан + спирт + эфир

Добавка 4% спирта в газовую смесь аргон + метан + эфир полностью устранила аномальное поведение счетной характеристики, о котором говорилось выше. При этом увеличение концентрации эфира приводит, как и в случае метилала, к расширению рабочей области камеры и уменьшению мертвой зоны, хотя он менее эффективен в этом отношении, чем метилал. В то же время эфир сильнее ухудшает дрейфовую характеристику.

4. ВЫВОДЫ

Экспериментальные данные, приведенные в данной работе, показывают, что устойчивый СГС разряд может быть получен в различных газовых смесях, которые отличаются как по компонентному составу, так и по процентному содержанию этих компонент. Необходимо только, чтобы концентрация гасящих добавок была больше некоторой, т.к. при меньшей концентрации в камере будет наблюдаться не стримерный, а гейгеровский разряд. С целью сокращения расхода метилала, который довольно дорог и нуждается в трудоемкой очистке, для практического применения может быть рекомендована аргон-метановая смесь ($\frac{\text{CH}_4}{\text{Ar} + \text{CH}_4} - 40\%$) с добавками этилового спирта /4%/ и метилала /6%/.

Авторы благодарны А.В.Купцову за ценные советы, а также Л.Л.Неменову за поддержку работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Г.Д. и др. ОИЯИ, 13-80-447, Дубна, 1980.
2. Петер Г. Электронные лавины и пробой в газах. Перевод с англ. "Мир", М., 1968.
3. Charpak G., Sauli F. NIM, 1971, 96, p.363.
4. Alekseev G.D. et al. NIM, 1978, 153, p.157.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 июля 1980 года.

Нет ли пробелов в Вашей библиотеке?

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

Д1,2-8405	Труды IV Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц. Варна, 1974.	2 р. 05 к.
Р1,2-8529	Труды Международной школы-семинара молодых ученых. Актуальные проблемы физики элементарных частиц. Сочи, 1974.	2 р. 60 к.
Д6-8846	XIV совещание по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1975.	1 р. 90 к.
Д13-9164	Международное совещание по методам проволочных камер. Дубна, 1975.	4 р. 20 к.
Д1,2-9224	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1975.	3 р. 60 к.
Д-9920	Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра. Дубна, 1976.	3 р. 50 к.
Д9-10500	Труды II Симпозиума по коллективным методам ускорения. Дубна, 1976.	2 р. 50 к.
Д2-10533	Труды X Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Баку, 1976.	3 р. 50 к.
Д13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
Д17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
Д6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
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 У I 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.
Р18-12147	Труды III совещания по использованию ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач.	2 р. 20 к.

Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
P2-12462	Труды V Международного совещания по нелокальным теориям поля. Алушта, 1979.	2 р. 25 к.
Д-12831	Труды Международного симпозиума по фундаментальным проблемам теоретической и математической физики. Дубна, 1979.	4 р. 00 к.
Д-12965	Труды Международной школы молодых ученых по проблемам ускорителей заряженных частиц. Минск, 1979.	3 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 ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	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