

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

607/2-81

9/2-81

P13-80-653

Г.Д.Алексеев, Д.М.Хазинс

ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ АНОДНОЙ ПРОВОЛОКИ
И ДАВЛЕНИЯ РАБОЧЕГО ГАЗА
НА ХАРАКТЕРИСТИКИ
САМОГАСЯЩЕГОСЯ СТРИМЕРНОГО РЕЖИМА
РАБОТЫ ПРОВОЛОЧНОЙ КАМЕРЫ

Направлено в ЖТФ

1980

В предыдущих работах ^{1,2/} было показано, что самогасящийся стримерный /СГС/ режим работы проволочной камеры в определенных условиях имеет стабильный характер и обнаруживает свое существование при значительных изменениях состава газовой смеси. В данной работе исследуется влияние давления газа (Р) и диаметра анодной проволоки (d) на характеристики СГС режима.

Камера в этих измерениях представляла собой две катодные плоскости из медной фольги толщиной 30 мкм, расположенные на расстоянии 16 мм друг от друга, посередине между которыми натягивалась одна анодная проволока. Камера облучалась β -источником ⁹⁰Sr. Во всех измерениях использовалась газовая смесь из аргона, метана, метилаля и этилового спирта в соотношении 55:36:6:3, которая была определена в работе ^{12/} как наиболее удобная для практических целей.

Влияние давления на характеристики СГС режима изучалось при толщине анодной проволоки $d = 50$ мкм, а их зависимость от толщины анодной проволоки - при атмосферном давлении $P = 1$ атм. Полученные данные приведены в таблице и на рис.1-4.

Основной вывод настоящей работы состоит в том, что СГС режим наблюдается во всем измеренном диапазоне величин Р и d. Однако не везде он проявляется достаточно отчетливо, и его характеристики довольно существенно меняются. Так, например, мы не смогли заметить момента перехода от пропорционального к СГС режиму при $d = 10$ мкм, который обычно проявляет себя резким скачком в амплитуде сигнала с камеры. Единственное свидетельство в пользу существования СГС режима с такой проволокой состоит в очень малой длительности сигнала / $t = 25$ нс на полувывоте/, в то время как в пропорциональном режиме она составляет $t \sim 200$ нс. При $d = 20$ мкм хотя СГС режим наблюдался отчетливо, но плато в характеристике одиночного счета обнаружено не было /рис.1/. К тому же при малых диаметрах анодной проволоки была зарегистрирована высокая интенсивность шумовых импульсов. Таким образом, характеристики СГС режима для наполненных указанной выше газовой смесью при атмосферном давлении камер с тонкой анодной проволокой / $d < 50$ мкм/ можно считать неудовлетворительными для практического применения.

Широкое плато счетной характеристики / ≥ 1 кВ/ было получено при диаметрах анодной проволоки $d = 50, 100$ и 200 мкм. При $d = 400$ мкм рабочая область камеры ограничивается искровыми пробоями при $U = 6,3$ кВ. Как видно из рис.1, плато счетной

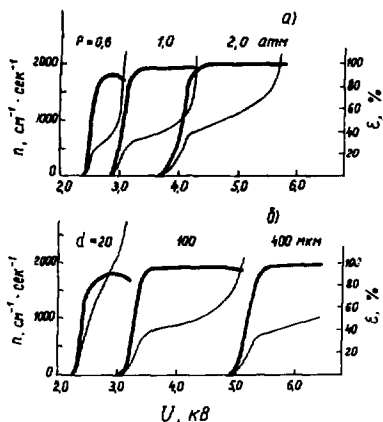


Рис.1. Счетные характеристики камеры в СГС режиме при разных давлениях рабочего газа /а/ и диаметрах анодной проволоки /б/. Толстой линией представлены графики эффективности (ϵ), тонкой - скорости одиночного счета камеры (n), приведенного к единице длины анодной проволоки.

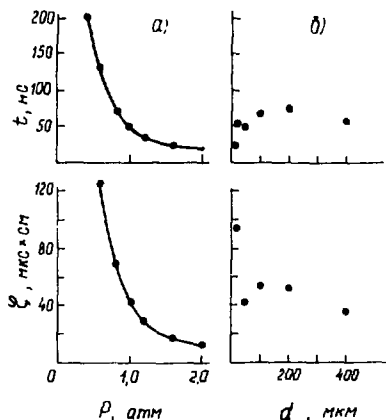


Рис.2. Влияние давления /а/ и диаметра анодной проволоки /б/ на длительность импульса на полувысоте (t) и величину мертвой зоны (ζ).

характеристики зависит от давления и растет с его увеличением. Исследованная область давлений / $P \leq 2$ атм./ была ограничена техническими причинами.

На рис.2 представлены графики длительности импульса с камеры на полувысоте (t) и величины мертвой зоны (ζ). Видно, что с ростом давления величины t и ζ резко уменьшаются, причем в изученной области падение величины мертвой зоны опережает рост давления /произведение $P \cdot \zeta$ уменьшается с увеличением P /. Явной зависимости этих параметров от диаметра анодной проволоки не наблюдается. Большие значения ζ , полученные при $d = 10$ и 20 мкм, возможно, объясняются образованием повторных разрядов после прохождения частицы, которые вносят дополнительную неэффективность в работу камеры. О наличии повторных разрядов свидетельствует повышенная скорость одиночного счета при малых d .

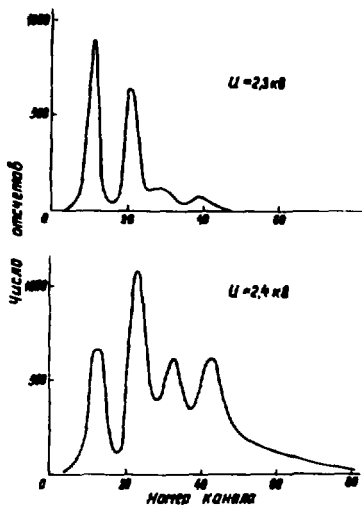


Рис. 3. Амплитудные спектры сигналов в СГС режиме при $P = 0,4$ атм и $d = 50$ мкм. Цена 1 канала - 13,3 пКл.

ности образования стримеров в пределах нескольких наносекунд. Можно было бы пытаться объяснить появление нескольких стримеров угловым разбросом β -частиц, пересекающих камеру. Однако в предыдущих работах /1,3,4/ двоение пиков амплитуд было зарегистрировано при облучении камеры рентгеновскими фотонами, ионизирующими газ локально. Таким образом, размножение стримеров вызывается внутренними процессами развития разряда.

На рис. 4 представлены зависимости средней величины заряда в импульсе от напряжения питания камеры /толстые линии/. Тонкими линиями обозначено поведение максимумов в амплитудных спектрах. Из сопоставления этих данных следует, что амплитуда сигнала с камеры в СГС режиме растет главным образом за счет увеличения числа стримеров и лишь в незначительной степени за счет роста величины каждого из них. С этим выводом хорошо согласуется увеличение ширины светящейся области разряда с ростом напряжения при неизменной длине стримера, которое наблюдается на фотографиях, приведенных в работе /1/.

Настоящие исследования еще раз подтверждают магическую роль величины критического заряда $Q_{п1}$, при котором происходит переход таунсендовской лавины в стример. В работе /2/ отмечалось, что она соответствует условию Петера для лавинно-стример-

Переходя к описанию амплитудных характеристик, необходимо отметить, что ранее мы /1/, а также другие авторы /3,4/ замечали скачок в поведении амплитуды сигнала с ростом напряжения питания в СГС режиме. В данных измерениях в некоторых случаях наблюдалась гораздо более сложная структура амплитудного спектра СГС разряда. Наиболее яркий пример приведен на рис. 3, где одновременно присутствуют 4 эквидистантно расположенных пика. Довольно естественно это явление можно объяснить, если предположить, что при прохождении частицы через камеру образуется не один стример, а несколько, причем их число растет с напряжением. При наблюдении на осциллографе заметных изменений в форме импульса с ростом напряжения в СГС режиме не замечалось, что говорит об одновремен-

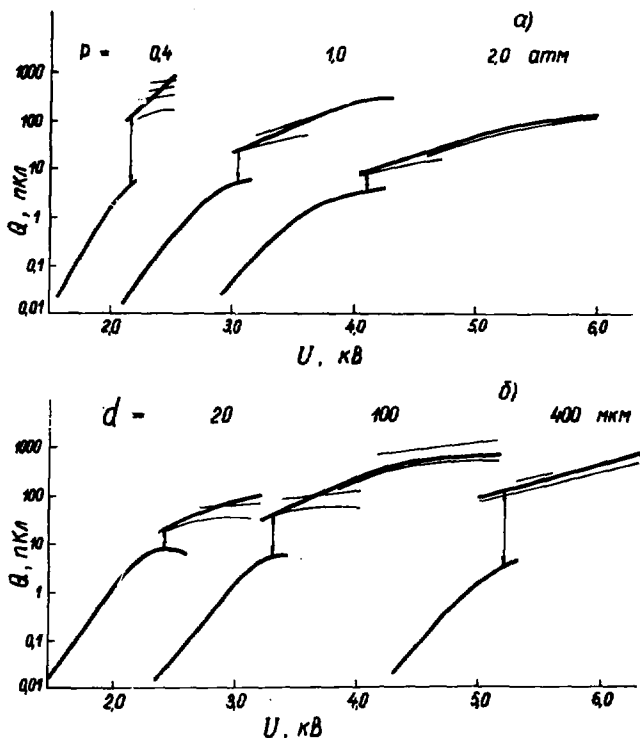


Рис. 4. Зарядовые характеристики камеры. Толстые линии представляют зависимость средней величины заряда в импульсе от напряжения питания камеры (U), тонкими линиями обозначено поведение максимумов в амплитудных спектрах. Стрелки указывают напряжения, при которых половина сигналов принадлежит СГС режиму.

ного перехода в однородном поле и не зависит от состава газовой смеси. Из данных, приведенных в таблице, следует, что она практически не меняется также при широком изменении давления газа и напряженности электрического поля в области лавинно-стримерного перехода.

Таблица

Р атм.	d мм.	J _п мкА	U _п кВ	E _a кВ/см	Q _{п1} пКл	Q _{п2} пКл	t нс	ζ мкс хсм
0,4	50	180	2,14	142	4,7	117	200	400
0,6	"	140	2,47	164	5,4	71	130	124
0,8	"	100	2,77	184	5,1	38	70	68
1,0	"	100	3,01	200	5,0	23	50	41
1,2	"	64	3,26	217	5,5	26	35	28
1,6	"	64	3,67	244	4,9	13	25	17
2,0	"	45	4,00	266	4,3	9	20	12
1,0	10	100	2,20	577			25	230
"	20	100	2,41	348	6,9	19	55	94
"	100	100	3,30	124	5,6	43	70	53
"	200	100	4,08	88	3,6	107	75	51
"	400	100	5,20	66	3,5	115	55	35

Здесь: J_п - порог срабатывания электроники, при котором измерялись счетные характеристики, представленные на рис.1; U_п - напряжение перехода, при котором половина сигналов принадлежит пропорциональному режиму усиления, а половина - стримерному; E_a - напряженность поля на поверхности анодной проволоки при U^a = U_п; Q_{п1} и Q_{п2} - средние значения амплитуд сигналов в пропорциональном и СГС режимах в точках перехода U = U_п; t - длительность сигнала на полувысоте; ζ - мертвая зона.

ВЫВОДЫ

✗ Существование СГС режима в широкой области изменения давления рабочего газа и толщины анодной проволоки ~~наряду с результатами работы~~ свидетельствует об устойчивости режима. 10.11.19

✗ Основные характеристики СГС режима улучшаются с увеличением диаметра анодной проволоки и давления рабочего газа. Особенно следует отметить резкое уменьшение мертвой зоны с ростом давления газа. ~~Представляет интерес продолжить исследования СГС режима при больших давлениях.~~

3. СГС разряд имеет сложную структуру и, возможно, состоит из нескольких одновременно развивающихся стримеров.

В заключение авторы приносят свою благодарность Л.Л.Неменову за поддержку работы, А.В.Купцову и В.В.Круглову за интересные обсуждения, Н.А.Калининой за помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Г.Д. и др. ОИЯИ, Р13-80-447, Дубна, 1980.
2. Алексеев Г.Д. и др. ОИЯИ, Р13-80-454, Дубна, 1980.
3. Lacy J.L., Lindsey R.S. NIM, 1974, 119, p.483.
4. Fischer J., Okuno H., Walenta A.H. NIM, 1978, 151, p.461.