

ИСКРОВОЙ СЧЕТЧИК ОСКОЛКОВ ДЕЛЕНИЯ

Ю. П. ГАНГРСКИЙ, Б. ДАЛХСУРЕН, Ю. А. ЛАЗАРЕВ, Б. Н. МАРКОВ,
НГУЕН КОНГ КХАНЬ

Описан искровой счетчик осколков деления. Приведены результаты измерений эффективности регистрации осколков и разрешающего времени для различных смесей газов на основе He, Ne, Ar, Kr, Xe, N₂. Показано, что для ряда смесей газов можно получить эффективность регистрации до 50%, а для α -частиц — менее 10⁻¹⁰ %.

Описанный в [1 ÷ 5] многонитевой искровой счетчик успешно использовался для регистрации осколков деления на фоне высокой α -активности (до 10⁹ α -частиц/сек). Однако механизм работы искрового счетчика такого типа еще не совсем ясен, а его свойства недостаточно исследованы. В данной работе изучались эффективность регистрации осколков деления и дискриминационные характеристики искрового счетчика, а также измерялось время разрешения при наполнении его различными смесями газов.

Основная особенность механизма работы искрового счетчика — локальный характер газового разряда (искровой пробой), для возникновения которого существенна не полная ионизация, производимая заряженными частицами в чувствительном объеме счетчи-

ка, а удельная (локальная) плотность ионизации вдоль следа частицы. Поэтому вероятность многократных наложений пренебрежимо мала, и для надежной дискриминации α -частиц от осколков деления важно лишь максимально снизить эффективность регистрации отдельных α -частиц, сохранив при этом достаточно высокую эффективность регистрации осколков деления.

Для эффективного возникновения искрового пробоя должно быть выполнено условие [6]

$$n_0 G \geq 10^8, \quad (1)$$

где G — фактор газового усиления, n_0 — число носителей заряда, образованных заряженной частицей. Поскольку величины n_0 , пропорциональные удельным ионизационным

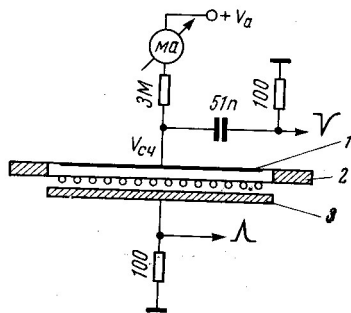


Рис. 1. Основные элементы и схема включения искрового счетчика. 1 — мишень, 2 — анод, 3 — катод

потерям, различаются для осколков деления и α -частиц почти в 100 раз, то соответствующим выбором состава и давления наполняющего счетчик газа и напряжения питания можно получить такое значение G , что условие (1) будет выполнено лишь для осколков деления. При этом может быть достигнута высокая степень дискриминации α -частиц от осколков деления.

В искровом счетчике существует стабильный коронный разряд, обусловленный сильной неоднородностью электрического поля вблизи нитей анода. Постоянный ток коронного разряда вызывает падение напряжения на гасящем сопротивлении R (рис. 1), поэтому напряжение на электродах счетчика оказывается меньше, чем напряжение источника питания. Коронный ток растет с увеличением напряжения источника питания, поэтому напряжение на счетчике меняется очень мало. Это приводит к стабилизации работы счетчика и появлению плато на счетной характеристике, тем более длинному, чем выше гасящее сопротивление.

Конструкция использованного в работе счетчика аналогична описанному в [3, 5]. Анодом является сетка из вольфрамовых нитей ϕ 0,1 мм; натянутых на металлическое кольцо, а катодом служит полированная медная пластина с хромированной поверхностью. Расстояние между электродами 2 мм, а мишень располагалась в 3 ÷ 4 мм от анода. Расстояние между нитями сетки определяет эффективность счетчика, однако при расстоянии < 2 мм счетчик работает неустойчиво, так как электрическое поле уже не является сильно неоднородным, и условия для зажигания короны ухудшаются. Счетчик помещается в вакуумной камере, которая перед

заполнением рабочим газом откачивается до давления 10^{-2} тор.

В [3 ÷ 5] было показано, что хорошую дискриминацию α -частиц от осколков можно получить при использовании N_2 или смеси He и Xe. В данной работе исследованы многие смеси газов, при наполнении которыми счетчик имеет высокую эффективность регистрации осколков деления, надежно дискриминирует осколки в интенсивных потоках α -частиц (до 10^9 частиц/сек) и устойчив при продолжительной работе. Исследовалась работа счетчика при наполнении его He, Ne, Ar, Kr, Xe и N_2 , а также различными смесями этих газов как при атмосферном, так и при пониженном (до 80 тор) давлении. Источником осколков служил помещенный в счетчик слой ^{235}U , облучаемый тепловыми нейтронами. Абсолютная величина эффективности регистрации осколков деления определялась сравнением числа импульсов на выходе счетчика с числом треков на диэлектрическом детекторе [7], который располагался на месте катода.

Оказалось, что чистые инертные газы, а также газы с примесями органических добавок непригодны: одновременно с зажиганием короны возникают самопроизвольные разряды. Смеси на основе He, Ar и Kr плохо дискриминируют α -частицы от осколков. Смеси, удовлетворяющие указанным выше условиям, представлены в таблице.

Эффективность регистрации осколков деления и разрешающее время для различных смесей газов

Наполнение	Общее давление смеси, тор	ϵ_f , %	$U_{сч}$, в	$V_{имп}$, в	τ , нсек
He + 1,3% N_2	765	17	1080	30	100
He + 0,5% Xe	765	17	750	35	120
He + 10% Xe	80	21	550	5	—
He + 45% N_2	120	12	1350	72	—
N_2	120	13,5	1625	100	12
N_2	300	20	3800	200	11
N_2 + 25% He	120	13	1560	90	—
N_2 + 5% He	100	19	1350	80	30
N_2 + 4% Ar	100	13	1450	95	—

Эффективность регистрации осколков деления ϵ_f измерена при расстоянии между нитями сетки 6 мм (при меньшем расстоянии эффективность соответственно выше). В таблице приводятся также значения напряжения на электродах счетчика $U_{сч}$ и ампли-

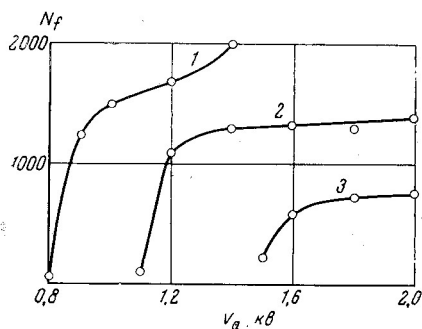


Рис. 2. Счетные характеристики искрового счетчика для наполнений: 1 — Ne + 0,3% Ar (760 мм), 2 — Ne + 1,3% N₂ (760 мм), 3 — N₂ (120 мм). N_f — число импульсов счетчика, V_a — напряжение источника питания.

туда импульса $V_{имп}$ на сопротивлении 100 ом. Типичные счетные характеристики для ряда указанных в таблице смесей газов показаны на рис. 2. Эффективность регистрации α -частиц, измеренная при использовании источника ²⁴¹Am активностью 10⁹ α -частиц/сек, составила $\sim 10^{-10}$ %.

Для ряда смесей было измерено разрешающее время счетчика τ , т. е. флуктуация времени запаздывания искрового пробоя относительно момента прохождения осколка. Измерялась относительная задержка импульсов, возникающих при регистрации двух осколков одного акта деления в двух идентичных счетчиках. Временное распределение импульсов измерялось при помощи широкодиапазонного время-амплитудного конвертора [8]. Результаты измерений представлены в таблице. Видно, что временные

свойства существенно зависят от состава смеси.

Описанный искровой счетчик успешно использовался при исследовании свойств спонтанно делящихся изомеров, образующихся в реакциях с нейтронами [9] и γ -квантами [10].

Авторы выражают благодарность Г. Н. Флерову за постоянный интерес к работе, а также С. М. Поликанову, Ю. В. Рябову, Со Дон Сик и Т. Надь за полезные обсуждения, А. Г. Белову и А. М. Кучеру за помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. M. P. Savel, Compt. Rend. Acad. Sci., 1952, 235, 156.
2. C. D. Bowman, R. W. Hill, Nucl. Instrum., 1963, 24, 213.
3. В. Ф. Герасимов, ПТЭ, 1966, № 6, 78.
4. E. Migneco, I. P. Theobald, M. Merla, Preprint EUR-4077e, 1968, Luxemburg.
5. Ю. В. Рябов, Со Дон Сик, Препринт ОИЯИ, 1968, P3-3959, Дубна.
6. Г. Ретер, Электронные лавины и пробой в газах, 1968, «Мир».
7. В. П. Перельгин, С. П. Третьякова, И. Звара, ПТЭ, 1964, № 4, 78.
8. Ю. Т. Будяшов, В. Г. Зинов, ПТЭ, 1968, № 4, 102.
9. Ю. П. Гангрский, К. А. Гаврилов, Б. Н. Марков, Нгуен Конг Кхань, С. П. Поликанов, Препринт ОИЯИ, 1968, Д7-4154, Дубна.
10. Ю. П. Гангрский, Б. Н. Марков, Ю. М. Ципенюк, Препринт ОИЯИ, 1969, P15-4552, Дубна.

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна. Получено 28.VI.1969