

3937  
P-982

ПТЭ, 1969, №5,  
с.47-50

9/IX-6

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

РЗ - 3957



Ю.В.Рябов, Со Дон Сик

МНОГОСЛОЙНАЯ ИСКРОВАЯ КАМЕРА  
ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ОСКОЛКОВ ДЕЛЕНИЯ

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

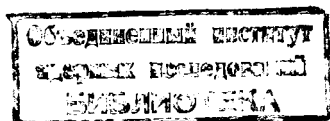
1968

**РЗ - 3957**

**Ю.В.Рябов, Со Дон Сик**

**МНОГОСЛОЙНАЯ ИСКРОВАЯ КАМЕРА  
ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ОСКОЛКОВ ДЕЛЕНИЯ**

**Направлено в ПТЭ**



Основным характерным свойством искровой многонитевой камеры коронного типа является резкая зависимость эффективности регистрации от удельной ионизации частиц и локальный характер разряда. Это позволяет выбрать такие условия работы искровой камеры (газовая смесь, давление, геометрия, напряжение питания и т.д.), когда при достаточно большой эффективности регистрации осколков деления чувствительность к  $\alpha$ -частицам составляет величину в  $10^9$  раз меньшую. Предложенная в работе /1/ конструкция однослойной искровой камеры с гофрированным катодом (камера типа "нить-полость"), работающей на воздухе при пониженном давлении (410 мм рт. ст.), позволяет получать эффективность регистрации осколков деления  $\approx 30\%$ .

Простая конструкция однослойной искровой камеры с плоским катодом использована в работе /2/. Эффективность регистрации осколков достигала 40-50% при наполнении смесями  $He + Xe$  и  $He + \text{воздух}$ . Однако, как отмечалось в этой работе, искровая камера работала неустойчиво (давала ложные отсчеты) с мишенями, имеющими относительно низкую  $\alpha$ -активность (например,  $U-235$ ).

В настоящей работе с целью создания низкофонового детектора для исследования сечений деления изотопов как с относительно низкой, так и высокой удельной  $\alpha$ -активностью, на нейтронном спектрометре ОИЯИ по времени пролета /3/ в присутствии мощного первичного импульса  $\gamma$ -излучения исследованы характеристики многослойной многонитевой искровой камеры коронного типа с плоским катодом. На рис.1 показаны схема десятислойной искровой камеры и электрическая схема ее включения. Ано-

ды камеры изготавливались из тонких вольфрамовых нитей диаметром 100 мк, намотанных на кольца из нержавеющей стали с внутренним диаметром 160 мм. В качестве катодов использовались хромированные медные фольги толщиной 100 мк. Электроды разделялись тефлоновыми или плексигласовыми изоляторами и зазоры между ними можно было изменять от 1,2 до 2,5 мм. Расстояние между вольфрамовыми нитями анода (шаг намотки) выбрано равным 3,5 мм. Исследуемый изотоп, нанесенный на алюминиевую фольгу толщиной 20 мк, располагался на расстоянии 4+7 мм от анода.

Счетная характеристика искровой камеры (зависимость скорости счета осколков деления или  $\alpha$  - частиц от приложенного напряжения) имеет плато, в пределах которого напряжение между анодом и катодом остается практически постоянным из-за развития в газе коронного разряда (вольт-амперная характеристика).

В результате исследования работы камеры на воздухе при давлении 1 атм было установлено, что при зазоре между анодом и катодом менее 1,2 мм возникает самостоятельный искровой разряд в переходной области счетной характеристики. Работа камеры также неустойчива при расстоянии между нитями анода менее 3 мм. Эффективность регистрации осколков деления при расстоянии между нитями анода 3,5 мм и зазоре между анодом и катодом 1,5 мм составляет 10%. Работа искровой камеры становится более устойчивой при пониженном давлении воздуха. Эффективность регистрации осколков деления достигает 30% в интервале давлений воздуха 380+420 мм рт. ст. при расстоянии между нитями анода 3,5 мм и зазоре между анодом и катодом 2,0 мм. Значительно лучшие результаты получены при наполнении камеры смесью  $He + \text{воздух}$ . На рис.2 показаны счетные характеристики искровой камеры при расстоянии между нитями анода 3,5 мм и зазором между электродами 2,3 мм для различных концентраций воздуха в  $He$ . . Общее давление смеси газов равно 1 атм. Хорошо видно, что уже при парциальном давлении воздуха менее 560 мм рт. ст. проявляется плато на счетной характеристике регистрации осколков деления при достаточно низкой чувствительности к  $\alpha$  - частицам. С уменьшением парциального давления воздуха эффективность регистрации осколков

деления несколько падает, но плато становится более выраженным. Так, при парциальном давлении воздуха 45 мм рт. ст. эффективность регистрации осколков деления равна 60%, а отношение эффективностей регистрации  $\alpha$ -частиц и осколков достигает величины  $3 \cdot 10^{-9}$  при напряжении 2,3 кв. Однако высокое рабочее напряжение создает определенные неудобства при практическом использовании камеры и может явиться источником нестабильности при длительной работе. Кроме того, счетная характеристика камеры изменяется с течением времени из-за накопления озона и окиси азота. Этот эффект может быть устранен при работе камеры на непрерывном протоке смеси  $He + \text{воздух}$  /2/.

Была исследована работа искровой камеры при наполнении смесью  $He + Xe$ . Общее давление смеси газов 1 атм. Счетные характеристики, полученные для различных концентраций  $Xe$ , показаны на рис.3. При концентрации  $Xe$  3,5+4,5 мм рт. ст. наблюдается четко выраженный горизонтальный участок счетной характеристики в диапазоне напряжений 1,1+2,2 кв. При концентрации  $Xe$  4,5 мм рт.ст. эффективность регистрации осколков деления составляет 60%, а отношение эффективностей регистрации  $\alpha$ -частиц и осколков равняется  $1,5 \cdot 10^{-9}$  при напряжении 1,4 кв. Увеличение концентрации  $Xe$  приводит к возрастанию эффективности регистрации  $\alpha$ -частиц и заметному изменению наклона плато на счетной характеристике.

Протяженность плато зависит от величины сопротивления  $R$  (рис.1) и способа подключения мишени к электрической схеме. Уменьшение  $R$  приводит к уменьшению плато, а работа с заземленной мишенью увеличивает его. Обычно  $R$  выбиралось равным  $10 + 20 \text{ M}\Omega$  и при этом плато было около 1 кв. Искровая камера с заземленной мишенью (рис.1б) работает устойчиво даже с изотопами, имеющими низкую удельную  $\alpha$ -активность (естественный уран,  $^{232}\text{Th}$  и т.д.). Эффективность же регистрации осколков деления при таком способе подключения мишени уменьшается всего на 10% по сравнению с эффективностью, полученной при используемом в работе /2/ способе включения (рис.1а).

При исследовании работы многослойной искровой камеры было отмечено, что возникновение искры в одной из секций приводит, по-видимому, через межэлектродную емкость к появлению выходного сигнала сравнимой амплитуды в соседних секциях. Устранить этот эффект удалось с по-

мощью заземленных экранов из алюминиевой фольги, помещенных между отдельными секциями камеры.

На описанной многослойной искровой камере были проведены измерения сечения деления  $U-235$  на нейтронном спектрометре ОИЯИ по времени пролета. В одной из секций (контрольной) слой  $U-235$  был заменен алюминиевой фольгой и счет с этой секции регистрировался отдельным временным анализатором. Это давало возможность определить чувствительность камеры (за счет эффектов на конструкционных материалах) к  $\gamma$ -лучам и быстрым нейтронам от импульсного нейтронного источника и проверить содержащееся в работе <sup>12/</sup> утверждение, что искровая камера работает менее устойчиво при исследовании изотопов с низкой естественной  $\alpha$ -активностью.

На рис.4 представлен временной спектр делений  $U-235$ , измеренный на пролетном расстоянии 17м при разрешении  $\approx 0,2$  мксек/м. Этот спектр хорошо согласуется с полученным в тех же условиях с помощью ионизационной камеры. В момент мощного первичного импульса нейтронов и  $\gamma$ -лучей в работе искровой камеры не замечены какие-либо неустойчивости в отличие от работы многослойных ионизационных камер <sup>14/</sup>. С контрольной секции искровой камеры в течение 30 часов работы не было зарегистрировано ни одного импульса.

На рис.5 представлен общий вид многослойной искровой камеры коронного типа с плоским катодом, используемой в настоящей работе. Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Использование искровой многослойной многонитевой камеры коронного типа с плоским катодом описанной конструкции позволяет регистрировать осколки деления с эффективностью 60% при эффективности к  $\alpha$ -частицам 10-8%.

2. Эффективность регистрации осколков деления слабо зависит от природы используемого газа (или смеси газов), и определяется, в первую очередь, геометрией камеры, в частности, конфигурацией электрического поля анод-катод. Для данной камеры эффективность в 60%, по-видимому, является предельной. С другой стороны, чувствительность искровой камеры к  $\alpha$ -частицам резко зависит от природы газа (или сме-

си газов), и, в частности, от парциального давления добавки. Этот факт позволяет, если это необходимо, с незначительной потерей эффективности регистрации осколков деления (в 3-5 раз) существенно (еще на 1-2 порядка) уменьшить эффективность к  $\alpha$ -частицам.

3. Эксплуатация искровой камеры является наиболее надежной при использовании смеси газов  $He+Xe$  (3,5 + 4,5 мм рт.ст.) при давлении 1 атм. В этом случае предельные параметры камеры достигаются уже при напряжении 1 кв.

4. Устойчивость работы камеры существенно улучшается при заземлении мишени. В этом случае камера работает стабильно с мишенями, имеющими низкую удельную  $\alpha$ -активность.

5. Установлено, что искровая камера устойчиво работает в присутствии мощного импульса  $\gamma$ -лучей и нейтронов на нейтронном спектрометре по времени пролета и может быть использована в этих условиях для регистрации редких актов деления на фоне высокой  $\alpha$ -активности. Так, при исследовании работы искровой камеры использовались  $\alpha$ -источники и источники осколков деления  $Pu-239$ ,  $Pu-240$  и  $Cm-244$ , причем локальное облучение  $\alpha$ -частицами (площадь облучения 1 см<sup>2</sup>) достигало  $2 \cdot 10^6$   $\alpha$  /сек.

6. Искровая камера проста и надежна в эксплуатации и не требует сложной электроники. Основным недостатком искровой камеры является большое мертвое время регистрации, достигающее нескольких сот микро-секунд.

В заключение авторы выражают благодарность В.Ф.Герасимову за обсуждения и советы.

### Л и т е р а т у р а

1. C.D.Bowman, R.W.Hill, *Nuclear Instr. and Meth* 24, 213 (1963).
2. В.Ф.Герасимов. ПТЭ, №6, 78 (1968).
3. Г.Е.Блохин, Д.И.Блохинцев и др. *Атомная энергия* 10, в.5.437 (1961).
4. AóMichaudon et al. *Journal de physique et Radium* 21,429(1960).

Рукопись поступила в издательский отдел  
1 июля 1968 года.

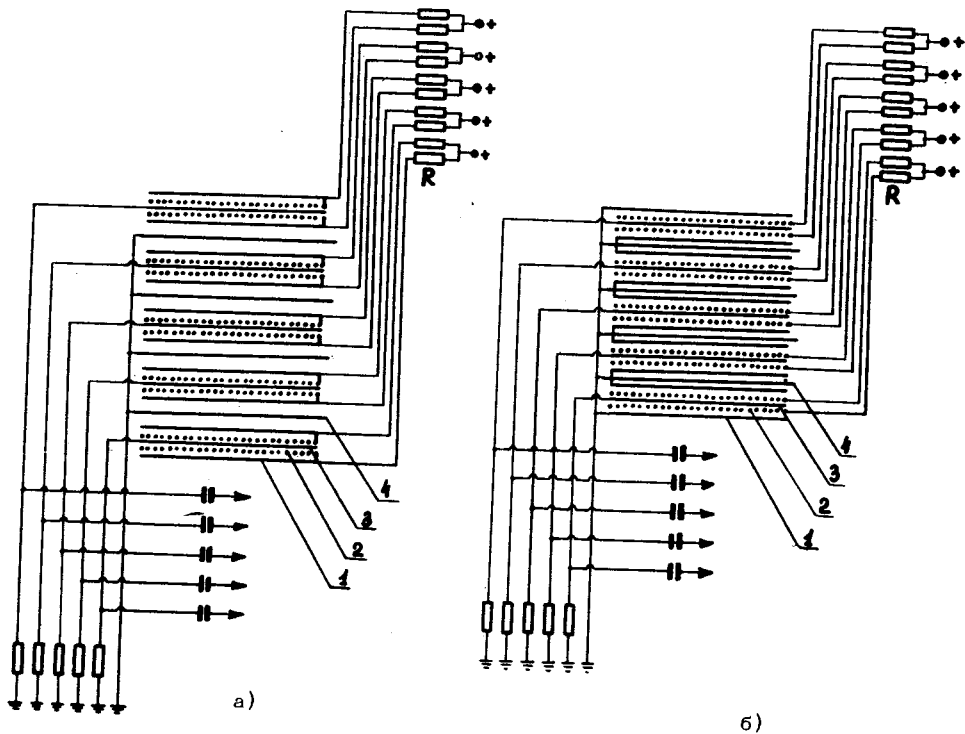


Рис.1. Схематический рисунок десятислойной искровой камеры и электрическая схема ее включения: 1 - мишень; 2 - анодная сетка; 3 - катод; 4 - экран; а) Подключение мишени к высоковольтному потенциалу. б) Подключение мишени к земле.



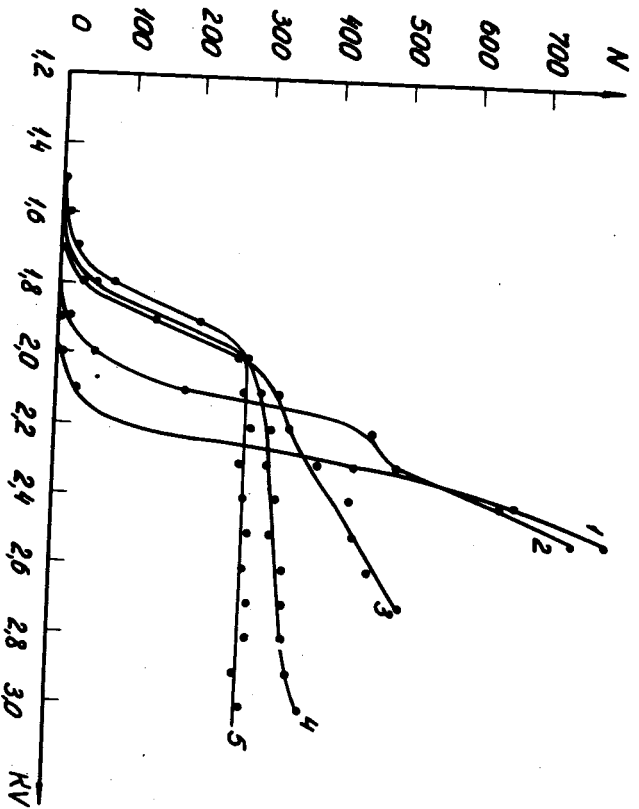


Рис.2. Счетные характеристики искровой камеры для различных конденсаторных воздушных в Нв. Общее давление смеси 1 атм.

1. Нв+ воздух (105 мм рт.ст.)
2. Нв+ воздух (75 мм рт.ст.)
3. Нв+ воздух (60 мм рт.ст.)
4. Нв+ воздух (45 мм рт.ст.)
5. Нв+ воздух (37 мм рт.ст.)

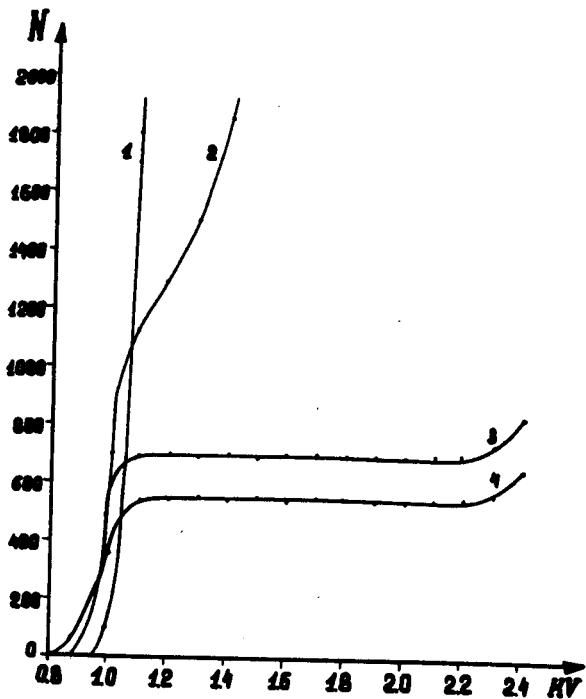


Рис.3. Счетные характеристики искровой камеры для различных концентраций Xe в He. Общее давление смеси 1 атм.

1. He + Xe (11,0 мм рт.ст.)

2. He + Xe (7,5 мм рт.ст.)

3. He + Xe (4,5 мм рт.ст.)

5. He + Xe (3,5 мм рт.ст.)

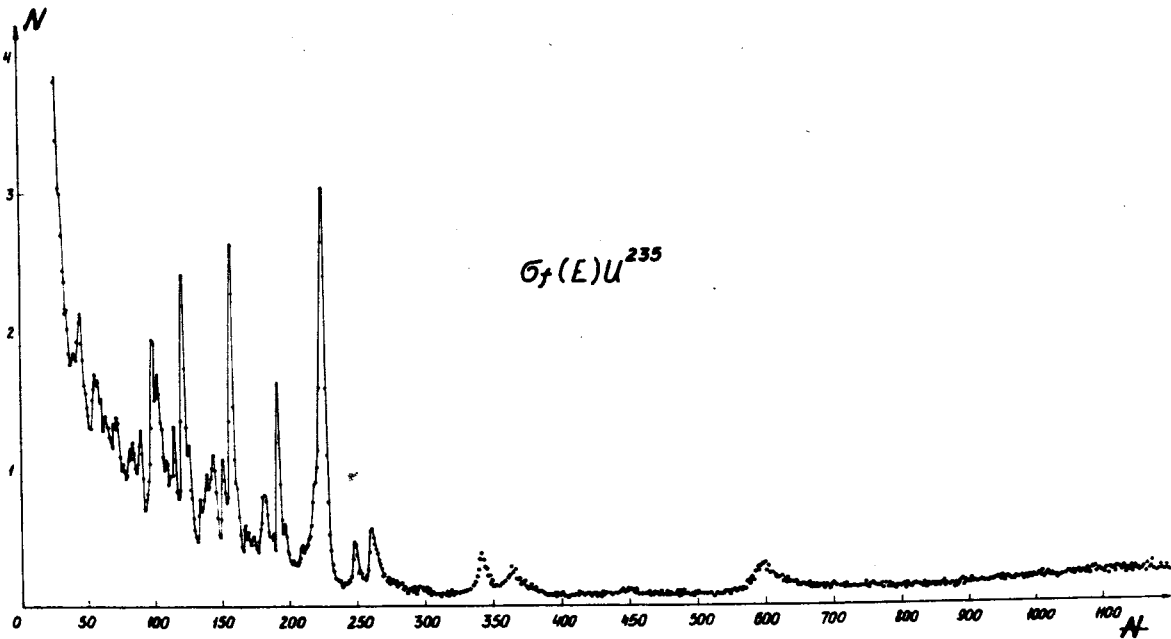


Рис.4. Спектр делений  $U-235$ , полученный на нейтронном спектрометре ОИЯИ по времени пролета с разрешением 0,2 мксек/м. По горизонтали - номер канала анализатора, по вертикали - счет на канал (относительные единицы).

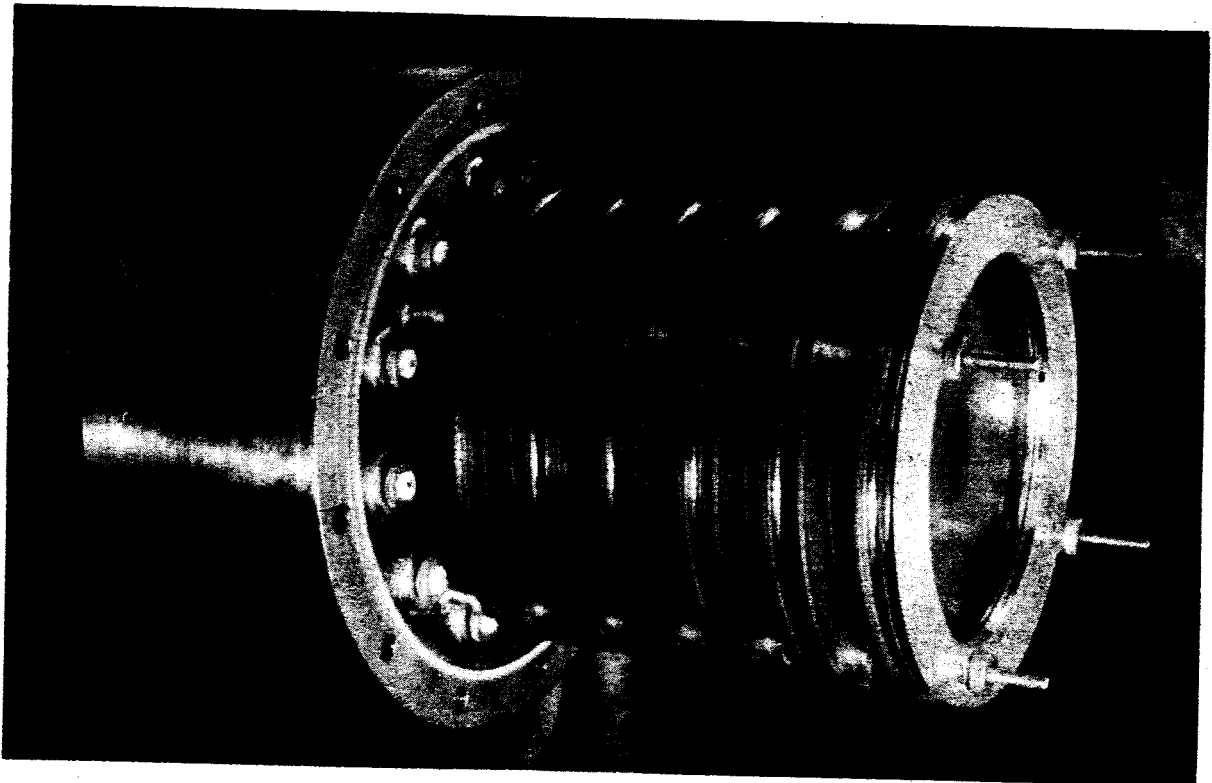


Рис. 5. Общий вид многослойной искровой камеры.