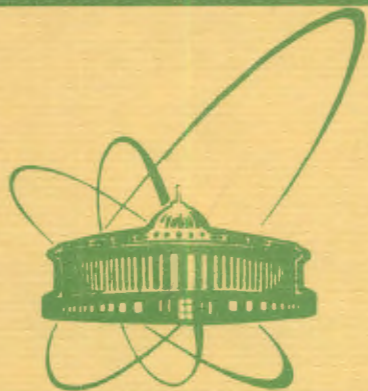


12416



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

С 344. 121

23/10-79

A-72Y

P13 - 12146

1548/2-79

А. Антонов, А. А. Богдзель, Ю. М. Гледенов, В. Г. Тишин

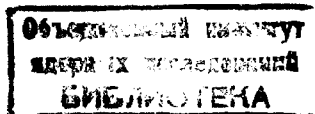
СИСТЕМА ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ (n,  $\alpha$ )  
НА РЕЗОНАНСНЫХ НЕЙТРОНАХ

1979

P13 - 12146

А.Антонов, А.А.Богдзель, Ю.М.Гледенов, В.Г.Тишин

СИСТЕМА ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ ( $n, \alpha$ )  
НА РЕЗОНАНСНЫХ НЕЙТРОНАХ



Антонов А. и др.

P13 - 12146

Система пропорциональных камер для исследования реакции  $(n, \alpha)$  на резонансных нейтронах

Описывается детектор  $\alpha$ -частиц, используемый для изучения реакции  $(n, \alpha)$  на резонансных нейтронах от импульсных нейтронных источников. Детектор состоит из шести идентичных двоянных пропорциональных камер, размещенных вместе с мишенями из исследуемого вещества в общем вакуумируемом корпусе. Исследованы камеры с диаметром сигнальных проволочек 50, 100 и 200 мкм и шагом намотки 4 и 8 мм при расстоянии между электродами 8 мм. Для набора газовых смесей Ar + 5; 10; 20; 30; 40% CO<sub>2</sub>, Ar + 8; 20; 50% CH<sub>4</sub>, 100% CH<sub>4</sub> и Ne + 8% Ar + 20% CO<sub>2</sub> + 3,5% C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH определена область рабочих напряжений, коэффициент газового умножения, временное и амплитудное разрешение. Для смесей Ar + 20; 30% CO<sub>2</sub> при диаметре сигнальных проволочек 100 мкм с шагом 8 мм получено временное разрешение на полувысоте 40 нс и время восстановления амплитудных характеристик детектора после перегружающего импульса мощности реактора ~ 45 мкс. При выборе конструкции и режима работы детектора учтен факт его использования в условиях больших импульсных полей ионизирующих излучений. Приведены краткие характеристики используемого с детектором зарядочувствительного предусилителя с быстрым токовым выходом для временных измерений и зарядочувствительным выходом для амплитудных измерений.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Antonov A. et al.

P13 - 12146

System of the Multiwire Proportional Chambers for the Study of the  $(n, \alpha)$  Reaction with Resonance Neutrons

An alpha-particle detector used for the study of the  $(n, \alpha)$  reaction with pulsed neutron beams is described. The detector is composed of 6 identical double proportional chambers placed together with targets from the substance under investigation inside an evacuated aluminium jacket. The chambers are made of fibre-glass frames. The working area of the window is 270x270 mm.

Chambers have signal wires 50, 100 and 200  $\mu$ m in diameter and 4 and 8 mm wire spacing at a distance from the wires to the mesh 8 mm. The chambers with 100  $\mu$ m signal wires and 8 mm wire spacing were used. The following gas mixtures were used: Ar + 5; 10; 20; 30; 40% CO<sub>2</sub>, Ar + 8; 20; 50% CH<sub>4</sub>, 100% CH<sub>4</sub> and Ne + 8% Ar + 20% CO<sub>2</sub> + 3,5% C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. For the mixtures Ar + 20% CO<sub>2</sub> and Ar + 30% CO<sub>2</sub> the full width at half maximum - 40 ns and the reproduction time of the amplitude characteristics of the detector after the overloading reactor power pulse - 45  $\mu$ s were obtained. Considering the detector optimal regime of operation on beams from the IBR-30 pulse reactor the presence of powerful pulse ionization radiation was considered. Together with the proportional chambers a charge-sensitive preamplifier was used. It has fast current terminals for the time measurements and charge-sensitive terminals for the amplitude measurements. The characteristics of the preamplifier are given.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

Работа на импульсных источниках нейтронов с использованием методики времени пролета предоставляет уникальную возможность изучения распадающихся по  $\alpha$ -каналу компаунд-состояний ядер, возбужденных резонансными нейтронами <sup>1,2/</sup>. Однако ничтожная вероятность  $\alpha$ -распада компаунд-ядра по сравнению с конкурирующей реакцией  $(n, \gamma)$  ( $\sigma(n, \alpha)/\sigma(n, \gamma) \leq 10^{-5} - 10^{-8}$ ) на фоне мощных импульсных полей  $\gamma$ -квантов и нейтронов весьма затрудняет эксперимент. В этих условиях круг исследуемых ядер и их резонансных состояний, доступных для регистрации реакции  $(n, \alpha)$ , сильно зависит от выбора типа детектора, его конструкции и режима работы <sup>3/</sup>.

В настоящем сообщении описан разработанный и исследованный, с учетом упомянутых выше особенностей, детектор  $\alpha$ -частиц. Детектор (рис.1) состоит из шести (при изменении геометрии - до восьми) конструктивно независимых двоянных пропорциональных камер (1), помещенных в общем вакуумируемом корпусе из дюралюминия (2), (3 - сигнальные, 4 - высоковольтные вводы, 5 - электромагниты управления источниками, 6 - контрольные  $\alpha$ -источники). Мишени (7) с исследуемым веществом размещаются в пространстве между камерами. Такое расположение позволяет защитить рабочий объем камер от непосредственного облучения нейтронами и  $\gamma$ -лучами, что существенно уменьшает перегрузку детектора в момент импульса мощности реактора. Кроме того, конструкция обладает большой гибкостью, дающей возможность при необходимости менять расположение и количество детекторов и мишеней и способ их облучения в соответствии с требованиями конкретного эксперимента. Общая площадь мишеней достигает 10000 см<sup>2</sup>, что, с учетом малого пробега  $\alpha$ -частиц в веществе мишени, позволяет работать с количествами исследуемого вещества до 100 г.

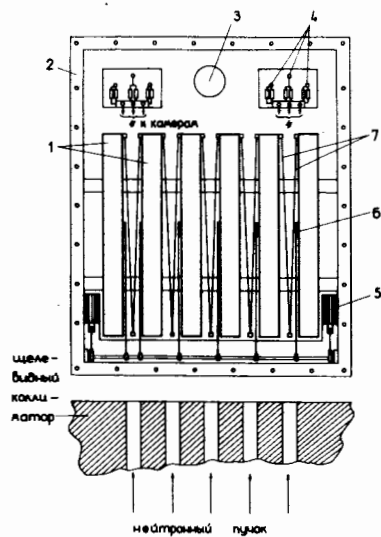


Рис. 1.

в случае больших диаметров сигнальных проволочек. Экспериментальные исследования на нейтронном пучке подтвердили правильность сделанного выбора.

Для камер с диаметром сигнальных проволочек 50 и 100 мкм и шагом намотки 4 и 8 мм, соответственно, было исследовано время восстановления амплитудных характеристик после импульса мощности реактора на рабочей смеси  $Ar + 20\%CO_2$ . Для этой цели импульсы, поступающие с детектора (см. вставку рис.5, т.АА), подавались на вход амплитудного кодировщика, который получал разрешение на их анализ в течение 20 мкс. Начало разрешения задерживалось на разное время (от 40 до 120 мкс с шагом 20 мкс) по отношению к стартовому импульсу, сопряженному с импульсом мощности реактора. Измерения проводились на пролетной базе  $L = 30$  м при импульсной мощности  $\sim 20$  МВт, ширина импульса на полувысоте  $\sim 4$  мкс, частота следования  $100$  с $^{-1}$ . Критерием нормальной работы детектора считалось восстановление формы, площади и местоположения пика амплитудного спектра от контрольного  $\alpha$ -источника по сравнению с измерением без облучения (рис.2 : а) без облучения; б) 50 мкм,

Способ изготовления и конструкция каждой отдельной камеры не отличаются от описанных в литературе [4]. Высоковольтные электроды намотаны вольфрамовой проволокой диаметром 50 мкм с шагом 2 мм, сигнальные – вольфрамовой проволокой 50, 100, 200 мкм и шагом 4 и 8 мм для разных вариантов камер. Все сигнальные проволочки объединены вместе и составляют общий сигнальный электрод. Чувствительная площадь камер 270x270 мм. Расстояние между сигнальными и высоковольтными электродами составляет 8 мм.

Как показали расчеты, распределение электрического поля имеет более выгодную для быстрого рассасывания заряда положительными ионами пространственную конфигурацию в

в) 100 мкм, на нейтронном пучке во временном окне 80–100 мкс после стартового импульса).

Время восстановления составило для камер с диаметром сигнальных проволочек 100 мкм  $\sim 45$  мкс, для камер с диаметром проволочек 50 мкм  $\sim 100$  мкс.

Для набора газовых смесей  $Ar + 5; 10; 20; 30; 40\% CO_2$ ,  $Ar + 8; 20; 50\% CH_4$ ,  $100\% CH_4$ ,  $Ne + 8\% Ar + 20\% CO_2 + 3,5\% C_2H_5OH$  [5] с диаметром сигнальных проволочек 100 мкм и шагом 8 мм определены область рабочих напряжений (рис. 3) и зависимость коэффициента газового умножения  $M$  от напряжения для давления рабочего газа 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 атм. Выбор рабочего давления определяется энергией регистрируемых  $\alpha$ -частиц исследуемого ядра\*.

Во всех случаях надежное выделение полезных импульсов от шумов получалось при  $M \geq 5$ . Камеры стабильно работают на импульсных пучках нейтронов с коэффициентами газового усиления  $M \sim 100$ , однако оптимальный режим работы (с точки зрения фонов и перегрузок) при  $M \sim 10$ .

На указанных газовых смесях и давлениях при  $M \sim 10$  исследованы временное и амплитудное разрешения. Использовался несколькомирированный  $\alpha$ -источник  $^{235}U$ , площадью  $\sim 3$  см $^2$ , толщиной 100 мкг/см $^2$ . Применяемая в рабочих условиях логика отбора (см. вставку рис.5) определила методику измерения временного разрешения. Импульсы с одной половины двойной камеры подавались на вход "старт" время-амплитудного конвертора, а со второй – через линию задержки на "стоп". За исключением наполнения 100%  $CH_4$ , где  $\tau_{1/2} \sim 25$  нс и  $\tau_{осн.} \sim 60$  нс, временное разрешение для всех остальных смесей составило  $\tau_{1/2} \sim (36+60)$  нс и  $\tau_{осн.} \sim (78+130)$  нс при давлении рабочего газа 0,6 атм. (рис. 4).

Амплитудное разрешение  $\frac{\Delta n}{n}$  (отношение ширины на полувысоте к наиболее вероятной амплитуде), при неполном сборе заряда, получилось  $\sim 22\%$  на смесях  $Ar + 20; 30; 40\% CO_2$  для  $E_\alpha \sim 4,4$  МэВ и давления 0,6 атм.

Во всех измерениях использовался специально разработанный зарядочувствительный предусилитель с быстрым токовым выходом для временных и зарядочувствительным (ЗЧ) выходом для амплитудных

\* Перспективные для изучения реакции ( $n, \alpha$ ) ядра имеют энергию вылетающих  $\alpha$ -частиц в диапазоне от 3 до 10 МэВ.

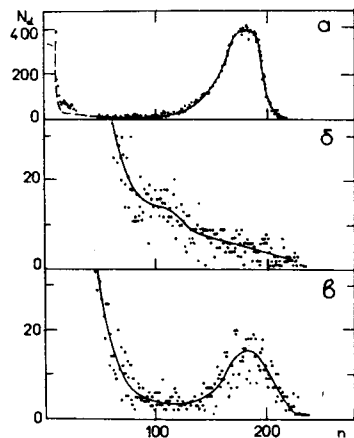


Рис. 2.

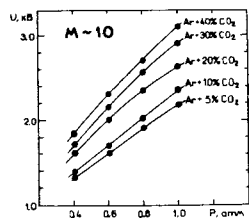


Рис. 3.

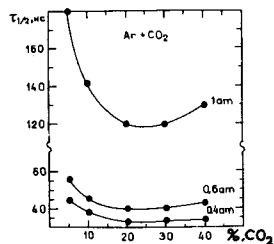


Рис. 4.

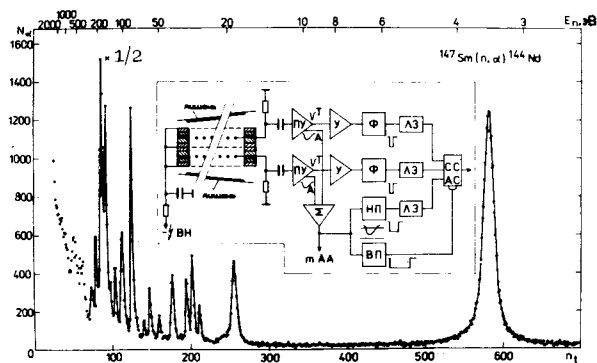


Рис. 5.

измерений. Основные характеристики предусилителя при включенной цепи защиты входного каскада следующие:

- чувствительность по ЗЧ - выходу  $\sim 435$  нВ/электрон;
- среднеквадратичный шум, приведенный ко входу, 2350 электрон (при  $C_{вх} \sim 100$  пФ);
- чувствительность по токовому выходу  $\sim 100$  мВ/мкА;
- время нарастания по токовому выходу  $\sim 12$  нс (при  $C_{вх} \sim 100$  пФ).

Для иллюстрации работы детектора на пучках нейтронов реактора на рис. 5 приведен временной спектр выхода  $\alpha$ -частиц из реакции  $^{147}\text{Sm}(n, \alpha)^{144}\text{Nd}$ , на вставке - блок-схема электронной аппаратуры для одной двояной камеры.

Характеристики детектора позволяют вести исследования реакции  $(n, \alpha)$  на быстрых импульсных источниках нейтронов (с шириной импульса на полувысоте  $50 + 100$  нс), что весьма существенно при исследовании ядер с большой плотностью резонансных состояний.

#### Литература

1. Ю.П. Попов. ЭЧАЯ, т.2, вып.4, стр. 925, 1972.
2. Ю.П. Попов. В сб.: Избранные вопросы структуры ядра, т.2, стр. 126, Дубна, 1976.
3. Ю.П. Попов и др. В сб.: Нейтронная физика, ч.1, стр. 165, "Наукова думка", Киев, 1972.
4. G. Charpak, e.a. NIM, 1968, v.62, p.235.
5. В.Р. Грошев, А.П. Онучин. В сб.: Пропорциональные и дрейфовые камеры, стр.120, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел  
29 декабря 1978 года.