

ДК 539.1.074:681.32

## Восьмиканальная автоматическая установка для регистрации активности индикаторов

ВОЛКОВ С. С., КОРОЛЕВА В. П., КУРАКОВ Н. П., МАРТЫНОВ Е. Б., ЧЕРНОВ Л. А.

Известно, что относительный активационный метод широко используется для исследований ядерных реакторов и в ряде других областей — в биологии, химии, геологии, дозиметрии, ядерной физике и т. п. В этих случаях приходится измерять большие партии радиоактивных индикаторов, эффективность работы с которыми в значительной степени определяется возможностями регистрирующей установки.

Среди детекторных установок отечественного производства наиболее распространены одно- и двухканальные системы [1—3], регистрирующие активность облученных образцов (по одному последовательно либо по два одновременно), один из которых является эталоном. Были предложены и многоканальные системы [4], требующие постоянного контроля и учета различной эффективности каналов.

Цель настоящей работы — создание многоканальной установки для эффективного измерения активности образцов в серийных физических измерениях на критических сборках. Главная особенность разработанной установки заключается в возможности одновременного измерения активности восьми индикаторов без учета различной эффективности каналов регистрации и без внесения поправок на радиоактивный распад. Это достигается путем ряда циклических перестановок индикаторов над детекторами с помощью их вращения для последовательного измерения активности каждого образца всеми детекторами. Принцип работы установки [5] можно продемонстрировать на примере измерения активности двух индикаторов (один из них монитор М) на двухканальной системе. После двух циклов измерений получим экспериментальное отношение активностей

образца к монитору:

$$a_1'/a_M' = \sqrt{a_1 \varepsilon_A \theta_1 a_1 \varepsilon_B \theta_2 / a_M \varepsilon_B \theta_1 a_M \varepsilon_A \theta_2} = a_1/a_M, \quad (1)$$

где  $a_1$ ,  $a_M$  — активности индикаторов в момент времени  $t_0$ ;  $\varepsilon_A$ ,  $\varepsilon_B$  — эффективности регистрации счетчиков А и В;  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  — множители, учитывающие радиоактивный распад за время  $t_0$  до начала и во время измерения. Из формулы (1) видно, что эффективности регистрации и временные множители сокращаются. Выражение для отношения активностей образцов к монитору на 8-канальной установке имеет вид

$$a_i/a_M = \sqrt[8]{N_{i1} N_{i2} \dots N_{i8} / N_{M1} N_{M2} \dots N_{M8}}, \quad (2)$$

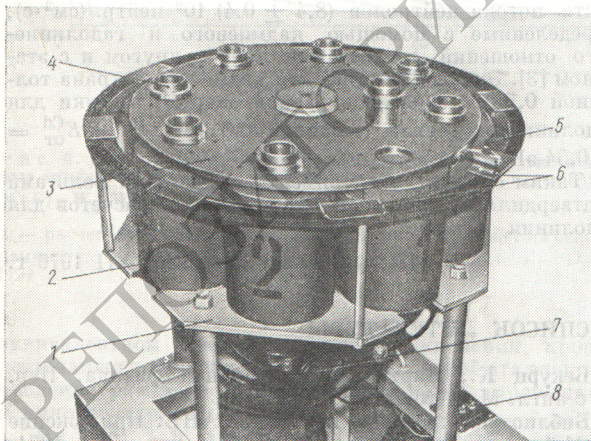
где  $i$  — номер образца,  $i = 1 - 8$  ( $i = 1$  — монитор);  $N_{i(1-8)}$ ,  $N_{M(1-8)}$  — зарегистрированный счет от  $i$ -го образца или от монитора М в (1—8)-детекторах. Число каналов (8—10) в установках такого типа представляется оптимальным с точки зрения оперативности, удовлетворительной длительности цикла с малой потерей интенсивности излучения за цикл, получения достаточной количественной информации (по восемь замеров для каждого образца за цикл).

На рисунке представлен общий вид установки. Она включает в себя следующие основные узлы.

Механический узел состоит из неподвижной станины, на которой крепятся восемь детекторов, расположенных равномерно по окружности диаметром 40 см через 45°, и поворотного стола для размещения пеналов с активными образцами. На неподвижной станине также укреплен механический привод (электромотор с редуктором), связанный с поворотным столом через мальтийский механизм. Последний обеспечивает точную фиксацию поворотного стола для восьми положений. Кроме того, использование мальтийского механизма с его синусоидальным законом изменения угловой скорости способствует плавной остановке стола и сводит к минимуму его вибрацию.

Восемь детекторов представляют собой сцинтилляционные счетчики (ФЭУ-13) с кристаллом NaI(Tl) (диаметром и высотой 40 мм) для регистрации  $\gamma$ -квантов или с кристаллом стильбен (диаметром 40 и высотой 10 мм) для  $\beta$ -частиц. Детекторы закрапированы свинцовыми цилиндрами с толщиной стенки ~35 мм. Для уменьшения фона служат также свинцовые башмаки, укрепленные на поворотном столе вокруг пеналов с образцами. Такая защита достаточно эффективна, чтобы устранить взаимное влияние активности соседних образцов (активность образца, соответствующая скорости счета  $5 \cdot 10^3$  имп./с, практически не изменяет фон в соседнем пенале).

Стойка «Печать» (изготовлена ЦЭМ ОИЯИ, г. Дубна) играет роль «промежуточной памяти». Она содержит десять независимых пересчетных каналов, из них два запасные. Информация с детекторов в виде импульсов накапливается и запоминается в стойке «Печать». Ее параметры: емкость каждого канала  $2^{18}$  импульсов, быстродействие ~0,1 мкс, время передачи информации в последующий измерительный комплекс ~200 мкс.



Общий вид автоматической установки:

1 — неподвижная станина; 2 — сцинтилляционный детектор в свинцовой защите; 3 — поворотный стол; 4 — пенал для образцов; 5 — магнит; 6 — геркон — концевой выключатель; 7 — механический привод с мальтийским механизмом; 8 — переключатель угла поворота стола



После окончания набора информация со стойки «Печать» передается в магнитное оперативное запоминающее устройство (МОЗУ) измерительного комплекса [6], откуда выводится на перфоленту для обработки на ЭВМ, а также на телетайп для контроля.

Выносной пульт управления (ВПУ) осуществляет автоматическую работу поворотного устройства с образцами, таймера и стойки «Печать». За один полный оборот (один цикл) поворотного стола с образцами на 360° получаем 64 числа или семь отношений, нормированных на монитор.

Рассмотрим последовательность работы автоматической установки. После закладки активных образцов в пены при начальном положении поворотного стола от кнопки «Пуск» на ВПУ включаются пересчетные блоки стойки «Печать» и таймер. По истечении времени регистрации, заданного таймером, набор информации прекращается. Сигнал об окончании счета с таймера поступает на электропривод двигателя поворотного устройства, который изменяет положение образцов на заданный угол. В установке предусмотрены различные углы поворота стола (45, 90 и 180°) для работы с меньшим числом образцов. Во время перемещения образцов (1—2 с) информация со стойки «Печать» списывается в МОЗУ измерительного комплекса. Как только стол повернется на заданный угол, автоматически происходит пуск таймера и стойки «Печать» с последующим списыванием результатов в МОЗУ. Такое движение стола будет продолжаться автоматически до полного его поворота на 360°. Для повторения цикла достаточно нажать кнопку «Пуск» на ВПУ. После завершения необходимого числа циклов оператор меняет образцы. Использование данной многоканальной установки дает выигрыш во времени примерно в 10 раз по сравнению с двухканальной системой.

Поступило в Редакцию 3/XI 1976 г.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев Г. Я. и др. В сб.: «Метрология нейтронного излучения на реакторах и ускорителях». Т. 1. М., Изд-во стандартов, 1972, с. 259.
2. Лобанов Е. М., Чалов П. И., Мамыров У. «Атомная энергия», 1966, т. 21, вып. 3, с. 304.
3. Егiazаров Б. Г. и др. «Атомная энергия», 1966, т. 21, вып. 3, с. 252.
4. Гуревич А. М., Коновалов Н. Н. «Приборы и техника эксперимента», 1975, № 5, с. 263.
5. Шалапов Ю. М. «Атомная энергия», 1965, т. 18, вып. 3, с. 282.
6. Маталин Л. А., Нараи Ж., Чубаров С. И. Методы регистрации и обработки данных в ядерной физике и технике. М., Атомиздат, 1968, с. 435.

УДК 539.173.3:546.791.3

## Тонкая структура выходов осколков деления тяжелых ядер

ПЕТРЖАК К. А., ПЛАТЫГИНА Е. В., ТЕПЛЫХ В. Ф.

Тонкая структура кривой массового распределения продуктов, т. е. аномальные отклонения выходов отдельных осколков от плавной зависимости, является характерной чертой низкоэнергетического деления большинства ядер актиноидной области. Со времени открытия этого явления было выдвинуто много гипотез, объясняющих наличие таких аномалий [1—5]. В настоящее время общепринято считать источником тонкой структуры замкнутые оболочки осколков, т. е. предпочтительное образование осколков с магическим числом нуклонов.

В настоящей работе масс-спектрометрическим методом измерен относительный выход изотопов ксенона в области  $A = 131—135$  м. е. при делении некоторых ядер нейтронами с энергией 14 МэВ и  $\gamma$ -квантами тормозного излучения с максимальной энергией ускоренных электронов 15 и 20 МэВ. Там, где имеется какая-либо информация об абсолютном выходе осколков в этой области масс, проведена перенормировка относительного выхода в абсолютный (таблица).

Полученные результаты свидетельствуют о сохранении тонкой структуры с максимумом при  $A = 134$  м. е.

### Выход изотопов ксенона при делении тяжелых ядер нейтронами с энергией 14 МэВ и $\gamma$ -квантами

Делящееся ядро	Энергия, МэВ	Изотопный состав, %				$Y_{134}/Y_{136}$
		$^{131}\text{Xe}$	$^{132}\text{Xe}$	$^{134}\text{Xe}$	$^{136}\text{Xe}$	
$^{235}\text{U} + n$	14,7	$20,75 \pm 0,3$ 4,03	$25,05 \pm 0,4$ 4,86	$28,35 \pm 0,4$ 5,51	$25,85 \pm 0,4$ 5,02	1,40
$^{235}\text{U} + \gamma$	15	$17,65 \pm 0,35$	$23,1 \pm 0,45$	$31,45 \pm 0,6$	$27,8 \pm 0,55$	1,48
$^{239}\text{Pu} + n$	14,7	$20,5 \pm 0,3$ 3,77	$24,9 \pm 0,3$ 4,58	$28,5 \pm 0,3$ 5,24	$25,75 \pm 0,3$ 4,74	1,42
$^{239}\text{Pu} + \gamma$	20	$20,75 \pm 0,15$	$25,00 \pm 0,25$	$29,2 \pm 0,4$	$24,15 \pm 0,2$	1,21
$^{239}\text{Pu} + \gamma$	15	$21,85 \pm 0,15$	$25,65 \pm 0,1$	$27,3 \pm 0,15$	$25,2 \pm 0,15$	1,08
$^{232}\text{Th} + n$	14,7	$14,15 \pm 0,3$ 2,05	$18,8 \pm 0,3$ 2,70	$28,7 \pm 0,75$ 4,73	$28,25 \pm 0,4$ 5,50	0,75