

ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛНЫХ СЕЧЕНИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕЙТРОНОВ С ИЗОТОПАМИ ТЕЛЛУРА С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ ИВК-1

Ю.М. Бурмистров, Т.Е. Григорьева, Э.Д. Молодцов, Р.М. Мусаелян, С.И. Поташев, В.М. Скоркин

Создана автоматизированная система измерения полных сечений. Измерены полные сечения взаимодействия нейтронов с четырьмя изотопами теллура в интервале энергии 0,2 – 1,1 МэВ.

На базе ЭВМ СМ-3, аппаратуры в стандарте КАМАК (ИВК-1) и импульсного источника нейтронов ускорителя ЭГ-2,5 лаборатории атомного ядра ИЯИ АН СССР /1/ создана автоматизированная система получения полных сечений по методу пропускания.

С целью снижения фона и уменьшения искажения потока рассеянных нейтронов при различных размерах образцов в условиях сравнительно малых расстояний от источника до детектора (100 – 140 см) между источником и образцом введен коллиматор. Для измерения фона использован цилиндр с каналом, ось которого совмещалась с осью детектор – мишень*. Измерение фона осуществлялось поворотом цилиндра на 90° вокруг собственной оси. Защита детектора, коллиматор и "фоновый" цилиндр обеспечивают практически полную коллимацию потока нейтронов от мишени до детектора и образуют "закрытую" геометрию (рис. 1).

Коллиматор 3 длиной 40 см и "фоновый" цилиндр 5 диаметром 20 см изготовлены из плексигласа. Внутренние каналы, а у цилиндра и образующая поверхность, покрыты карбидом бора. Защита детектора 6 выполнена из 50%-ой смеси парафина с углекислым литием.

При использовании времяпролетной методики регистрации нейтронов величина фона была доведена до ~ 0,1 – 0,4% от величины прямого потока.

Уширения временного спектра нейтронов за счет рассеяния их на внутренних стенках каналов не обнаружено, а имеющееся "размытие" фактически обусловлено энергетическим разбросом протонов в мишени 1.

Образцы диаметром 30 мм закреплялись в держателях на диске 4, ось которого параллельна оси источник – детектор. Диск имеет четыре держателя образцов, расположенных по периметру. Расстояние между образцом и коллиматором не превышает 10 мм. Смена позиций образцов производится электромеханическим устройством 10, управляемым командами с выходного регистра ИВК-1.

Регистрация нейтронов осуществляется сцинтилляционным детектором, состоящим из кристалла стиблена 7 диаметром 60 мм и толщиной 20 мм, смонтированного на ФЭУ-110 8. Сигналы с анода ФЭУ-110 поступают через быстрый усилитель 11, дискриминатор 12, время-амплитудный конвертор 15 и схему пропускания 17 на АЦП (1024к) 21, и накапливаются в оперативной памяти ЭВМ СМ-3. Параллельно с анодным сигналом снимается спектрометрический с 8-го динода ФЭУ-110 и через спектрометрический усилитель 13 и дифференциальный дискриминатор 14 поступает на схему совпадений 16, которая управляет схемой пропускания. Этот канал используется в случае необходимости электронной коллимации.

Мониторирование потока нейтронов осуществляется "длинным" счетчиком 9 /2/, расположенным на расстоянии 150 см от мишени под углом ~ 45° к направлению протонного пучка. Сигналы от монитора поступают через усилитель и дискриминатор на установочный счетчик 19 ИВК-1. Длительность экспозиции задается вручную на регистре констант 18 ИВК-1. Минимальная экспозиция составляет 16 с.

Сбор, накопление и обработка информации осуществляются на ЭВМ СМ-3. В начале работы вызывается программа накопления данных, для которой с дисплея СМ-3 вводятся характеристики образцов и другая информация, необходимая для ведения эксперимента.

* Эти элементы были заимствованы в группе М.Б. Федорова (ИЯИ АН УССР).

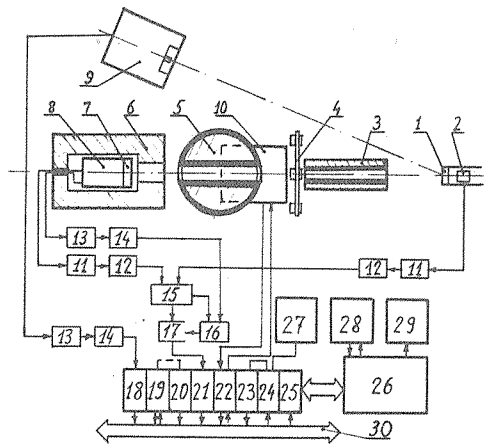
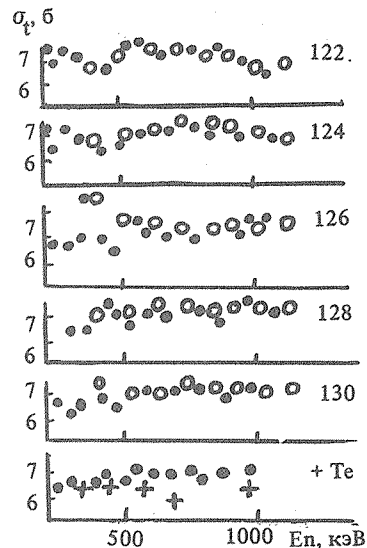


Рис. 1. Принципиальная схема автоматизированной системы: 1 – мишень; 2 – датчик времени "старт"; 18 – 25 – аппаратура в стандарте КАМАК; 26 – СМ-3; 29 – цифроречать; 30 – магистраль КАМАК.

Рис. 2. Полные сечения взаимодействия нейтронов с изотопами теллура:

● – данные настоящей работы; ○ – данные /3/; + – данные /4/.



С окончанием экспозиции автоматически блокируется вход АЦП, и с ЭВМ подается команда электро-механическому устройству на смену позиции диска с образцами. По окончании перемещения диска на ЭВМ поступает сигнал готовности, после чего начинается набор информации в оперативную память при следующей позиции. В одном цикле измеряются четыре спектра: поток нейтронов, образец I, фон и образец II. Для набора статистики производится измерение определенного числа циклов, спектры которых соответственно суммируются в оперативной памяти ЭВМ. С целью сохранения информации при возможных сбоях машины после каждого набранного цикла суммарные спектры записываются на магнитный диск. По окончании набора заданного числа циклов (одна серия) автоматически вызывается программа обработки полученной информации, с помощью которой производится усреднение результатов по заданным интервалам энергии и вычисляются сечения для исследуемых образцов. Результаты записываются на магнитный диск в файлы, по которым по окончании набора определенного числа серий производится окончательная обработка. С помощью этой обработки определяются средние сечения и их среднеквадратические ошибки, а суммированные по циклам и сериям результаты усредняются по заданным интервалам энергии и из них вычисляются сечения исследуемых образцов и их статистические ошибки.

Для контроля за ходом эксперимента на дисплей ЭВМ выводятся информационные сообщения об операциях, выполняемых электро-механическим устройством смены позиций. Кроме того, с помощью графического дисплея 27 качественно контролируются данные измерений и, тем самым, работа АЦП и системы в целом.

Система позволяет вести измерения полных сечений и их обработку как на монохроматическом пучке нейтронов, так и при использовании широкого спектра нейтронов.

С помощью этой системы получены полные сечения взаимодействия нейтронов с изотопами ($A = 122, 124, 126, 128, 130$) и естественной смесью изотопов теллура в области энергии $0,2 - 1,1$ МэВ с погрешностью $1 - 3\%$. Результаты представлены на рис. 2. Там же для сравнения приведены данные, полученные в работах /3,4/. При измерениях использовалась мишень с меньшим энергетическим разбросом (~ 50 кэВ), чем в /3/ (~ 100 кэВ). Это привело к тому, что в данном случае больше проявляется структура в полных сечениях из-за меньшего энергетического усреднения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурмистров Ю. М. и др. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 7, 41 (1982).
2. Аллен В. В кн. "Физика быстрых нейтронов". М., Госатомиздат, 1963, т. 1, с. 253.
3. Мусаелян Р. М. и др. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 4, 19 (1986).
4. Garber D. J., Kinsey R. R. Neutron cross sections, New York, 1976, 2.

Институт ядерных исследований АН СССР

Поступила в редакцию 30 декабря 1986 г.
После переработки 17 февраля 1987 г.