

**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

**РЗ-84-669**

**Зо Ин Ок, А.Б.Попов, Г.С.Самосват**

**ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛНЫХ СЕЧЕНИЙ МОЛИБДЕНА  
И КАДМИЯ В ИНТЕРВАЛЕ ЭНЕРГИЙ 20-1100 кэВ  
НА ФИЛЬТРОВАННОМ ПУЧКЕ НЕЙТРОНОВ**

**1984**

1. В последние годы на стационарных реакторах широко используются фильтры из Sc, Fe, Si для получения пучков монохроматических нейтронов килоэлектронвольтных энергий и проведения на них экспериментов во многих направлениях нейтронной физики. Указанные фильтры оказываются прозрачными для нейтронов только в определенных узких энергетических интервалах благодаря эффектам интерференции между резонансным и потенциальным рассеянием. Применение фильтров в сочетании с методикой времени пролета дает возможность разделить энергетические группы нейтронов и позволяет получить преимущества при решении ряда экспериментальных задач. Так, в условиях не очень высокого разрешения нейтронного спектрометра на базе реактора ИБР-30 использование фильтра упрощает учет фона в измерениях полного сечения для малых времен пролета и дает возможность получить сечения в области до 1100 кэВ, правда, для небольшого числа энергетических точек. Ниже описывается наш первый опыт измерения полных сечений на фильтрованном пучке нейтронов.

2. Получение полных сечений для естественных образцов молибдена и кадмия в энергетической области до нескольких сотен килоэлектронвольт представляло для нас интерес в связи с проведенным циклом исследований дифференциальных сечений упругого рассеяния нейтронов<sup>1/</sup>. Извлекаемое в этих экспериментах полное сечение рассеяния  $\sigma_s$  опирается на калибровку измеряемых интенсивностей рассеиваемых исследуемым образцом нейтронов относительно графитового образца. Нам важно было проверить правильность калибровки и оценить величину возможной систематической ошибки в определении значений  $\sigma_s$ . Поскольку в области больших энергий нейтронов вклад сечения захвата в полное сечение мал, то сопоставление  $\sigma_s$  и полного сечения обеспечивает независимый контроль значений  $\sigma_s$ .

Для измерений полного сечения использовалась 1000-метровая пролетная база. Детектором служили 2 литиевых стекла NE-908 диаметром 12 см. Пучок нейтронов перекрывался естественным железом /толщиной 24 см/ или алюминием /толщиной 50 см/. Фильтр располагался на расстоянии 10 м, а исследуемый образец - 240 м от реактора. На рис.1 показан спектр по времени пролета, измеренный с железным фильтром и характеризующий энергетическую структуру нейтронного пучка. Форма и временная ширина пиков определяются в основном формой импульса бустера. Что касается энергетической ширины пиков, то проведенные расчеты с учетом параметров резонансов  $^{56}\text{Fe}$ , толщины фильтра и доплер-эффекта показали, что их ширина на половине высоты составляет  $1000 \div 2500$  эВ.



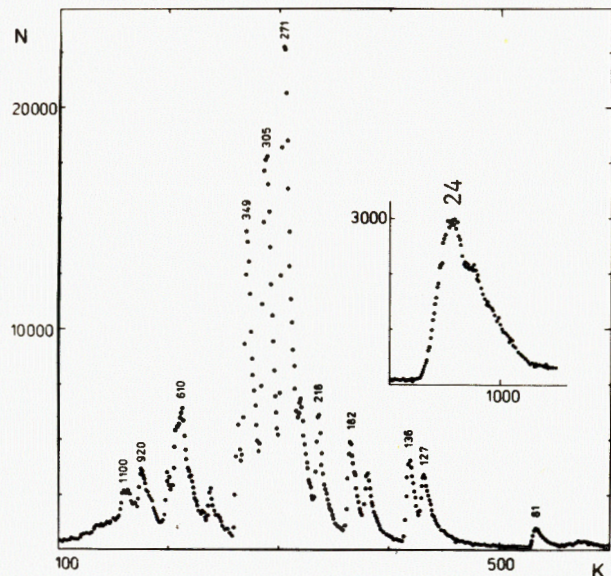


Рис.1. Времяпролетный спектр нейтронов, измеренный после железного фильтра толщиной 24 см. Цифры около пиков - энергия нейтронов в кэВ.

Измерения пропускания выполнены с помощью измерительного модуля на базе ЭВМ МЭРА-60-30 /2/ в автоматическом режиме. Циклы с образцом и без образца чередовались с интервалом  $10 \pm 15$  мин. Измерения с кадмием проведены для 6 толщин образцов от 0,0067 до 0,0440 ат/бн, а для молибдена использовалась одна толщина 0,0105 ат/бн.

3. Обработка экспериментальных данных проводилась на ЭВМ РДР-11/70. Перед вычислением пропускания в спектрах с образцом и без образца вычитались фоны, определенные для каждого спектра интерполяцией по закону  $\frac{a}{x} + bx + c$  или  $bx + c$  по участкам спектра между пиками. Проверялась устойчивость вычисляемого пропускания к изменению вариантов интерполяции фона и ширин временного интервала около каждого пика. Для кадмия проверялась также независимость определяемого полного сечения от толщины образца. На рис.2 в качестве примера показана зависимость  $\sigma_t$  от толщины образца для трех значений энергий. Как видно из рисунка, при использованных толщинах полученные значения  $\sigma_t$  для кадмия не зависят от толщины образцов, поэтому в качестве окончательного результата взяты средневзвешенные значения  $\sigma_t$ .

Полученные данные для Мо и Cd представлены в таблице, в которую включены результаты измерений с алюминиевым фильтром для Cd толщиной 0,044 ат/бн. Различие  $\sigma_t$  при близких значениях

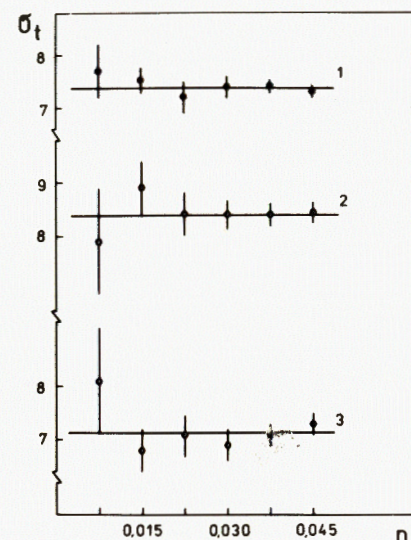


Рис.2. Зависимость  $\sigma_t$  /бн/ кадмия от толщины образца /атом/бн/ и сечения рассеяния /треугольники/ в зависимости от энергии нейтронов: 1 - 24 кэВ, 2 - 182 кэВ, 3 - 920 кэВ.

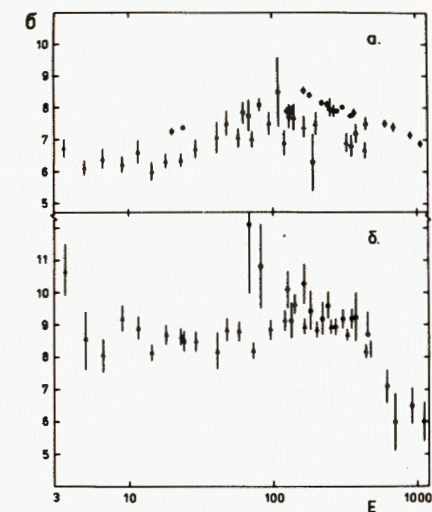


Рис.3. Полные сечения /точки/ и сечения рассеяния /треугольники/ в зависимости от энергии нейтронов / $\sigma$  - в бн, E - кэВ/: а/ для кадмия, б/ для молибдена.

энергии для железного и алюминиевого фильтров, выходящие за статистические ошибки, могут быть обусловлены флуктуациями нейтронных ширин и числа резонансов в достаточно узких энергетических интервалах.

На рис.3 значения  $\sigma_t$  для кадмия и молибдена сравниваются с нашими данными о  $\sigma_s$ , полученными ранее для этих ядер. Можно сделать заключение, что для Мо  $\sigma_s$  и  $\sigma_t$  в пределах ошибок согласуются, а для Cd  $\sigma_t$  несколько выше  $\sigma_s$ . Полученные результаты с учетом для Cd небольшого вклада захвата при малых энергиях и неупругого рассеяния при больших дают нам основание полагать, что систематические ошибки калибровки  $\sigma_s$  не превышают ~10%. Это согласуется с расчетными оценками ошибок, сделанными с учетом поправок на различие формы и толщины исследуемых образцов и калибровочного графитового образца.

В заключение авторы благодарят Г.Н.Зимина, В.А.Ермакова и А.А.Ложкарева за помощь в проведении измерений.

Таблица

E, кэВ	Кадмий		Молибден	
	$\sigma_t$	$\Delta\sigma_t$	$\sigma_t$	$\Delta\sigma_t$
20*	7,25	0,07		
24	7,38	0,06	8,52	0,34
63*	7,85	0,32		
69	7,74	0,50	12,1	2,1
81	8,11	0,21	10,8	1,3
110*	8,51	1,08		
127	7,88	0,09	10,1	0,6
128*	7,72	0,37		
136	7,92	0,13	9,15	0,67
166	8,54	0,11	10,3	0,7
182	8,38	0,06	9,44	0,57
189*	6,27	0,90		
218	8,16	0,08	9,22	0,47
243	8,13	0,09	9,59	0,46
265*	7,89	0,20		
271	7,89	0,06	8,94	0,26
305	8,01	0,06	9,21	0,28
349	7,77	0,05	9,21	0,33
350*	6,79	0,35		
373	7,89	0,13	9,25	0,74
380*	7,20	0,33		
450	7,50	0,18	8,67	0,68
610	7,51	0,07	7,10	0,52
700	7,43	0,17	6,51	0,93
920	7,15	0,09	6,96	0,55
1100	6,90	0,10	6,49	0,66

\* Значения  $\sigma_t$ , полученные с алюминиевым фильтром.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зо Ин Ок и др. Письма ЖЭТФ, 1983, 38, вып. 6, с. 304.
2. Вагов В.А. и др. ОИЯИ, РЗ-82-770, Дубна, 1982.

Рукопись поступила в издательский отдел  
10 октября 1984 года.

Зо Ин Ок, Попов А.Б., Самосват Г.С. РЗ-84-669

Измерения полных сечений молибдена и кадмия в интервале энергий 20-1100 кэВ на фильтрованном пучке нейтронов

В бустерном режиме на реакторе ИБР-30 методом времени пролета проведены измерения полных сечений молибдена и кадмия с использованием пучка нейтронов, пропущенного через железный или алюминиевый фильтр. Применение фильтров в сочетании с методикой времени пролета дает возможность разделить энергетические группы нейтронов в интервале 20-1100 кэВ и получить для них значения полного сечения исследуемого образца. Полученные значения  $\sigma_t$  для Мо и Cd представлены в виде таблицы и графиков, на которых величины  $\sigma_t$  сравниваются с данными о сечениях рассеяния.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Zo In Ok, Popov A.B., Samosvat G.S. P3-84-669

Measurements of Total Cross Sections of Molybdenum and Cadmium in the 20-1100 keV Range on Neutron Filtered Beam

Total cross sections of Mo and Cd were measured in the booster mode on the IBR-30 reactor using the beam of neutrons having passed through an iron or aluminium filter. The application of filters combined with the time-of-flight method permits to divide neutron energy groups in the 20-1100 keV range and to obtain values of a total cross section of the investigated sample. The obtained values of  $\sigma_t$  for Mo and Cd are presented as tables and graphs where  $\sigma_t$  values are compared with the scattering cross section data.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984