

© 1990

ПОВОРОТ ПУЧКА НЕЙТРОНОВ

М.А. К у м а х о в, Ю.Н. П а н и н,
В.А. Ш а р о в

Традиционно в исследовательских реакторах для вывода тепловых и холодных нейтронов применяются полые металлические нейтронотводы круглого сечения с хорошо полированной внутренней поверхностью. Вместе с тем, в настоящее время применяются зеркальные нейтронотводы, использующие явление полного внешнего отражения (ПВО) от стеклянной поверхности [1]. Реально существующие нейтронотводы на основе стеклянных зеркал имеют длину от 3 до 100 м при расстояниях между отражающими поверхностями от 1.5 мм до 2 см и радиусы кривизны 100–2000 м [1]. В последнее время разработана технология получения стеклянных капилляров с диаметром канала до 5 мк. На основе таких капилляров сформировалось целое направление в рентгеновской оптике [2], в рамках которого создаются устройства для управления, вывода, коллимации и фокусировки рентгеновского излучения. Представляло бы интерес применение техники сверхтонких капилляров для транспортировки тепловых и холодных нейтронов с целью сокращения размеров необходимых нейтронотводов. В настоящей работе представлены первые результаты экспериментов по прохождению тепловых нейтронов через сверхтонкие стеклянные капилляры.

Измерения проводились на реакторе, где имелся сформированный пучок тепловых нейтронов, который на выходе из канала дополнительно коллимировался щелями до ~4 мм. Схема эксперимента приведена на рис. 1. Детектор, обернутый несколькими слоями листового кадмия, имел возможность перемещения поперек нейтронного пучка на ± 3 см. В кадмиевом экране было сформировано отверстие диаметром 2 мм на уровне пучка. Капилляры длиной 22 см из стекла С95–2 с наружным диаметром 360 мк и внутренним диаметром 5 мк каждого из 1027 каналов были предварительно продеты в никелевые трубки с внутренним диаметром 400 мк и длиной 20 см для обеспечения плавного изгиба. Сборка из 10 таких капилляров в никелевых трубках размещалась на стеклянной подложке с радиусом изгиба 10 м, что соответствует критическому углу ПВО 10^{-3} рад и энергии нейтронов 0.01 эВ ($\lambda = 2.87$ Å). При закрытом шибере фон составлял 0.01 отсчетов/с.

В эксперименте регистрировались показания детектора при смещении его поперек пучка нейтронов. Результаты представле-

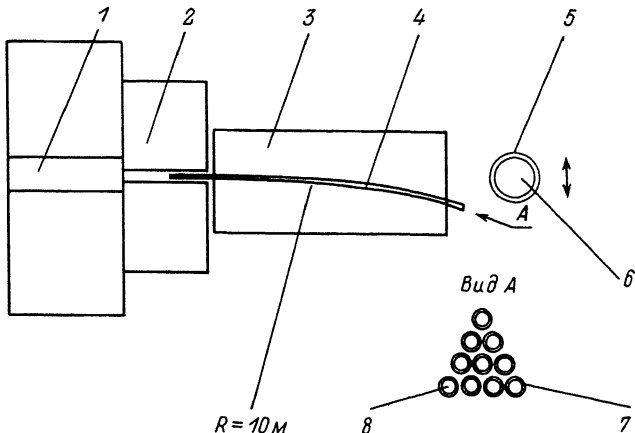


Рис. 1. Схема эксперимента. 1 - Шибер, 2 - Fe-коллиматор, 3 - стеклянная подложка, 4 - сборка капилляров, 5 - Cd-экран, 6 - детектор, 7 - никелевые трубки, 8 - поликапилляр.

ны на рис. 2. При положении детектора напротив выходных торцов капилляров наблюдалось увеличение числа отсчетов по сравнению с другими положениями детектора, в том числе по сравнению с центром пучка (точка *б*) на ~ 1000 при полном числе отсчетов $N \sim 12000$ за экспозицию 900 секунд. Интерпретируя этот факт как отклонение нейтронов на 4.5 мм от оси пучка на длине 22 см, в ряде дополнительных экспериментов проверялось предполагаемое влияние артефактов на этот эффект. Так, как по капиллярам должны проходить только нейтроны с энергиями меньшими, чем 0.01 эВ эти нейтроны должны хорошо поглощаться кадмием. Действительно, узкая полоска кадмия толщиной 0.22 мм, помещенная на выходе капилляров, вызывала уменьшение разностного числа отсчетов (точка *с*) $N(\text{капилляр}) - N(\text{центр})$ на 43 %, т.е. с 100 до 570, что соответствует по порядку величины поглощению кадмием ($n = 2.8 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-3}$; $l = 0.022 \text{ см}$; $\sigma_{Cd} = 2500 \text{ барн}$, откуда $I/I_0 = \exp(-\sigma_{Cd} n l) = 0.22$). В другом эксперименте поликапилляры были вынуты из никелевых трубок, после чего эффект полностью исчез (точка *д*), число отсчетов упало до уровня N центр, но восстановилось до начального уровня после того, как капилляры были вновь вставлены в трубки. В третьем эксперименте те же капилляры были предварительно заполнены дистиллированной водой. При замерах с такими капиллярами число отсчетов уменьшилось на 60 % (точка *е*) по сравнению с числом отсчетов при измерениях потока нейтронов через полые капилляры без воды (точка *б*). Оценки же показывают, что на длине капилляров 22 см должны были бы поглотиться практически все нейтроны ($n_{H_2O} = 5 \text{ см}^{-1}$; $l = 22 \text{ см}$ и $I = I_0 \cdot \exp(-n_{H_2O} l) = \sim 10^{-48}$). Причина такого расхождения, по-видимому в том, что в детектор

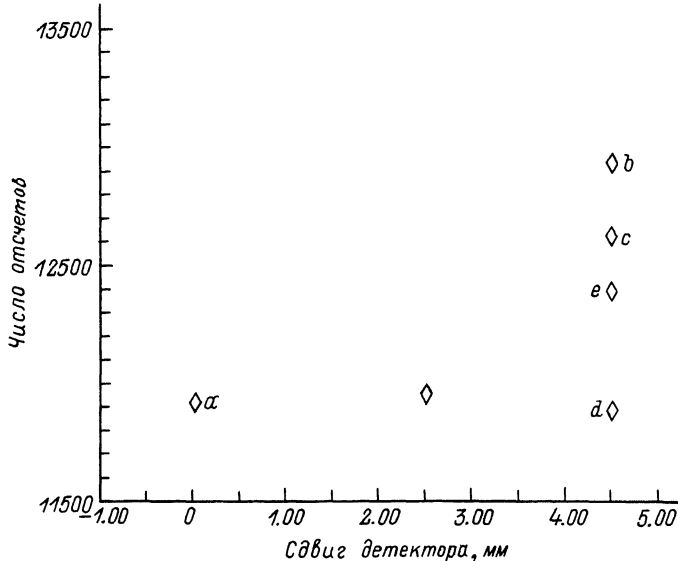


Рис. 2. Результаты измерений. *a* — центр пучка нейтронов, *b* — капилляры, *c* — Cd + капилляры, *d* — без капилляров, *e* — вода + капилляры. Размер символа соответствует ошибке. Экспозиция 900 секунд.

попадают не только нейтроны, прошедшие по капиллярам, а и нейтроны, прошедшие по пространству между внутренней стенкой никелевой трубки и внешней поверхностью капилляра и /или рассеянные на концах капилляров и других расположенных близко к входному окну детектора элементах сборки. Количественные оценки дают коэффициент пропускания сборки из 10 капилляров равным 0.4. При этом коэффициент однократного отражения нейтрона от стеклянной поверхности $R = 0.98$ и хорошо согласуется с результатами прямых измерений $R = 0.986 \pm 0.001$ [3].

Таким образом, полученные в настоящей работе результаты указывают на возможность управления пучками тепловых нейтронов при помощи стеклянных изогнутых капилляров, а также на возможность создания из таких капилляров по методу, предложенному в работе [4], устройства для концентрации пучка нейтронов.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Корнилов В.В., Назаров В.М., Сысоев В.П., Шамчук В.П. Нейтронная физика. Мат. 5-й Всес. конф. по нейтронной физике. М., 1980. Ч. 4. С. 158-164.

- [2] Аркадьев В.А., Коломийцев А.И., Курмахов М.А. и др. // УФН. 1989. Т. 157. В. 3. С. 529-537.
- [3] Кашукеев Н.Т., Чиков Н.Ф. // Докл. болг. АН. 1982. Т. 35. № 4. С. 451-453.
- [4] Курмахов М.А. Излучение каналированных частиц в кристаллах. М.: Энергоатомиздат, 1986.

Институт атомной
энергии им. И.В. Курчатова

Поступило в Редакцию
29 января 1990 г.

Письма в ЖТФ, том 16, вып. 10

26 мая 1990 г.

05.2; 06.2

© 1990

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АМОРФНОГО ПОЛУПРОВОДНИКА $AgGeAsS_3$

Е.Р. Баранова, В.Б. Злоказов,
Л.Я. Кобелев, М.В. Перфильев

Интерес к сложным трехкомпонентным халькогенидам серебра типа $AgAsS_2$, Ag_3AsS_3 и т.д. обусловлен наличием у них нелинейных оптических, акустических, пьезоэлектрических и других свойств, позволяющих использовать материалы на их основе в приборах электронной техники [1-3]. В настоящем сообщении приведены результаты исследования синтезированного нами четырехкомпонентного аморфного полупроводника $AgGeAsS_3$. Электрические свойства $AgGeAsS_3$ изучались в диапазоне температур 78-500 К на переменном токе на образцах с обратимыми серебряными и блокирующими графитовыми электродами.

При исследовании электрических свойств твердых электролитов на переменном токе в экспериментально получаемые результаты вносят вклад как сопротивление образца изучаемого материала, так и электродный импеданс. В связи с этим нами проведены измерения импеданса в интервале частот переменного тока от 0.01 Гц до 100 кГц. На рис. 1 приведены годографы импеданса Z и адмиттанса Y , полученные в ячейке с обратимыми электродами при $T = 343$ К и $T = 363$ К. Частотные зависимости Z и Y характеризуются присутствием двух хорошо разделяющихся частей. Граничная частота $f_{гр.}$, в окрестности которой наблюдается переход от низкочастотной к высокочастотной ветви, увеличивается при повышении температуры и при проведении измерений на образцах с блокирующими электродами. Высокочастотная полуокружность в плоскости импеданса и соответствующая