

С 344.1А
Н-695



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

В.В. Нитц, И. Сосновска, Е. Сосновски

1614

О СПЕКТРОМЕТРЕ ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА
ДЛЯ НЕЙТРОННОСТРУКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
НА ИБР_e

Дубна 1964

С.344. 1л

М-605

О СПЕКТРОМЕТРЕ ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА
ДЛЯ НЕЙТРОННОСТРУКТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
НА ИБРе

2388/1 чр.

03
7

ИИИ
ИИИ
ИИИ
ИИИ

Дубна 1964

На импульсном быстром реакторе Лаборатории нейтронной физики проведены измерения с целью расширения экспериментальных возможностей спектрометра, описанного ранее^{/1/}. Схема установки представлена на рис. 1, где 1 - активная зона реактора, 2 - водяной замедлитель, 3 - шелевой коллиматор, 4 - водяная защита, 5 - бетонная защита, 6 - шелевой коллиматор, 7 - образец, 8 - детектор, 9 - защита детектора из парафина с карбидом бора, 10 - вакуумный нейтронный провод.

Угол рассеяния составлял 90° , общее пролетное расстояние - 15,7 м.

В качестве образца использовался порошок кремния, засыпанный в контейнер из алюминиевой фольги толщиной 0,1 мм. Размеры образца составляли $220 \times 130 \times 2$ мм³. Вес кремния в образце - 800 г. Измерения велись на пропускание.

На рис. 2 представлена нейтронограмма Si, полученная за 18 часов при описанной геометрии опыта (угол рассеяния - 90°). Для сравнения на рис. 3 показана нейтронограмма кремния, полученная при геометрии, описанной ранее^{/1/} (угол рассеяния - 62°).

Результаты структурного анализа, проведенного по этим нейтронограммам, представлены в таблице. Произведено сравнение экспериментальных значений интенсивности дифракционных пиков с ожидаемыми на основании знания структуры кристаллической решетки кремния. Видно, что точность анализа при угле 90° несколько выше, чем при угле 62° .

В таблице приведены данные без учета тепловых колебаний атомов. Введение поправки в интенсивности пиков с помощью фактора Дебая-Валлера при угле рассеяния 90° не привело к существенному повышению точности.

Из нейтронограмм видно, что разрешающая способность пиков (отношение ширины на полувысоте к времени пролета нейтронов) при угле 90° лучше, чем при угле 62° . Так, например, для пика (111) $\frac{\Delta t}{t}$ равно 2,5% при 62° и 1,8% при 90° , а для (331) $\frac{\Delta t}{t} = 5,6\%$ при 62° и 3,1% при 90° . В некоторых случаях может оказаться существенной ширина фронта пика. В связи с этим можно отметить, что, например, для пика (311) $\frac{\Delta t'}{t}$ равно 1,1% при 62° и 0,8% при 90° ($\Delta t'$ - ширина фронта на половине максимального значения).

Вероятность рассеяния на поликристаллическом образце при работе с "белым" пучком нейтронов пропорциональна λ^4 , где λ - длина волны нейтрона. Полагая, что интенсивность нейтронов (на единичный интервал длины волны), выходящих из

замедлителя, при больших длинах волн изменяется как λ^{-5} (максвелловский спектр), можно считать, что интенсивность пиков обратно пропорциональна длине волны. Конечно, в действительности следует ожидать более резкого падения спектра падающих нейтронов. Тем не менее, учитывая, что разрешение когерентных пиков пропорционально длине волны, можно считать, что удобнее работать с нейтронами холодной области.

На рис. 4 представлены эффективные спектры ($I = J_0 \lambda^4$) нейтронов, полученные без охлаждения (нижняя кривая) и с охлаждением замедлителя (40 мм парафина) до температуры жидкого азота. При этом поправка на эффективность детектора не вводилась. Пунктирными линиями изображены продолжения измеренных спектров при предположении максвелловского распределения нейтронов по энергиям.

Как видно из графиков, максимум эффективного спектра перемещается при охлаждении с 2 \AA до 3 \AA , и при длинах волн, больших $2,5 \text{ \AA}$, интенсивность увеличивается приблизительно вдвое.

Отметим, что в отличие от других нейтронноструктурных установок описываемый спектрометр позволяет проводить измерения брэгговского рассеяния от плоскостей с большими межплоскостными расстояниями. Надо добавить, что установка удобна для исследования различных временных эффектов в образцах, подверженных внешним импульсным воздействиям. Импульсные воздействия (например, электрическое, магнитное поля) следует производить с частотой, равной частоте нейтронного пучка, вводя необходимые сдвиги во времени. Спектрометр позволяет исследовать процессы с временем релаксации от 100 мксек и выше.

Л и т е р а т у р а

1. В.В. Нитц, З.Г. Папулова, И. Сосновска, Е. Сосновски. Физика твердого тела, том 6, № 5, 1370, 1964.

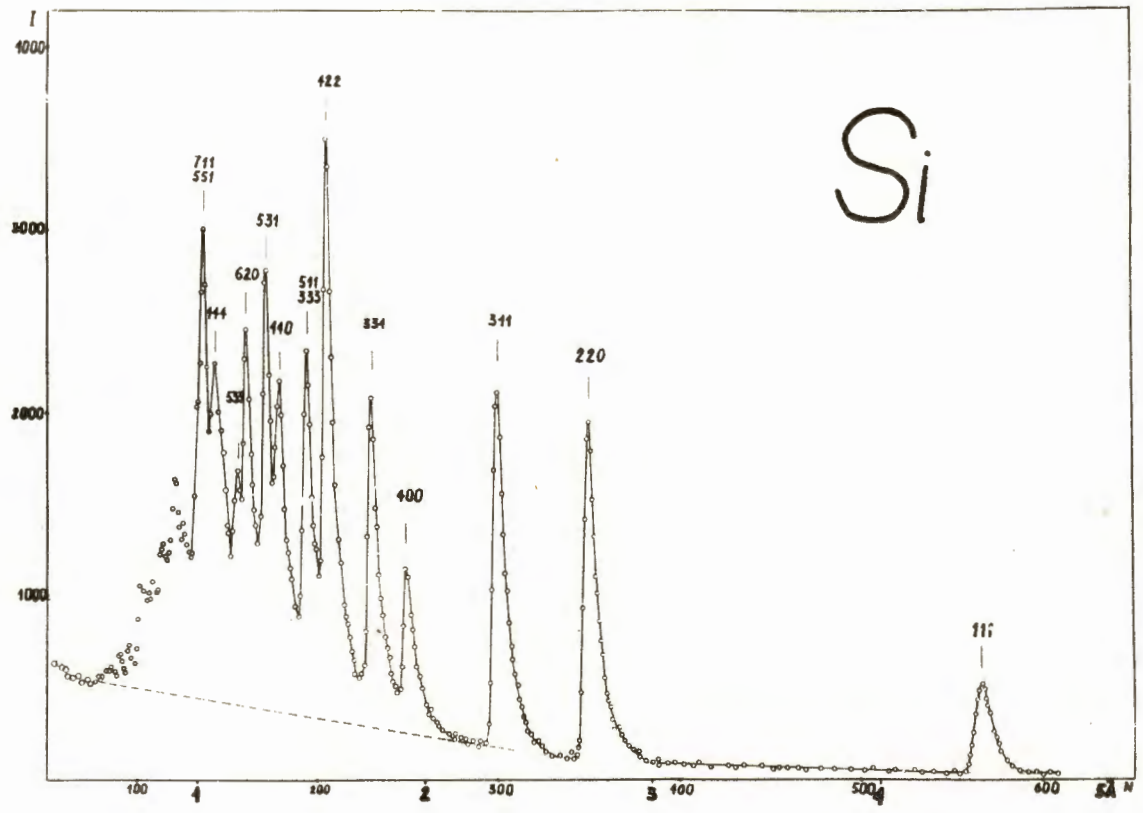
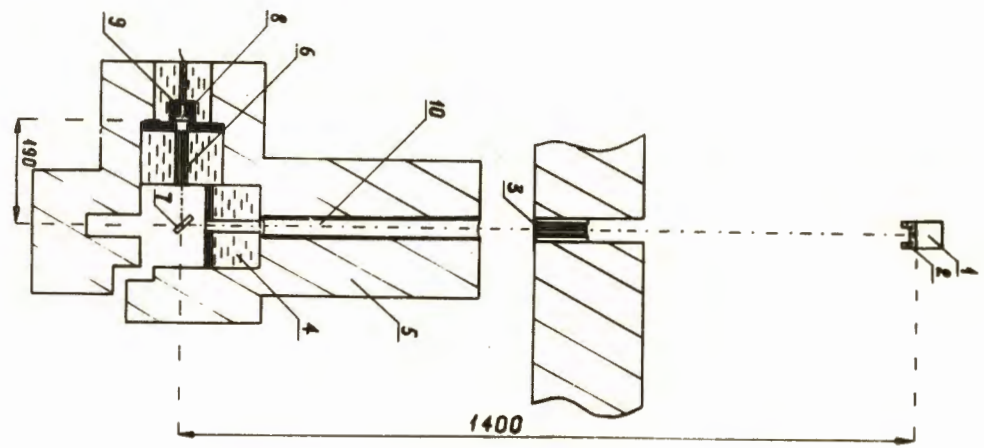
Рукопись поступила в издательский отдел
24 марта 1964 г.

Т а б л и ц а

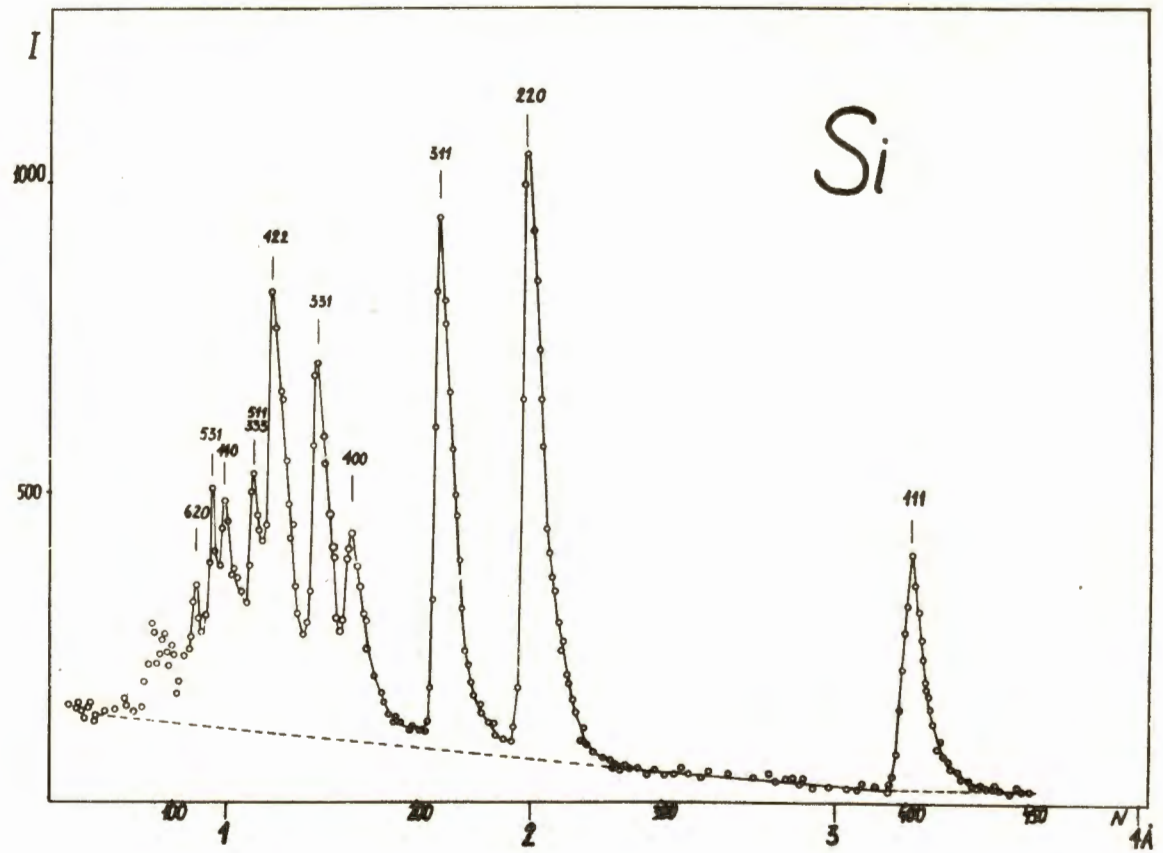
<i>hkl</i>	jF^2_{calc}	$62^{\circ}20'$		$90^{\circ}10'$	
		jF^2	R^*	jF^2	R^*
III	45,16	50,94			
220	135,48	130,88		140,49	
3II	135,48	133,07		137,41	
400	67,74	75,34		63,75	
33I	135,48	137,85	3%	128,72	2%
422	270,96	447,49		455,40	
5II	180,64				
333					

$$R^* = \frac{\sum_{hkl} |jF^2 - jF^2_{calc}|}{\sum_{hkl} jF^2_{calc}}$$

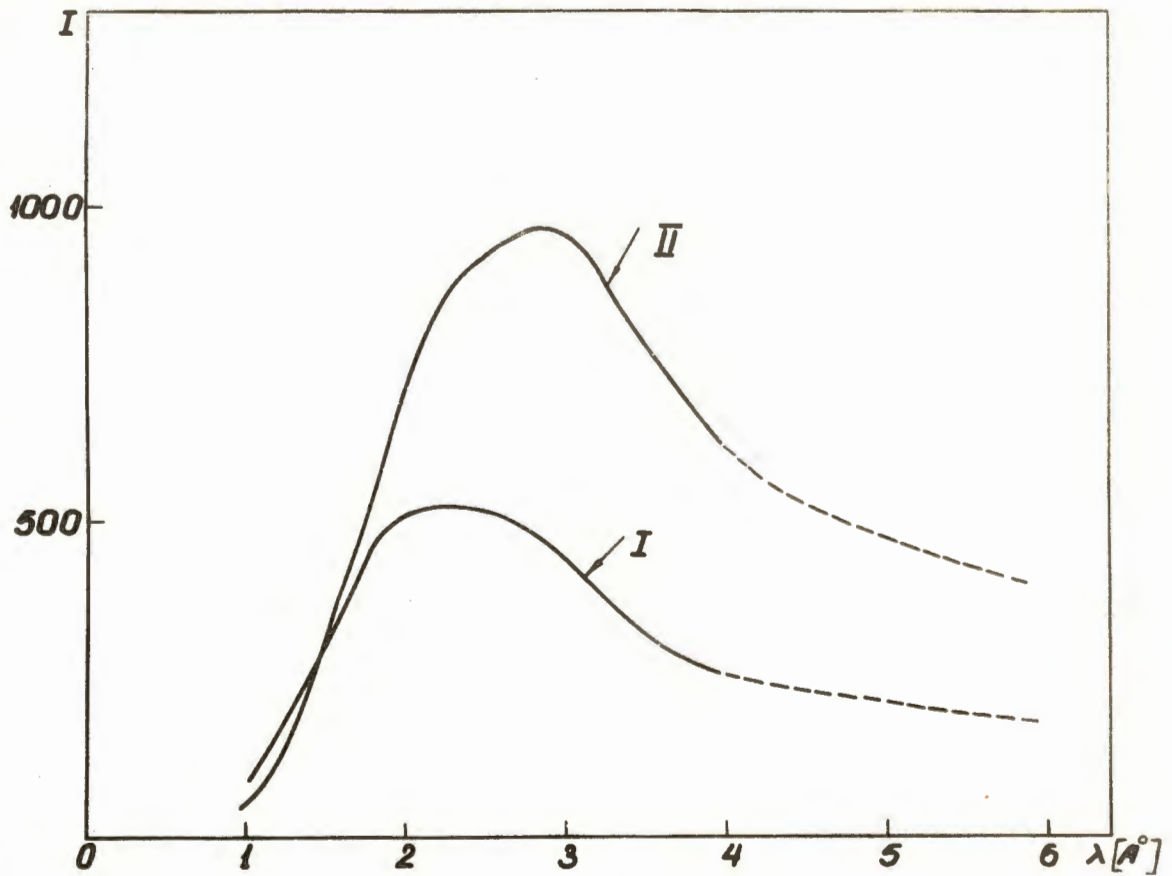
Р и с. 1. Схема установки.



Р и с. 2. Нейтронограмма кремния. Угол рассеяния $2\theta = 90^{\circ}10'$.



Р и с. 3. Нейтронограмма кремния. Угол рассеяния $2\theta = 62^{\circ}20'$.



Р и с. 4. Эффективные спектры нейтронов $I = J_0 \lambda^4$. I - замедлитель при комнатной температуре, II - замедлитель охлажден до температуры жидкого азота.