

АНИЗОТРОПИЯ ЭФФЕКТА МЕССБАУЭРА В МОНОКРИСТАЛАХ
ОЛОВА ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Н.Е.Алексеевский, А.П.Кирьянов, В.И.Нижанковский,
Ю.А. Самарский

В настоящей работе сообщаются результаты измерений резонансного поглощения γ -лучей без отдачи с энергией 23,8 кэв, возникающих при распаде ядра Sn^{119m} , в монокристаллах олова в температурном интервале $4,2 + 280^{\circ}K$.

Измерения проведены на установке, обеспечивающей движение поглотителя с постоянной скоростью относительно источника с помощью профилированного эксцентрика. На рис. I дан общий вид установки без радиоаппаратуры : I-профилированный эксцентрик, 2-силфон, 3-канка, 4-монтажная станина, 5-гелиевый дифрактор, 6-сосуд для жидкого азота из пенопласта, 7-экран из свинца, 8-термостат детектора излучения, 9-кристалл $NaJ(Tl)$, 10-фотоэлектронный умножитель ФЭУ-13, 11-коммутатор, 12-шток из нержавеющей стали, 13-графитовые сальники, 14-источник излучения в свинцовом коллиматоре, 15-поглотитель, 16-высоковольтное питание умножителя и катодный повторитель.

Источник γ -лучей приготовлен в виде соединения SnO_2 , толщина источника $\sim 30 \text{ мг}/\text{см}^2$; диаметр коллиматора 7 мм.

Рентгеновское излучение подавалось фильтром из палладиевой фольги толщиной 60 μ . При измерениях источник всегда находился при температуре $\leq 77^\circ\text{K}$.

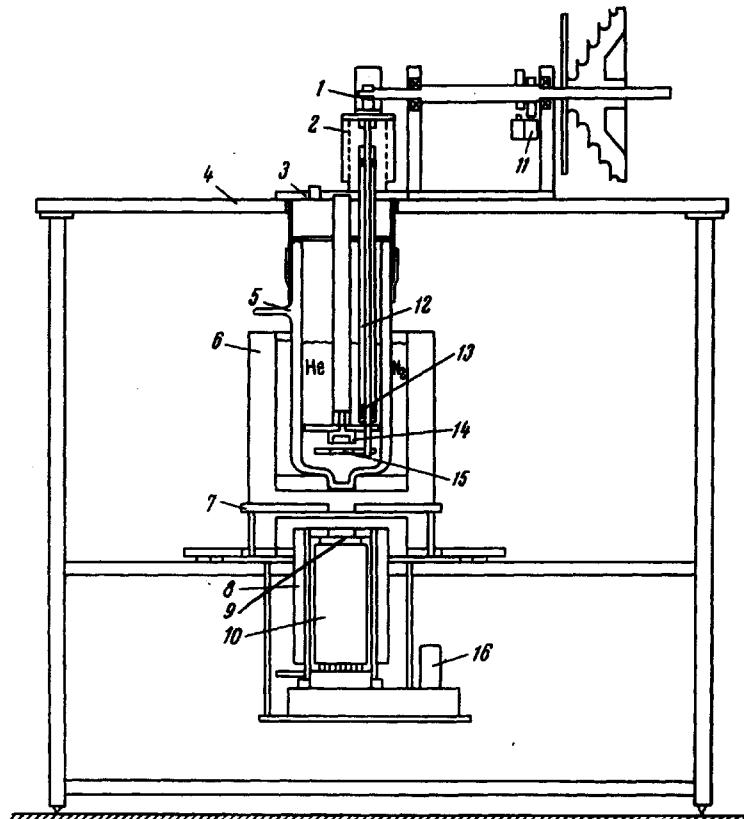


Рис. I. Общий вид установки

Поглотители в виде пластинок с ориентациями [001] и [100] отрезались электроискровым способом от монокристального блока металлического олова, обогащенного изотопом олова Sn^{120} с содержанием изотопа олова Sn^{119} 1,7%. Деформированный при электроискровой обработке поверхностный слой образцов снимался электролитически. Толщина поглотителей определялась по величине нерезонансного поглощения, причем коэффициент поглощения в металлическом олове для γ -лучей с энергией 23,8 кэВ равен $(0,0080 \pm 0,0002) \text{ мк}^{-1}$, а плотность олова принята равной

$(7,28 \pm 0,02)$ г/см³. Криостат, позволяющий проводить измерения при $T \leq 20^{\circ}\text{K}$, представляет собой стеклянный дюар, в который были впаяны два стаканчика с плоскими донышками толщиной 0,3 мм. Дюар вставлялся в сосуд для жидкого азота, который был склеен из пенопласта. Ослабление пучка γ -квантов за счет нерезонансного поглощения в такой системе не превышало 30%.

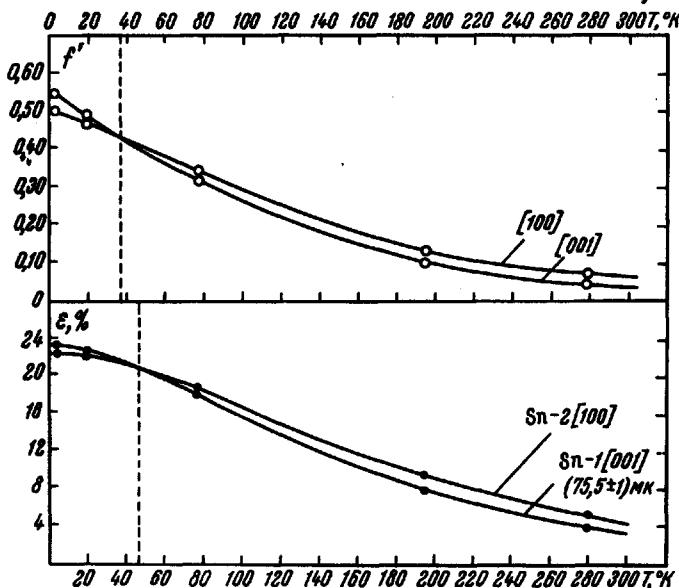


Рис. 2. Кривые резонансного поглощения для монокристаллов олова при $T=4,2^{\circ}\text{K}$

Детектор излучения состоял из фотоэлектронного умножителя ФЭУ-13 и кристалла $\text{NaJ}(\text{Te})$ толщиной 1 мм и диаметром 24 мм. Детектор находился в термостате непосредственно под пенопластовым сосудом. Температура детектора обычно была равной $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Высоковольтное питание фотоумножителя осуществлялось от батарей БАС-80, подключаемых к соответствующей паре диодов. Импульсы с фотоумножителя через катодный повторитель поступали на вход усилителя амплитудного анализатора ААО-1 и накапливались в счетном канале пересчетного прибора ПСТ-100.

Типичные кривые резонансного поглощения для поглотителей с ориентациями $[001]$ и $[100]$ при $4,2^{\circ}\text{K}$ показаны на рис. 2. Кривые поглощения несимметричны. Максимумы кривых поглощения для раз-

ных ориентаций не совпадают и смещение составляет $(0,18 \pm 0,04)$ мм/сек. Отмеченные выше факты являются следствием квадрупольного расщепления возбужденного уровня ядра ^{119}Sn в электрическом поле решетки олова [1].

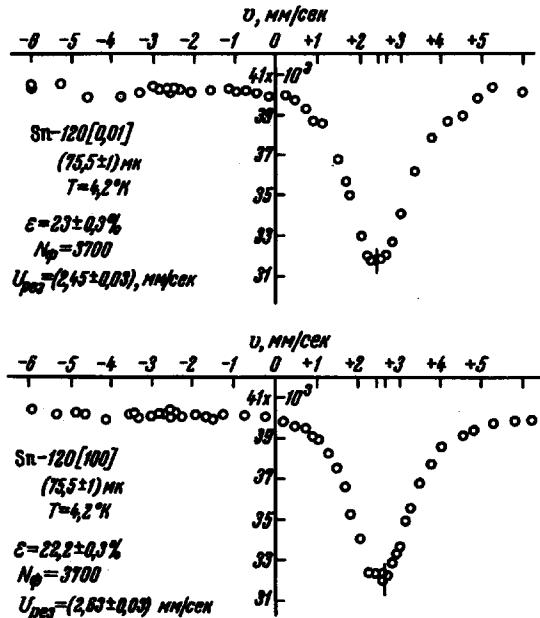


Рис. 3. Зависимость амплитуды и вероятности поглощения в монокристаллах олова от температуры

На рис. 3 дана зависимость амплитуды максимального поглощения от температуры для монокристальных поглотителей толщиной $(75,5 \pm 1,0)$ мк.

Статистика, приходящаяся на каждую экспериментальную точку, составляла $\sim 300\ 000$ импульсов и набиралась многократными измерениями на одном образце, причем каждый раз снималась полная кривая поглощения.

При обработке экспериментальных данных использовалась методика, описанная в работе [2]. Для определения вероятности поглощения без отдачи f' использовались как площади кривых поглощения, так и их амплитуды. При расчете величина квадрупольного расщепления принята независящей от направления в решетке олова и равной $(0,25 \pm 0,03)$ мм/сек при 300°K и $(0,33 \pm 0,03)$

мм/сек при $T \leq 77^{\circ}\text{K}$. Доля вклада резонансных квантов в общую скорость счета принята равной $(0,40 \pm 0,02)$, эффективная ширина линии источника $(I,40 \pm 0,02) \Gamma/2$, где $\Gamma/2$ – полуширина линии поглощения, равная $0,155$ мм/сек, а резонансное сечение σ_0' равным $(I,40 \pm 0,04) \cdot 10^{-18} \text{ см}^2$.

Зависимость фактора f' от температуры для направлений $[001]$ и $[100]$ дана в таблице и на рис. 3.

$T^{\circ}\text{ K}$	4,2	20	77	195	280
$f'_{[001]}$	$0,54 \pm 0,02$	$0,48 \pm 0,02$	$0,31 \pm 0,02$	$0,09 \pm 0,02$	$0,04 \pm 0,01$
$f'_{[100]}$	$0,50 \pm 0,02$	$0,46 \pm 0,02$	$0,34 \pm 0,02$	$0,12 \pm 0,02$	$0,06 \pm 0,01$
$f'_{[001]} : f'_{[100]}$	$1,08 \pm 0,02$	$1,03 \pm 0,02$	$0,92 \pm 0,02$	$0,75 \pm 0,04$	$0,67 \pm 0,04$

Примечание. Погрешность определения f' в таблице дана без учета систематической ошибки, составляющей в данных измерениях 10% от величины f' .

Увеличение статистики по сравнению с работой [3] за счет более сильного источника, лучшей геометрии прибора и использование монокристаллических образцов разных толщин для данной ориентации позволило установить наличие анизотропии эффекта Мессбауэра при $4,2^{\circ}\text{K}$.

Так, величина анизотропии, определяемая как отношение $f'_{[001]} : f'_{[100]}$, оказалась равной в пределах точности эксперимента $(1,08 \pm 0,02)$. В области $T = (40 \pm 5)^{\circ}\text{K}$ имеет место инверсия анизотропии эффекта Мессбауэра.

Температурную зависимость анизотропии эффекта Мессбауэра вероятно, можно объяснить перекрытием оптической ветви с акустической фононного спектра олова [4,5].

Литература

- [1] Н.Е.Алексеевский, Фам Зуи Хиен, В.Г.Шапиро, В.С.Шинель.
ЖЭТФ, 43, 790, 1962.
- [2] Г.А.Быков, Фам Зуи Хиен. ЖЭТФ, 43, 909, 1962.
- [3] Н.Е.Алексеевский, А.П.Кирьянов, Ю.А. Самарский. Proceedings
of the 3rd Regional Conference held in Prague, 1963, p.96.
- [4] K.E. DeWames, G.W. Lehman. Phys. Rev., 135, A170, 1964.
- [5] Ю.М.Каган. Докл. на сессии Отделения прикл.физики,
Отделения ядерн. физики АН СССР и Госкомитета СССР по
атомной энергии, декабрь 1964г.