## УДК 539.261

## ИССЛЕДОВАНИЕ МОНОКРИСТАЛЛОВ ТЕЛЛУРА МЕТОДОМ Рэлеевского рассеяния мессбауэровского излучения

## А. А. Киселев, А. А. Опаленко

(кафедра физики твердого тела)

Метод рэлеевского рассеяния мёссбауэровского излучения [1] благодаря своему чрезвычайно высокому энергетическому разрешению позволяет выделить упругую часть рассеянного излучения. Определенный из температурной зависимости интенсивности упруго рассеянного излучения фактор Дебая—Валлера дает амплитуды среднеквадратичных смещений, которые относятся к важным динамическим характеристикам кристаллов и могут быть использованы для проверки динамических моделей кристаллов.

Нами был исследован монокристалл Те, кристаллизующийся в reксагональной системе с параметрами решетки: a=4,467 Å; c=5,929 Å; a:c=1,3301. Атомы теллура образуют спиральные цепочки, взаимодействие в которых является более сильным, чем между атомами соседних цепочек. Анизотропия таких кристаллов ярко выражена.

Измерение величины среднеквадратичных смещений атомов теллура было сделано с помощью эффекта Мёссбауэра на изотопе <sup>125</sup> Te [2], в диапазоне температур 80—190 К (из-за малого значения фактора Лэмба—Мёссбауэра (f)). В работе [3] теллур исследован при T=298 К методом когерентного неупругого рассеяния нейтронов; было развито несколько динамических моделей, которые использовались для расчета фононного спектра теллура, температурной зависимости среднеквадратичных смещений и анизотролии фактора f.

Экспериментальная установка для исследования рэлеевского рассеяния мёссбауэровского излучения монтировалась на базе гониометра ГУР-4. Источником служил изотоп <sup>57</sup>Со в матрице Сг активностью 200 мКи. В толстой свинцовой защите был проложен коллимационный канал из медной трубки прямоугольного сечения размерами  $2 \times \times 9 \times 120$  мм. Поглотитель представлял собой обогащенную изотопом <sup>57</sup>Fe до 98% фольгу из нержавеющей стали толщиной около 1 мг/см<sup>2</sup> по <sup>57</sup>Fe. Монокристаллы теллура размерами  $20 \times 15 \times 3$  мм были вырезаны вдоль плоскостей (0001) и (1010). Образцы находились в температурной камере, позволяющей изменять их температуру от 130 до 430 К. Излучение регистрировалось сцинтилляционным детектором.

В геометрии симметричного брэгговского отражения были измерены интенсивности рефлексов (300) и (003). Вначале измерялась полная интенсивность рефлекса, как при обычной рентгеновской дифракции. Затем с помощью мёссбауэровского поглотителя выделялась упругая часть интенсивности (рис. 1). Величины среднеквадратичных смещений атомов вдоль осей [100] и [001] определялись из данных, приведенных на рис. 1, по формуле

$$I(T) = I(T_0) \exp\left[-\frac{Q^2 \langle u^2 \rangle}{u^2}\right],$$

где  $\mathbf{Q} = (4\pi\sin\theta)/\lambda$  — волновой вектор рассеяния. В качестве реперного значения  $\langle u^2 \rangle$  были использованы данные работы [2]. Наши экспериментальные результаты представлены на рис. 2 вместе с величинами  $\langle u^2 \rangle$ , определенными в [2] и теоретически рассчитанными по динами-

7 ВМУ, № 3, физика, астрономия

ческой модели теллура [3]. Прямые на рис. 1 проведены по методу наименьших квадратов. Для каждой ориентации на рис. 2 штриховкой выделены доверительные области, которые с вероятностью 0,95 содержат истинные прямые, соответствующие средним значениям  $\langle u^2 \rangle$ .



Рис. 1. Зависимость логарифма упругой интенсивности от температуры для рефлексов (300) (1) и (003) (2) в Те Рис. 2. Среднеквадратичные смещения атомов вдоль осей [100] (1) и [001] (2). Сплошная линия — результаты настоящей работы, точки данные из [2], пунктирная линия — расчет из [3]

служить доказательством пригодности развитых в [3] динамических моделей теллура.

Попытка определить фактор Дебая—Валлера по полной интенсивности рефлекса успеха не принесла: график температурной зависимости полной интенсивности имеет меньший наклон, чем на рис. 1, и дает соответственно менее крутой рост значений  $\langle u^2 \rangle$  с увеличением температуры. Это, по-видимому, связано с тем, что определение среднеквадратичных смещений атомов из рентгенодифракционных данных ограничено необходимостью учитывать вклад фонового и теплового диффузного рассеяния, что для некубических кристаллов является непростой задачей [4].

В заключение авторы выражают благодарность проф. Д. Альбанезе за полезные консультации и проф. Р. Н. Кузьмину за интерес к работе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Albanese G., Deriu A. Rivista del Nuovo Cimento, ser. 3, 1979, 2. N 9, р. 1. [2] Опаленко А. А., Корнилова А. А. Международная конференция по применению эффекта Мёссбауэра. Тезисы докладов. Алма-Ата: Наука (KasCCP), 1983, с. 239. [3] Powell B. M., Martel P. J. Phys. Chem. Solids, 1975, 36, р. 1287. [4] Willis B. T. M., Pryor A. W. Thermal vibrations in crystallography. Cambridge University Press, 1975.

Поступила в редакцию 05.11.84