

СТРУКТУРНЫЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В МОНОКРИСТАЛЛАХ $\text{Pb}_{0,78}\text{Sn}_{0,22}\text{Te}$ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР 10-300 К

О.В. Александров, К.В. Киселева

УДК 539.26

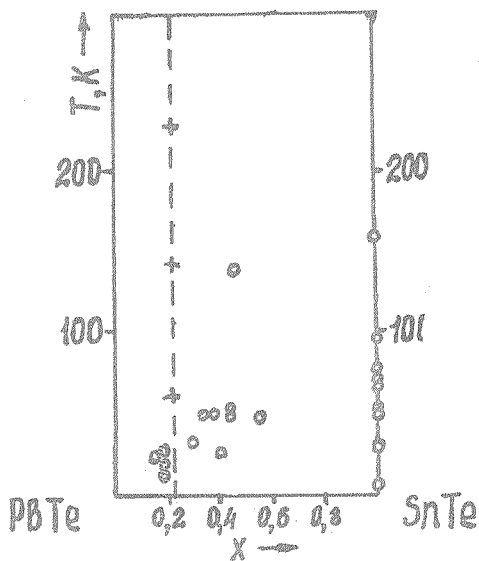
Методом низкотемпературной рентгеновской дифрактометрии впервые установлено существование в монокристаллах $\text{Pb}_{0,78}\text{Sn}_{0,22}\text{Te}$ трех структурных фазовых переходов (предположительно 2-го рода) вблизи 60, 140 и 230 К.

В последние годы у твердых растворов $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$, имеющих при комнатной температуре и атмосферном давлении кубическую структуру типа NaCl, при температурах ниже 300 К были обнаружены аномалии температурных зависимостей многих физических параметров: теплоемкости, скорости распространения звука, термоэдс, магнитной восприимчивости, электросопротивления, коэффициента Холла и т.д. На рис. 1 обобщены литературные данные такого характера для ряда твердых растворов $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ ($0,15 \leq x \leq 1$). Авторы приведенных работ интерпретировали эти аномалии как проявления фазовых переходов, а в отдельных случаях и как структурных переходов, хотя прямые рентгено- и нейтронодифракционные доказательства последних были получены лишь для трех составов: $x = 0,44$; $0,54$ и $1,0$.

В связи с отсутствием в литературе доказательств низкотемпературных структурных переходов в материалах с $x < 0,44$ была поставлена настоящая работа, цель которой заключалась в рентгенодифракционных исследованиях кристаллической решетки нелегированного твердого раствора $\text{Pb}_{0,78}\text{Sn}_{0,22}\text{Te}$ в интервале температур 10-300 К.

В работе исследовались монокристаллические образцы, которые выкалывались по плоскостям спайности из выращенных по методу Бриджмена слитков р-типа проводимости с концентрацией свободных носителей заряда $\geq 5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$.

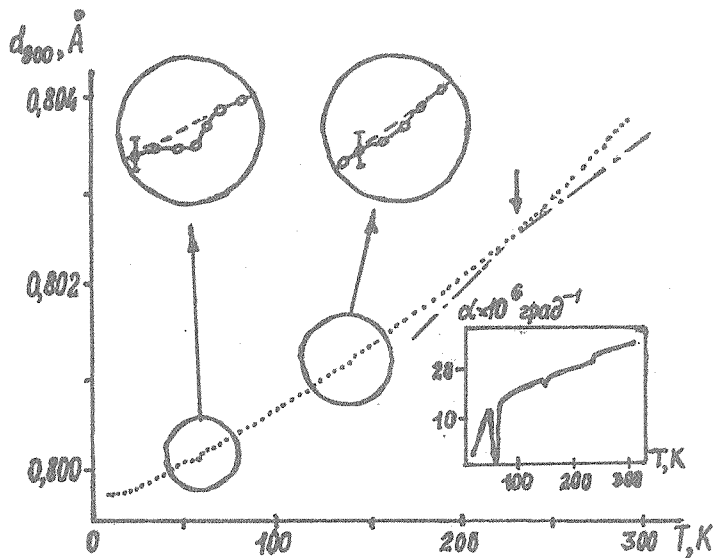
Рентгенодифрактометрические исследования в интервале температур 10-300 К производились на дифрактометре ДРОН-2,0 с использованием рентгеновского гелиевого криостата. Точность измерений межплоскостных расстояний в области углов дифракции $\Theta \approx 75^\circ$ составляла $\pm 0,00005 \text{ \AA}$.



Р и с. 1. Графическое обобщение литературных данных по аномалиям физических свойств в системе твердых растворов PbTe – SnTe. + – результаты настоящей работы, о – литературные данные

Проведенные на серии монокристаллов $\text{Pb}_{0,78}\text{Sn}_{0,22}\text{Te}$ исследования температурных зависимостей межплоскостных расстояний d , соответствующих рентгеновским дифракционным рефлексам типа $(h00)$ в кубической установке кристаллов, показали, что для этого материала характерно появление аномалии (минимума) температурной зависимости $d(T)$ в области 50-70 К и изменение наклона зависимости $d(T)$ вблизи 230 К. Заметим, что для некоторых образцов ниже указанных критических температур наблюдались осцилляции зависимости $d(T)$ (см. /1/).

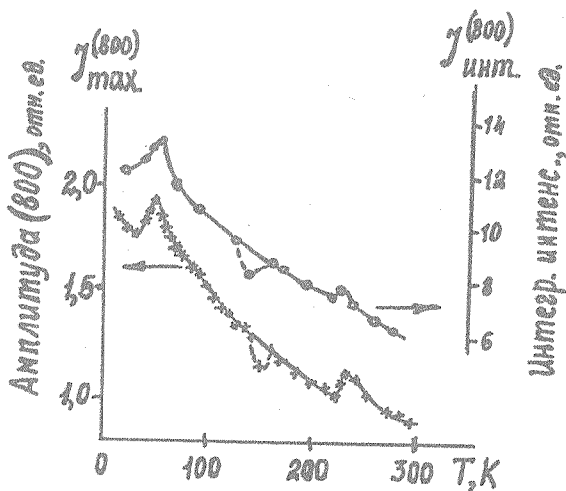
В качестве иллюстрации на рис. 2 приведена типичная (без осцилляций) зависимость $d(T)$ для отражения (800) одного из монокристаллов $\text{Pb}_{0,78}\text{Sn}_{0,22}\text{Te}$. Методом графического дифференцирования этой кривой была построена температурная зависимость коэффициента линейного расширения α (второй производной термодинамического потенциала), на которой при 60 и 230 К имеют место характерные для фазовых переходов второго рода отрицательные λ -аномалии (вставка на рис. 2).



Р и с. 2. Температурная зависимость d_{800} монокристалла $\text{Pb}_{0,78}\text{Sn}_{0,22}\text{Te}$ (на вставке - температурная зависимость коэффициента линейного расширения α)

Исследование температурной зависимости интенсивности рассеяния рентгеновских лучей в области угла дифракции, соответствующего рефлексу (800), показало вблизи 60 и 230 К характерное для структурных фазовых переходов второго рода [2] возрастание интегральной интенсивности и интенсивности в максимуме распределения рассеянного излучения (см. рис. 3). С учетом теории рассеяния рентгеновских лучей вблизи критических точек [2] такое поведение интенсивности следует связывать с резким возрастанием диффузного рассеяния вблизи температур фазовых переходов второго рода.

Следует отметить, что при температуре, близкой к дебаевской (~ 130 К), у всех образцов на зависимости $d(T)$ наблюдалась слабо выраженная точка перегиба (и соответствующий минимум α), сопровождающаяся понижением интенсивности рассеянного рентгеновского излучения (см. рис. 2,3). Несмотря на то, что величина этой аномалии $d(T)$ не превосходит ошибок измерений, совокупность полученных экспериментальных данных указывает на существование еще одного структурного фазового перехода.



Р и с. 3. Температурные зависимости интегральной интенсивности $J_{\text{инт}}$ и интенсивности в максимуме распределения J_{\max} рассеянного рентгеновского излучения для дифракционного отражения (800) монокристалла $\text{Pb}_{0,78}\text{Sn}_{0,22}\text{Te}$

Таким образом, в настоящей работе впервые установлено существование в твердом растворе $\text{Pb}_{0,78}\text{Sn}_{0,22}\text{Te}$ при низких температурах трех структурных фазовых переходов, предположительно второго рода.

Поступила в редакцию 19 октября 1983 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. О.В. Александров и др., ЖТФ, 50, 2473 (1980).
2. М.А. Кривоглаз, "Теория рассеяния рентгеновских лучей и тепловых нейтронов реальными кристаллами", М., "Наука", 1967 г.