

РАССЕЯНИЕ СВЕТА В КРИСТАЛЛЕ KN_2PO_4 ПРИ ЕГО ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ФАЗОВОМ ПРЕВРАЩЕНИИ

О. А. Шустин, Т. С. Величкина, Л. Ф. Михеева,
И. А. Яковлев

Изучалось рассеяние света в кристалле KN_2PO_4 , испытывавшем фазовое превращение при температуре $\sim 175^\circ\text{C}$. Показано, что вблизи точки перехода суммарная интенсивность рассеянного света уменьшается. Исследование тонкой структуры линий рассеянного света позволило определить зависимость скорости гиперзвуковых волн от температуры.

Фазовое превращение в кристалле KN_2PO_4 происходящее при температуре около 175°C было обнаружено в работе [1] по резкой температурной зависимости диэлектрических постоянных кристалла. В работе Блинка с сотрудниками [2] это фазовое превращение изучалось методами протонного магнитного резонанса, рассеяния рентгеновских лучей, рассеяния холодных нейтронов, инфракрасных спектров поглощения. В работе [3] исследовалась зависимость от температуры диэлектрических постоянных кристалла и инфракрасных спектров отражения вблизи точки фазового превращения. Было установлено, что ниже точки фазового перехода группы H_2PO_4 вращаются вокруг одной оси, что требует преодоления потенциального барьера двух водородных связей. Выше температуры перехода возникает заторможенное вращение групп H_2PO_4 вокруг всех трех осей, что связано с преодолением торможения со стороны всех четырех связей. Изменение энтальпии кристалла

200
талла $\int_{171}^{200} \Delta C_p \Delta T = 1,1 \text{ ккал/моль}$ указывает, что в кристалле имеет место фазовое превращение первого рода.

Мы исследовали высокотемпературное превращение кристалла KN_2PO_4 методом рассеяния света. Измерялась как интегральная интенсивность рассеянного света, так и его спектральный состав. Исследуемые монокристаллы вырезанные в виде блоков размером $\approx 3 \text{ см}^3$ помещались в надежно термостатированную печь с малым пространственным градиентом температуры. Учитывая, что исследуемое фазовое превращение очень близко к температуре разложения кристалла, особое внимание было уделено температурному режиму опыта. Вблизи температуры перехода скорость нагрева образцов составляла $0,7 \text{ град/час}$. При таком темпе нагрева нам удавалось пройти переход не вызвав помутнения граней кристалла. Вес образцов в процессе опытов не изменялся с точностью до $0,01\%$. В качестве источника света был использован газовый He – Ne-лазер. При измерении интегральной интенсивности рассеянного света использовались кристаллические блоки различным образом ориентированные по отношению к осям кристалла. Направления возбу-

дающего и рассеянного световых пучков также варьировались относительно осей кристалла. Рассеянный свет регистрировался под углом 90° по отношению к падающему. Во всех случаях были получены сходные результаты. На рис. 1 приведены типичные кривые температурной зависимости интегральной интенсивности рассеянного света. По оси ординат отложено отношение интенсивности рассеянного света при температуре опыта к интенсивности при 170°C . Каждый опыт производился с новым образцом еще не испытывавшим фазового превращения, так как после охлаждения кристалла до комнатной температуры интенсивность рассеянного света оставалась такой же как и выше перехода и в повторном опыте не наблюдалось изменения интенсивности рассеянного света. Из приведенных графиков видно, что температура фазового превращения несколько меняется от опыта к опыту, что связано, по-видимому, с перегревом кристалла.

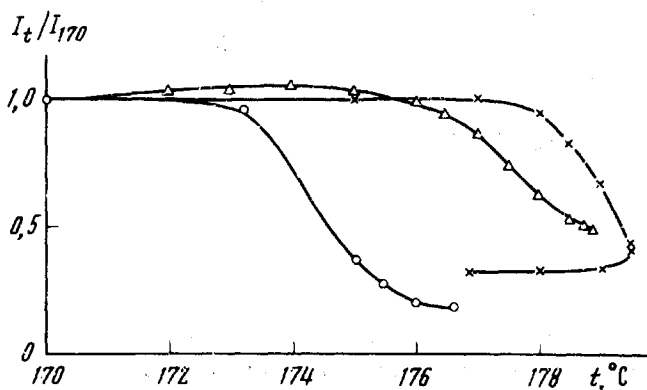


Рис. 1

Кроме измерения интегральной интенсивности рассеянного света была исследована тонкая структура спектральной линии рассеянного света. Спектральное разложение производилось интерферометром Фабри – Перо. Вырез кристалла был осуществлен так, чтобы первичный световой пучок распространялся нормально к оси x кристалла, лежащей в плоскости выходной грани кристалла, перпендикулярно к плоскости рассеяния. Расположенные в горизонтальной плоскости рассеяния оси y и z кристалла составляли углы 45° с возбуждающим и рассеянным световыми пучками. Таким образом, за компоненты Мандельштама – Бриллюэна спектральной линии были ответственны продольные дебаевские упругие волны распространяющиеся вдоль оси z кристалла.

Скорость этих упругих волн определяется значением только одного модуля упругости C_{33} , а именно $v = \sqrt{C_{33}/\rho}$, где ρ – плотность кристалла. Следовательно, измерения спектральных смещений компонент Мандельштама – Бриллюэна позволяло выяснить температурную зависимость упругого модуля C_{33} на гиперзвуковой частоте в окрестности точки фазового превращения.

Исследование тонкой структуры показали, что уменьшение интегральной интенсивности рассеянного света в области фазового превращения связано в основном с изменением интенсивности центральной несмещенной компоненты спектральной линии. Следовательно фазовый переход приводит к повышению оптической однородности кристалла.

На рис. 2 представлена температурная зависимость смещения компонент Манделъштама – Бриллюэна (в \AA сплошная кривая) и температурная зависимость упругого модуля C_{33} (пунктирная кривая), изменения которых вполне обратимы.

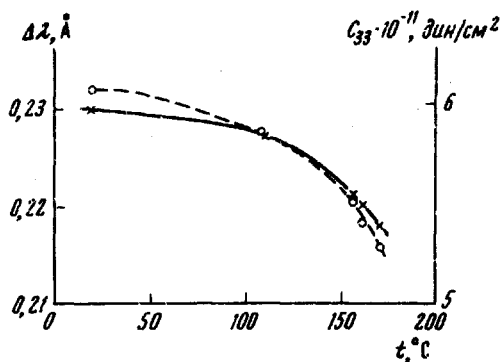


Рис. 2

Из этих данных следует, что вблизи точки фазового превращения скорость гиперзвуковых волн падает в соответствии с уменьшением значения модуля C_{33} .

Мы благодарны А.С.Сонину за предоставление нам оптически совершенного монокристалла KH_2PO_4 и Б.А.Резникову за помощь в изготовлении образцов.

Московский
государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
12 октября 1973 г.

Литература

- [1] J.Grünberg, S.Levin, I.Pelah, F.Wiener. Solid State Comm., 5, 863, 1967.
- [2] R.Blinc, V.Dimic, D.Kolar. J.Chem. Phys., 49, 4996, 1968.
- [3] J.Grünberg, S.Levin, I.Pelah, D.Gerlich. Phys. Stat. Solid (b), 49, 857, 1972.