

Б. Н. ГРЕЧУШНИКОВ

СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ РУБИНА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

(Представлено академиком А. В. Шубниковым 31 VII 1954)

В недавних работах А. С. Давыдова и И. С. Пекара (¹⁻³) теоретически исследовался вопрос о поглощении света примесями в диэлектриках. В этих работах учитывается смещение равновесных положений ионов в решетке кристалла в результате фотоперехода на примеси. При этом показывается, что полоса поглощения примеси имеет форму кривой ошибок Гаусса

$$\kappa(\omega) \sim \frac{1}{B} \exp \left\{ - \left(\frac{\Omega + A - \omega}{2B} \right)^2 \right\};$$

здесь κ — коэффициент поглощения.

Параметр A определяет смещение [максимума полосы поглощения при внедрении примеси в кристалл по сравнению с частотой максимального поглощения Ω свободной примеси. Параметр B , зависящий от колебательного состояния решетки кристалла, описывает изменения спектра поглощения примеси с изменением температуры. Для температур ниже характерической температуры данного кристалла полуширина полосы поглощения $\delta = 2B \sqrt{\ln 2}$ остается постоянной. Для температур выше характерической $\delta \sim \sqrt{T}$. В работах показывается, что в обоих этих случаях площадь, ограниченная кривой спектрального поглощения $\kappa(\omega)$ и осью частот ω , остается неизменной.

Представлялось интересным подвергнуть эти выводы специальной экспериментальной проверке. В настоящей работе экспериментально исследовалась температурная зависимость формы широких полос в спектре поглощения кристаллов рубина. Полосы поглощения вызваны здесь примесью Cr, изоморфно замещающего ионы Al в решетке

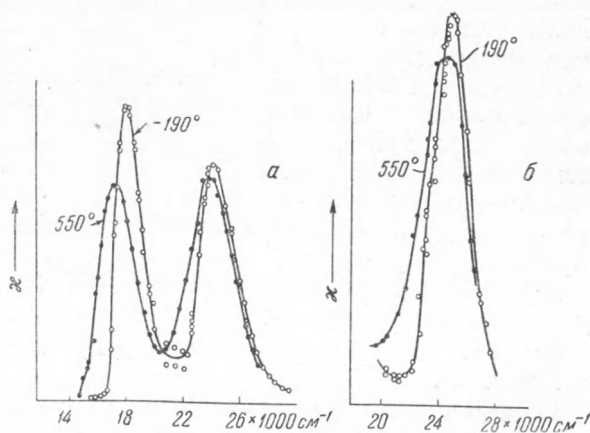


Рис. 1. Форма широких полос в спектре поглощения рубина. а — обыкновенная волна, б — необыкновенная волна

основного вещества $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Cr}_2\text{O}_3$ (4). Изучаемые широкие полосы в спектре поглощения рубина показаны на рис. 1.

В видимой части спектра измерения проводились при помощи монохроматора УМ-2 фотоэлектрическим методом. Ультрафиолетовые спектры фотографировались на кварцевом спектрографе Q-12. В качестве источника света служила водородная лампа.

Как в видимой, так и в ультрафиолетовой частях спектра измерения проводились в поляризованном свете для обыкновенной и необык-

новенной волн. Методика исследования спектров поглощения дихроичных объектов подробно описана в (5).

Температура образца менялась через большие интервалы, от 85 до 850°K. Для измерений при температуре жидкого азота использовался специальный криостат с окнами*.

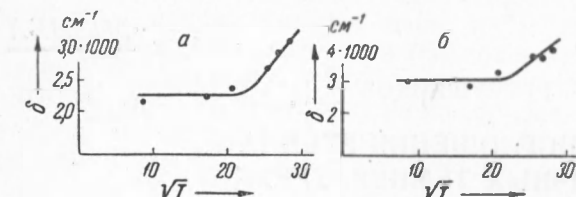


Рис. 2. Зависимость полуширины полос поглощения рубина от температуры. а — обыкновенная волна в видимой части спектра, б — необыкновенная волна в ультрафиолетовой части спектра

Для работы при высоких температурах образец помещался в цилиндрическую печь, температура которой поддерживалась контактным гальванометром. Оба приспособления ставились либо за выходной щелью монохроматора, либо перед щелью спектрографа. Для обыкновенной и для необыкновенной волн в обеих полосах поглощения результаты измерений оказались следующими.

Форма кривых спектрального поглощения совпадает в основном с гауссовой кривой ошибок. Наблюдается некоторая несимметрия кривой спектрального поглощения относительно частоты, соответствующей максимальному поглощению. Коэффициент поглощения убывает в длинноволновую часть спектра несколько быстрее, чем в коротковолновую.

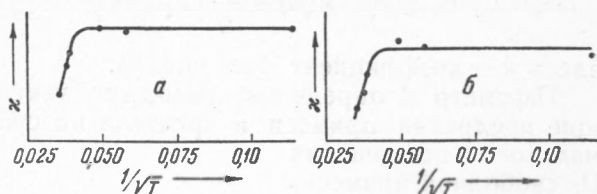


Рис. 3. Зависимость максимального коэффициента поглощения от температуры (в условном масштабе). а — обыкновенная волна в видимой части спектра, б — необыкновенная волна в ультрафиолетовой части спектра

В интервале температур 85—600°K (характеристическая температура кристалла корунда порядка 850°K) полуширина полосы поглощения δ растет пропорционально $\sqrt{T}$; T — абсолютная температура (см. рис. 2).

Коэффициент поглощения в максимуме $\kappa_{\text{макс}}$ также не изменяется до температур 600°K, а затем убывает обратно пропорционально корню из абсолютной температуры $\kappa_{\text{макс}} \sim 1/\sqrt{T}$ (см. рис. 3).

Площадь, ограниченная кривой спектрального поглощения и осью частот, а также и произведение полуширины полосы поглощения на величину $\kappa_{\text{макс}}$ остаются во всем исследованном интервале температур неизменными.

Таким образом, следует считать, что выводы работ А. С. Давыдова и И. С. Пекара по спектрам поглощения примесей в диэлект-

* Конструкция криостата была нам любезно указана акад. П. Л. Капицей.

риках согласуются с экспериментальным материалом, полученным на кристаллах корунда, окрашенных изоморфной примесью хрома.

В заключение пользуюсь случаем поблагодарить А. В. Шубникова, В. Л. Гинзбурга, А. С. Давыдова и С. В. Грум-Гржимайло за интерес к работе и ценные указания.

Институт кристаллографии
Академии наук СССР

Поступило
31 VII 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. С. Давыдов, ЖЭТФ, 24, в. 2, 197 (1953). ² С. И. Пекар, ЖЭТФ, 22, в. 6, 641 (1952). ³ М. А. Кривоглаз, С. И. Пекар, Тр. Инст. физики АН УССР, в. 4, 37 (1953). ⁴ С. В. Грум-Гржимайло, Тр. Инст. кристаллогр. АН СССР, в. 8, 27 (1953). ⁵ Е. С. Рудницкая, Тр. Инст. кристаллографии АН СССР, в. 7, 115 (1952).