

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАССЕЯННОГО СВЕТА В КРИСТАЛЛАХ КВАРЦА

С.В.Иванова

*Обнаружены осцилляции интенсивности 90-градусного рэлеевского рассеяния света в кристаллах кварца, возникающие при определенной скорости изменения температуры. На температурных спектрах комбинационного рэлеевского рассеяния отмечены особенности при температуре  $\sim 400^\circ\text{C}$ .*

При температуре  $573^\circ\text{C}$  кварц испытывает фазовый переход из  $\alpha$ - в  $\beta$ -модификацию. Между  $\alpha$ - и  $\beta$ -фазами в этом кристалле существует узкая несоизмеримая область  $\sim 1,5^\circ$ . Из теоретико-группового анализа следует, что в кристалле возможно существование двенадцати оптических колебаний, распределенных по классам /1/:

$$\Gamma = 4A_1(z) + 4A_2(z) + 8E(x,y),$$

где колебания  $A_1$  и  $E$  могут проявляться в опытах по комбинационному рассеянию света (КР). Из анализа спектров КР, проведенного в работах /1, 2/, следует, что колебанию  $A_1$  соответствует в исследуемой нами области частот линия  $207\text{ см}^{-1}$ , колебанию  $E$  – частоты  $128$  и  $266\text{ см}^{-1}$ . Кроме этих линий в спектре  $A_1$  проявляется линия  $147\text{ см}^{-1}$ . Исследования рэлеевского рассеяния впервые описаны в работах /3, 4/.

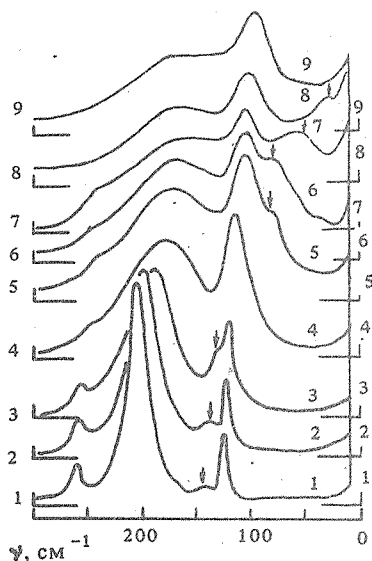


Рис.1. Влияние температуры на спектр КР света в  $^\circ\text{C}$ : 1 – 25; 2 – 110; 3 – 240; 4 – 406; 5 – 504; 6 – 532; 7 – 562; 8 – 573; 9 – 680.

В настоящей работе проведены исследования рэлеевского и комбинационного рассеяния света кристаллами кварца в широкой температурной области ( $25$ – $650^\circ\text{C}$ ). Источником возбуждения служил аргоновый лазер ( $\lambda = 514,5\text{ нм}$ ). Исследуемые образцы имели размеры  $\sim 0,5 \times 0,5 \times 0,3\text{ см}^3$  и направление оптической оси  $z$  в плоскости кристалла. Нагревание осуществлялось в высокотемпературной печи, температура образцов контролировалась платина–платинородиевой термопарой, расположенной вблизи кристалла. Регистрация рассеяния проводилась на спектрометре ДФС-12. Для КР света была выбрана геометрия рассеяния, при которой в спектре проявляются одновременно колебания  $A_1$  и  $E$ . Спектральная ширина щели составляла  $\sim 1,5\text{ см}^{-1}$ . Поляризация падающего излучения параллельна оптической оси  $z$ . Исследование

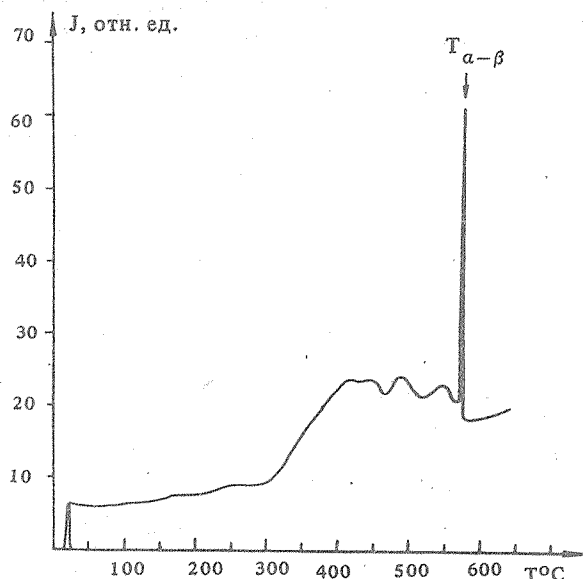


Рис. 2. Зависимость и интенсивности рэлеевского рассеяния света от температуры.

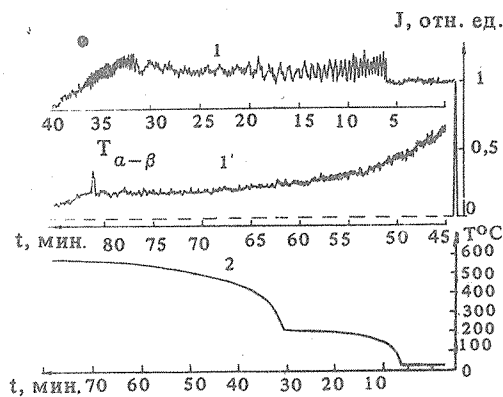


Рис. 3. Изменение интенсивности рэлеевского рассеяния при нагревании кристалла (1) и изменение температуры со временем (2). 1' — продолжение графика 1.

температурной зависимости рэлеевского рассеяния осуществлялось при той же геометрии рассеяния, а также при направлении поляризации падающего излучения, перпендикулярном оптической оси кристалла. При исследовании рэлеевского рассеяния спектральная ширина щели составляла  $\sim 0,6 \text{ см}^{-1}$ .

В исследованной области частот ( $0-300 \text{ см}^{-1}$ ) при комнатной температуре в спектре КР проявляются линии  $128 (\text{E})$ ,  $206 (\text{A}_1)$  и  $266 (\text{E}) \text{ см}^{-1}$  (рис. 1). Кроме того, в спектре имеется линия  $147 \text{ см}^{-1}$ , которая играет роль "мягкой моды", ее частота при нагревании образца уменьшается, и при температуре  $\sim 406 \text{ }^\circ\text{C}$  она сливается с линией  $128 \text{ см}^{-1}$ . Интенсивность рэлеевского рассеяния увеличивается до температуры  $\sim 400 \text{ }^\circ\text{C}$ . При этой температуре на графике замечен перегиб с выходом на насыщение. При температуре  $573 \text{ }^\circ\text{C}$  наблюдается резкий пик рассеянного света (рис. 2). Этот пик соответствует визуально наблюдаемому изменению характера рассеяния. По-видимому, это рассеяние связано с образующимися в несоответствующей фазе сегнетоэлектрическими доменами.

Интересный эффект выявляется при исследовании температурной зависимости интенсивности рэлеевского рассеяния, когда поляризация падающего излучения перпендикулярна оси  $z$ . При быстром нагревании образца появляются осцилляции интенсивности, переходящие в хаотические колебания при уменьшении скорости нагревания (рис. 3).

Подобные осцилляции наблюдались ранее при рассеянии на фоторефрактивном сегнетоэлектрике ниобате бария-натрия ( $Ba_2NaNb_5O_{15}$ ) /5/. Амплитуда и частота осцилляций зависят от скорости изменения температуры.

Обнаруженные в работе автоколебательные процессы в кристаллах кварца позволяют изучать экспериментально динамику хаоса в реальных системах и могут иметь теоретическое и практическое значения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Scott J.F. Porto S.P., Phys. Rev., 161, № 3, 903 (1967).
2. Зубов В.Г. и др. Вестник МГУ, № 4, 475 (1976).
3. Яковлев И.А., Величкина Т.С. УФН, 63, 411 (1957).
4. Шустин О.А. и др. Письма в ЖЭТФ, 27, вып. 6, 349 (1978).
5. Иванова С.В., Наумова И.И. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 11, 7 (1985).

Поступила в редакцию 18 февраля 1988 г.