

ТОНКАЯ СТРУКТУРА СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЕТА, РАССЕЯННОГО В КРИСТАЛЛАХ КУБИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Т.С.Беличкина, О.А.Шустин, И.А.Яковлев

Изучение модуляции спектральных линий дебаевскими тепловыми волнами дает возможность измерять скорость упругих волн на частоте $\approx 10^{10}$ Гц. Однако, несмотря на более чем тридцатилетний срок, прошедший со времени открытия тонкой структуры спектральных линий рассеянного света [1], подобных исследований для случая твердых тел выполнено немного [2-7]. Кроме того, качество получаемых спектрограмм, по-видимому, не допускало их воспроизведения в печати, поскольку эти спектрограммы публиковались лишь в редких случаях. Особенные трудности возникали при регистрации сателлитов спектральных линий, связанных с рассеянием света на поперечных упругих волнах. Так, например в [4] огромное расхождение между значением скорости продольных упругих волн в рубине, найденным из данных по рассеянию света (7300 м/сек) и вычисленным из упругих постоянных кристалла (11000 м/сек), объяснялось невозможностью разрешить в спектре рассеянного света компоненты спектральных линий, модулированных продольными и поперечными акустическими волнами.

Теперь, с развитием лазерных источников света, появилась возможность получать спектрограммы рассеянного света такого качества, что они допускают измерение скорости распространения в кристаллах продольных и поперечных упругих волн с точностью до долей процента.

Целью данной работы было исследование тонкой структуры спектральных линий рассеянного света в ряде кристаллов кубической системы:

NaCl , KCl , $\text{NH}_4\text{Cl} + 1\% \text{Co}^{\text{I}}$) и, кроме того, в низкотемпературной модификации кристаллов кварца.

Не останавливаясь на описании источника света (гелиево-неоновый лазер), приведем схему основной рабочей части установки (рис. I). С помощью объектива О формировался тонкий (сечением $\sim 0,5 \text{ mm}^2$) иглоподобный пучок возбуждающего излучения ($\lambda = 6328 \text{ Å}$). За кристаллом К помещалось вогнутое зеркало Z_1 , отражавшее свет назад в кристалл и в лазер. Тонкой винтиковой положения зерка-

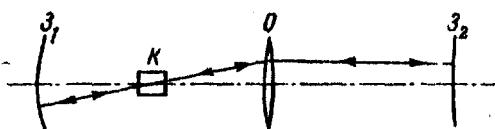


Рис. I. Схема освещения кристалла
(апerture световых пучков сильно
превысечена)

ла Z_2 световые пучки, многократно проходящие между этим зеркалом и выходным зеркалом лазера Z_2 , нам удавалось сводить в единый световой пучок, совпадающий с первичным. Этот экспериментальный прием дал возможность осуществить выигрыш в 4 раза в интенсивности рассеянного света, по сравнению с однократным использованием в кристалле первичного лазерного светового пучка. Более того, как показывал фотозелектрический индикатор, установленный против противоположного (не рабочего) окна лазерной разрядной трубки, выходная мощность лазера при описанных условиях немного возрастила.

Свет лазера распространялся вдоль ребра кубической решетки кристаллов, наблюдения рассеянного света осуществлялись вдоль другого ребра решетки.

В световом пучке лазера электрический вектор был линейно поляризован перпендикулярно плоскости рассеяния и направлен параллельно одному из ребер кристаллической решетки кубических крис-

таллов. Рассеянный свет был линейно поляризован николем однаково с первичным световым пучком во всех случаях, кроме наблюдения рассеяния на поперечных волнах в кристаллах $NH_4Cl + Co$. В последнем случае рассеянный свет был поляризован николем в плоскости рассеяния. В случае кварца при наблюдении рассеянного света николь не использовался.

Регистрация спектров рассеянного под углом 90° света осуществлялась интерферометром Фабри-Перо (рис. 2 см. вклейку). Для иллюстрации качества получаемых спектрограмм приводим их для случая $NaCl + SiO_2$. При этом отметим, что качество спектрограмм, в условиях лазерного освещения, определялось исключительно степенью совершенства доступных нам кристаллов. Обработка результатов велась путем измерения положений на спектрограмме сателлитов релеевской линии, чтобы исключить визирование на передержанные изображения несмещенных спектральных линий.

Результаты измерений смещений сателлитов ($\Delta\lambda$) и найденных по ним скоростей звука v представлены в таблице.

Кристалл	Продольная упругая волна			Поперечная упругая волна		
	$\Delta\lambda, \text{ \AA}$	$v, \text{ м/сек}$ (измерено)	$v, \text{ м/сек}$ (вычислено)	$\Delta\lambda, \text{ \AA}$	$v, \text{ м/сек}$ (измерено)	$v, \text{ м/сек}$ (вычислено)
$NH_4Cl + Co$	$0,228 \pm 0,001$	4650 ± 25	4430	$0,117 \pm 0,001$	2380 ± 25	2110
	$0,204 \pm 0,002$	4450 ± 50	4480			
$NaCl$	$0,169 \pm 0,003$	3820 ± 70	3830			

Кроме того, в ней приведены значения скоростей звука, вычисленные по упругим константам кристаллов [8].

Московский
государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Поступило в редакцию
22 июня 1965 г.

Литература

- [1] E.Gross. Z.f.Phys., 63, 685, 1932.
- [2] C.V.Raman, C.S.Venkateswaran. Nature, 142, 250, 1938.
- [3] L.Sibaiya. Proc. Ind. Acad. Sci., A8, 393, 1938.
- [4] R.S.Krishnan. Symposium of Papers on the Vibration Spectra of Crystals. Reprinted from Proceedings of Indian Academy of Sci., 1947.
- [5] R.S.Krishnan, V. Chandraschharan. Proc. Ind. Acad. Sci., 31A, 427, 1950.
- [6] V.Chandrasekharan. Proc. Ind. Acad. Sci., 32A, 379, 1950.
- [7] G.B. Benedek, I.B. Lastovka, K.Fritsch, T. Greytak. J. Opt. Soc. Amer., 54, 1284, 1964.
- [8] H.B. Huntington. Solid State Physics, 7, N.-Y., 1958.

I) Авторы приносят глубокую благодарность сотрудникам Лаборатории магнитной спектроскопии Казанского государственного университета Г.К.Чиркину и Л.А.Щербаковой за выращенные монокристаллы NH_4Cl . Кристаллы $NaCl$ и KCl были нам любезно предоставлены Б.А. Резниковым.