

РЕФЕРАТЫ

ДИАГРАММЫ ЛАУЭ С ОПТИЧЕСКИМИ ВОЛНАМИ

До последнего времени много раз делались попытки построить пространственную решетку для видимого света. Однако большая степень точности, необходимая во взаимном расположении элементов подобной решетки, затрудняла ее осуществление механическими средствами.

Довольно многочисленные опыты по дифракции света на ультразвуковых волнах (о некоторых из них уже сообщалось в „Успехах физических наук“¹⁾) показали, что уплотнения и разрежения, возникающие в жидких и твердых телах при распространении в них ультразвуковых волн, могут служить элементами дифракционной решетки. Впервые Дебай и Сирс² получили таким методом одномерную дифракционную решетку, пропускающую через жидкость, заключенную в плоско-параллельный сосуд, плоскую ультразвуковую волну от пьезокварцевой пластинки, соединяемой с высокочастотным генератором. Затем Бэри-Мейер, Гидеман и Асбах показали, что область жидкости, в которой накладываются друг на друга две плоских ультразвуковых волны, действует на проходящий через нее световой пучок как дифракционная решетка с двумя периодами. Наконец, Шефер и Бергман⁴ воспользовались ультразвуковыми волнами для создания в жидкости структуры, напоминающей собой пространственную решетку кристаллов. Для этого они создавали в жидкости с помощью трех пьезокварцевых пластинок три пучка ультразвуковых волн, распространяющихся во взаимно перпендикулярных направлениях. В результате наложения этих волн получается система правильно расположенных точек, в которых жидкость имеет большую плотность по сравнению с другими точками. Совокупность этих уплотненных мест жидкости и образует пространственную структуру, постоянная которой определяется длиной ультразвуковой волны. При прохождении светового пучка через такую решетку наблюдаются явления, аналогичные тем, которые имеют место при прохождении рентгеновского пучка через кристаллы. Так получаются диаграммы Лауэ с оптическими волнами. Рис. 1 дает диаграмму Лауэ жидкости, в которой создана пространственная структура с помощью трех взаимно перпендикулярных пьезокварцевых пластинок, колеблющихся с одинаковой частотой; при этом направление светового пучка перпендикулярно к одной из пьезокварцевых пластинок. Диаграмма отчетливо указывает симметрию пространственной структуры.

Если располагать кварцевые пластинки под различными углами друг к другу и применять разные частоты к отдельным пластинкам, возможно получить и более сложные пространственные структуры.

Диаграммы жидкости, однако, являются весьма несовершенными, так как потоки, вызываемые нагреванием жидкости от проходящего света, смазывают картину, уменьшая ее резкость.

В своей последней работе,⁵ реферирование которой и представляет задачу настоящей заметки, Шефер и Бергман получили с помощью ультразвуковых волн пространственную структуру в твердых телах. Прежде всего были проведены опыты со стеклянным кубиком, на две соседних грани которого были наклеены пьезокварцевые пластинки. При этом размеры кубика подбирались таким образом, что обертоны всей системы совпадали с обертонами пьезокварцевой пластинки. В этом случае система

находилась в сильном колебательном движении. Колебание кубика в третьем направлении устанавливалось автоматически в силу наличия поперечного сжатия, возникающего от колебаний, распространяющихся в других направлениях. Оптическая установка для наблюдения была следующей: маленькая диафрагма, освещенная дуговой лампой, фокусировалась длиннофокусным объективом на матовое стекло или фотографическую пластинку. Исследуемое твердое тело помещалось между матовым стеклом и объективом, непосредственно перед последним. Рис. 2 дает пример диаграммы, полученной на стекле с помощью светового пучка. Рис. 3 показывает диаграмму Лауэ, полученную на кубике кальцита, вырезанном таким образом, что одна система ребер параллельна оптической оси, другая — одной

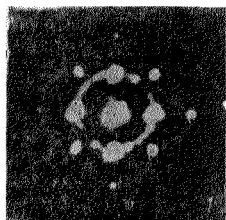


Рис. 1.

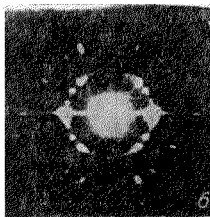


Рис. 2.

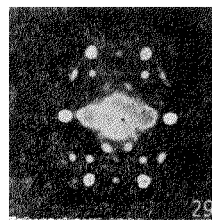


Рис. 3.

из двойных осей; возбуждение кристалла производилось в направлении этой двойной оси, просвечивание — в направлении, перпендикулярном оптической и двойной осям.

Наиболее интересные результаты были получены при просвечивании пьезоэлектрических кристаллов кварца, приведенных в колебательное движение с помощью высокочастотного генератора. Прежде всего на кварце можно было наблюдать переход от дифракционной решетки двух измерений к пространственной решетке. Если вырезать из кварца шестигранную призму, ось которой совпадает с направлением оптической оси, а каждая

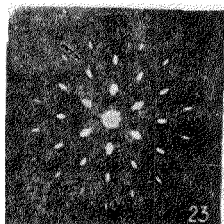


Рис. 4.

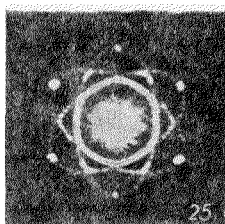


Рис. 5.

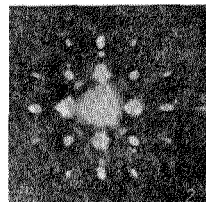


Рис. 6.

пара боковых граней перпендикулярна одной из двойных (электрических) осей, и возбуждать ее с одинаковой частотой по направлениям трех электрических осей, то можно подобрать такие условия, что колебания, параллельные оси призмы, будут очень малы. Рис. 4 показывает диаграмму Лауэ, полученную на такой призме при просвечивании ее вдоль оптической оси. Дифракционная картина соответствует решетке с двумя периодами. Рис. 5 отвечает случаю, когда изменением электрических условий призма приведена также в сильные колебания и вдоль оси (условия просвечивания прежние). Здесь уже вполне проявляется пространственная структура, и картина от плоской решетки отходит на второй план. Отметим, что при применении более тонких диафрагм и более высоких обертонов для возбуждения кристаллов кажущиеся сплошными линии дифракционной картины отчетливо распадаются на отдельные точки.

При изучении диаграммы кварца были установлены некоторые важные положения. Прежде всего было показано, что вид и расположение кривые дифракционной картины меняются при изменении направления просвечивания, но остаются теми же при переходе от одной формы поверхности, ограничивающей кристалл кварца, к другой. Круглая кварцевая пластинка, кварцевый параллелепипед, кубик, шестигранная призма, круговой цилиндр — дают одну и ту же фигуру, если они просвечиваются и возбуж-

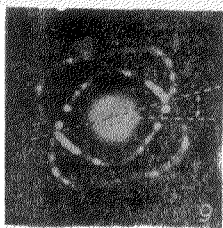


Рис. 7.

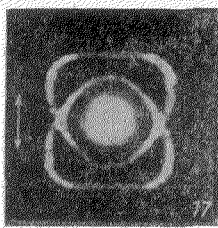


Рис. 8.

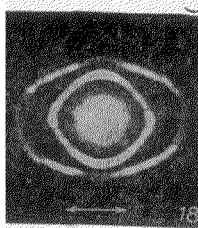


Рис. 9.

даются в одном и том же направлении. Рис. 6 показывает диаграмму кварцевого кубика, вырезанного таким образом, что одна пара его поверхностей перпендикулярна оптической оси кварца, другая — одной из трех двойных осей; при этом кубик возбуждается в направлении двойной оси и просвечивается в направлении оптической. Сравнение рис. 6 с рис. 5, полученным на шестигранной кварцевой призме при просвечивании и возбуждении ее в тех же направлениях, показывает тождественность дифракционных картин в том и другом случае. Эти два снимка служат иллюстрацией положения о независимости дифракционной картины от формы кристаллов. Рис. 7 отличается от рис. 6 тем, что просвечивание кристалла производится не в направлении оптической оси, а в направлении двойной оси. Значительное изменение вида дифракционной картины показывает, как сильно она зависит от направления просвечивания.

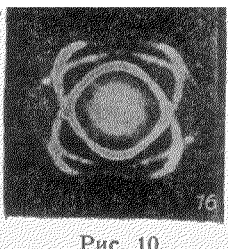


Рис. 10.

Далее, было установлено, что вид дифракционной картины зависит от поляризации светового пучка, если просвечивание производится не в направлении оптической оси. Рис. 8 и рис. 9 дают диаграммы Лауэ для кварцевого кубика, возбуждаемого в направлении двойной оси и просвечиваемого поляризованным светом (направление электрического вектора волны указанной стрелой) в направлении, перпендикулярном к направлению возбуждения и к оптической оси кварца. Рис. 10 показывает диаграмму, снятую в тех же условиях в неполяризованном свете. Наложением рис. 8 и 9 получается в точности рис. 10.

Наиболее важным фактором, полученным из изучения диаграмм Лауэ на оптических волнах, является то обстоятельство, что вид дифракционной картины тесно связан с упругими свойствами исследуемого кристалла. Рис. 7 дает пример, подтверждающий наличие подобной связи. Наклон дифракционной картины относительно горизонтали приблизительно на 18° соответствует тому, что направление минимального модуля упругости кварца составляет с горизонталью (при данной ориентации кристалла) тот же угол 18° . Автор приводит еще ряд аналогичных сопоставлений между расположением дифракционной картины и упругими свойствами кристалла.

Изложенный материал позволяет заключить, что метод диаграмм Лауэ с оптическими волнами может в значительной степени облегчить изучение упругих свойств прозрачных твердых тел.

Л и т е р а т у р а

1. Успехи физич. наук XIII, 783, 1933.
2. Debye, Proc. Nat. Acad. Am. 18, 409, 1932.
3. E. Hiedemann u. A. Asbach, Phys. Z. 34, 393, 1933.
4. Schaffer u. Bergmann, Sitzungsber. d. Preuss Akad. Wiss. X, 152, 1934.
5. Schaffer u. Bergmann, Naturwiss. 22, 685, 1934.

Л. Грошев

ОПТИЧЕСКИЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА КОЛЕБАНИЙ ПЬЕЗОКВАРЦА
НА ОБЕРТОНАХ

Возбуждая пьезокварц переменной длиной волны и наблюдая образование дифракционной картины при пропускании луча света перпендикулярно распространению ультразвуковых волн, по методу Дебая, автор доказал возбудимость обертонов кварца (до 69-го порядка). Измеряя расстояние между спектрами и вычисляя по нему и частоте колебаний, измерявшейся волномером, скорость ультразвуковых колебаний в жидкости, автор нашел, что она постоянна в интервале частот от $3,65 \cdot 10^5$ до $2,5 \cdot 10^7$ герц (для толуола). Аналогичным методом измерялись скорости ультразвука в воде, водных растворах NaCl и хлороформе, причем были получены данные, соответствующие данным других авторов.

Н. Малов

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ КВАРЦА ОПТИЧЕСКИМ
ИНТЕРФЕРОМЕТРОМ

Для определения распределения узловых линий и пучностей на поверхности колеблющегося кварца Остерберг (Osterberg, Phys. Rev. 43, 819, 1933) использовал кварцевую пластину в качестве одного зеркала интерферометра, располагая ее наклонно относительно другого зеркала. При отсутствии колебаний получились параллельные интерференционные полосы, разделявшиеся на отдельные участки при возбуждении колебаний кварца в направлении, перпендикулярном его поверхности. При подобном расположении нельзя было получить целых узловых линий. Поэтому Штраубель (H. Straubel, Phys. Z. 34, 894, 1933) поместил кварц строго параллельно зеркалу интерферометра, причем при отсутствии колебаний все поле зрения было темным. При возбуждении колебаний узловые линии оставались темными, а движущиеся участки светлели. Этим методом ведется изучение колебаний пластинок различной ориентации, размера и формы, предварительные результаты которого приводятся в указанной работе.

Н. Малов

КОНТРОЛЬ ЧАСТОТЫ ПРИ ПОМОЩИ ОДНОНИТНОГО
ЭЛЕКТРОМЕТРА

Для контроля постоянства частоты переменного тока в цепь включается последовательно соединенные омическое сопротивление и емкость, величина которых подбирается таким образом, чтобы падения напряжения на обоих при данной частоте были одинаковы. Нить однонитного электрометра приключается к общей точке сопротивления и емкости, а ножи электрометра соединяются с противоположными концами сопротивления и емкости. При этом нить устанавливается в некотором положении, которое она может покинуть при изменении распределения напряжения на сопротивлении и конденсаторе, обусловленном изменениями частоты тока. Можно доказать, что отклонение нити пропорционально изменению частоты, пока эти изменения малы относительно величины первоначальной частоты (C. Hagen, Z. techn. Phys. 15, 231, 1934).

Н. Малов