

УЗ сверхзвуковым дрейфом носителей заряда (см. *Акустоэлектронное взаимодействие*).

Акустооптич. дифракция позволяет также измерять многие параметры вещества: скорость и коэфф. поглощения звука, модули упругости 2-го, 3-го и более высоких порядков, упругооптич. постоянные и др. величины. Так, из условия Брэгга по известным значениям частоты $УЗ f$ и длины волны света λ и по измеренному углу $2\theta_B$ между падающим и дифрагированными световыми лучами определяют скорость звука: $c_{зв} = \lambda f / 2 \sin \theta_B$ (где θ_B — угол Брэгга). На основе полученных таким образом значений $c_{зв}$ для разл. направлений рассчитывается полная матрица модулей упругости $\{C_{ij,kl}\}$. Коэфф. поглощения звука α можно найти, сравнивая интенсивности I_1 и I_2 дифрагированного света, измеренные при двух положениях падающего светового луча, смещённых друг относительно друга на расстояние a вдоль направления распространения звуковой волны:

$$\alpha = \frac{1}{2a} \ln \frac{I_1}{I_2}.$$

При распространении в среде звуковых волн большой интенсивности данные о модулях упругости высших порядков получают измеряя с помощью брэгговской дифракции амплитуды возникающих в волне гармоник (см. *Нелинейная акустика*), к-рые пропорциональны нелинейным модулям упругости соответствующих порядков.

Для исследования дисперсии скорости звука и коэфф. его поглощения на гиперзвуковых частотах используется рассеяние Мандельштама — Бриллюэна. Пропуская через среду луч когерентного оптич. излучения и фиксируя угол рассеяния θ , можно из условий Брэгга по величине спектрального сдвига f компонент Мандельштама — Бриллюэна определить скорость звука $c_{зв}$ на данной частоте f . На основе измерений полуширины δf компонент Мандельштама — Бриллюэна определяется коэфф. поглощения α на этой частоте: $\alpha = 2\pi \cdot \delta f / c_{зв}$.

На основе оптоакустич. генерации звука создан метод *фотоакустической спектроскопии* для получения спектров оптич. поглощения веществ в разл. физ. состояниях. В этом методе коэфф. поглощения света измеряется по интенсивности звуковых колебаний, возбуждаемых периодически прерываемым светом. Напр., при периодич. нагреве газа в нём возникают звуковые колебания с амплитудой, пропорц. поглощённой световой энергии. Меняя длину волны падающего света, можно получить фотоакустич. спектр вещества — полный аналог спектра поглощения, измеряемого обычными методами. Достоинство фотоакустич. спектроскопии в высокой чувствительности метода, позволяющего получать спектры оптич. поглощения в широком диапазоне световых длин волн, включающем в себя как области сильного поглощения, так и области прозрачности; кроме того, этим методом измеряется только та часть энергии падающего излучения, к-рая действительно поглощается веществом, а рассеянное излучение никакого вклада не даёт. Это позволяет исследовать спектры поглощения образцов с плохим качеством поверхности: порошков, рыхлых, пористых материалов, биол. объектов.

Акустооптические устройства. На основе эффектов дифракции и рефракции света на УЗ создаются активные оптич. элементы, позволяющие управлять всеми параметрами светового луча, а также обрабатывать информацию, носителем к-рой являются как световая, так и звуковая волны. Основу таких устройств составляет акустооптич. ячейка (АОЯ), состоящая из рабочего тела (твердотельного образца или кюветы с жидкостью), в объёме к-рого происходит взаимодействие света с УЗ-волной, и излучателя УЗ (обычно *пьезоэлектрического преобразователя*). В зависимости от назначения имеется неск. типов акустооптич. при-

боров: дефлекторы, модуляторы, фильтры, процессоры и др.

Акустооптич. дефлекторы и сканеры — устройства для управления направлением светового луча в пространстве. Сканеры предназначены для непрерывной развёртки луча; в дефлекторе имеется набор фиксированных направлений, по к-рым должен отклоняться световой луч.

В дифракц. дефлекторе (рис. 1) луч света падает на АОЯ, в к-рой возбуждается звуковая волна частоты f и в результате брэгговской дифракции частично отклоняется. При изменении f меняется и угол

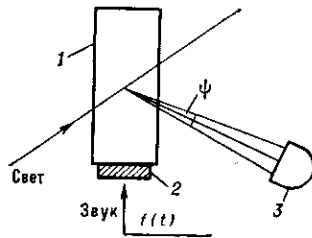


Рис. 1. Схема акустооптического дефлектора: 1 — акустооптическая ячейка; 2 — излучатель ультразвука; 3 — фотоприёмное устройство; ψ — максимальное угловое перемещение луча.

отклонения дифрагированного луча и луч перемещается по экрану фотоприёмного устройства. Использование частотно-модулированных звуковых сигналов (см. *Модуляция колебаний*) позволяет управлять направлением светового луча. Чтобы изменить направление дифрагированного луча при неизменном угле падения света на АОЯ, необходимо одновременно с частотой менять и направление распространения звуковой волны, так чтобы условие Брэгга выполнялось повсюду внутри интервала Δf звуковых частот — т. н. полосы пропускания дефлектора. Δf определяет и др. параметры прибора: макс. угл. перемещение луча дифрагированного света

$$\psi = \frac{\lambda}{c_{зв} \cos \theta_B} \Delta f$$

и разрешающую способность N , т. е. число различных положений светового луча в пределах ψ . Разрешающая способность определяется величиной ψ и угл. расходимостью $\gamma_{опт}$ светового пучка: $N = \psi / \gamma_{опт} = \psi d / \lambda$, где d — поперечный размер светового пучка. Важной характеристикой устройств пространственного управления лучом является также эффективность дифракции $\eta = I_1 / I_0$ — отношение интенсивности I_1 отклонённого света к интенсивности I_0 падающего.

В простейшем случае условия Брэгга выполняются благодаря расходимости акустич. пучка. Расходящийся пучок можно рассматривать как совокупность плоских волн, волновые векторы к-рых лежат внутри угл. интервала $\gamma_{ак}$. Для заданной частоты звука f дифракция будет происходить лишь на той компоненте пучка, для к-рой волновой вектор удовлетворяет условию Брэгга. При изменении f этому условию удовлетворяет уже др. компонента пучка. При использовании изотропного материала в качестве рабочего тела АОЯ $\psi = 2\gamma_{ак} \approx 2\lambda / D$, где D — поперечный размер звукового пучка, λ — длина волны звука. В соответствии с этим полоса пропускания Δf и разрешающая способность N оказываются пропорциональными расходимости акустич. пучка:

$$\Delta f = 2 \cdot \frac{c_{зв} \cos \theta_B}{\lambda} \gamma_{ак}, \quad N = \frac{2\gamma_{ак} d}{\lambda}.$$

Для дефлектора с высокой разрешающей способностью требуется значит. расходимость звукового пучка, а следовательно, его миним. ширина D . Уменьшение эффективности η , вызванное уменьшением длины акустооптич. взаимодействия, компенсируют увеличением вводимой акустич. мощности. Однако с увеличением N падает эффективность использования этой мощности, т. к. на дифракцию света расходится лишь $1/N$ её часть.