

рального состава звука используют разл. модели турбулентного движения.

Лит.: Б л о х и н ц е в Д. И., Акустика неоднородной движущейся среды, 2 изд., М., 1981; Ч е р н о в Л. А., Акустика движущейся среды. Обзор, «Акуст. ж.», 1958, т. 4, № 4, с. 299—306; Т а т а р с к и й В. И., Распространение волн в турбулентной атмосфере, М., 1967; Г о л д с т е й н М. Е., Аэроакустика, пер. с англ., М., 1981. М. А. Мионов.

**АКУСТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ** — раздел экперим. акустики, в к-ром изучаются частотные зависимости параметров распространения звука (коэфф. затухания и скорости распространения) с целью определения структуры или свойств вещества.

Распространены методы А. с., основанные на исследовании затухания, и в частности *поглощения звука*. Для большинства жидкостей и газов характерна квадратичная зависимость коэфф. поглощения от частоты. Отклонение от этого закона, как правило, связано с релаксационными процессами (см. *Релаксация акустическая*), наличие к-рых в исследуемом веществе приводит к появлению *дисперсии звука*. В релаксирующих средах поглощение звука может меняться на неск. порядков, при этом изменение скорости распространения в большинстве случаев не превышает неск. процентов. В гетерогенных средах, а также в поликристаллич. твёрдых телах с размерами структурных неоднородностей порядка длины волны определяющим механизмом затухания звуковых и УЗ-колебаний при их распространении является рассеяние. Частотная зависимость затухания в этом случае имеет сложный характер и коэфф. затуханий может быть пропорц. различной степени частоты (в зависимости от соотношений размеров неоднородностей и длины волны), вплоть до четвёртой.

Методами А. с. пользуются в *молекулярной акустике* при исследовании газов и жидкостей. Анализ частотных зависимостей параметров распространения УЗ в твёрдых телах позволяет определить экстремальные диаметры *ферми-поверхностей* и эфф. массы электронов, выявить несовершенство кристаллич. решёток, дислокации, домены, кристаллиты и т. п. Дополнит. информация о структуре исследуемого вещества может быть получена при изменении внеш. условий: темп-ры, давления, напряжённости электр. и магн. полей, освещённости, интенсивности проникающих излучений и т. п. В таких исследованиях, как правило, определяют не абс. значения параметров распространения, а их относит. изменения, при этом эти измерения на один-два порядка точнее абс. измерений. Такой подход позволяет, напр., проводить исследования слабых растворов биополимеров, где требуется разрешающая способность  $10^{-6}$ — $10^{-7}$  при измерениях приращений скорости звука, в то время как при измерении абс. значения скорости может быть достигнута точность  $10^{-4}$ — $10^{-5}$ . Аналогично при измерении относит. приращений коэфф. затухания может быть достигнута точность  $(2-5) \cdot 10^{-3}$ , при этом значения абс. величины измеряются с точностью  $(2-5) \cdot 10^{-2}$ .

Лит.: Физическая акустика, под ред. У. Мэсона, пер. с англ., т. 2, ч. А, М., 1968, гл. 5, 6, ч. Б, М., 1969, гл. 1—3; т. 4, ч. А, М., 1969, гл. 4, ч. Б, М., 1970, гл. 4.

Б. Е. Михалёв, А. С. Хижунин.

**АКУСТИЧЕСКИЕ ТЕЧЕНИЯ** (акустический, или звуковой, ветер) — регулярные течения среды, возникающие в звуковом поле большой интенсивности. А. т. могут быть как в свободном неоднородном звуковом поле, так и вблизи разл. рода препятствий. Возникновение А. т. обусловлено законом сохранения кол-ва движения: переносимое звуковой волной кол-во движения, связанное с колебаниями частиц среды, при поглощении волны передаётся среде в др. форме, вызывая её регулярное движение. Поэтому скорость А. т. пропорциональна коэфф. поглощения звука и его интенсивности, но обычно не превосходит величины *колебательной скорости частиц* в звуковой волне. А. т. всегда имеют вихревой характер.

В зависимости от соотношения характерного масштаба течения  $l$  и длины звуковой волны  $\lambda = 2\pi/k$ , где  $k$  — волновое число, различают 3 типа А. т.: 1) течения в свободном неоднородном поле, где  $l$  определяется размером неоднородности, напр. радиусом звукового пучка  $r$  (рис.), при этом  $kl \gg 1$ ; 2) течения в стоячих волнах, масштаб к-рых определяется длиной волны, а  $kl \sim 1$ ; 3) течения в *пограничном слое* вблизи препятствий, помещённых в акустич. поле; в этом случае  $l$  определяется толщиной акустич. погранич. слоя  $\delta = \sqrt{\nu/\omega}$  ( $\nu$  — кинематич. вязкость среды,  $\omega$  — круговая частота звука), а  $kl \ll 1$ .

Скорость А. т. и обычно мала по сравнению с амплитудой колеб. скорости  $v$  частиц в звуковой волне и характеризуется величиной  $Ma_{akl}$ , где  $Ma = v/c$  — акустич. Маха число,  $c$  — скорость звука. Скорость течения 1-го типа, вызванного ограниченным звуковым пучком при условии  $Ma_{akl} \ll 1$ , по порядку величины определяется соотношением

$$\frac{u}{v} = \frac{b}{4\eta} Ma^2(kr)^2,$$

где  $b = 4/3\eta + \zeta$ ,  $\eta$  и  $\zeta$  — коэфф. сдвиговой и объёмной вязкости. При  $Ma_{akl} \ll 1$

$$\frac{u}{v} \approx AR_{e_{at}} Ma^2(kr)^2,$$

где  $R_{e_{at}} = \nu\lambda\rho/\eta$  — акустич. *Рейнольдса число* для А. т.,  $\rho$  — плотность среды,  $A$  — константа (для воды  $\approx 10^{-4}$ ). Скорость А. т. в стоячих звуковых волнах рассчитана Рэлеем при условии  $Ma_{akl} \ll 1$ ; по порядку величины она определяется соотношением  $u/v \approx Ma$ . Скорость течения в погранич. слое толщиной  $\delta$ , согласно Г. Шлихтингу (H. Schlichting), оценивается по ф-ле  $u/v \approx Ma_{ak}\delta$ , применимой при условии  $Ma_{ak}\delta \ll 1$ . Экспериментально наблюдались течения со скоростью 0,1 м/с в воде, вызванные звуковым пучком частоты 1,2 МГц при амплитуде звукового давления  $p=10$  атм и  $v=1$  м/с. В воздухе в стоячей волне с уровнем интенсивности 167 дБ ( $v \approx 17$  м/с) наблюдались течения со скоростью  $u \approx 5$  м/с.

А. т. являются помехой при измерениях звуковых полей с помощью *радиометра акустического* и *Рэлея диска*, но они имеют и полезные применения. Пропорциональность скорости течений Экарта величине  $b/\eta \sim 1 + \zeta/\eta$  позволяет по измерениям А. т. определять отношение коэфф. объёмной и сдвиговой вязкости. На явлении А. т. основано действие нек-рых типов насосов, удобных для работы в агрессивных средах. Возникновение А. т. у препятствий, помещённых в звуковое поле, усиливает процессы массо- и теплопередачи через их поверхность. А. т. являются одним из факторов, обуславливающих УЗ-очистку.

Лит.: Стретт Дж. В. (лорд Рэлея), Теория звука, пер. с англ., 2 изд., т. 2, М., 1955, с. 212, 324; Физика и техника мощного ультразвука, [кн. 2] — Мощные ультразвуковые поля, М., 1968; Руденко О. В., Солуян С. И., Теоретические основы нелинейной акустики, М., 1975.

К. А. Наугольных.

**АКУСТИЧЕСКИЙ ВЕТЕР** — см. *Акустические течения*.

**АКУСТИЧЕСКИЙ ИМПЕДАНС** — см. *Импеданс акустический*.

**АКУСТИЧЕСКИЙ ПАРАМАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС** (АПР) — поглощение энергии акустич. волн определ. частоты (избират. поглощение *фононов*) системой электронных спинов парамагнетика, к-рое возникает при совпадении частоты акустич. волн (энергии фонона) с интервалом между энергетич. уровнями парамагнитного иона в приложенном магн. поле. Предсказан

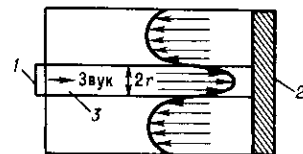


Схема течения, вызванного ограниченным пучком звука: 1 — излучатель; 2 — поглотитель звука; 3 — звуковой пучок.