

диффузии через объём регулярного кристалла. Коэф. линейной диффузии вдоль  $D$  может на неск. порядков превышать коэф. объёмной диффузии (см. *Диффузия*). Поэтому  $D$  играют роль «дренажных трубок», по к-рым точечные дефекты довольно легко могут перемещаться на большие расстояния в кристалле.

Лит.: Ван Бюрен, Дефекты в кристаллах, пер. с англ., М., 1962; Ландау Л. Д., Ахиезер А. И., Лифшиц Е. М., Курс общей физики. Механика и молекулярная физика, 2 изд., М., 1969, § 103; Фридель Ж., Дислокации, пер. с англ., М., 1967; Хирт Дж., Лоте П., Теория дислокаций, пер. с англ., М., 1972; Косевич А. М., Дислокации в теории упругости, К., 1978; Dislocations in solids, ed. by F. R. N. Nabarro, v. 1—5, Amst.— [a.o.], 1979—80. А. И. Косевич.

**ДИСПЕРГИРОВАНИЕ** (от лат. *dispergo* — рассеиваю, рассыпаю) — тонкое измельчение твёрдых тел и жидкостей, приводящее к образованию дисперсных систем: порошков, суспензий, эмульсий. Д. жидкостей в газах (воздухе) обычно наз. *распылением*. Д. в жидкостях — *эмульгированием*. Д. требует затраты работы и тем большей, чем выше требуемая степень измельчения и поверхностная энергия на границе измельчаемого тела с окружающей средой. Измельчение твёрдых тел в промышленности производят с помощью мельниц разл. конструкций, звуковых и ультразвуковых вибраторов, в лабораториях используют ступы. При Д. жидкостей применяют также турбулентное перемешивание, гомогенизаторы (аппараты для получения однородных эмульсий). Механич. Д. получают дисперсии с размером частиц до 10—1 мкм. Высокоэффективное измельчение возможно лишь в присутствии поверхностно-активных веществ, снижающих поверхностную энергию диспергируемых тел и работу Д. В случае очень сильного снижения поверхностной энергии может иметь место самопроизвольное Д. без затраты внеш. работы — под влиянием теплового движения.

Д. ультразвуком осуществляется при воздействии УЗ на суспензии и при разрушении в УЗ-поле агрегатов твёрдых частиц, связанных между собой силами слипания, спекания или спайности. При ультразвуковом Д. суспензии дисперсность продукта увеличивается на неск. порядков по сравнению с Д. без применения УЗ. Кавитация, эрозия поверхности твёрдого тела в жидкости в процессе УЗ-очистки также сопровождаются Д.

Для протекания ультразвукового Д. необходима *кавитация*. Измельчение веществ происходит под действием ударных волн и кумулятивных струй, возникающих при захлопывании кавитационных полостей. Д. начинается при интенсивности  $I$  УЗ, превышающей некое пороговое значение  $I_p$ . Величина  $I_p$  составляет обычно неск. Вт/см<sup>2</sup> и зависит от кавитационной прочности жидкости, состояния поверхности твёрдой фазы, а также от природы и величины сил взаимодействия между отд. частицами твёрдой фазы. С ростом  $I$  скорость Д., т. е. кол-во измельчённого в единицу времени вещества, возрастает; она возрастает также с увеличением хрупкости и уменьшением твёрдости и спайности частиц диспергируемого материала. Наиб. успешно ультразвуковое Д. происходит при обработке аморфных и агрегиров. веществ типа почв и горных пород, при расщеплении текстурированных материалов типа целлюлозы, асбеста, при действии на растительные и животные клетки.

Д. значительно интенсифицируется, если наряду со звукопеременным звуковым давлением с амплитудой  $p_{зв}$  на жидкость наложить пост. (статич.) давление  $p_0$ . В этих условиях существенно возрастают пиковые значения давления в ударной волне и кавитационное разрушение твёрдой фазы.

Ультразвуковое Д. позволяет получать высокодисперсные (с размером частиц ~ мкм или доли мкм), однородные и химически чистые суспензии. Поэтому им пользуются в лаб. практике для получения суспензий, подготовки образцов к минералогич. анализу и т. п., в ряде технол. процессов в хим., пищевой, фар-

мацевтич., текстильной, лакокрасочной промышленности и др. отраслях.

Лит.: Ходаков Г. С., Физика измельчения, М., 1972; Ультразвуковая технология, под ред. Б. А. Аграната, М., 1974. О. К. Эжнадиянцу.

**ДИСПЕРГИРУЮЩАЯ СРЕДА** — распределённая среда, параметры к-рой зависят от частот  $\omega$  и волновых векторов  $k$  возбудяемых в ней гармонич. полей. Понятие Д. с. чётко устанавливается только для линейных однородных сред, где гармонич. поля могут существовать самостоятельно (см. *Нормальные волны*). При описании Д. с. принято говорить о дисперсии того или иного конкретного параметра: проводимости, показателя преломления, модуля упругости и т. д. Различают дисперсию временную (зависимость параметра от  $\omega$ ) и пространственную (зависимость от  $k$ ), однако в тех случаях, когда  $\omega$  и  $k$  в гармонич. процессах связаны *дисперсионным уравнением*, такое разделение видов дисперсии является условным.

Осн. свойства Д. с., общие для эл.-динамич., акустич., квантовомеханич. и др. систем, могут быть пояснены на примере диэлектрич. среды, характеризующейся проницаемостью  $\epsilon(\omega, k)$  или связанной с ней восприимчивостью  $\chi(\omega, k) = (\epsilon - 1)/4\pi$ . В предположении о полном отсутствии дисперсии  $\chi(\omega, k) = \chi_0$  связь поляризации  $P(t, r)$  ( $t$  — время,  $r$  — координаты точки наблюдения) с инициирующим её эл. полем  $E(t, r)$  является мгновенной и локальной:

$$P(t, r) = \chi_0 E(t, r). \quad (1)$$

Однако в любой реальной среде значение  $P(t, r)$  зависит от поля  $E$  не только в тот же момент времени  $t$ , но и в предшествующие моменты  $t' < t$  («память», инерционность среды) и определяется не только полем  $E$ , приложенным в точке наблюдения  $r$ , но и полями, распрделёнными в нек-рой её окрестности (нелокальность взаимодействия). Математически инерционность и нелокальность материальных связей в линейной однородной Д. с. выражаются интегр. оператором вида

$$P(t, r) = \int_{-\infty}^t dt' \int_{V_{ск}} dr' \hat{\chi}(t-t', r-r') E(t', r'), \quad (2)$$

где  $V_{ск}$  — объём светового конуса. Пределы интегрирования в ур-нии (2) выбраны в соответствии с релятивистским *причинности принципом*, согласно к-рому отклик  $P(t, r)$  не может быть обусловлен событиями, происшедшими вне светового конуса:  $r' \in V_{ск}$ , т. е.  $|r-r'| \leq c(t-t')$ ,  $t' \leq t$ . Однако область, существенная для интегрирования в ур-нии (2), как правило, значительно уже, т. к. любая Д. с. характеризуется конечными временами «памяти»  $\tau_d$  и масштабами «дальности действия»  $\rho_d$ , определяемыми микропроцессами и микроструктурой среды. Упрощённое представление о микропроцессах даёт классич. модель диэлектрика, составленного из невзаимодействующих осцилляторов с собств. частотами  $\omega_0$  и декрементами затухания  $d$ . Индуцируемая в такой Д. с. поляризация находится из ур-ния

$$\ddot{P} + 2d\dot{P} + \omega_0^2 P = \omega_0^2 \chi_0 E, \quad (3)$$

к-рое эквивалентно выражению (2) при значении

$$\hat{\chi} = \frac{i\omega_0^2 \chi_0}{2\sqrt{\omega_0^2 - d^2}} \exp[-d(t-t')] \sin[\sqrt{\omega_0^2 - d^2}(t-t')] \times \times \delta(r-r'). \quad (4)$$

Здесь представлены два характерных временных масштаба  $1/d$  и  $1/\omega_0$  и соответственно два наиб. типичных механизма ограничения «памяти» Д. с. — релаксационный и интерференционный. В первом случае, при  $t-t' > 1/d$  ядро  $\hat{\chi}$  в выражении (2) экспоненциально спадает, во втором — при  $t-t' > 1/\omega_0$  быстро осциллирует, и вклады в  $P(t, r)$  от удалённых во времени событий взаимно компенсируют друг друга. Наличие