

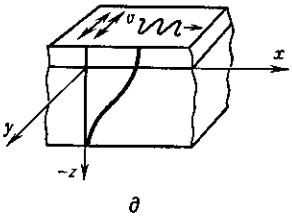
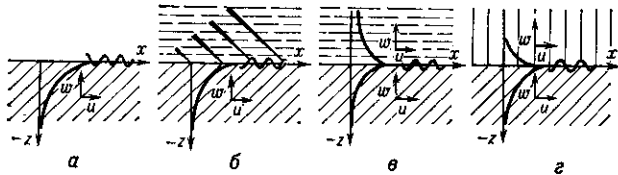
конуса или шара, по натяжению жидкой плёнки, по размеру и весу падающих капель, по макс. давлению в пузырьке, по капиллярным волнам. Из методов измерения динамич. П. н. наиб. известен метод осциллирующей струи. Для измерения очень малых П. н. на границе жидкость — жидкость, характерных, напр., для окрестности критич. состояния, используется метод вращающейся капли. П. н. малых зародышей новой фазы можно определить по скорости их образования. П. н. твёрдых тел обычно определяют косвенно, исходя из межмолекулярных, межатомных и межионных взаимодействий.

Лит.: О но С., Ко н до С., Молекулярная теория поверхностного натяжения в жидкостях, пер. с англ., М., 1963; Р у с а н о в А. И., Фазовые равновесия и поверхностные явления, Л., 1967; Г о х ш т е й н А. Я., Поверхностное натяжение твердых тел и адсорбция, М., 1976. А. И. Русанов.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ АКУСТИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ

(ПАВ) — упругие волны, распространяющиеся вдоль свободной поверхности твёрдого тела или вдоль границы твёрдого тела с др. средами и затухающие при удалении от границ. ПАВ бывают двух типов: с вертикальной поляризацией, у к-рых вектор колеблется в направлении смещения частиц среды в волне расположен в плоскости, перпендикулярной к граничной поверхности (вертикальная плоскость), и с горизонтальной поляризацией, у к-рых вектор смещения частиц среды параллелен граничной поверхности и перпендикулярен направлению распространения волны.

Простейшими и наиб. часто встречающимися на практике ПАВ с вертикальной поляризацией являются Рэлея волны, распространяющиеся вдоль границы твёрдого тела с вакуумом или достаточно разреженной газовой средой. Энергия их локализована в поверхностном слое толщиной от λ до 2λ , где λ — длина волны. Частицы в волне движутся по эллипсам, большая полуось w к-рых перпендикулярна границе, а малая u — параллельна направлению распространения волны (рис., а). Фазовая скорость волн Рэлея $c_k \approx 0,9c_t$, где c_t — фазовая скорость плоской поперечной волны.



Схематическое изображение поверхностных волн различного типа (сплошной штриховкой обозначены твёрдые среды, прерывистой — жидкость; x — направление распространения волны; u , v и w — компоненты смещения частиц в данной среде; кривые изображают примерный ход изменения амплитуды смещений с удалением от границы раздела сред): а — волна Рэлея на свободной границе твёрдого тела;

б — затухающая волна типа рэлеевской на границе твёрдое тело — жидкость (наклонные линии в жидкой среде изображают волновые фронты отходящей волны, толщина их пропорциональна амплитуде смещений); в — незатухающая поверхностная волна на границе твёрдое тело — жидкость; г — волна Стоунли на границе раздела двух твёрдых сред; д — волна Лява на границе твёрдое тело — твёрдый слой.

Если твёрдое тело граничит с жидкостью и скорость звука в жидкости c_n меньше скорости c_k в твёрдом теле (это справедливо почти для всех реальных сред), то на границе твёрдого тела и жидкости возможно распространение затухающей волны рэлеевского типа. Эта волна при распространении непрерывно излучает энергию в жидкость, образуя в ней отходящую от границы неоднородную волну (рис., б). Фазовая скорость данной ПАВ с точностью до процентов равна c_k , а коэф. затухания на длине волны $\sim 0,1$, т. е. на пути 10λ волна затухает примерно в e раз. Распределение по глубине

смещений и напряжений в такой волне в твёрдом теле подобно распределению в рэлеевской волне.

Помимо затухающей ПАВ, на границе жидкости и твёрдого тела всегда существует незатухающая ПАВ, бегущая вдоль границы с фазовой скоростью, меньшей скорости c_n волны в жидкости и скоростью продольных c_l и поперечных c_t волн в твёрдом теле. Эта ПАВ, являясь волной с вертикальной поляризацией, имеет совершенно другую структуру и скорость, чем рэлеевская волна. Она состоит из слабо неоднородной волны в жидкости, амплитуда к-рой медленно убывает при удалении от границы (рис., в), и двух сильно неоднородных волн в твёрдом теле (продольной и поперечной). Благодаря этому энергия волны и движение частиц локализованы в основном в жидкости, а не в твёрдом теле. В практике подобный тип волны используется редко.

Если две твёрдые среды граничат между собой вдоль плоскости и их плотности и модули упругости не сильно различаются, то вдоль границы может распространяться ПАВ Стоунли (рис., г). Эта волна состоит как бы из двух рэлеевских волн (по одной в каждой среде). Вертикальная и горизонтальная компоненты смещений в каждой среде убывают при удалении от границы так, что энергия волны оказывается сосредоточенной в двух граничных слоях толщиной $\sim \lambda$. Фазовая скорость волн Стоунли меньше значений c_l и c_t в обеих граничных средах.

Волны с вертикальной поляризацией могут распространяться на границе твёрдого полупространства с жидким или твёрдым слоем или даже с системой таких слоёв. Если толщина слоёв много меньше длины волны, то движение в полупространстве примерно такое же, как в рэлеевской волне, а фазовая скорость ПАВ близка к c_k . В общем случае движение может быть таким, что энергия волны будет перераспределяться между твёрдым полупространством и слоями, а фазовая скорость будет зависеть от частоты и толщи слоёв (см. Дисперсия звука).

Кроме ПАВ с вертикальной поляризацией (в основном это волны рэлеевского типа) существуют волны с горизонтальной поляризацией (волны Лява), к-рые могут распространяться на границе твёрдого полупространства с твёрдым слоем (рис., д). Это волны чисто поперечные: в них имеется только одна компонента смещения v , а упругая деформация в волне представляет собой чистый сдвиг. Смещения в слое (индекс 1) и в полупространстве (индекс 2) описываются след. выражениями:

$$v_1 = \frac{A}{\cos s_2 h} \cdot \cos s_1 (h - z) \cdot \sin(\omega t - kx),$$

$$v_2 = A \exp(s_2 z) \sin(\omega t - kx),$$

где t — время, ω — круговая частота, $s_1 = \sqrt{k_{t1}^2 - k^2}$,

$s_2 = \sqrt{k^2 - k_{t2}^2}$, k — волновое число волны Лява,

k_{t1} , k_{t2} — волновые числа поперечных волн в слое и полупространстве соответственно, h — толщина

слоя, A — произвольная постоянная. Из выражений для v_1 и v_2 видно, что смещения в слое распределены по косинусу, а в полупространстве — экспоненциально

убывают с глубиной. Глубина проникновения волны в полупространство меняется от долей λ до многих λ в зависимости от толщины слоя h , частоты ω и параметров

сред. Само существование волн Лява как ПАВ связано с наличием слоя на полупространстве: при $h \rightarrow 0$ глубина проникновения волны в полупространство стремится к бесконечности и волна переходит в объёмную.

Фазовая скорость c волн Лява заключена в пределах между фазовыми скоростями поперечных волн в слое и полупространстве $c_{t1} < c < c_{t2}$ и определяется из

ур-ня

$$tg_{c_{t2}} \frac{\omega h}{c_{t2}} \sqrt{\frac{c_{t2}^2}{c_{t1}^2} - \eta^2} = \frac{c_{t2}}{c_{t1}} \frac{\rho_2}{\rho_1} \cdot \sqrt{\frac{c_{t2}^2}{c_{t1}^2} - \eta^2}$$