

так, будто отражается плоская волна. При отражении пучка, падающего из жидкости на границу раздела с твёрдым телом, возникает отражённый пучок, форма к-рого является зеркальным отражением распределения амплитуды в падающем пучке. Однако при углах падения, близких к продольному критич. углу θ_L или рэлеескому углу θ_R , наряду с зеркальным отражением происходит эфф. возбуждение боковой или вытекающей рэлееской волны. Поле отражённого пучка в этом случае является суперпозицией зеркально отражённого пучка и переизлучённых волн. В зависимости от ширины пучка, упругих и вязких свойств граничащих сред возникает либо латеральный (параллельный) сдвиг пучка в плоскости раздела (т. н. смещение Шоха) (рис. 8), либо существенное уширение пучка и появление тонкой

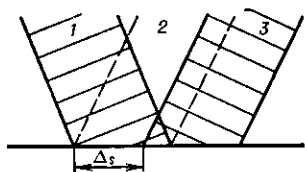


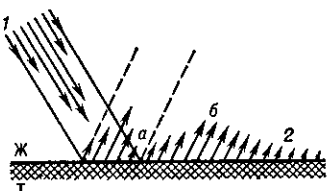
Рис. 8. Латеральное смещение пучка при отражении: 1 — падающий пучок; 2 — зеркально отражённый пучок; 3 — реально отражённый пучок.

структуры. При падении пучка под углом Рэлея характер искажений определяется соотношением между шириной пучка l и радиац. затуханием вытекающей рэлееской волны

$$\alpha_R = A \frac{\rho_{ж}}{\rho_T} \frac{c^2}{c_R^2} \frac{1}{\lambda},$$

где λ — длина звуковой волны в жидкости, A — числовой множитель, близкий к единице. Если ширина пучка значительно больше длины радиац. затухания ($\alpha_R l \gg 1$), происходит лишь смещение пучка вдоль поверхности раздела на величину $\Delta_s = 2/\alpha_R$. В случае узкого пучка ($\alpha_R l < 1$) за счёт переизлучения вытекающей поверхностной волны пучок существенно уширяется и перестаёт быть симметричным (рис. 9). Внутри области, занятой зеркально отражённым пучком, в результате интерференции возникает нулевой минимум амплитуды и пучок распадается на две части. Незеркальное отражение коллимиров. пучков возникает и на границе двух жидкостей при углах падения, близких к критическому, а также при отражении пучков от слоёв или пла-

Рис. 9. Отражение звукового пучка конечного сечения, падающего из жидкости Ж на поверхность твёрдого тела Т под углом Рэлея: 1 — падающий пучок; 2 — отражённый пучок; а — область нулевой амплитуды; б — область хвоста пучка.



стин. В последнем случае незеркальный характер отражения обусловлен возбуждением в слое или пластине вытекающих волноводных мод. Существенную роль играют боковые и вытекающие волны при отражении фокусированных УЗ-пучков. В частности, эти волны используются в *микроскопии акустической для формирования акустич. изображений и проведения количеств. измерений.*

Лит.: 1) Бреховских Л. М., Волны в слоистых средах, 2 изд., М., 1973; 2) Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Гидродинамика, 4 изд., М., 1988; 3) Бреховских Л. М., Гордин О. А., Акустика слоистых сред, М., 1989; 4) Sagniard L., Reflexion et refraction des ondes seismiques progressives, P., 1939; 5) Ewing W. M., Jardetzky W. S., Press F., Elastic waves in layered media, N. Y.—[a. o.], 1957, ch. 3; 6) Auld B. A., Acoustic fields and waves in solids, v. 1—2, N. Y.—[a. o.], 1973; 7) Vertoni H. L., Tamir T., Unified theory of Rayleigh-angle phenomena for acoustic beams at liquid-solid interfaces, «Appl. Phys.», 1973, v. 2, № 4, p. 157; 8) Mott G., Reflection and refraction coefficients at a fluid-solid interface, «J. Acoust. Soc. Amer.», 1971, v. 50, № 3 (pt 2), p. 819; 9) Vesker F. L., Richardson R. L., Influence of material properties on Rayleigh critical-angle reflectivity,

«J. Acoust. Soc. Amer.», 1972, v. 51, № 5 (pt 2), p. 1609; 10) Fiorito R., Uberall H., Resonance theory of acoustic reflection and transmission through a fluid layer, «J. Acoust. Soc. Amer.», 1979, v. 65, № 1, p. 9; 11) Fiorito R., Madigosky W., Uberall H., Resonance theory of acoustic waves interacting with an elastic plate, «J. Acoust. Soc. Amer.», 1979, v. 66, № 6, p. 1857; 12) Neubaer W. G., Observation of acoustic radiation from plane and curved surfaces, в кн.: Physical acoustics. Principles and methods, ed. by W. P. Mason, R. N. Thurston, v. 10, N. Y.—L., 1973, ch. 2. В. М. Левин.

ОТРАЖЕНИЕ РАДИОВОЛН — отражение волн эл.-магн. природы в диапазоне от сверхдлинных волн вплоть до границы светового диапазона (см. Радиоволны). Как и в случае световых волн, О. р. обусловлено резким (в пределах длины эл.-магн. волны) изменением макроскопич. параметров среды, характеризующих распространение радиоволн: диэлектрич. (ϵ) и магн. (μ) проницаемостей. Для О. р. справедливы все общие закономерности *отражения волн*. Важности и специфика О. р. обусловлены его широким использованием в практике радиосвязи, радиолокации, радионавигации, телевидения и исследования окружающей среды и как следствие — большим разнообразием свойств ϵ и μ отражающих сред и геометрии отражающих объектов. В случае О. р. от резкой границы протяжённых объектов (длина волны $\lambda \ll l$ — характерного размера отражающего тела) с гладким покрытием (диэлектрич. и металлич. покрытия, снежная, водная и др. поверхности) имеет место зеркальное О. р., к-рое описывается *Френеля формулами*. При наличии шероховатостей отражающей поверхности происходит *диффузное отражение*. При размере тела $l \ll \lambda$ отражается малая часть энергии волны (частичное О. р.). На использовании зеркального, диффузного и частичного О. р. основаны радиолокация и радиозондирование. Зеркальное О. р. наблюдается в парабол. антеннах, радиовысотомерах, ионозндах и т. д. Диффузное О. р. происходит, напр., при радиолокации планет с космич. аппаратов. О. р. от движущихся объектов сопровождается изменением частоты отражённой волны (см. Доплера эффект). Этот эффект широко используется для определения скорости отражающих объектов.

Эффективное О. р. происходит от объёмных неоднородностей в среде размером $l \sim \lambda$, что встречается в практике исследования атмосферы (отражение сантн-, милли- и субмиллиметровых волн от частиц пыли, осадков и аэрозолей). Аналогичный эффект возникает в среде с непрерывным заполнением слабыми ($\Delta\epsilon/\epsilon \ll 1$, $\Delta\mu/\mu \ll 1$) неоднородностями диэлектрич. (либо магн.) проницаемости. При этом осн. роль играет О. р. от *дифракционной решётки* с пространственным периодом $l_p \sim \lambda$, образованной неоднородностями среды. На этом эффекте основан т. н. метод частичных отражений для исследования атм. и ионосферных неоднородностей. Причём для увеличения эффективности О. р. используют искусственно созданные дифракц. решётки с тем же пространств. периодом l_p (при радиоакустич. зондировании атмосферы и нек-рых др. исследованиях нижней ионосферы).

О. р. сильно зависит от геом. характеристик и резонансных свойств отражающего объекта (см. Волновод, Волновод металлический, Волноводное распространение радиоволн). Напр., тонкая диэлектрич. (или магн.) пластина толщиной d порядка длины падающей волны λ в зависимости от соотношения d и λ может дать либо полное отражение, либо полное прохождение радиоволны. На этом эффекте основаны селективные по частоте запирающие либо согласующие устройства. При плавных изменениях ϵ и μ О. р. происходит от слоя, в к-ром составляющая волнового вектора волны в проекции на $grad \epsilon$ (или $grad \mu$) обращается в нуль. О. р. при этом описывается *Снелля законом* и др. законами геом. оптики. Последоват. многократное О. р. от поверхности Земли и ионосферы является основой загоризонтной радиолокации и радиосвязи (см. Загоризонтное распространение радиоволн). В то же время многократные О. р. в городах вносят помехи для телевидения и радиовеща-