

ный $\theta_L = \arcsin(c/c_L)$ и поперечный $\theta_T = \arcsin(c/c_T)$. При этом $\theta_T > \theta_L$, поскольку всегда $c_L > c_T$. При углах падения $\theta_i < \theta_L$ коэф. отражения действителен (рис. 2). Падающее излучение проникает в твёрдое тело в виде

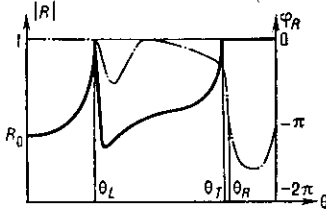


Рис. 2. Зависимость модуля коэффициента отражения звука $|R|$ (сплошная линия) и его фазы φ_R (штрих-пунктирная линия) на границе жидкости и твёрдого тела от угла падения θ .

как продольной, так и поперечной преломлённых волн. При нормальном падении звука в твёрдом теле возникает только продольная волна и значение R_0 определяется отношением продольных акустич. импедансов жидкости $\rho_{ж}c$ и твёрдого тела ρc_L аналогично ф-ле (5) ($\rho_{ж}c$ — плотности жидкости и твёрдого тела).

При $\theta_i > \theta_L$ коэф. отражения становится комплексным, поскольку в твёрдом теле вблизи границы образуется неоднородная волна. При углах падения, заключённых между критич. углами θ_L и θ_T , часть падающего излучения проникает в глубь твёрдого тела в виде преломлённой поперечной волны. Поэтому для $\theta_L < \theta_i < \theta_T$ величина $|R(\theta_i)| < 1$; лишь при $\theta_i = \theta_L$ поперечная волна не образуется и $|R| = 1$. Участие неоднородной продольной волны в формировании отражённого излучения обуславливает, как и на границе двух жидкостей, фазовый сдвиг у отражённой волны. При $\theta_i > \theta_T$ имеет место полное внутр. отражение: $|R(\theta_i)| \equiv 1$. В твёрдом теле вблизи границы образуются лишь экспоненциально спадающие в глубь тела неоднородные волны. Фазовый сдвиг у отражённой волны для углов $\theta_i > \theta_T$ связан в основном с возбуждением на границе раздела в вытекающей Рэлея волны. Такая волна возникает на границе твёрдого тела с жидкостью при углах падения, близких к углу Рэлея $\theta_R = \arcsin(c/c_R)$, где c_R — скорость волны Рэлея на поверхности твёрдого тела. Распространяясь вдоль поверхности раздела, вытекающая волна полностью переизлучается в жидкость.

Если $c > c_T$, то полное внутр. отражение на границе жидкости с твёрдым телом отсутствует: падающее излучение проникает в твёрдое тело при любом угле падения, по крайней мере в виде поперечной волны. Полное отражение возникает при падении звуковой волны под критич. углом θ_L или при скользющем падении. При $c > c_L$ коэф. отражения действительный, т. к. неоднородные волны на границе раздела не образуются.

О. з., распространяющегося в твёрдом теле [5,6]. При распространении звука в изотропном твёрдом теле наиб. простой характер носит отражение сдвиговых волн, направление колебаний в к-рых параллельно плоскости раздела. Конверсия мод при отражении или преломлении таких волн отсутствует. При падении на свободную границу или границу раздела с жидкостью такая волна отражается полностью ($R = 1$) по закону зеркального отражения. На границе раздела двух изотропных твёрдых тел наряду с зеркально отражённой волной в среде 2 образуется преломлённая волна с поляризацией, также параллельной границе раздела.

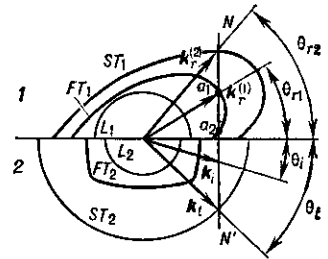
При падении поперечной волны, поляризованной в плоскости падения, на свободную поверхность тела, на границе возникает как отражённая поперечная волна той же поляризации, так и продольная волна. При углах падения θ_i , меньших критического угла $\theta_{TL} = \arcsin(c_T/c_L)$, коэф. отражения R_T и R_L — чисто действительные: отражённые волны уходят от границы точно в фазе (или в противофазе) с падающей волной. При $\theta_i > \theta_{TL}$ от границы уходит только зеркально отражённая поперечная волна; вблизи свободной поверхности образуется неоднородная продольная волна.

Коэф. отражения становится комплексным, и между отражённой и падающей волнами возникает фазовый сдвиг, величина к-рого зависит от угла падения. При отражении от свободной поверхности твёрдого тела продольной волны при любом угле падения возникают как отражённая продольная волна, так и поперечная волна, поляризованная в плоскости падения.

Если граница твёрдого тела находится в контакте с жидкостью, то при отражении волн (продольной или поперечной, поляризованной в плоскости падения) в жидкости дополнительно возникает преломлённая продольная волна. На границе раздела двух изотропных твёрдых сред к этой системе отражённых и преломлённых волн добавляется ещё преломлённая поперечная волна в среде 2. Её поляризация также лежит в плоскости падения.

О. з. на границе раздела анизотропных сред [6]. О. з. на границе раздела кристаллич. сред носит сложный характер. Скорости c_x и c_y отражённых и преломлённых волн в этом случае сами являются ф-циями углов отражения θ^x и преломления θ^y (см. Кристаллоакустика); поэтому даже определение углов θ_r и θ_t по заданному углу падения θ_i становится с серьёзными матем. трудностями. Если известны сечения поверхностей волновых векторов плоскостью падения, то используется графич. метод определения углов θ_r и θ_t : концы волновых векторов k_r и k_t лежат на перпендикуляре NN' , проведённом к границе раздела через конец волнового вектора k_i падающей волны, в точках, где этот перпендикуляр пересекает разл. полости поверхностей волновых векторов (рис. 3). Кол-во отражённых (или преломлённых) волн, реально распространяющихся от границы раздела в глубь соответствующей среды, определяется тем, со сколькими полостями пересекается перпендикуляр NN' . Если пересечение с к.-л. полостью отсутст-

Рис. 3. Графический метод определения углов отражения и преломления на границе раздела кристаллических сред 1 и 2. L , FT и ST — поверхности волновых векторов для квазипродольных, быстрых и медленных квазиоперечных волн соответственно.



вует, то это означает, что волна соответствующей поляризации оказывается неоднородной и энергию от границы не переносит. Перпендикуляр NN' может пересекать одну и ту же полость в неск. точках (точки a_1 и a_2 на рис. 3). Из возможных положений волнового вектора k_r (или k_t) реально наблюдаемым волнам соответствуют лишь те, для к-рых вектор лучевой скорости, совпадающий по направлению с внеш. нормалью к поверхности волновых векторов, направлен от границы в глубь соответствующей среды.

Как правило, отражённые (преломлённые) волны принадлежат разл. ветвям акустич. колебаний. Однако в кристаллах со значит. анизотропией, когда поверхность волновых векторов имеет вогнутые участки (рис. 4), возможно отражение с образованием двух отражённых или преломлённых волн, принадлежащих одной и той же ветви колебаний.

На опыте наблюдаются конечные пучки звуковых волн, направления распространения к-рых определяются лучевыми скоростями. Направления лучей в кристаллах значительно отличаются от направлений соответствующих волновых векторов. Лучевые скорости падающей, отражённых и преломлённых волн лежат в одной плоскости лишь в исключительных случаях, напр. когда плоскость падения является плоскостью симметрии для обеих кристаллич. сред. В общем случае отражённые и преломлённые лучи занимают разнообразные по-