на каждом уровне, влияние внеш. среды, состояние поверхности, масштабный фактор и др. Для подкреплённых П. характерным является то, что развитие трещин зависит от их расположения по отношению к подкрепляющим рёбрам.

Важнейший класс теории П. составляют динамич. задачи: изучение собственных, вынужденных, параметрич. колебаний, а также автоколебаний разл. типа, напр. при флаттере. Рассмотрение осн. типов колебаний ведётся с позиций линейной теории для жёстких П. и нелинейных зависимостей, относящихся к гибким и абсолютно гибким П. Большое значение для совр. техники имеет исследование поведения П. при быстром (динамич.) нагружении и при действии ударных нагрузок. Несущая способность П. при динамич. приложении усилий сжатия и сдвига в срединной поверхности оказывается выше, чем при статич. нагружении. При изучении динамич. устойчивости должны учитываться форма прикладываемых к П. импульсов и их последовательность. При исследовании динамич. задач для П. в ряде случаев должны приниматься во внимание волновые процессы в материале П., связанные с деформациями в срединной поверхности, и силы инерции, отвечающие деформациям сдвига (по модели Тимошенко). Соответствующие ур-ния движения являются гиперболическими.

Широкое развитие в теории и расчёте П. получили, так же как и для *оболочек*, наряду с аналитическими численные методы, связанные с использованием ЭВМ. К общему понятию П. относятся также т. н. толстые плиты, расчёт к-рых ведётся на основе трёхмерных ур-ний теории упругости.

Лит.: Тимошенко С. П., Войновский-Кригер С., Пластинки и оболочки, пер. с англ., 2 изд., М., 1966; Бубнов И. Г., Труды по теории пластин, М., 1953; Вольмир А. С., Гибкие пластинки и оболочки, М., 1956; его же, Нелинейная динамика пластинок и оболочек, М., 1972; Амбарцумян С. А., Теория анизотропных пластин, М., 1967; Болотин В. В., Новичков Ю. Н., Механика многослойных конструкций, М., 1980.

А. С. Вольмир.

ПЛАСТИНКИ в акустике — элементы излучателей и приёмников звука, элементы устройств акустоэлектроники, а также звуковых преград и перегородок.

П. конечной толщины $2h$ могут рассматриваться как упругий волновод, поле в к-ром является совокупностью волн, наз. *нормальными волнами*. В общем случае произвольной частоты ω нормальная волна содержит продольную и поперечную компоненты колебат. смещения, распространяющиеся в толще П. и отражающиеся на её границах. Нормальные волны в П. подразделяются на два класса: *Лэмба волны*, у к-рых имеются как продольные, так и поперечные компоненты колебат. смещения, причём последние направлены перпендикулярно плоскости П., и поперечные нормальные волны, обладающие только одной компонентой смещения (отсутствующей в волнах Лэмба), лежащей в плоскости П. и перпендикулярной направлению распространения волны. В П. может распространяться определённое конечное число нормальных волн, отличающихся одна от другой фазовыми и групповыми скоростями, а также распределениями смещений и напряжений по толщине П. Эти распределения должны удовлетворять граничным условиям равенства нулю напряжений на обеих плоскостях П.

Число n узловых точек в распределении напряжений по толщине П. наз. порядком волны. Нормальная волна частоты ω, порядка n может распространяться в П. при условии $\omega > \omega_{\text{кр}} = \pi n c_t/h$, где c_t — фазовая скорость поперечной волны в изотропном твёрдом теле, $c_t = \sqrt{E/2\rho(1+\nu)}$, E — модуль Юнга, ν — коэф. Пуассона, ρ — плотность материала П., $\omega_{\text{кр}}$ — т. н. критич. частота. Число распространяющихся волн тем больше, чем больше значение $\omega h/c_t$. Волна заданного порядка n с частотой $\omega < \omega_{\text{кр}}$ не распространяется: в такой волне нет потока энергии, она представляет собой синфазное движение, экспоненциально спадающее в направлении, параллельном плоскости П.

В тонких П. ($\omega h/c_t \ll 1$) возможно распространение только поперечной волны нулевого порядка, смещения в к-рой по толщине П. одинаковы, а также двух волн Лэмба нулевого порядка, первая из к-рых очень похожа на продольную волну в изотропном твёрдом теле (в ней преобладает продольная компонента смещения), а вторая представляет собой *изгибную волну*. При распространении изгибной волны каждый элемент тонкой П. смещается перпендикулярно её плоскости. Примерами изгибных волн в П. являются стоячие волны в деках музыкальных инструментов, в диффузорах громкоговорителей. Распространяющаяся в тонкой П. изгибная волна малой амплитуды описывается ур-нием

$$\frac{Eh^2}{3(1-\nu^2)}\Delta^2\eta + \rho\frac{\partial^2\eta}{\partial t^2} = 0,$$

где Δ — оператор Лапласа, η — смещение элемента П. от положения равновесия в направлении, перпендикулярном её плоскости.

Для изгибных волн тонкая П. является системой с дисперсией: волны разл. частот распространяются в ней с разл. фазовыми скоростями c_n,

$$c_n = \sqrt[4]{\frac{Eh^2}{3\rho(1-\nu^2)}}\sqrt{\omega}.$$

Эта скорость много меньше фазовой скорости продольных волн в П. $c_{\text{пр}} = c_l\sqrt{(1-2\nu)/(1-\nu^2)}$, где c_l — скорость продольной волны в изотропной сплошной среде.

Тонкая П. ограниченного размера обладает дискретным набором собств. частот, каждой из к-рых соответствует своя форма колебаний, представляющая систему стоячих волн с той или иной картиной узловых линий, разделяющих части П., колеблющиеся с противоположными фазами (см. *Хладни фигуры*). Собств. частоты и формы колебаний зависят от изгибной жёсткости пластины, равной $D = 2Eh^3/3(1-\nu^2)$, её уд. массы $2\rho h$, от размеров и формы П., а также от условий закрепления её краёв. Типичными условиями закрепления краёв являются свободный край, шарнирно опёртый край, заделанный край.

Определение спектра собств. частот в общем случае представляет сложную задачу. Осн. частота может быть определена с помощью метода Рэлея — Ритца. Она составляет, напр., для прямоугольной шарнирно опёртой П. размером $a \times b$ величину

$$\omega_{0,\text{п}} = \pi^2\sqrt{Eh^2/3\rho(1-\nu^2)}\left(\frac{1}{a^2}+\frac{1}{b^2}\right),$$

а для круглой П. радиуса a, заделанной по краям, величину

$$\omega_{0,\text{к}} \approx 0{,}94\frac{h}{a^2}\sqrt{\frac{E}{\rho}(1-\nu^2)}.$$

Обертоны осн. частоты круглой П. не являются гармониками.

Вынужденные колебания П. происходят с частотой внеш. воздействия. При её совпадении с одной из собств. частот имеет место *резонанс*.

В процессе колебаний П. излучает звук в прилегающую среду при условии, что

$$\omega > \omega_1 = c_1^2\sqrt{\frac{3\rho(1-\nu^2)}{Eh^2}},$$

где c_1 — скорость звука в прилегающей среде. При $\omega < \omega_1$ в среде возбуждается лишь ближнее поле, экспоненциально спадающее в направлении, перпендикулярном к плоскости П. Излучение звука демпфирует колебания П. и смещает её собств. частоты.

Волновые явления в П. учитываются при определении звукоизоляции и звуковой прозрачности упругих перегородок. Для описания падения звуковой волны на П. вводят коэф. прохождения плоской волны через П., равный отношению амплитуды прошедшей и па-