

**А. В. Анкилов** (Ульяновск, УлГТУ). **Исследование динамической устойчивости упругих пластин при сверхзвуковом режиме обтекания.**

Работа, представленная данным докладом, посвящена исследованию динамической устойчивости упругих пластин, находящихся во взаимодействии с потоком идеального газа. Скорости движения среды предполагаются сверхзвуковыми.

Принятые в работе определения устойчивости упругого тела соответствуют концепции устойчивости динамических систем по Ляпунову. Механическое поведение материала пластин описывается нелинейными моделями упругого тела. Аэрогидродинамическая нагрузка определяется из асимптотических уравнений аэрогидромеханики.

Модельное уравнение, описывающее поперечные колебания упругой пластины-полосы при обтекании ее сверхзвуковым потоком газа, имеет вид

$$M\ddot{w} + \left( \frac{Dw''}{(1 + (w')^2)^{3/2}} \right)'' + \beta_2 \dot{w}'''' - \vartheta \ddot{w}'' + N(t)w'' + \beta_1 \dot{w} + \beta_0 w = -\alpha(\dot{w} + Vw'), \quad x \in (0, l).$$

Здесь  $w(x, t)$  — прогиб пластины;  $x$  — продольная координата,  $t$  — время;  $M$ ,  $D$  — погонная масса и изгибная жесткость пластины;  $\beta_2$ ,  $\beta_1$  — коэффициенты внутреннего (модель Фойхта) и внешнего демпфирования (материала пластины и основания);  $\vartheta$  — коэффициент, учитывающий инерцию вращения;  $N$  — сжимающее ( $N > 0$ ) или растягивающее ( $N < 0$ ) продольное усилие;  $\beta_0$  — коэффициент жесткости основания (модель Винклера);  $\alpha = \alpha_0 \rho_0 a_0 = \text{const} > 0$ , где  $\rho_0$ ,  $a_0$  — плотность газа и скорость звука в однородном невозмущенном потоке ( $\alpha_0 = 1$  при одностороннем обтекании,  $\alpha_0 = 2$  при двустороннем обтекании);  $V$  — скорость набегающего однородного потока ( $V = \text{const} > 0$ ); штрих обозначает производную по координате  $x$ , точка — производную по времени  $t$ .

Аэродинамическая нагрузка определяется выражением  $F = \alpha(\dot{w} + Vw')$ , справедливым при достаточно больших скоростях сверхзвукового потока  $V$ . Выражение для  $F$  получено с помощью решения соответствующей линейной нестационарной аэродинамической задачи на основе преобразования Лапласа и последующего исключения потенциала скорости (что согласуется с гипотезой плоских сечений А. А. Ильюшина).

Предполагается, что концы пластины закреплены жестко или шарнирно. Исследование устойчивости проводится на основе построения положительно определенного функционала, соответствующего уравнению в частных производных:

$$\Phi(t) = \frac{1}{2} \int_0^l \left\{ M\dot{w}^2 + 2M\theta w\dot{w} + (\beta_0 + \beta_1\theta + \alpha\theta)w^2 + \beta_2\theta(w'')^2 + \vartheta(\dot{w}')^2 + 2\vartheta\theta w'\dot{w}' - N(w')^2 \right\} dx,$$

где  $\theta$  — некоторый положительный постоянный параметр.

Полученные условия устойчивости движения упругих элементов налагают ограничения на скорость потока, значения сжимающих (растягивающих) усилий, жесткость пластин и оснований, коэффициенты демпфирования, а также другие параметры механических систем.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (2009–2013г.г.), ГК № П1122, а также поддержана РФФИ, проект № 09-01-97005.