



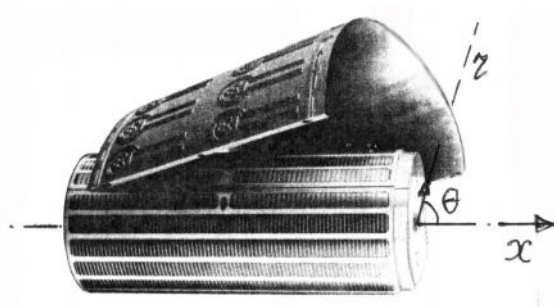
РАСПРОСТРАНЕНИЕ УПРУГИХ ВОЛН В ПРОТЯЖЕННЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

КУРМАНАЛИЕВ К., СУЛТАНГАЗИЕВА А.К.

КГТУ им. И.Раззакова

izvestiya@ktu.aknet.kg

В полиграфических печатных системах основным элементом печатающих устройств является формный вал, которую можно смоделировать, как цилиндрическую оболочку с амортизированными массами (рис.1.).



**Рис.1. Формный цилиндр
с печатной пластиной.**

Рассмотрим осесимметричную деформацию цилиндрической оболочки с дискретно-периодическим распределением масс вдоль ее оси.

В плоскостях крепления к корпусу амортизированных масс m_1 , расположены и массы m_0 жестко присоединенные к оболочке и не влияющие на ее продольную скорость. Единицами измерения служат: l - длина секции (расстояние между плоскостями), в которых находятся массы, $\tilde{N}_p = \sqrt{E/\rho(1-\nu^2)}$ - скорость звука в пластине, ρ - плотность материала оболочки, ν - коэффициент Пуассона, k - модуль объемного сжатия, R - радиус оболочки, δ - толщина, r, θ, x - оси цилиндрических координат.

Обозначим:

U_n, V_n - смещение масс m_1 ;

u_n, v_n - смещение масс m_0 ;

$m_0 (n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm \dots)$: $x = n + X (x \in [0, 1])$ - осевая координата.

Уравнения движения секций между узлами для оболочки безмоментной теорией имеют вид:

$$\ddot{u} = u'' + \nu R^{-1} v'$$

$$\ddot{v} = -\nu R^{-1} u' - \nu R^{-2} - \theta_r$$

Для движения узлов (m_0 масс) и амортизированных масс m_1 имеют вид:

$$m_0 \ddot{u}_n = T_{1,n}^+ - T_{1,n}^- + F_{u,n} + Q_1$$

$$m_1 \ddot{V}_n = -R^{-1} T_n + F_{v,n} + Q_2$$

$$\ddot{U}_n = f_u^2 (u_n - U_n)$$

$$\ddot{V}_n = f_v^2 (v_n - V_n)$$

где $T_{1,n}^\pm = (u' + \nu R^{-1} V)_{x=n=0}$

$$T_{2,n} = K_r V_n R^{-1} + \frac{1}{2} \nu (u'|_{x=n+0} + u'|_{x=n-0}), \quad F_{u,n} = m_1 f_u^2 (U_n - u_n),$$

$F_{v,n} = m_1 f_v^2 (V_n - v_n)$ - силы действующие на n - узел со стороны $n-1$ и $n+1$ секций и n -ой массы m_1 : $f_{u,v}$ - частоты, $K_{u,v} = f_{u,v}^2 \cdot m_1$ - жесткость амортизации, K_r - радиальная жесткость оболочки в плоскости узла. Q_2 - внешние поверхностные нагрузки, Q_1 - продольное воздействие. Граничными условиями служат непрерывность продольных смещений:

$$u = u_n(x=0), \quad u = u_{n+1}(x=1).$$

В граничных условиях: для V нет необходимости, поскольку используются безмоментные уравнения.

Начальные условия нулевые.

Проведя над уравнениями и граничными условиями преобразования Лапласа по времени получим четыре бесконечные системы линейных алгебраических уравнений относительно u_n, v_n, U_n, V_n , где перемещения U_n, V_n, v_n - линейно выражаются через u_n .

Для u_n система примет вид:

$$\begin{aligned} \hat{a}_1(u_{n+1}^L + u_{n-1}^L) - \hat{a}_2 u_n^L &= \\ = -Q_1^L + \hat{a}_1(\ddot{a}_{n+1} + 2\ddot{a}_h cha + \ddot{a}_{n-1}) & \quad \hat{a}_1 = \frac{\hat{a}}{sha} \left(1 - \frac{v^2}{1 + \rho^2 R^2} \right), \\ \hat{a}_2 = m_0 \rho^2 + 2\hat{a}_1 cha + \frac{m_1 f_u^2 \rho^2}{\rho^2 + f_u^2} \end{aligned}$$

Получили систему с матрицей ленточно-диагональной структурой, что позволяет провести обратное преобразование Фурье.

Для этого умножим каждое уравнение на e^{iqn} и просуммируем по n . Таким образом при $q \rightarrow 0$ удастся получить коэффициенты для скоростей низкочастотной волны. На (рис. 2) показаны нижние ветви фазовых кривых, а также зависимость q_* - усредненный показатель от параметров задачи. Анализ данных расчета подтверждает хорошо понятный физический факт: с ростом частоты вклад амортизированных масс в дисперсию уменьшаются, то есть легче массы и жестче связаны с оболочкой, тем меньше влияние оказывают они на низкочастотную волну, а значить и на установившийся режим системы.

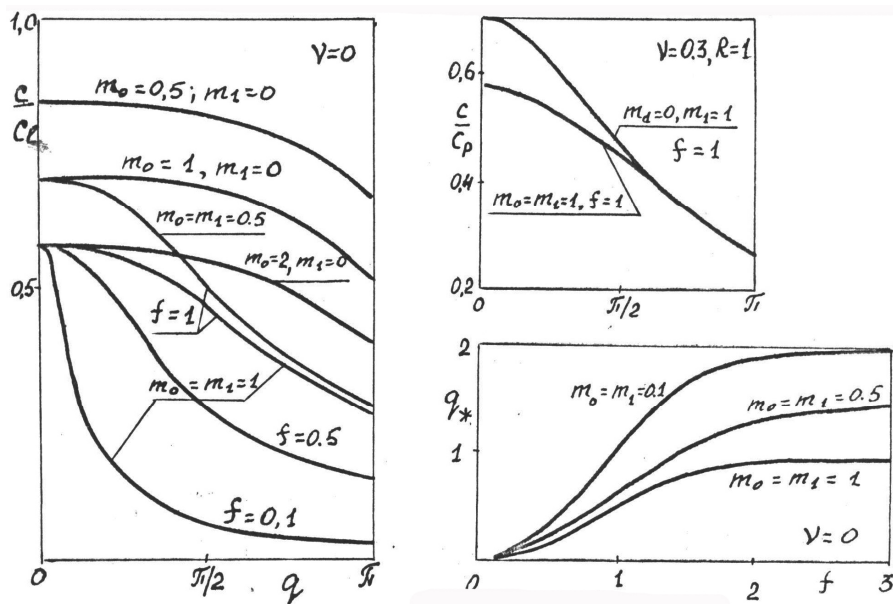


Рис. 2. Фазовые кривые.

Литература



1. Курманалиев К. Движение слоистых систем с наполнителем при действии нестационарной волны давления. – в кн.: Проблемы автоматизации, управления, экономики и подготовки кадров для современных производств. – С-Петербург, 2008. с. 68-72.

2. Курманалиев К. Движение цилиндрической системы с поперечными связями под действием нестационарной волны. – сб.: Актуальные проблемы механики и машиностроения. – Алматы, 2005. с. 222-225.