

ремещения. Построены графики безразмерных функций, входящих в эти выражения. Результаты числовых расчетов по полученным формулам сравниваются с данными экспериментальных исследований.

И. С. Ахмедьянов

РАСЧЕТ СФЕРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ, НАГРУЖЕННОЙ ЧЕРЕЗ УПРУГИЙ ШПАНГОУТ

Рассматривается задача об определении деформаций, внутренних усилий и моментов, возникающих в сферической оболочке и связанном с ней упругом кольце при нагружении последнего сосредоточенными силами и моментами. Предполагается, что одна из главных осей инерции поперечного сечения кольца лежит в плоскости его осевой линии. Для решения задачи используются формулы расчета сферической оболочки, приведенные в статье автора «Расчет сферических оболочек» (Труды КуАИ, вып. 29, 1967), и основные зависимости, определяющие деформированное и напряженное состояние кольца при действии произвольной пространственной нагрузки (сосредоточенной и распределенной), полученные с учетом растяжимости осевой линии кольца.

Усилия взаимодействия сферической оболочки и кольца определяются из условий совместности деформаций в месте сопряжения.

Рассмотрены случаи нагружения кольца одной вертикальной сосредоточенной силой, одной горизонтальной силой и одним сосредоточенным изгибающим моментом, действующим в вертикальной плоскости. Приведены результаты численных расчетов, проведенных на ЭВМ «Урал-2».

И. С. Ахмедьянов

РАСЧЕТ КРУГОВОГО КОЛЬЦА С ПРОИЗВОЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ГЛАВНЫХ ОСЕЙ ИНЕРЦИИ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

В работе рассматривается задача об определении перемещений, внутренних усилий и моментов, возникающих в круговом кольце с произвольно расположенными главными осями инерции поперечного сечения. Нагрузка на кольцо также предполагается произвольной. Для решения задачи система основных уравнений, определяющих деформированное и напряженное состояние кольца, сведена к четырем уравнениям относительно перемещений u , v , w и θ :

$$l^2(u'') = U + \frac{X'' - \beta Y'}{1 - \alpha\beta}, \quad (1)$$

$$l^2(v'') = V''' + \frac{\alpha X' - Y}{1 - \alpha\beta}, \quad (2)$$

$$l(w) = -l(v') + V, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \Theta = & -\frac{1}{(\kappa + 1)r} [l(u'') + (\kappa + 1)u'' - \kappa r^3 m_y - EI_z X] + \\ & + \frac{\beta}{(\kappa + 1)r} [v''' - w^{IV} + (\kappa + 1)(v' - w'')]. \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь

$$U = -\frac{\kappa r^3}{EI_z} (r p_x - m_y' + m_z'), \quad V = \frac{r^2}{EF} (p_z - p_y'),$$

$$X = -\frac{r^3}{EI_z} (r p_x + m_y + m_z'), \quad Y = -\frac{r^3}{EI_x} [r (p_y + p_z') - l(m_x')],$$

$$l = \frac{d^2}{d\varphi^2} + 1, \quad \alpha = \frac{I_{zx}}{I_x}, \quad \beta = \frac{I_{zx}}{I_z}, \quad \kappa = \frac{EI_z}{C},$$

r — радиус оси кольца; φ — угловая координата точки оси кольца; x, y, z — подвижная правая прямоугольная система осей координат (начало координат на оси кольца, ось x направлена перпендикулярно плоскости осевой линии, ось y — по касательной к осевой линии в сторону возрастания угла φ , ось z — по радиусу от центра кольца); u, v, w — проекции полного перемещения точки осевой линии кольца на оси x, y, z ; Θ — угол поворота сечения кольца; $P_x, P_y, P_z, m_x, m_y, m_z$ — проекции распределенных сил и моментов на оси x, y, z ; F, I_x, I_z, I_{zx}, C — площадь сечения, моменты инерции и жесткость сечения кольца на кручение.

Штрих означает производную по φ .

Уравнения (2) и (3) получены с учетом растяжимости осевой линии кольца. При выводе уравнений (1) — (4) были приняты следующие выражения для моментов и осевой силы:

$$\begin{aligned} M_x &= \frac{EI_x}{r^2} (v' - w'') - \frac{EI_{zx}}{r^2} (u'' + r\Theta), \\ M_z &= -\frac{EI_z}{r^2} (u'' + r\Theta) + \frac{EI_{zx}}{r^2} (v' - w''), \\ M_y &= \frac{C}{r^2} (r\Theta' - u'), \quad N = \frac{EF}{r} (v' + w). \end{aligned}$$

В работе получено общее решение уравнений (1) — (3), выведены расчетные формулы для внутренних усилий и моментов. Рассмотрены частные случаи нагружения кольца.

Б. А. Горлач

УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКИЙ ИЗГИБ ОСЕСИММЕТРИЧНО НАГРУЖЕННЫХ СФЕРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК ПРИ КОНЕЧНЫХ ПРОГИБАХ

Рассматривается задача о конечных прогибах осесимметрично нагруженных сферических оболочек при условии, что интенсивность напряжений связана нелинейной зависимостью с интенсивностью деформаций, а объемная деформация происходит упруго. Коэффициент поперечной деформации считается переменным, зависящим от интенсивности деформаций.

Задача сведена к интегрированию четырех нелинейных дифференциальных уравнений относительно компонентов деформации. Решение полученных уравнений ведется методом подобных итераций, причем за исходное приближение принимается решение линейной задачи.

В работе получены формулы для определения напряжений, деформаций, усилий, моментов и перемещений. Приведены результаты численных расчетов, выполненных для ряда конкретных оболочек с различными граничными условиями на ЭВМ «Урал-2», причем, как частные случаи, получены решения линейной, физически нелинейной и геометрически нелинейной задач.