

РЕЗИНОВОЕ КОЛЬЦО ПРИ БОЛЬШИХ ДЕФОРМАЦИЯХ

Мальцева Л.С.

Санкт-Петербургский Государственный Университет,
ф-т прикладной математики – процессов управления,
каф. вычислительных методов механики деформируемого твёрдого тела,
Россия, 198504, г. Санкт-Петербург, Университетский пр., д. 35,
тел. 89214384054 , E-mail agape8787@mail.ru

В работе рассматривается задача о сжатии кругового кольца из резиноподобного материала сосредоточенными силами, а также контактная задача о сжатии кольца плоскостями. Использовалась нелинейная моментная теория тонких стержней. Модель для расчета напряженного деформированного состояния кольца, изогнутого в плоскости, представлена краевой задачей для системы обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\frac{dT_x}{ds} = 0, \quad \frac{dT_z}{ds} = 0, \quad \frac{dM}{ds} = \lambda T_n,$$

$$\frac{dx}{ds} = \lambda \cos \varphi, \quad \frac{dz}{ds} = -\lambda \sin \varphi,$$

$$T_n = T_x \sin \varphi + T_z \cos \varphi, \quad T_t = T_x \cos \varphi - T_z \sin \varphi$$

В этих соотношениях T_x, T_z - вертикальное и горизонтальное усилия, действующие на оси кольца, а T_t и T_n - тангенциальная и перерезывающие силы, M - изгибающий момент, φ - угол между касательной к осевой линии и осью z , x, z - координаты точек срединной линии стержня, λ - кратность удлинения осевой линии, вдоль которой осуществляется дифференцирование: $s \in [0, 2\pi R]$.

Связь между тангенциальным напряжением и изгибающим моментом для неогукковского потенциала определяется с помощью соотношений

$$T_t = \mu S (\lambda - \lambda^{-2}), \quad M = 3\mu I \lambda^3 (\varphi' - R),$$

в которых S — площадь, а I — главный момент инерции поперечного сечения кольца, μ — модуль сдвига, R — радиус кольца.

К приведенным выше уравнениям добавляются граничные условия для кольца, нагруженного вертикальными сжимающими силами в точках $s=0$ и $s=R\pi/2$ или условием «плотного» контакта в окрестности этих точек.

При построении численных решений использовались численные методы: метод ортогональной прогонки, метод стрельб. Полученные численные решения сопоставлялись с результатами физических экспериментов по сжатию резиновых колец сосредоточенными силами, поставленных автором. В теоретическом отношении все экспериментальные зависимости хорошо совпали с расчётными результатами.