

УДК:677.052.48-52.001.76

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ АНАЛИЗ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ ЗАПОЛНЕННОЙ ВУЛКАНИЗИРОВАННОЙ РЕЗИНОЙ

THEORETICAL ANALYSIS OF THE DEFORMED STATE OF  
A CYLINDRICAL SHELL FILLED WITH VULCANIZED RUBBER

**О. А. Мирзаев**, доц., **О. М. Алмардонов**, ст. преп.,  
Каршинский инженерно-экономический институт,  
г. Карши, Узбекистан

O. Mirzaev, Associate Professor, O. Alimardonov, Senior Lecturer,  
Karshi Engineering and Economic Institute, Karshi, Uzbekistan

*Как правило, резина отличается от других конструкционных материалов способностью сильно растягиваться. При этом образец может быть растянут почти до разрушения без значительных остаточных деформаций.*

*As a rule, rubber differs from other structural materials in its ability to stretch strongly. In this case, the sample can be stretched almost to failure without significant permanent deformations.*

*Ключевые слова: цилиндра, плотности, резины, материал, оболочки, перемещение, деформаций, напряжений, радиальные, осевые, торцов, слой, усилия, модуль, уравнение.*

*Keywords: cylinder, density, rubber, material, shell, displacement, strains, stresses, radial, axial, ends, layer, forces, modulus, equation.*

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рассмотрим задачу деформирования металлической цилиндрической оболочки, заполненной слоем резины при вращении ее с постоянной угловой скоростью  $\omega$  (рисунок 1).

Обозначим через  $l$  длину цилиндра,  $R_0$  и  $R$  внутренние и внешние радиусы резинового слоя, толщину оболочки через  $h$ , плотности резины и материала оболочки соответственно через  $\rho_c$  и  $\rho_0$ . Установим начало координат в середине цилиндра и направим ось  $Oz$  вдоль оси цилиндра.

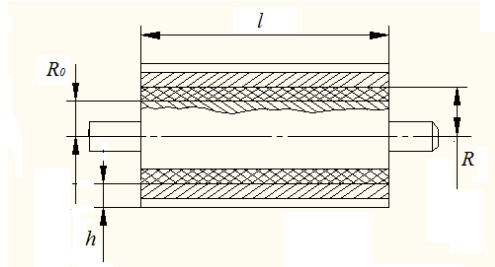


Рисунок 1 – Питающий цилиндр с упругими втулками

При отсутствии действия внешних сил в поперечном направлении ось  $Oz$  является осью симметрии. Обозначим через  $U_r$  и  $U_z$  радиальные и осевые перемещения в произвольном сечении слоя, угловое перемещение  $U_\theta$  при этом будет равно нулю. Для определения деформаций и напряжений в резиновом слое используем приближенно метод Ритца. С этой целью полагаем, что поперечное сечение слоя до и после деформации остаются плоскими, и в процессе деформирования осевое перемещение  $U_z$  зависит только от координаты  $Oz$ , тогда деформации сечений слоя определяются по формулам:

$$\varepsilon_r = \frac{\partial U_r}{\partial r}; \varepsilon_\theta = \frac{U_r}{r}; \varepsilon_z = \frac{\partial U_z}{\partial z}; \gamma_{rz} = \frac{\partial U_r}{\partial z}; \gamma_{r\theta} = \gamma_{z\theta} = 0 \quad (1)$$

Перемещения оболочки вдоль радиуса и оси вращения соответственно обозначим через  $u_r(z)$  и  $u_z(z)$ . Поскольку объем резинового слоя постоянная то выполняется условие,  $\varepsilon_r + \varepsilon_\theta + \varepsilon_z = 0$  из которого с учетом (2) следует:

$$\frac{\partial U_r}{\partial r} + \frac{U_r}{r} + \frac{\partial U_z}{\partial z} = 0 \quad (2)$$

Согласно принятым предположений полагаем,  $U_z = f(z)$  и интегрирую уравнение (3) с условием  $U_r = 0$  при  $r = R_0$ , получаем:

$$U_r = -\frac{1}{2} \cdot f'(z) \cdot (r^2 - R_0^2) / r \quad (3)$$

На рисунке 2 представлены аналогичные кривые распределения осевого перемещения резинового слоя для двух значений оборота цилиндра. Из анализа кривых следует, что радиальные и осевые перемещения резинового слоя для рассматриваемого случая имеют одинаковый порядок и практически незначительные, поэтому их деформацией можно пренебречь.

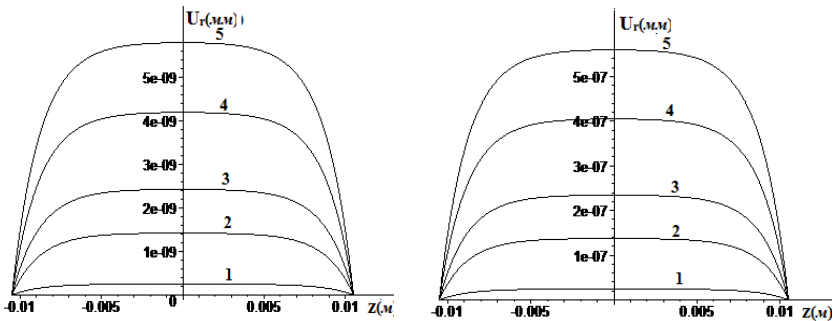


Рисунок 2 – Распределение радиального перемещения слоя вдоль оси цилиндра для двух значениях оборота цилиндра  $n$  на различных расстояниях от его центра  $r$ (м)

1 –  $r = 0,4 \cdot R$ ; 2 –  $r = 0,5 \cdot R$ ; 3 –  $r = 0,6 \cdot R$ ; 4 –  $r = 0,8 \cdot R$ ;

5 –  $r = R$ ;  $n=8,5$  об/мин;  $n=85$  об/мин

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При решении задач устойчивости или колебаний оболочек питающего цилиндра необходимо выбирать такую комбинацию, которая согласуется с характером ожидаемого волнообразования и приводит к минимальному значению частоты или критической нагрузки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бидерман, В. Л. Устойчивость резинометаллических детали машин. – М : «Машиностроения», 2001. – С. 205.

2. Потураев, В. Н. Резиновые и резинометаллические детали машин. – М : «Машиностроения», 1966. – С. 241, 217, 219.

Представлено 20.04.2021