

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПРОГИБА КРУГЛЫХ ПЛАСТИН

Cherepanov A.P.

## FEATURES OF CALCULATING THE DEFLECTION OF ROUND PLATES

**Аннотация.** Рассмотрен метод расчета прогиба круглой плоской стальной пластины, несущей осесимметричную нагрузку. Для практических расчетов применены безразмерные коэффициенты прогиба в центре пластины, прогиба на некотором расстоянии от центра пластины, коэффициент напряжений и сопровождающая функция, которая зависит от прогиба пластины и силы давления на нее.

**Ключевые слова:** диск, коэффициент прогиба, напряжения, прогибы, сопровождающая функция.

**Abstract.** A method for calculating the deflection of a round flat steel plate bearing an axisymmetric load is considered. For practical calculations, dimensionless coefficients of deflection in the center of the plate, deflection at a certain distance from the center of the plate, the stress coefficient and the accompanying function, which depends on the deflection of the plate and the pressure force on it, are used.

**Keywords:** accompanying feature, deflections, disc, the ratio of deflection, stresses.

Круглая пластина, несущая симметричную относительно центральной оси нагрузку, деформируется тоже симметрично. Рассмотрим методику расчета прогиба в центре плоской круглой пластины свободно опертой по окружности, как показано на рис. 1. Кольцевая сила  $P$  приложена к окружности, концентрической к контуру пластины. Коэффициент максимальных напряжений (в волокнах пластины, наиболее удаленных от срединной плоскости) [1] имеет вид:  $K = 6M/P$ .

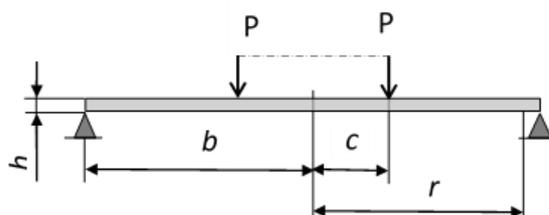


Рис. 1 – Пластина, свободно опертая по окружности

Примем за нормальный прогиб пластины  $w$  – перемещения точек срединной плоскости пластины, отсчитываемые от ее нейтральной оси, как показано на рис. 2. Угол поворота контура пластины

$$\varphi_b = K_{b\theta} \cdot 2bP / Eh^3, \quad (1)$$

где  $E$  – модуль продольной упругости;

$h$  – толщина пластины;

$r$  – текущий радиус пластины. В центре пластины ( $r = 0$ ;  $\rho = \infty$ ).

$b$  – наружный радиус пластины.

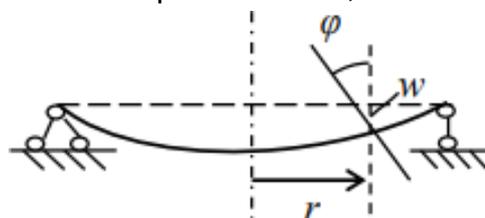


Рис. 2 – Нормальный прогиб пластины

Для практических расчетов в работе [1] применены безразмерные коэффициенты, например, у пластин из стали:

- коэффициент прогиба в центре пластины:  $N_0 = 10,92 \quad \psi_{wP} = 0,7K_0; \quad (2)$

- коэффициент прогиба на расстоянии  $c$  от центра пластины:  $N_c = N_0 + 0,7 K_0 / \beta^2$ ; где  $\psi_{wP}$  - сопровождающая функция, которая зависит от прогиба  $w$  и давления  $P$ .

Уравнение прогиба центральной части пластины:

$$D_w = -0,5 M_0 (c^2 - r^2) / (1 + \mu).$$

где  $c$  – радиус окружности, концентрической к контуру пластины, вдоль которой равномерно распределена нагрузка;

$\mu$  – коэффициент Пуассона. Для стали  $\mu=0,3$ .

Безразмерный коэффициент прогиба согласно [1] имеет вид:  $N = \frac{w E h^3}{P b^2}$ ,

откуда можно определить прогиб пластины:  $W = \frac{N P b^2}{E h^3}$ .

Сопровождающую функцию определим из формулы (2):  $\psi_{wP} = \frac{0,7 K_0 + N_0}{10,92}$ .

В качестве примера рассчитаем прогиб плоской круглой пластины радиусом  $b = 50$  мм, толщиной  $h = 2$  мм. Кольцевая нагрузка  $P = 4$  кгс/см<sup>2</sup> действует на радиусе  $c = 10$  мм.

Коэффициент нагрузки определим из отношения:  $\beta = \frac{b}{c} = \frac{50}{10} = 5$  с помощью которого согласно [1] при  $\mu = 0,3$  найдем безразмерные коэффициенты напряжений и деформаций, равные:  $K_0 = 1,1598$ ;  $-N_0 = 0,5017$ .

Определим сопровождающую функцию:

$$\psi_{wP} = \frac{0,7 K_0 + N_0}{10,92} = \frac{0,7 \cdot 1,1598 + (-0,5017)}{10,92} = 0,0284.$$

Безразмерный коэффициент прогиба пластины согласно [1]:

$$N = N_0 + K_0 (1 - \mu) / \rho^2,$$

$$N = -0,501732 + \frac{1,1598 (1 - 0,3)}{1^2} \approx -0,501732 + 0,81186 \approx 0,31$$

Определим наибольший прогиб пластины:

$$w = \frac{N P b^2}{E h^3} = \frac{0,31 \cdot 4 \cdot 5^2}{2,0 \cdot 10^6 \cdot 0,2^3} = 0,00194 \text{ см} = 0,0194 \text{ мм}.$$

Величина прогиба составляет около 1% от толщины пластины.

В работе показана принципиальная возможность применения методики [1] для расчета прогиба круглых плоских стальных пластин, несущих осесимметричную нагрузку с применением безразмерных коэффициентов прогиба в центре пластины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чижевский К. Г. Расчет круглых и кольцевых пластин. Справочное пособие. Л., «Машиностроение» (Ленингр. отделение), 1977. –184 с.