УДК 624.073.001.24(03)

Черепанов Анатолий Петрович,
д.т.н., профессор, Ангарский государственный технический университет»,
e–mail: boning89@mail.ru

РАСЧЕТ ПРОГИБА ЗАЩЕМЛЕННОЙ КРУГЛОЙ ПЛАСТИНЫ

Cherepanov A.P.

CALCULATION OF THE DEFLECTION OF A PINCHED ROUND PLATE

Аннотация. Рассмотрен метод расчета прогиба защемленной по кромке круглой плоской стальной пластины, несущей осесимметричную нагрузку. Для практических расчетов применены безразмерные коэффициенты прогиба в центре и в зоне закрепления защемленной по кромке круглой плоской пластины, учтены коэффициент напряжений и сопровождающая функция, которая зависит от прогиба пластины и силы давления на нее.

Ключевые слова: защемление, коэффициент прогиба, пластина, прогибы, сопровождающая функция.

Abstract. A method for calculating the deflection of a round flat steel plate pinched along the edge, bearing an axisymmetric load, is considered. For practical calculations, dimensionless coefficients of deflection in the center and in the area of fixing a round flat plate pinched along the edge are applied, the stress coefficient and the accompanying function, which depends on the deflection of the plate and the pressure force on it, are taken into account.

Keywords: accompanying function, pinching, deflections, deflection coefficient, plate.

Рассмотрим круглую пластину, защемленную по окружности и несущую симметричную относительно центральной оси нагрузку, которая деформируется тоже симметрично, как показано на рис. 1.

Согласно [1] изгибающий момент в центре пластины: M_0 = $(1 + \mu)$ Pb $\psi_{\varphi P}$ (β), (1)

где b – радиус пластины;

φ – угол поворота контура пластины;

μ – коэффициент Пуассона. Для стали μ=0,3;

Ψ – сопровождающая функция в расчетных уравнениях;

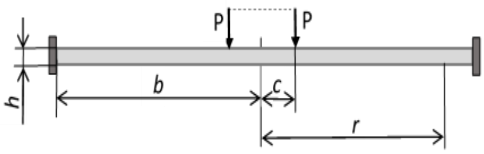

Рис. 1 – Пластина, защемленная по окружности

P – кольцевая сила, приложенная к окружности, концентрической к контуру пластины.

В центре пластины ($0 \le r \le c$), ограниченном радиусом окружности, концентрической к контуру пластины, вдоль которой равномерно распределена нагрузка P, уравнение изгибающих моментов: $M_r = M_\theta = M_0$; безразмерный коэффициент прогиба согласно [1]: $N = N_0 + K_0\,(1 - \mu)\,/\,\rho^{\,2}$;

где – K_0 и N_0 коэффициенты напряжения и прогиба в центре пластины; $\rho = b/r$.

Угол поворота сечения $\varphi = (1 - \mu)\,K_0 \cdot 2r\,P\,/\,Eh^3$,

где E – модуль продольной упругости; h – толщина пластины.

Уравнение прогиба в центральной части пластины [1] имеет вид:

$$w = 6(1-\mu^2)\left[\frac{2\psi_{wP}(\beta) - M_0\left(1-\frac{r^2}{b^2}\right)}{P(1+\mu)}\right]\frac{Pb^2}{Eh^3} \quad (2)$$

Прогиб пластины на контуре (φ_b = 0 и w_b = 0; $r = b$; ρ = 1 и z = b) тогда для внешней части пластины соответствующий коэффициент прогиба [1]:

$$N = N_0 + r^2 (1 - \mu) [K_0 - 12(1 + \mu)\ \psi_{wP}(z)]/b^2. \quad (3)$$

В характерных точках пластины согласно [1] коэффициент напряжений:

$$K_0 = 6(1 + \mu)\ \psi_{\varphi P}; \quad (4)$$

коэффициент прогиба: $N_0 = -\ 0{,}9549\cdot(1 - \mu^2)\ \psi_{wm}$. (5)

В качестве примера рассчитаем прогиб плоской круглой пластины радиусом *b = 50 мм* толщиной *h = 2 мм*. Кольцевая нагрузка Р = 4 кгс/см^2 действует на радиусе с = 10 мм.

Коэффициент нагрузки определим из отношения: $\beta = \frac{b}{c} = \frac{50}{10} = 5$, с помощью которого по графику согласно [1] при μ = 0,3 безразмерные коэффициенты напряжений и деформаций будут равны: K_0 = 0,7; N_0 = – 0,18.

При β> 3,08 наблюдаются максимальные напряжения в центральной части пластины [1].

Для практических расчетов в работе [1] применены безразмерные коэффициенты прогиба.

Пластина из стали имеет коэффициент прогиба в центре пластины:

$$N_0 = -\ 0{,}869\ \psi_{wm} - 0{,}7K_0;$$

Коэффициент прогиба на расстоянии *c* от центра пластины:

$$N_c = N_0 + \psi_{\varphi P}\ 5{,}64/\beta^2.$$

где $\psi_{\varphi P}$ – сопровождающая функция;

m – интенсивность внешней моментной нагрузки, равномерно распределенной по окружности.

Сопровождающую функцию, которая зависит от угла φ_b и давления *P* для стальной пластины определим из формулы (4):

$$\psi_{\varphi \mathrm{P}} = \frac{K_0}{6(1+\mu)} = \frac{0{,}7}{6(1+0.3)} = 0{,}0897.$$

Изгибающий момент определим по формуле (1) в центре пластины:

$M_0 = (1 + \mu)\ Pb\ \psi_{\varphi P}$ (β) = (1 + 0,3)·4·5·0,0897 = 2,3322 кгс·см.

Определим по формуле (2) прогиб в центре пластины, который равен:

$$w = -0{,}00185\ \text{см} = 0{,}0185\ \text{мм}.$$

Величина прогиба составляет около 1% от толщины пластины.

В работе показана принципиальная возможность применения методики [1] для расчета прогиба защемленной по контуру круглой стальной пластины, несущей 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.