

С С С Ф

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

КРЫШКИ И ДНИЩА ПЛОСКИЕ КРУГЛЫЕ
С РАДИАЛЬНЫМИ РЕБРАМИ ЖЕСТКОСТИ
СОСУДОВ И АППАРАТОВ

Метод расчёта на прочность

РДРТМ 26-01-96-83

Издание официальное

С С С Р

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

КРЫШКИ И ДНИЩА ПЛОСКИЕ КРУТИМЕ С РАДИАЛЬНЫМИ
РЕБРАМИ ЖЕСТКОСТИ СОСУДОВ И АППАРАТОВ

Метод расчета на прочность

РДРТМ 26-01-96-83

Издание официальное

Утвержден и введен в действие приказом по Всесоюзному
промышленному объединению от 31.03.83 № 41
Исполнитель С.С.Ожешек

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

КРЫШКИ И ДННИЩА ПЛОСКИЕ КРУГЛЫЕ
С РАДИАЛЬНЫМИ РЕБРАМИ ЖЕСТКОСТИ РДРТМ 26-01-96-83
СОСУДОВ И АППАРАТОВ. Взамен РДРТМ 26-01-96-77

Метод расчета на прочность

Приказом по Всесоюезному промышленному объединению от
31.03.83 № 41 срок действия установлен

с 01.01.84
до 01.01.89

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. Настоящий руководящий технический материал устанавливает метод и порядок расчета на прочность плоских круглых крышек и днищ с радиальными ребрами жесткости сосудов и аппаратов, нагруженных внутренним или наружным избыточным давлением по предельным нагрузкам.

I.2. Рекомендуемый настоящим РДРТМ 26-01-96-83 метод расчета по предельным нагрузкам может быть распространен на аппараты, работающие при статических нагрузках и изготавливаемые из пластичных сталей (см. ГОСТ 14249-80 и ОСТ 26-291-79).

I.3. Руководящий технический материал применим при условии соблюдения требований ОСТ 26-291-79.

I.4. Конструкции крышек и днищ с радиальными ребрами жесткости принимают по черт. I-4. Возможно использование ребер с произвольной формой поперечного сечения.

I.5. Сварку производить сплошным швом по контуру прилегания ребер. Типы сварных швов см. ГОСТ 5264-80.

I.6. Условные обозначения

I.6.1. Исходные данные:

n - число радиальных ребер;

p - избыточное давление, действующее на наружную или внутреннюю поверхности крышки (днища), Па;

F_p - площадь поперечного сечения ребра, м^2 ;

e_0 - расстояние от центра тяжести поперечного сечения ребра до его основания, м;

H_p - высота ребер, м;

s_0 - толщина собственно крышки (днища), м;

d_0 - наружный диаметр центральной втулки, м;

t - толщина втулки, м;

H_t - высота втулки, м;

H_{t0} - расстояние от нижней поверхности крышки (днища) до нижнего торца втулки, м;

s - толщина обечайки, м;

D - внутренний диаметр обечайки, м;

C - прибавка к расчетной толщине крышки (днища) для компенсации коррозии, эрозии и минусового допуска по ГОСТ 14249-80, м;

C_s - прибавка к расчетной толщине втулки для компенсации коррозии, эрозии и минусового допуска по ГОСТ 14249-80, м;

φ - коэффициент прочности сварных соединений по ГОСТ 14249-80;

Q_s - дополнительное усилие, действующее на центральную часть крышки или днища (вес двигателя, редуктора и т.д.), Н.

I.6.2. Расчетные величины:

[σ] - допускаемое напряжение материала пластины, Па;
[σ_r] - допускаемое напряжение материала ребер, Па;
[σ_b] - допускаемое напряжение материала втулки, Па;
 D_p - расчетный диаметр оребренной крышки (днища), м;
[p] - допускаемое избыточное давление, действующее на крышку (днище), Па;

H_0 - расчетная высота втулки, м;
 H_2 - условная высота втулки, м;
 R_o - относительный наружный радиус втулки;
 e - расстояние от срединной поверхности пластины до нейтральной поверхности, м;

M_t - изгибающий момент пластины, отнесенный к длине контурной линии, Н;

M_b - изгибающий момент втулки, отнесенный к длине контурной линии, Н;

M_r - изгибающий момент оребренной пластины, отнесенный к длине контурной линии, Н;

M_o - обобщенный изгибающий момент, отнесенный к длине контурной линии, Н;

M_c - суммарный изгибающий момент, отнесенный к длине контурной линии, Н;

n_b - условное расстояние от поверхности пластины до нижнего торца втулки, м;

Стр.4 ГПРТМ 26-01-96-83

h_0 - расчетное расстояние от поверхности пластины до нижнего торца втулки, м;

[p_p] - расчетное допускаемое избыточное давление, действующее на крышку (днище) в целом, Па;

[p_{Δ}] -расчетное допускаемое избыточное давление, действующее на пластину в промежутке между ребрами, Па.

2. РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ

2.1. Осные требования к материалу оребренных крышек и днищ, изготавливаемых из пластичных в условиях эксплуатации металлов и работящих при статических нагрузках, и допускаемые напряжения [σ], [σ_s] и [σ_u] следует принимать в соответствии с ГОСТ 14249-80 или другой нормативно-технической документацией по выбору величины допускаемого напряжения.

2.2. Условия применимости формул

$$\frac{D_p - d_o}{2 H_p} > 10 ; \quad n > 6 ; \quad \frac{n F_p [\sigma_u]}{\pi D_p s_s [\sigma]} < 1 ;$$

$$\frac{4 a_s^2}{F_p} < 10 .$$

2.3. Метод расчета на прочность сводится к определению допускаемого избыточного давления на крышку (днище) при конструктивно принимаемых размерах крышки или днища с радиальными ребрами жесткости. При этом допускаемое избыточное давление необходимо определять в следующей последовательности

2.3.1. В зависимости от конструкции крышек и линий расчетные диаметры D_p следует принимать в соответствии с черт. I-4.

2.3.2. Условное расстояние от поверхности пластины до нижнего торца втулки следует определять по формуле

$$h_s = 0.27 \sqrt{(d_o - t)t} .$$

2.3.3. В качестве расчетного расстояния от поверхности пластины до нижнего торца втулки выбирается как наименьшее из расстояний h_s и h_e .

$$h_e = \min \{ h_s, h_e \}$$

2.3.4. Условную высоту втулки следует определять по формуле

$$H_L = H + S_1 + h_e .$$

2.3.5. Расчетную высоту втулки следует выбирать как наименьшую из высот H_e и H_L .

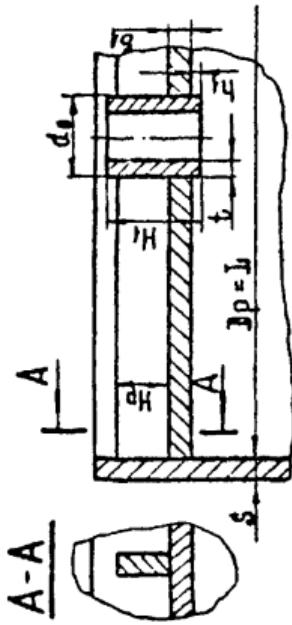
$$H_e = \min \{ H_e, H_L \} .$$

2.3.6. Относительный наружный радиус втулки следует определять по формуле

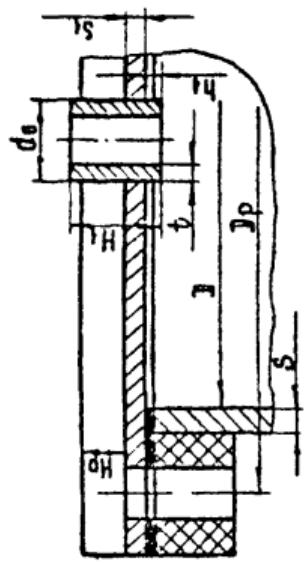
$$\rho_o = \frac{d_o}{D_p} .$$

2.3.7. Расстояние от срединной поверхности пластины до нейтральной поверхности следует определять по формуле

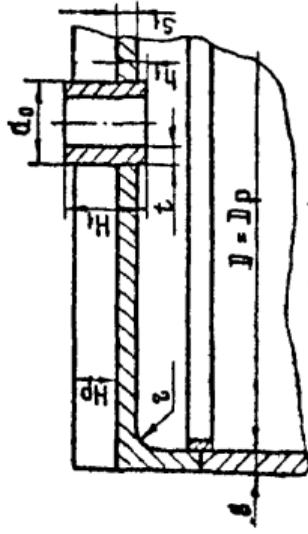
$$e = \frac{\pi F_p [G]}{2\pi D_p [G]} .$$



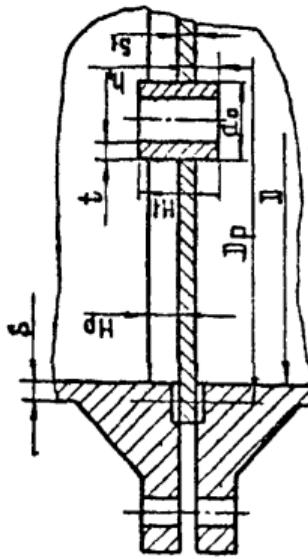
Черт. 1



Черт. 3



Черт. 2



Черт. 4

2.3.8. Изгибающий момент втулки следует определять по формуле

$$M_t = \frac{[\sigma] \psi(t - c)}{d_0 - t + c} \left[\left(h_0 - e - h_0 - \frac{s_0}{2} \right)^2 + \left(e + h_0 + \frac{s_0}{2} \right)^2 \right].$$

2.3.9. Изгибающий момент пластины следует определять по формуле

$$M_r = [\sigma] \left[e^2 + \frac{(s_0 - c)^2}{4} \right].$$

2.3.10. Изгибающий момент сдвоенной пластины следует определять по формуле

$$M_s = M_r + \frac{[\sigma] \psi n F_p}{\pi d_0} \left(e_0 - e + \frac{s_0 - c}{2} \right).$$

2.3.11. Обобщенный изгибающий момент следует выбирать наименьшим из моментов M_t и M_s :

$$M_o = \min \{ M_t; M_s \}.$$

2.3.12. Суммарный изгибающий момент следует определять по формуле

$$M_e = M_r (1 - p_o) + M_o p_o$$

Если центральная втулка отсутствует ($p_o = 0$), а ребра пересекаются в центре, или вместо втулки имеется сплошная бобышка, то суммарный изгибающий момент следует определять по формуле

$$M_e = M_r + \frac{[\sigma] \psi n F_p}{\pi D_p} \left(e_0 - e + \frac{s_0 - c}{2} \right).$$

2.3.I3. Дополнительное усилие, действующее на центральную часть крышки (днища) должны соответствовать условию

$$Q_s \leq 0.9 \frac{2\pi M_c}{1 - \rho}.$$

Если условие не соблюдается, то следует уменьшить дополнительное усилие или изменить конструкцию крышки (днища) в сторону усиления (увеличить толщину пластин или площадь поперечного сечения ребер, или число ребер, или толщину центральной втулки).

2.3.I4. Расчетное допускаемое избыточное давление, действующее на крышку (днище) в целом, следует определять по формуле

$$[p_r] = \frac{12 [2\pi M_c + Q_s (1 - \rho_s)]}{\pi D_p^2 (1 - \rho_s^2)}.$$

Если действие Q_s направлено в ту же сторону, что и давление p , то в формуле для $[p_r]$ перед Q_s следует поставить знак минус.

2.3.I5. Расчетное допускаемое избыточное давление, действующее в промежутке между ребрами, определяем по формуле

$$[p_s] = \frac{12 [\sigma] s_r^2 (1 + \sin \frac{\pi}{n})^2}{D_p \sin^2 \frac{\pi}{n}}.$$

2.3.I6. Допускаемое избыточное давление, действующее на крышку (днище), выбирается наименьшим из величин $[p_r]$ и $[p_s]$:

$$[p] = \min \{ [p_r], [p_s] \}.$$

2.3.17. Избыточное давление, действующее на крышки
(днище), должно соответствовать условию

$$P \leq [p]$$

Если условие не соблюдается, то следует изменить кон-
струкцию крышки (днища) в сторону усиления (увеличить тол-
щину пластин или площадь поперечного сечения ребер, или
число ребер, или толщину центральной втулки).

ПРИЛОЖЕНИЕ
Справочное

РАСЧЕТ ОБРЕЗЕННОГО ДННИА

Пример расчета

Исходные данные:

$$\begin{array}{ll} [6] = 1.668 \cdot 10^8 \text{ Па}; & d_0 = 0.2 \text{ м}; \\ [6] = 1.569 \cdot 10^8 \text{ Па}; & t = 0.04 \text{ м}; \\ [6] = 1.472 \cdot 10^8 \text{ Па}; & p = 10^5 \text{ Па}; \\ F_p = 0.0015 \text{ м}^2 & D_p = D = 2.2 \text{ м}; \\ e_0 = 0.05 \text{ м}; & h_1 = 0 \text{ м}; \\ H_p = 0.1 \text{ м}; & S = 0.01 \text{ м}; \\ S_1 = 0.01 \text{ м}; & c = 0 \text{ м}; \\ \psi = 1; & c_1 = 0 \text{ м}; \\ Q_0 = 16000 \text{ л}; & n = 8. \\ H_1 = 0.22 \text{ м}; & \end{array}$$

Условия применимости формул:

$$\frac{D_p - d_0}{2H_p} = \frac{2.2 - 0.2}{2.0,1} = 10; \quad n = 8 > 6;$$

$$\frac{\pi F_p [6]}{\pi D_p S_1 [6]} = \frac{8.0.0015.1.569.10^8}{\pi .2.2.0.01.1.1.668.10^8} = 0.163 < 1;$$

$$\frac{4 e_0^2}{F_p} = \frac{4.0.05^2}{0.0015} = 6.67 < 10.$$

Условное расстояние от поверхности пластины до нижнего торца втулки

$$h_1 = 0,27 \sqrt{(d_o - t)t} = 0,27 \sqrt{(0,2 - 0,04) \cdot 0,04} = 0,0216 \text{ м.}$$

Расчетное расстояние от поверхности пластины до наименьшего торца втулки выбирается наименьшим из значений h_1 и h_2 :

$$h_0 = \min \{h_1, h_2\} = \min \{0; 0,0216\} = 0 \text{ м.}$$

Условная высота втулки

$$H_0 = H_p + S_0 + h_0 = 0,1 + 0,01 + 0 = 0,11 \text{ м.}$$

Расчетную высоту втулки выбираем наименьшей из значений высот H_1 и H_2 :

$$H_0 = \min \{H_1, H_2\} = \min \{0,22; 0,11\} = 0,11 \text{ м.}$$

Относительный наружный радиус втулки

$$\rho_0 = \frac{d_o}{D_p} = \frac{0,2}{2,2} = 0,091.$$

Расстояние от срединной поверхности пластины до центральной поверхности

$$e = \frac{\pi F_p [\sigma_s]}{2 \pi D_p [\sigma]} = \frac{8 \cdot 0,0015 \cdot 1,569 \cdot 10^8}{2 \cdot \pi \cdot 2,2 \cdot 1,668 \cdot 10^8} = 0,000817 \text{ м.}$$

Изгибающий момент втулки

$$M_1 = \frac{[\sigma_s] \psi (t - c_s)}{d_o - t + c_s} \left[\left(H_0 - e - h_0 - \frac{s_1}{2} \right)^2 + \left(e + h_0 + \frac{s_1}{2} \right)^2 \right] -$$

$$= \frac{1,472 \cdot 10^8 \cdot 1(0,04 - 0)}{0,2 - 0,04 + 0} \left[(0,11 - 0,000817 - 0 - \frac{0,01}{2})^2 + \right.$$

$$\left. + (0,000817 + 0 + \frac{0,01}{2})^2 \right] = 4,01 \cdot 10^5 \text{ Н.м.}$$

Изгибающий момент пластинки

$$M_T = [G] \left[e^2 + \frac{(s_e - c)^2}{4} \right] = 1,668 \cdot 10^8 \left[(0,0008I^2 + \right. \\ \left. + \frac{(0,01 - 0)^2}{4} \right] = 4280 \text{ Н.}$$

Изгибающий момент среображеной пластины

$$M_B = M_T + \frac{[G] \Psi \pi r_p}{\pi d_e} (e_s - e + \frac{s_e - c}{2}) = \\ = 4280 + \frac{1,569 \cdot 10^8 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 0,0015}{\pi \cdot 0,2} (0,05 - 0,0008I^2 + \frac{0,01 - 0}{2}) = \\ = 1,624 \cdot 10^5 \text{ Н.}$$

В качестве обобщенного изгибающего момента выбираем наименьшее из значений M_T и M_B :

$$M_o = \min \{ M_T; M_B \} = \min \{ 4,01 \cdot 10^5; 1,624 \cdot 10^5 \} = \\ = 1,624 \cdot 10^5 \text{ Н.}$$

Суммарный изгибающий момент

$$M_o = M_T (1 - p_o) + M_B p_o = 4280 (1 - 0,09I) + \\ + 1,624 \cdot 10^5 \cdot 0,09I = 18700 \text{ Н.}$$

Условие, которому должно удовлетворять дополнительное усилие, действующее на центральную часть крышки или днища

$$0,9 \frac{2 \cdot \pi \cdot M_o}{1 - p_o} = 0,9 \frac{2 \cdot \pi \cdot 18700}{1 - 0,09I} = 1,163 \cdot 10^5 >$$

$$> Q_o = 16000 \text{ Н.}$$

Расчетное допускаемое избыточное давление, действующее на днище в целом

$$[p_d] = \frac{12 \left[\pi T M_c + Q_0 (1 - \rho_0) \right]}{\pi D_p^4 (1 - \rho_0^2)} = \\ = \frac{12 \left[2\pi 18700 + 16000 (1 - 0,091) \right]}{\pi 2,2^4 (1 - 0,091^2)} = 1,04 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Расчетное допускаемое избыточное давление, действующее на пластину в промежутке между ребрами

$$[p_s] = \frac{12 [6] \sin^4 \left(1 + \sin \frac{\pi}{n} \right)^2}{D_p^4 \sin^4 \frac{\pi}{n}} = \\ = \frac{12 \cdot 1,668 \cdot 10^8 \cdot 0,01^2 \left(1 + \sin \frac{\pi}{8} \right)^2}{2,2^4 \cdot \sin^4 \frac{\pi}{8}} = 5,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Допускаемое избыточное давление, действующее на днище

$$[p] = \min \{ [p_d], [p_s] \} = \min \{ 1,04 \cdot 10^5; 5,4 \cdot 10^5 \} = 1,04 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Избыточное давление, действующее на днище, удовлетворяет условию

$$p = 1 \cdot 10^5 < [p] = 1,04 \cdot 10^5 \text{ Па.}$$

Редактор Комаровская Е.В.
Тех.редактор Русак Т.Д.
Корректор Спиридомова Г.Б.

Подписано к печати 13.12.83 г.
Заказ 592 Тираж 170 экз. Формат 60x84/16
Объём 0,8 л.л. Цена 0,08коп.
Ротапринт ИздНИИхимиздата