СССР

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

gost.e-ecolog.ru

С С С Р

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

КРЫШКИ И ДНИЩА ПЛОСКИЕ КРУГЛЫЕ 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.Олешев

Группа Г02

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

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

Метод расчета на прочность

РДРТМ 26-01-96-83
Взамен РДРТМ 26-01-96-77

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

с 01.01.84

до 01.01.89

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. 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 I4249-80 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.I. 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_o - расстояние от центра тяжести поперечного сечения ребра до его основания, м;

H_p - высота ребер, м;

S_1 - толщина собственно крышки (днища), м;

d_o - наружный диаметр центральной втулки, м;

t - толщина втулки, м;

H_1 - высота втулки, м;

h_1 - 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 I4249-80, м;

C_1 - прибавка к расчетной толщине втулки для компенсации коррозии, эрозии и минусового допуска по ГОСТ I4249-80, м;

φ - коэффициент прочности сварных соединений по ГОСТ I4249-80;

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

I.6.2. Расчетные величины:

$[\sigma]$ - допускаемое напряжение материала пластины, Па;

$[\sigma_1]$ - допускаемое напряжение материала ребер, Па;

$[\sigma_2]$ - допускаемое напряжение материала втулки, Па;

$D_р$ - расчетный диаметр оребренной крышки (днища), м;

$[p]$ - допускаемое избыточное давление, действующее на крышку (днище), Па;

$H_в$ - расчетная высота втулки, м;

H_2 - условная высота втулки, м;

$\rho_в$ - относительный наружный радиус втулки;

e - расстояние от срединной поверхности пластины до нейтральной поверхности, м;

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

M_1 - изгибающий момент втулки, отнесенный к длине контурной линии, Н;

M_2 - изгибающий момент оребренной пластины, отнесенный к длине контурной линии, Н;

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

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

n_2 - условное расстояние от поверхности пластины до нижнего торца втулки, м;

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

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

$[p_1]$ -расчетное допускаемое избыточное давление, действующее на пластину в промежутке между ребрами, Па.

2. РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ

2.1. Общие требования к материалу оребренных крышек и днищ, изготавливаемых из пластичных в условиях эксплуатации металлов и работающих при статических нагрузках, и допускаемые напряжения $[\sigma]$, $[\sigma_1]$ и $[\sigma_u]$ следует принимать в соответствии с ГОСТ 14249-80 или другой нормативно-технической документации по выбору величины допускаемого напряжения.

2.2. Условия применимости формул

$$\frac{D_p - d_o}{2H_p} \geq 10 \; ; \quad n \geq 6 \; ; \quad \frac{n F_p [\sigma_1]}{\pi D_p s_1 [\sigma]} \leq 1 \; ;$$

$$\frac{4 a_o^2}{F_p} \leq 10 .$$

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 днищ расчетные диаметры D_p следует принимать в соответствии с черт.1-4.

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

$$h_2 = 0{,}27\sqrt{(d_e - t)t} .$$

2.3.3. В качестве расчетного расстояния от поверхности пластины до нижнего торца втулки выбирается как наименьшее из расстояний h_1 и h_2

$$h_e = \min\{h_1, h_2\}$$

2.3.4. Условную высоту втулки следует определять по формуле

$$H_2 = H + S_1 + h_e .$$

2.3.5. Расчетную высоту втулки следует выбирать как наименьшую из высот H_1 и H_2

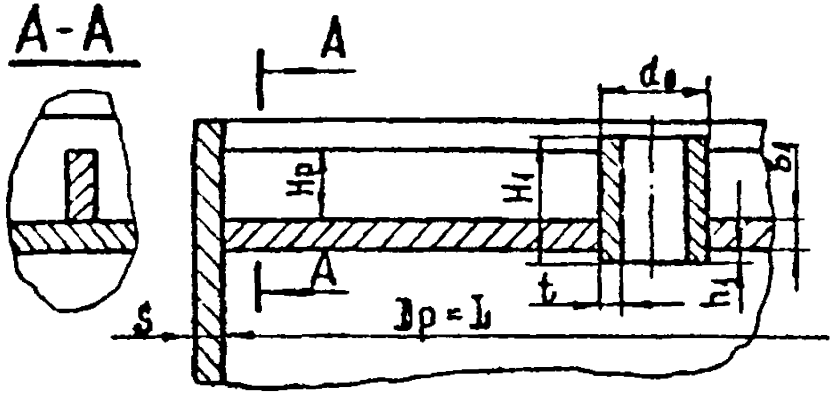
$$H_e = \min\{H_1, H_2\} .$$

2.3.6. Относительный наружный радиус втулки следует определять по формуле

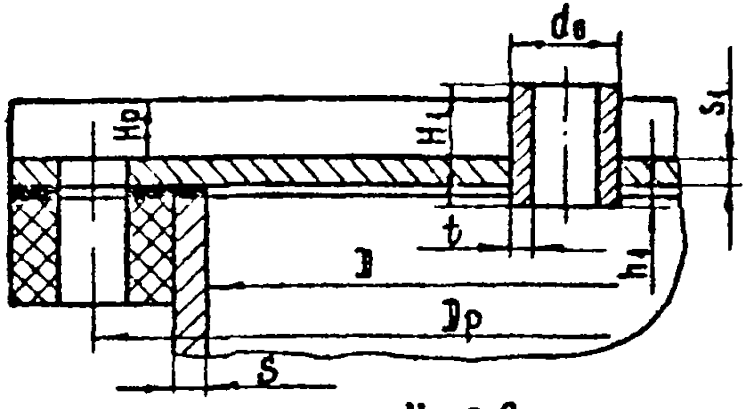
$$\rho_e = \frac{d_e}{D_p} .$$

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

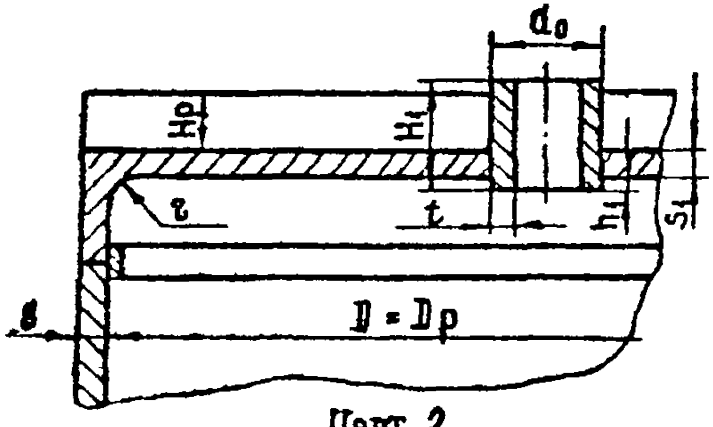
$$e = \frac{n F_p [\sigma]}{2\pi D_p [\sigma]} .$$



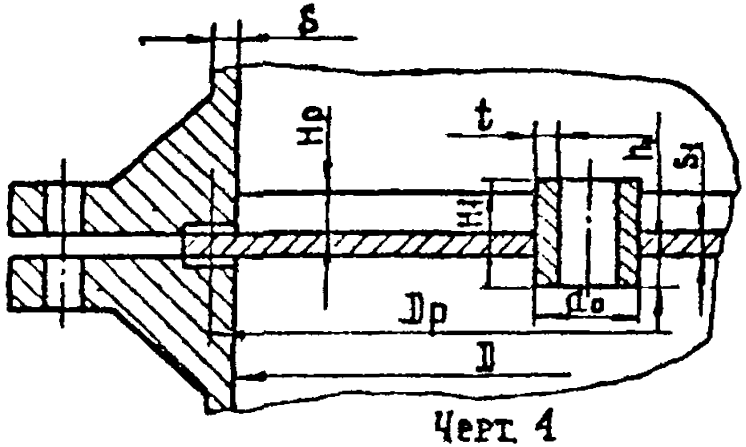
Черт. 1



Черт. 3



Черт. 2



Черт. 4

2.3.8. Изгибающий момент втулки следует определять по формуле

$$M_1 = \frac{[\sigma_1]\varphi(t - c_1)}{d_0 - t + c_1}\left[(H_0 - e - h_0 - \frac{s_1}{2})^2 + (e + h_0 + \frac{s_1}{2})^2\right].$$

2.3.9. Изгибающий момент пластины следует определять по формуле

$$M_T = [\sigma]\left[e^2 + \frac{(s_1 - c)^2}{4}\right].$$

2.3.10. Изгибающий момент оребренной пластины следует определять по формуле

$$M_2 = M_T + \frac{[\sigma_1]\varphi n F_p}{\pi d_0}(e_0 - e + \frac{s_1 + c}{2}).$$

2.3.11. Обобщенный изгибающий момент следует выбирать наименьшим из моментов M_1 и M_2:

$$M_0 = \min\left\{M_1 ; M_2\right\}.$$

2.3.12. Суммарный изгибающий момент следует определять по формуле

$$M_c = M_T(1 - \rho_0) + M_0\rho_0$$

Если центральная втулка отсутствует ($\rho_0 = 0$), а ребра пересекаются в центре, или вместо втулки имеется сплошная бобышка, то суммарный изгибающий момент следует определять по формуле

$$M_c = M_T + \frac{[\sigma_1]\varphi n F_p}{\pi D_p}(e_0 - e + \frac{s_1 - c}{2}).$$

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

$$Q_e \leq 0{,}9\ \frac{2\pi M_c}{1-\rho_e}\ .$$

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

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

$$[p_1] = \frac{12\,[2\pi M_c + Q_e(1-\rho_e)]}{\pi D_p^2 (1-\rho_e^3)}\ .$$

Если действие Q_e направлено в ту же сторону, что и давление p, то в формуле для $[p_1]$ перед Q_e следует поставить знак минус.

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

$$[p_2] = \frac{12\,[\sigma]\, s_1^2 \left(1+\sin\frac{\pi}{n}\right)^2}{D_p \sin^2\frac{\pi}{n}}\ .$$

2.3.16. Допускаемое избыточное давление, действующее на крышку (днище), выбирается наименьшим из величин $[p_1]$ и $[p_2]$:

$$[p] = \min\{[p_1]\ ;[p_2]\}\ .$$

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

$$p \leq [p]$$

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

ПРИЛОЖЕНИЕ

Справочное

РАСЧЕТ ОРЕБРЕННОГО ДНИЩА

Пример расчета

Исходные данные:

$[\sigma] = 1{,}668 \cdot 10^8$ Па;
$[\sigma] = 1{,}569 \cdot 10^8$ Па;
$[\sigma] = 1{,}472 \cdot 10^8$ Па;
$F_p = 0{,}0015$ м^2
$e_0 = 0{,}05$ м;
$H_p = 0{,}1$ м;
$s_1 = 0{,}01$ м;
$\varphi = 1$;
$Q_0 = 16000$ Н;
$H_1 = 0{,}22$ м;
$d_0 = 0{,}2$ м;
$t = 0{,}04$ м;
$p = 10^5$ Па;
$D_p = D = 2{,}2$ м;
$h_1 = 0$ м;
$s = 0{,}01$ м;
$c = 0$ м;
$c_1 = 0$ м;
$n_v = 8$.

Условия применимости формул:

$$\frac{D_p - d_0}{2H_p} = \frac{2{,}2 - 0{,}2}{2 \cdot 0{,}1} = 10; \qquad n_v = 8 > 6;$$

$$\frac{\pi F_p [\sigma_1]}{\pi D_p s_1 [\sigma]} = \frac{8 \cdot 0{,}0015 \cdot 1{,}569 \cdot 10^8}{\pi \cdot 2{,}2 \cdot 0{,}01 \cdot 1 \cdot 1{,}668 \cdot 10^8} = 0{,}163 < 1;$$

$$\frac{4 e_0^2}{F_p} = \frac{4 \cdot 0{,}05^2}{0{,}0015} = 6{,}67 < 10.$$

Условное расстояние от поверхности пластины до нижнего торца втулки

$$h_2 = 0.27\sqrt{(d_0 - t)t} = 0,27\sqrt{(0,2-0,04).0,04} = 0,0216 \text{ м}.$$

Расчетное расстояние от поверхности пластины до нижнего 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

$$H_2 = H_p + S_1 + h_0 = 0,1 + 0,01 + 0 = 0,11 \text{ м}.$$

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

$$\rho_0 = \frac{d_0}{D_p} = \frac{0,2}{2,2} = 0,091.$$

Расстояние от срединной поверхности пластины до нейтральной поверхности

$$e = \frac{n F_p [\sigma_1]}{2\pi D_p [\sigma]} = \frac{8.0,0015.1,569.10^8}{2.\pi.2,2.1,668.10^8} = 0,000817 \text{ м}.$$

Изгибающий момент втулки

$$M_1 = \frac{[\sigma_2]\varphi(t - C_1)}{d_0 - t + C_1}\left[\left(H_0 - e - h_0 - \frac{S_1}{2}\right)^2 + \left(e + h_0 + \frac{S_1}{2}\right)^2\right] =$$

$$= \frac{1,472.10^8.1(0,04-0)}{0,2 - 0,04 + 0}\left[\left(0,11-0,000817-0-\frac{0,01}{2}\right)^2 + \right.$$

$$\left. + \left(0,000817 + 0 + \frac{0,01}{2}\right)^2\right] = 4,01.10^5 \text{ Н}.$$

Изгибающий момент пластины

$$M_T = [\sigma]\left[e^2 + \frac{(s_1 - c)^2}{4}\right] = 1{,}668.10^8\left[(0{,}000817^2 + \right.$$

$$\left. + \frac{(0{,}01 - 0)^2}{4}\right] = 4280 \text{ Н}.$$

Изгибающий момент оребренной пластины

$$M_L = M_T + \frac{[\sigma_1]\,\varphi\, n\, \bar{r}_p}{\pi\, d_0}\left(e_0 - e + \frac{s_1 - c}{2}\right) =$$

$$= 4280 + \frac{1{,}569.10^8.1.8.0{,}0015}{\pi\,,\,0{,}2}\left(0{,}05 - 0{,}000817 + \frac{0{,}01 - 0}{2}\right) =$$

$$= 1{,}624.10^5 \text{ Н}.$$

В качестве обобщенного изгибающего момента выбираем наименьшее из значений M_1 и M_L:

$$M_0 = \min\{M_1\ ;\ M_L\} = \min\{4{,}01.10^5;\ 1{,}624.10^5\} =$$

$$= 1{,}624.10^5 \text{ Н}.$$

Суммарный изгибающий момент

$$M_s = M_T(1 - \rho_0) + M_0\rho_0 = 4280\,(1 - 0{,}091) +$$

$$+ 1.624.10^5 \,.\, 0{,}091 = 18700 \text{ Н}.$$

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

$$0{,}9\,\frac{2\pi\, M_s}{1 - \rho_0} = 0{,}9\,\frac{2.\pi\,.18700}{1 - 0{,}091} = 1{,}163.10^5 >$$

$$> Q_0 = 16000 \text{ Н}.$$

Расчетное допускаемое избыточное давление, действующее на днище в целом

$$[p_1] = \frac{12[\pi M_c + Q_0(1-\rho_0)]}{\pi D_p^2(1-\rho_0^3)} =$$

$$= \frac{12[2\pi \cdot 18700 + 16000(1-0{,}091)]}{\pi \cdot 2{,}2^2(1-0{,}091^3)} = 1{,}04 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

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

$$[p_2] = \frac{12[\sigma]s_2^2\left(1+\sin\frac{\pi}{n}\right)^2}{D_p^2 \sin^2\frac{\pi}{n}} =$$

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

Допускаемое избыточное давление, действующее на днище

$$[p] = \min\{[p_1], [p_2]\} = \min\{1{,}04 \cdot 10^5;\ 5{,}4 \cdot 10^5\} = 1{,}04 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Избыточное давление, действующее на днище, удовлетворяет условию

$$p = 1{,}0 \cdot 10^5 < [p] = 1{,}04 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Редактор Комаровская Е.В.
Техн.редактор Русак Т.Д.
Корректор Спиридонова Г.Б.

Подписано к печати 13.12.83 г.
Заказ 592 Тираж 170 экз. Формат 60х84/16
Объём 0,8 п.л. Цена 0,08коп.
Ротапринт ЛенНИИхиммаша

gost.e-ecolog.ru