

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

С С С Р

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

---

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

Метод расчета на прочность

РДРМ 26-01-96-83

Издание официальное

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

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

---

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

Метод расчета на прочность

---

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

с 01.01.84

до 01.01.89

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. 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.

1.2. Рекомендуемый настоящим РДРМ 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).

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

1.4. Конструкции крышек и днищ с радиальными ребрами жесткости принимают по черт. 1-4. Возможно использование ребер с произвольной формой поперечного сечения.

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

1.6. Условные обозначения

1.6.1. Исходные данные:

- $n$  - число радиальных ребер;
- $p$  - избыточное давление, действующее на наружную или внутреннюю поверхности крышки (днища), Па;
- $F_p$  - площадь поперечного сечения ребра,  $m^2$ ;
- $e$  - расстояние от центра тяжести поперечного сечения ребра до его основания, м;
- $H_p$  - высота ребер, м;
- $S$  - толщина собственно крышки (днища), м;
- $d_e$  - наружный диаметр центральной втулки, м;
- $t$  - толщина втулки, м;
- $H_e$  - высота втулки, м;
- $H_i$  - 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;
- $C_e$  - прибавка к расчетной толщине втулки для компенсации коррозии, эрозии и минусового допуска по ГОСТ 14249-80, м;
- $\psi$  - коэффициент прочности сварных соединений по ГОСТ 14249-80;

$Q_2$  - дополнительное усилие, действующее на центральную часть крышки или днища (вес двигателя, редуктора и т.д.), Н.

#### 1.6.2. Расчетные величины:

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

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

$[\sigma_v]$  - 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;

$\rho$  - 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;

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

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

$M_0$  - обобщенный изгибающий момент, отнесенный к длине контурной линии, Н;

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

$h_2$  - 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;

$[p_0]$  - 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 дна, изготавливаемых из пластичных в условиях эксплуатации металлов и работающих при статических нагрузках, и допускаемые напряжения  $[\sigma]$ ,  $[\sigma_0]$  и  $[\sigma_1]$  следует принимать в соответствии с ГОСТ 14249-80 или другой нормативно-технической документацией по выбору величины допускаемого напряжения.

### 2.2. Условия применимости формул

$$\frac{D_p - d_0}{2 H_p} \geq 10 ; \quad n \geq 6 ; \quad \frac{n F_p [\sigma_1]}{\pi D_p s_1 [\sigma]} \leq 1 ;$$

$$\frac{4 a_0^2}{F_p} \leq 10 .$$

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

2.3.1. В зависимости от конструкции крышек и длины 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

$$h_u = 0,27 \sqrt{(d_o - t)t} .$$

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

$$h_o = \min \{ h_1 , h_u \}$$

2.3.4. Условную высоту втулки следует определять по формуле

$$H_u = H + S_1 + h_o .$$

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

$$H_o = \min \{ H_1 , H_u \} .$$

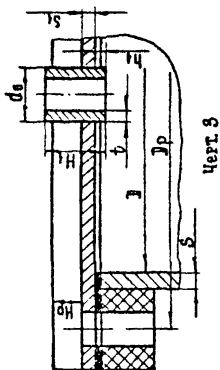
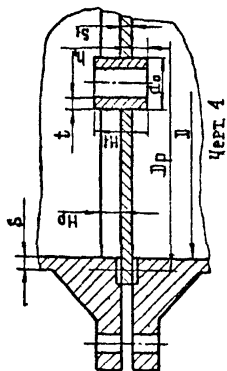
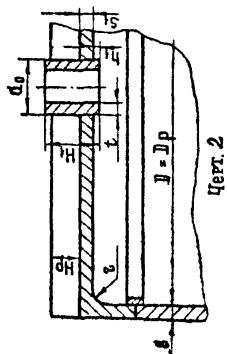
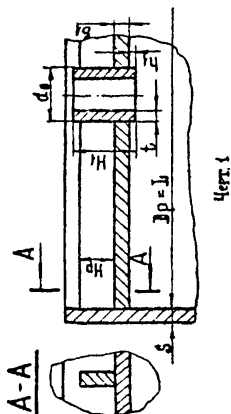
2.3.6. Относительный наружный радиус втулки следует определять по формуле

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

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

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





2.3.8. Изгибающий момент ступки следует определять по формуле

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

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

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

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

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

2.3.12. Суммарный изгибающий момент следует определять по формуле

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

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

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

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

$$Q_0 \leq 0.9 \frac{2\tau M_c}{1 - \rho_0} .$$

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

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

Если действие  $Q_0$  направлено в ту же сторону, что и давление  $p$ , то в формуле для  $[p]$  перед  $Q_0$  следует поставить знак минус.

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

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

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

$$[p] = \min \{ [p] ; [p_r] \} .$$

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 пластин или площадь поперечного сечения ребер, или число ребер, или толщину центральной втулки).

## ПРИЛОЖЕНИЕ

## Справочное

## РАСЧЕТ ОБРЕЗЕННОГО ДНИЩА

## Пример расчета

## Исходные данные:

$[\sigma] = 1.668 \cdot 10^8 \text{ Па};$	$d_s = 0,2 \text{ м};$
$[\sigma_s] = 1.569 \cdot 10^8 \text{ Па};$	$t = 0,04 \text{ м};$
$[\sigma_r] = 1.472 \cdot 10^8 \text{ Па};$	$p = 10^5 \text{ Па};$
$F_p = 0,0015 \text{ м}^2$	$D_p = D = 2,2 \text{ м};$
$e_s = 0,05 \text{ м};$	$h_s = 0 \text{ м};$
$H_p = 0,1 \text{ м};$	$s = 0,01 \text{ м};$
$s_s = 0,01 \text{ м};$	$c = 0 \text{ м};$
$\psi = 1;$	$c_s = 0 \text{ м};$
$Q_s = 16000 \text{ Н};$	$n = 8.$
$H_s = 0,22 \text{ м};$	

## Условия применимости формул:

$$\frac{D_p - d_s}{2H_p} = \frac{2,2 - 0,2}{2 \cdot 0,1} = 10; \quad n = 8 > 6;$$

$$\frac{n F_p [\sigma_s]}{\pi D_p s_s [\sigma]} = \frac{8 \cdot 0,0015 \cdot 1.569 \cdot 10^8}{\pi \cdot 2,2 \cdot 0,01 \cdot 1.668 \cdot 10^8} = 0,163 < 1;$$

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

Условное расстояние от поверхности пластины до нижнего торца втулки

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

Расчетное расстояние от поверхности пластины до нижнего торца втулки выбирается наименьшим из значений  $h_1$  и  $h_z$ :

$$h_o = \min \{ h_1 ; h_z \} = \min \{ 0 ; 0,0216 \} = 0 \text{ м.}$$

Условная высота втулки

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

Расчетную высоту втулки выбираем наименьшей из значений высот  $H_1$  и  $H_z$ :

$$H_o = \min \{ H_1 ; H_z \} = \min \{ 0,22 ; 0,11 \} = 0,11 \text{ м.}$$

Относительный наружный радиус втулки

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

Расстояние от срединной поверхности пластины до нейтральной поверхности

$$e = \frac{n F_p [\sigma_1]}{2\pi D_p [\sigma]} = \frac{8,0,0015,1,569 \cdot 10^8}{2 \cdot \pi \cdot 2,2 \cdot 1,668 \cdot 10^8} = 0,000817 \text{ м.}$$

Изгибающий момент втулки

$$\begin{aligned} M_1 &= \frac{[\sigma_1] \varphi(t - c_1)}{d_o - t + c_1} \left[ (H_o - e - h_o - \frac{S_1}{2})^2 + (e + h_o + \frac{S_1}{2})^2 \right] \\ &= \frac{1,472 \cdot 10^8 \cdot 1(0,04-0)}{0,2 - 0,04 + 0} \left[ (0,11 - 0,000817 - 0 - \frac{0,01}{2})^2 + \right. \\ &\quad \left. + (0,000817 + 0 + \frac{0,01}{2})^2 \right] = 4,01 \cdot 10^5 \text{ Н.} \end{aligned}$$

Изгибающий момент пластины

$$M_T = [E] \left[ e^2 + \frac{(z_1 - c)^2}{4} \right] = 1,668 \cdot 10^8 \left[ (0,000817^2 + \right. \\ \left. + \frac{(0,01 - 0)^2}{4} \right] = 4280 \text{ Н.}$$

Изгибающий момент оребренной пластины

$$M_B = M_T + \frac{[E] \psi \pi \bar{r}_p}{\pi d_o} (e_o - e + \frac{z_1 - c}{2}) = \\ = 4280 + \frac{1,569 \cdot 10^8 \cdot 1,8 \cdot 0,0015}{\pi \cdot 0,2} (0,05 - 0,000817 + \frac{0,01 - 0}{2}) = \\ = 1,624 \cdot 10^5 \text{ Н.}$$

В качестве обобщенного изгибающего момента выберем 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

$$M_o = M_T (1 - \rho_o) + M_B \rho_o = 4280 (1 - 0,091) + \\ + 1,624 \cdot 10^5 \cdot 0,091 = 18700 \text{ Н.}$$

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

$$0,9 \frac{2\pi M_o}{1 - \rho_o} = 0,9 \frac{2\pi \cdot 18700}{1 - 0,091} = 1,163 \cdot 10^5 >$$

$$> Q_o = 16000 \text{ Н.}$$

Расчетное допускаемое избыточное давление, действующее на днище в целом

$$[p] = \frac{12 [ET M_c + Q_0 (1 - p_0)]}{\pi D_p^3 (1 - p_0^3)} = \frac{12 [2\pi 18700 + 16000 (1 - 0,091)]}{\pi 2,2^3 (1 - 0,091^3)} = 1,04 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

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

$$[p_r] = \frac{12 [G] z^3 (1 + \sin \frac{\pi}{n})^2}{D_p^3 \sin^4 \frac{\pi}{n}} = \frac{12 \cdot 1,668 \cdot 10^8 \cdot 0,01^2 (1 + \sin \frac{\pi}{8})^2}{2,2^3 \cdot \sin^4 \frac{\pi}{8}} = 5,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Допускаемое избыточное давление, действующее на днище

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

Избыточное давление, действующее на днище, удовлетворяет условию

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



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

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