

25215-82



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР**

**СОСУДЫ И АППАРАТЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**

# **ОБЕЧАЙКИ И ДНИЩА**

**НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ**

**ГОСТ 25215—82  
[СТ СЭВ 3027—81]**

**Издание официальное**

Цена 3 коп.

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ  
Москва**

**GOST**  
СТАНДАРТЫ

ГОСТ 25215-82, Сосуды и аппараты высокого давления. Обечайки и днища. Нормы и методы расчета на прочность  
High-pressure vessels and apparatus. Shells and heads. Norms and methods of strength calculation

Сосуды и аппараты высокого давления  
ОБЕЧАЙКИ И ДНИЩА

Нормы и методы расчета на прочность

High-pressure vessels and apparatus.  
Shells and heads.

Norms and methods of strength calculation

ОКП 36 1510

**ГОСТ**  
**25215—82**

[СТ СЭВ 3027—81]

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 16 апреля 1982 г. № 1551 срок введения установлен

с 01.07.83

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на однослойные обечайки, плоские и выпуклые днища стальных кованых, кованосварных сосудов, соответствующих требованиям ГОСТ 11879—81, а также однослойных сосудов и аппаратов, изготовленных из стального листового проката, применяемых в химической и нефтеперерабатывающей отраслях промышленности, работающих в условия статических нагрузок под действием внутреннего давления свыше 10 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>) до 100 МПа (1000 кгс/см<sup>2</sup>), и устанавливает нормы и методы расчета на прочность.

Требования настоящего стандарта действительны при условии, что максимальная расчетная температура не превышает значений, при которых предел длительной прочности  $\sigma_D \cdot 10^3$  или средний 1%-ный предел ползучести  $\sigma_{1\% \cdot 10^4}$ , умноженный на 1,5, равен пределу текучести.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 3027—81.

### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Расчетная температура — по ГОСТ 14249—80.

1.2. Рабочее и расчетное давления — по ГОСТ 14249—80.

Значение пробного давления — по ГОСТ 11879—81.

1.3. Расчет прочности деталей на пробное давление необходимо проводить, подставляя в расчетные формулы значение пробного давления вместо расчетного давления  $P$ . При этом коэффициент запаса прочности по пределу текучести для пробного давления следует принимать по п. 1.5.

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

Переиздание. Август 1985 г.

© Издательство стандартов, 1986

Если пробное давление меньше расчетного, умноженного на значение  $1,35 \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]}$ , то проверку прочности деталей на пробное давление не производят.

Условные обозначения величины — по справочному приложению 2.

1.4. Допускаемое напряжение при расчете сосуда или аппарата по предельным нагрузкам для углеродистых, низколегированных и среднелегированных сталей определяют по формуле

$$[\sigma] = \min \left( \frac{\sigma_T \text{ или } \sigma_{0,2}}{n_T}; \frac{\sigma_B}{n_B} \right) \quad (1)$$

При отсутствии значения временного сопротивления (предела прочности) при расчетной температуре допускается принимать значение временного сопротивления (предела прочности) при температуре 20°C для сталей с  $\frac{\sigma_T}{\sigma_B} \leq 0,75$  ( $\sigma_T$  и  $\sigma_B$  — соответственно предел текучести и временное сопротивление при температуре 20°C).

1.5. Коэффициенты запаса прочности должны соответствовать приведенным в таблице.

| Условия нагружения | Коэффициент запаса прочности |       |
|--------------------|------------------------------|-------|
|                    | $n_T$                        | $n_B$ |
| Рабочие условия    | 1,5                          | 2,4   |
| Условия испытания  | 1,1                          | —     |

1.6. При расчете на прочность элементов сосудов и аппаратов, имеющих сварные соединения, в расчетные формулы необходимо вводить коэффициент  $\phi$ , учитывающий снижение прочности сварного шва по сравнению с основным металлом.

Для сосудов, соответствующих требованиям ГОСТ 11879—81, коэффициент  $\phi$  принимают равным 1.

Для сосудов и аппаратов, изготовленных из стального листового проката с продольным сварным швом, значения коэффициента  $\phi$  должны соответствовать ГОСТ 14249—80.

1.7. Значение прибавки  $C$  к расчетным толщинам конструктивных элементов сосуда или аппарата — по ГОСТ 14249—80.

1.8. Необходимость проверки цилиндрических однослойных обечаек и днищ на усталостную прочность — по ГОСТ 14249—80.

## 2. РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОДНОСЛОЙНЫХ ОБЕЧАЕК

2.1. Расчет применим для цилиндрических обечаек при условии

$$\frac{S-C}{D} \leq 0,4.$$

2.2. Толщину цилиндрической однослойной обечайки следует рассчитывать по формулам:

$$S_R = 0,5D(\beta_R - 1), \quad (2)$$

$$S \geq S_R + C. \quad (3)$$

2.3. Расчетный коэффициент толстостенности следует рассчитывать по формуле

$$\beta_R = \exp\left(\frac{P}{[\sigma] \cdot \varphi}\right). \quad (4)$$

Значения  $\beta_R$  выбирают по справочному приложению 1.

2.4. Допускаемое давление следует рассчитывать по формуле

$$[p] = [\sigma] \varphi \ln \beta. \quad (5)$$

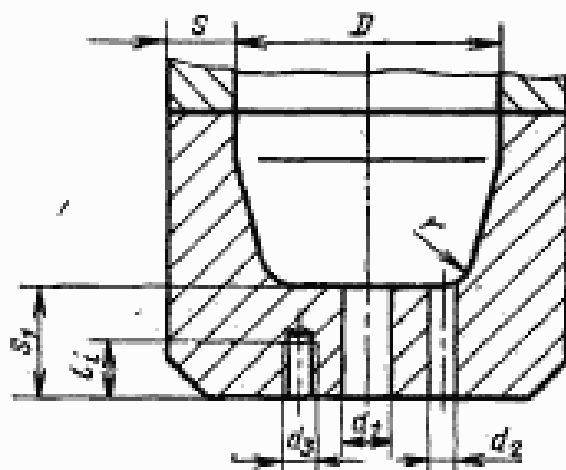
где

$$\beta = \frac{D + 2(S - C)}{D}. \quad (6)$$

## 3. РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ПЛОСКИХ ДНИЩ

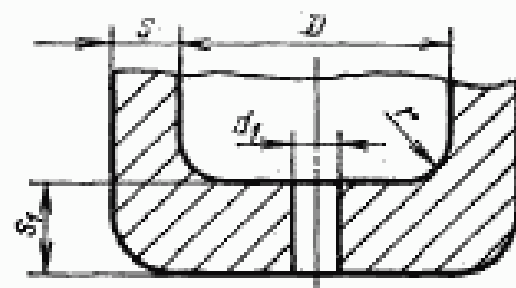
3.1. На черт. 1—3 приведены расчетные модели плоских днищ. Чертежи не определяют конструкцию плоских днищ и приведены для указания расчетных размеров.

Плоское днище  
с коническим переходом



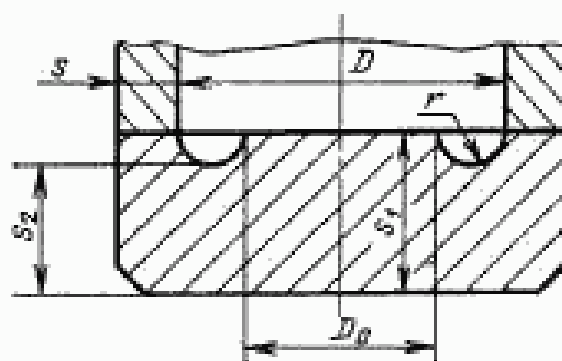
Черт. 1

Плоское днище  
с радиусным переходом



Черт. 2

## Плоское днище с проточкой



Черт. 3

3.2. Расчет применим для плоских днищ при условии

$$\frac{S_1 - C}{D} \leq 0,35.$$

3.3. Толщину днищ с коническим и радиусным переходами следует рассчитывать по формулам:

$$S_{1R} = 0,45 K_0 D_R \sqrt{\frac{p}{[\sigma]}}, \quad (7)$$

$$S_1 \geq S_{1R} + C. \quad (8)$$

3.4. Расчетный диаметр следует рассчитывать по формуле

$$D_R = D - r. \quad (9)$$

3.5. Допускаемое давление для днищ с коническим и радиусным переходами

$$[p] = \left( \frac{S_1 - C}{0,45 K_0 \cdot D_R} \right)^2 \cdot [\sigma]. \quad (10)$$

3.6. Коэффициент ослабления днища неукрепленными отверстиями для плоских днищ всех типов следует определять по формуле

$$K_0 = \sqrt{\frac{1 - \sum_{i=1}^n \left( \frac{d_i}{D_R} \right)^3}{1 - \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{D_R}}}, \quad (11)$$

в случае одиночного центрального отверстия по формуле

$$K_0 = \sqrt{1 + \frac{d_1}{D_R} + \left( \frac{d_1}{D_R} \right)^2}. \quad (12)$$

3.7. В случае несквозного отверстия в формулы (11) и (12) подставляют значение расчетного диаметра  $d_{3R}$ , определяемого с учетом глубины отверстия.

$$d_{3R} = \min \left\{ d_3 \frac{2l_1}{S_1}; d_3 \right\}, \quad (13)$$

3.8. Расчет плоского днища с проточкой применим при соблюдении следующих условий:

$$r \geq 0,25S_1, \quad (14)$$

$$S_2 \leq S_1 - r, \quad (16)$$

$$S_2 \geq \max \left\{ (S_1 - C) \sqrt{3 \frac{D - D_1}{D}}; 0,5D \frac{P}{[\sigma]} \right\}. \quad (16)$$

3.9. Толщина плоского днища с проточкой должна быть рассчитана по формулам:

$$S_{1R} = K K_0 D \sqrt{\frac{P}{[\sigma]}}, \quad (17)$$

$$S_1 \geq S_{1R} + C. \quad (18)$$

3.10. Допускаемое давление для плоского днища с проточкой следует рассчитывать по формуле

$$[P] = \left( \frac{S_1 - C}{K \cdot K_0 \cdot D} \right)^2 [\sigma], \quad (19)$$

где  $K = 0,41$  — для  $\frac{S - C}{S_1 - C} < 0,5$ ;

$K = 0,38$  — для  $\frac{S - C}{S_1 - C} \geq 0,5$ .

#### 4. РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ВЫПУКЛЫХ ДНИЩ

4.1. На черт. 4, 5 приведены расчетные модели выпуклых днищ. Чертежи не определяют конструкцию выпуклых днищ и приведены для указания расчетных размеров.

4.2. Расчет применим для сферических и эллиптических днищ при соблюдении следующих условий:

$$1) \quad \frac{H}{D} \geq 0,2; \quad \frac{S_1 - C}{D} \leq 0,15;$$

2) расстояние от края отверстия до внутренней цилиндрической поверхности  $l \geq 0,1 D$ ;

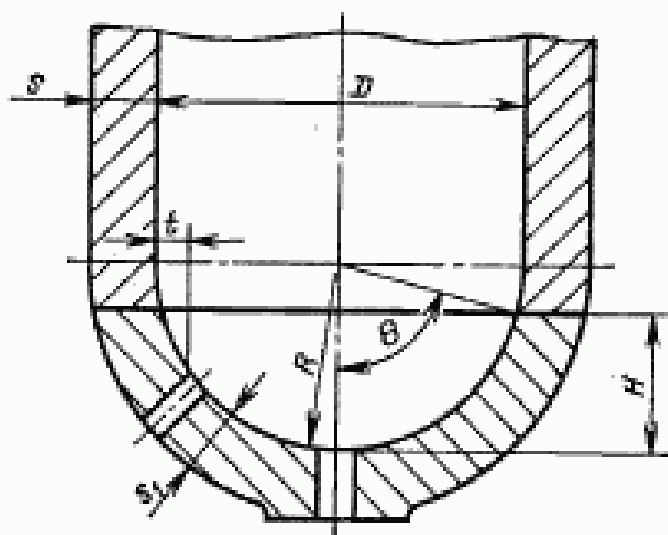
3) угол между нормалью к внутренней поверхности на краю днища и осью сосуда или аппарата  $\Theta \geq 75^\circ$ .

4.3. Толщина выпуклого днища

$$S_{1R} = \frac{PR}{2[\sigma]_n - 0,5P}, \quad (20)$$

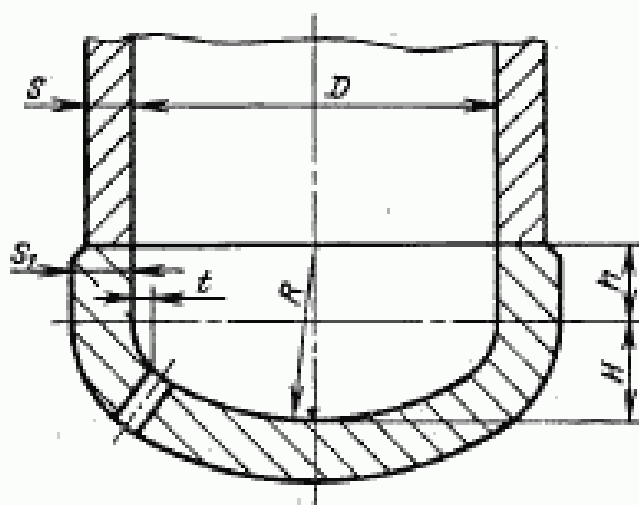
$$S_1 \geq S_{1R} + C. \quad (21)$$

## Сферическое днище



Черт. 4

## Эллиптическое днище



Черт. 5

Если длина цилиндрической отбортованной части

$$h > 0,3\sqrt{D(S_1 - C)},$$

то толщина днища должна быть не меньше толщины обечайки, рассчитанной по формуле (2).

4.4. Допускаемое давление

$$[p] = \frac{2(S_1 - C)[\sigma]\varphi}{R + 0,5(S_1 - C)} \quad (22)$$

## 4.5. Расчетный радиус кривизны днища

$$R = \frac{D^2}{4H}, \quad (23)$$

где  $R=D$  — для эллиптических днищ с  $H=0,25 D$ ;

$R=0,5D$  — для полусферических днищ с  $H=0,5 D$ .

## ПРИЛОЖЕНИЕ I

## Справочное

Определение коэффициента  $\beta_n$ 

| $\frac{p}{[\sigma]_p}$ | $\beta_n$ | $\frac{p}{[\sigma]_p}$ | $\beta_n$ | $\frac{p}{[\sigma]_p}$ | $\beta_n$ |
|------------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|
| 0,05                   | 1,051     | 0,27                   | 1,310     | 0,49                   | 1,632     |
| 0,06                   | 1,062     | 0,28                   | 1,323     | 0,50                   | 1,649     |
| 0,07                   | 1,072     | 0,29                   | 1,336     | 0,51                   | 1,665     |
| 0,08                   | 1,083     | 0,30                   | 1,350     | 0,52                   | 1,682     |
| 0,09                   | 1,094     | 0,31                   | 1,363     | 0,53                   | 1,699     |
| 0,10                   | 1,105     | 0,32                   | 1,377     | 0,54                   | 1,716     |
| 0,11                   | 1,116     | 0,33                   | 1,391     | 0,55                   | 1,733     |
| 0,12                   | 1,128     | 0,34                   | 1,405     | 0,56                   | 1,750     |
| 0,13                   | 1,139     | 0,35                   | 1,419     | 0,57                   | 1,768     |
| 0,14                   | 1,150     | 0,36                   | 1,433     | 0,58                   | 1,786     |
| 0,15                   | 1,162     | 0,37                   | 1,448     | 0,59                   | 1,804     |
| 0,16                   | 1,174     | 0,38                   | 1,462     | 0,60                   | 1,822     |
| 0,17                   | 1,185     | 0,39                   | 1,477     | 0,61                   | 1,840     |
| 0,18                   | 1,197     | 0,40                   | 1,492     | 0,62                   | 1,859     |
| 0,19                   | 1,209     | 0,41                   | 1,507     | 0,63                   | 1,878     |
| 0,20                   | 1,221     | 0,42                   | 1,522     | 0,64                   | 1,896     |
| 0,21                   | 1,234     | 0,43                   | 1,537     | 0,65                   | 1,916     |
| 0,22                   | 1,246     | 0,44                   | 1,553     | 0,66                   | 1,935     |
| 0,23                   | 1,259     | 0,45                   | 1,568     | 0,67                   | 1,954     |
| 0,24                   | 1,271     | 0,46                   | 1,584     | 0,68                   | 1,974     |
| 0,25                   | 1,284     | 0,47                   | 1,600     | 0,69                   | 1,994     |
| 0,26                   | 1,297     | 0,48                   | 1,616     | 0,70                   | 2,014     |



## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В РАСЧЕТНЫХ ФОРМУЛАХ

- $C$  — сумма прибавок к расчетной толщине обечайки или днища, мм (см);  
 $D$  — внутренний диаметр сосуда или аппарата, мм (см);  
 $D_0$  — внутренний диаметр проточки, мм (см);  
 $D_R$  — расчетный диаметр плоского днища, мм (см);  
 $d_1$  — диаметр центрального отверстия, мм (см);  
 $d_2$  — диаметр сквозного отверстия, мм (см);  
 $d_3$  — диаметр несквозного отверстия или наружный диаметр резьбы несквозного отверстия, мм (см);  
 $d_{3R}$  — расчетный диаметр несквозного отверстия, мм (см);  
 $\sum_{i=1}^n d_i$  — сумма диаметров отверстий для наиболее ослабленного диаметрального сечения, мм (см);  
 $H$  — внутренняя высота сферической или эллиптической части днища, мм (см);  
 $h$  — длина цилиндрической отбортовки выпуклого днища, мм (см);  
 $K$  — коэффициент прочности днища;  
 $K_0$  — коэффициент ослабления днища отверстиями;  
 $l_i$  — глубина  $i$ -го отверстия, мм (см);  
 $n_p$  — коэффициент запаса прочности по временному сопротивлению (пределу прочности);  
 $n_T$  — коэффициент запаса прочности по пределу текучести;  
 $p$  — расчетное давление в сосуде или аппарате, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);  
 $[\rho]$  — допускаемое давление, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);  
 $R$  — расчетный радиус кривизны днища по внутренней поверхности, мм (см);  
 $r$  — радиус закругления, мм (см);  
 $S$  — исполнительная толщина цилиндрической обечайки, мм (см);  
 $S_R$  — расчетная толщина цилиндрической обечайки, мм (см);  
 $S_1$  — исполнительная толщина днища, мм (см);  
 $S_{1R}$  — расчетная толщина днища, мм (см);  
 $S_2$  — минимальная толщина днища в зоне проточки, мм (см);  
 $t$  — расстояние от края отверстия до внутренней стенки сосуда или аппарата, мм (см);  
 $\beta$  — коэффициент толстостенности;  
 $\beta_R$  — расчетный коэффициент толстостенности;  
 $\theta$  — угол между нормалью к внутренней поверхности на краю днища и осью сосуда или аппарата, градус;  
 $\sigma_p$  — минимальное значение временного сопротивления (предела прочности) при расчетной температуре, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);  
 $\sigma_T$  — минимальное значение предела текучести при расчетной температуре, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);  
 $\sigma_{0,2}$  — минимальное значение условного предела текучести при расчетной температуре (напряжение, при котором остаточное удлинение достигает 0,2%), МПа (кгс/см<sup>2</sup>);  
 $[\sigma]$  — допускаемое напряжение при расчетной температуре, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);  
 $[\sigma]_{20}$  — допускаемое напряжение при температуре 20°C, МПа (кгс/см<sup>2</sup>);  
 $\varphi$  — коэффициент прочности сварных соединений.

Редактор *В. С. Аверина*  
Технический редактор *Э. В. Митэй*  
Корректор *С. И. Ковалева*

Сдано в наб. 14.11.85 Подл. в печ. 27.02.86 0,75 усл. п. л. 0,75 усл. кр.-отт. 0,50 уя.-нэл. л.  
Тираж 12 000 Цена 3 коп.

---

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП,  
Новопроспектский пер., д. 3  
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул. Мандауга, 12/14. Зак. 5057.

Изменение № 1 ГОСТ 25215—82 Сосуды и аппараты высокого давления. Обечайки и днища. Нормы и методы расчета на прочность

Утверждено и введено в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 17.04.90 № 907

Дата введения 01.11.90

Вводную часть изложить в новой редакции: «Настоящий стандарт распространяется на однослойные обечайки, плоские и выпуклые днища сосудов и аппаратов кованных, ковано-сварных стальных, а также однослойных сосудов и аппаратов, изготовленных из стального листового проката, работающих при статических нагрузках под действием внутреннего избыточного давления свыше 10 до 100 МПа в химической, нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности, и устанавливает нормы и методы расчета на прочность однослойных обечаек, плоских и выпуклых днищ.

Требования настоящего стандарта действительны при условии, что расчетная температура не превышает значений, при которых в расчетах на прочность учитывается ползучесть материалов. В случае отсутствия точных данных о температуре, настоящий стандарт применим при расчетной температуре, не превышающей 380 °С для углеродистой стали, 420 °С для низколегированной и среднелегированной сталей и 525 °С для аустенитной стали.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 3027—81».

Раздел 1 изложить в новой редакции:

*(Продолжение см. с. 66)*

## «1. Общие положения

1.1. Расчетная температура, рабочее и расчетное избыточные давления (далее — рабочее и расчетное давления) — по ГОСТ 14249—89.

Условные обозначения величин в соответствии с приложением 2.

1.2. Значение пробного избыточного давления (далее — пробного давления) при гидравлических испытаниях следует определять по «Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», утвержденным Госгортехнадзором СССР.

1.3. Допускаемое напряжение при расчете по предельным нагрузкам конструктивных элементов из углеродистых, низколегированных и среднелегированных сталей вычисляют по формуле

$$[\sigma] = \min \left( \frac{\sigma_T \text{ или } \sigma_{0,2}}{n_T} ; \frac{\sigma_B}{n_B} \right). \quad (1)$$

Коэффициенты  $n_T$ ,  $n_B$  в зависимости от условий нагружения следует определять в соответствии с таблицей.

| Условия нагружения | Коэффициент запаса прочности |       |
|--------------------|------------------------------|-------|
|                    | $n_T$                        | $n_B$ |
| Рабочие условия    | 1,5                          | 2,4   |
| Условия испытания  | 1,1                          | —     |

1.4. Если значение пробного давления больше значения, определяемого по формуле  $1,35 P [\sigma]_{\text{пр}}/[\sigma]$ , то следует проводить проверку на прочность конструк-

(Продолжение см. с. 67)

тивных элементов сосудов и аппаратов, подставляя в соответствующие формулы значение пробного давления. При этом коэффициент  $\eta$  выбирают в соответствии с таблицей.

1.5. В формулы для расчетов на прочность элементов сосудов и аппаратов, имеющих сварные соединения, необходимо вводить коэффициент  $\varphi$ , учитывающий снижение прочности сварного шва по сравнению с основным металлом. Для сосудов и аппаратов, изготовленных из стального листового проката с продольным сварным швом, значения коэффициента  $\varphi$  — по ГОСТ 14249—89. Для сосудов и аппаратов кованных, кованосварных стальных коэффициент  $\varphi$  принимают равным 1.

1.6. Значение прибавки  $S$  к расчетным толщинам конструктивных элементов сосуда или аппарата — по ГОСТ 14249—89. При расчете выпуклых днищ, изготовленных штамповкой, технологическая прибавка для компенсации утонения учитывается во всех случаях.

1.7. Расчет на усталостную прочность цилиндрических однослойных обечайек и днищ, а также других конструктивных элементов сосудов и аппаратов не производится, если число циклов нагружения не превышает 1000 и обеспечиваются следующие условия:

скорость подъема температуры стенки сосуда или аппарата при выводе на режим или во время рабочего процесса не превышает 30 °C/ч;

(Продолжение см. с. 68)

температура стенки внутри сосуда или аппарата, не имеющего наружной теплоизоляции, не более 200 °С;

температура стенки сосуда или аппарата, при использовании аустенитных сталей в качестве защитного слоя для корпуса, выполненного из углеродистой и низколегированной сталей, не превышает 200 °С независимо от наличия наружной теплоизоляции.

1.8. Если расчетное число циклов нагружений превышает 1000 или не выполняется какое-либо из требований п. 1.8 настоящего стандарта, то кроме расчета по данному стандарту следует выполнять проверку на усталостную прочность. При выполнении условий п. 1.8 настоящего стандарта и колебания нагрузки от действия давления, не превышающем 15 % расчетной, проверку на усталостную прочность не проводят.

Пункт 3.4 изложить в новой редакции: «3.4. Расчетный диаметр определяют по формулам

для днищ с коническим переходом (черт. 1)

$$D_R = D - 1,3 S, \quad (9)$$

для днищ с радиусным переходом и днищ с проточкой (черт. 2 и 3)

$$D_R = D - r \quad (9a)$$

(ИУС № 7 1990 г.)