

С С С Р

О Т Р А С Л Е В О Й   С Т А Н Д А Р Т

---

СОСУДЫ И АППАРАТЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ  
Нормы и методы расчета на прочность

ОСТ 26-1046-87

Издание официальное

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Министра химического



Управления машиностроения

Р.Ф.Шейн

1987г.

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

Сосуды и аппараты высокого давления.

Нормы и методы расчета на прочность

ОС 116 - 87

Директор Иркутского филиала		Е.Р.Хисматулин
Заместитель директора по научной работе, руководитель темы		В.И.Лившиц
Заведующий отделом стандартизации		В.И.Королев
Заведующий отделом прочности		А.К.Древин
Заведующий отделом металловедения		В.В.Иванцов
Заведующий лабораторией		В.Г.Татаринов
Заведующий лабораторией		П.Г.Пимштейн
Старший научный сотрудник		Р.М.Романова

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного  
технического Управления

СОГЛАСОВАНО

Директор УкрНИИхиммаша

СОГЛАСОВАНО

/ Директор НИИхиммаша

В.В.Захаров

П.П.Прядкин

Н.М.Самсонов

см. на обороте

СОГЛАСОВАНО

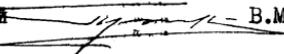
Главный механик ГИАПа



Б.М.Гусев

СОГЛАСОВАНО

Заместитель начальника  
Управления оборудования  
Министерства по производству  
минеральных удобрений



В.М.Прокофьев

СОГЛАСОВАНО

Заместитель Председателя  
Госгортехнадзора  
*письмо от 9 09.84г.*

В.М.Зубенко

## О Т Р А С Л Е В О Й С Т А Н Д А Р Т

СОСУДЫ И АППАРАТЫ

ОСТ 26-1046-87

ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Нормы и методы

расчета на прочность

ОКСТУ 3602

Дата введения 01.01.88

Настоящий стандарт распространяется на сосуды и аппараты стальные кованные, кованосварные, многослойные, а также однослойные, изготовленные из листового проката, работающие под действием внутреннего давления свыше 10 МПа до 100 МПа, применяемые в химической, нефтехимической промышленности, производстве минеральных удобрений и других смежных отраслях промышленности, отвечающие требованиям ГОСТ 11879-81, ОСТ 26-01-9-80, ОСТ 26-01-221-86.

Стандарт устанавливает нормы и методы расчета на прочность при статическом и малоцикловом нагружении цилиндрических однослойных и многослойных обечаек, плоских и выпуклых днищ, шпилек, фланцев, плоских и выпуклых крышек, укрепления отверстий в обечайках и выпуклых днищах.

\*)

Сосуды и аппараты, изготавливаемые в соответствии с ОСТ 26-01-221-86, допускается рассчитывать по данному стандарту при внутреннем давлении до 130 МПа.

Сосуды и аппараты, изготавливаемые в соответствии с ОСТ 26-291-79 допускаются ГОСТ 14249-80.

Расчетные формулы настоящего стандарта применимы при условии, что расчетные температуры не превышают значений, при которых учитывают ползучесть материалов. При таких температурах допускаемое напряжение определяют по ГОСТ 25215-82 по пределу текучести или временному сопротивлению (пределу прочности), для шпилек - по ГОСТ 26303-84 по пределу текучести.

При отсутствии точных данных о температуре, при которой необходимо учитывать ползучесть материала, формулы применимы для расчетной температуры стенки сосуда из углеродистой стали, не превышающей 380°C, из низколегированной и среднелегированной сталей 420°C и из аустенитной стали 525°C.

Минимальная (отрицательная) температура определяется физико-механическими свойствами применяемых материалов по стандартам и техническим условиям на изготовление сосудов, утвержденным в установленном порядке.

Стандарт не распространяется на сосуды, работающие под внешним давлением, и на сосуды, выполняющие роль трубопроводов.

Стандарт должен применяться совместно с ГОСТ 25215-82, ГОСТ 26303-84, СТ СЭВ 5206-85.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 3027-81, СТ СЭВ 4350-83, СТ СЭВ 5206-85.

На сосуды и аппараты, спроектированные до 01.01.89 в соответствии с ОСТ 26-I046-74 и изготовленные до 01.01.90, требования настоящего стандарта не распространяются.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1. Условные обозначения

- $N$  - число циклов нагружения;  
 $[N]$  - допускаемое число циклов нагружения;  
 $[\sigma]$  - допускаемое напряжение при расчетной температуре, МПа;  
 $\sigma_A$  - амплитуда напряжений при расчетной температуре, МПа;  
 $[\sigma_A]$  - допускаемая амплитуда напряжений при расчетной температуре, МПа;  
 $\psi$  - коэффициент прочности сварного шва.

### 1.2. Материалы и требования к конструкции и изготовлению

1.2.1. Материалы, применяемые для изготовления сосудов и аппаратов высокого давления, должны удовлетворять требованиям государственных стандартов или технических условий заводов-изготовителей.

### 1.3. Рабочее, расчетное, пробное давление, давление опрессовки

1.3.1. Рабочее, расчетное и пробное избыточные давления - по ГОСТ 14249-80.

1.3.2. Величину гидравлического испытания пробным избыточным давлением следует назначать в соответствии с "Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением", утвержденными Госгортехнадзором.

1.3.3. Многослойные сосуды и аппараты должны подвергаться испытанию повышенным избыточным давлением опрессовки в соответствии с ОСТ 26-01-221-86.

### 1.4. Расчетная температура

Расчетная температура - по ГОСТ 14249-80.

### 1.5. Допускаемое напряжение, коэффициенты запаса прочности

1.5.1. Допускаемое напряжение и коэффициенты запаса прочности принимаются по ГОСТ 25215-82, для шпилек - по ГОСТ 26303-84. Прочностные характеристики материалов могут быть выбраны в соответствии с Приложением.

1.5.2. Проверку прочности всех монолитных деталей на пробное давление необходимо производить в соответствии с ГОСТ 25215-82.

1.5.3. При опрессовке многослойного сосуда повышенным давлением опрессовки необходимо производить проверку прочности деталей по формулам соответствующих разделов, подставляя в расчетные формулы величину давления опрессовки вместо расчетного давления. При этом коэффициент запаса прочности по пределу текучести при температуре испытаний должен быть не менее 1,0 для шпилек и не менее 1,07 для других деталей. Указанная проверка не производится для многослойных цилиндрических обечаек и для расчета укрепления отверстий.

### 1.6. Коэффициент прочности сварных соединений

1.6.1. Для кованных, кованосварных сосудов, отвечающих требованиям ГОСТ 11879-81, и для однослойных сосудов и аппаратов, изготовленных из листового проката, коэффициент, учитывающий снижение прочности сварного шва по сравнению с прочностью основного материала, принимается по ГОСТ 25215-82.

1.6.2. Для рулонированных сосудов и аппаратов коэффициент  $\varphi = 1,0$ .

### 1.7. Прибавки к расчетным величинам

Значение прибавки к расчетным толщинам конструктивных элементов сосуда или аппарата принимается по ГОСТ 14249-80.

## 1.8. Порядок расчета

1.8.1. Предварительно производится расчет толщины стенок и основных размеров элементов сосуда или аппарата.

1.8.2. При определении расчетной толщины стенки элементов сосудов или аппаратов, работающих при температуре свыше  $200^{\circ}\text{C}$ , толщина аустенитного наплавленного или плакирующего защитного слоя, а также футеровки и аустенитной центральной обечайки не учитывается.

1.8.3. После определения размеров элементов сосуда или аппарата производится поверочный расчет на прочность при малоцикловых нагрузках.

1.8.4. Однослойные и многослойные сосуды и аппараты, содержащие элементы и узлы, конструктивное оформление которых соответствует данному стандарту, и удовлетворяющие условиям п.1.8.5, могут быть допущены в эксплуатацию без проверки на прочность при малоцикловых нагрузках при числе циклов нагружения, не превышающем 1000.

Это положение распространяется на многослойные сосуды с внутренним диаметром не более 1400мм при внутреннем давлении, не превышающем 32 МПа.

Многослойные сосуды при давлении до 32 МПа с внутренним диаметром свыше 1400мм до 1800мм допускаются на число циклов, не превышающее 500, а с внутренним диаметром свыше 1800мм до 2400мм - 200 циклов.

1.8.5. Проверка на прочность при малоцикловых нагрузках, не превышающих 1000, не проводится, если выполняются следующие условия:

1) скорость подъема температуры стенки при выводе на режим или во время рабочего процесса не превышает  $30^{\circ}\text{C}$  в час;

2) температура стенки внутри сосуда или аппарата не превышает  $200^{\circ}\text{C}$ ;

3) при температуре стенки внутри сосуда или аппарата более  $200^{\circ}\text{C}$  наружная поверхность теплоизолирована;

4) в случае применения аустенитных сталей в качестве защитного слоя для корпуса из углеродистой и низколегированной стали температура стенки не превышает  $200^{\circ}\text{C}$  независимо от наличия наружной теплоизоляции;

5) в многослойных сосудах температура внутренней поверхности не меньше температуры наружной поверхности.

1.8.6. Для элементов однослойных сосудов или аппаратов, удовлетворяющих данному стандарту по конструктивному оформлению и условиям п. 1.8.5, но имеющих число циклов нагружений больше 1000, проводится поверочный расчет на прочность при малоцикловых нагрузках, при этом должны выполняться условия:

$$\sigma_A \leq [\sigma_A] \text{ или } N \leq [N] \quad (I)$$

1.8.6.1. Амплитуду напряжений  $\sigma_A$  определяют по упрощенному расчету ГОСТ 25859-83 с учетом требований разд. 8 настоящего стандарта.

1.8.6.2. Допускаемую амплитуду напряжений  $[\sigma_A]$  или допускаемое число циклов  $[N]$  определяют по ГОСТ 25859-83.

1.8.6.3. Если условие (I) при упрощенном расчете по ГОСТ 25859-83 с учетом требований разд. 8 настоящего стандарта не выполняется, то необходимо провести уточненный расчет напряженного состояния,  $\sigma_A$ , согласованный с ИркутскНИИхиммашем.

1.8.7. Если элементы однослойных и многослойных сосудов и аппаратов не удовлетворяют данному стандарту по конструктивному оформлению и условиям п. 1.8.5, или, если расчетное число циклов нагружений для многослойных сосудов превышает допускаемое по п.1.8.4, то необходимо провести расчет напряженно-деформированного состояния элементов, который должен быть согласован с ИркутскНИИхиммашем.

## 2. ОБЕЧАЙКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ

## 2.1. Условные обозначения

- $C$  - сумма прибавок к расчетной толщине стенки, мм;  
 $D$  - внутренний диаметр сосуда или аппарата, мм;  
 $P$  - расчетное давление, МПа;  
 $[P]$  - допускаемое рабочее давление, МПа;  
 $P_c$  - расчетное давление, воспринимаемое слоями, расположенными между центральной обечайкой и кожухом, МПа;  
 $D_u$  - наружный диаметр центральной обечайки, мм;  
 $D_k$  - наружный диаметр кожуха многослойной обечайки, мм;  
 $S$  - исполнительная толщина стенки обечайки, мм;  
 $S_R$  - расчетная толщина стенки обечайки, мм;  
 $S_u$  - исполнительная толщина центральной обечайки, мм;  
 $S_c$  - общая исполнительная толщина слоев, расположенных между центральной обечайкой и кожухом, мм;  
 $S_k$  - исполнительная толщина наружного кожуха многослойной обечайки, мм;  
 $S', S''$  - толщины исполнительные соединяемых цилиндрических обечаек, мм;  
 $L_2$  - длина переходной части стыкуемых обечаек, мм;  
 $t_3$  - разница толщин стыкуемых обечаек, мм;  
 $L$  - длина дополнительных слоев многослойной обечайки, мм;  
 $\beta$  - исполнительный коэффициент толстостенности;  
 $\beta_R$  - расчетный коэффициент толстостенности;  
 $[\sigma]_{cp}$  - среднее допускаемое напряжение, МПа;  
 $[\sigma]_u$  - допускаемое напряжение для материала центральной обечайки, МПа;  
 $[\sigma]_c$  - допускаемое напряжение для материала слоев, расположенных между центральной обечайкой и кожухом, МПа;

$[\sigma]_k$  - допускаемое напряжение для материала наружного кожуха, МПа;

$\varphi$  - коэффициент прочности сварного шва;

$P_{тех}$  - технологическое давление опрессовки, МПа.

## 2.2. Расчет обечаек цилиндрических однослойных

Расчет производится по ГОСТ 25215-82.

## 2.3. Расчет обечаек цилиндрических многослойных

2.3.1. Расчет распространяется на цилиндрические многослойные обечайки с концентрическим и спиральным (рулонированным) расположением слоев.

2.3.2. Расчетная толщина цилиндрической многослойной обечайки определяется по формуле

$$S_R = 0,5 (D + 2c) (\beta_R - 1), \quad (3)$$

где

$$\beta_R = \exp \frac{P}{[\sigma]_{cp} \cdot \varphi}, \quad (4)$$

$[\sigma]_{cp}$  определяется по п. 2.3.4.

Исполнительная толщина стенки должна удовлетворять условию:

$$S \geq S_R + c \quad (5)$$

В рулонированной обечайке к расчетной толщине стенки прибавляется толщина одного слоя.

В качестве первого приближения толщина стенки определяется по допускаемым напряжениям для спиральных слоев. После назначения толщин слоев величины  $[\sigma]_{cp}$  и  $\beta_R$  рассчитываются

заново. Расчеты повторяются до получения одинаковых значений  $[\sigma]_{cp}$  с точностью до 0,5 МПа.

2.3.3. Если толщины и материалы центральной обечайки и наружного слоя, а также материалы промежуточных слоев приняты из конструктивных соображений и заранее известны, то толщину цилиндрической обечайки вычисляют по формуле

$$S_p = 0,5 D_u \left( \exp \frac{P_c}{[\sigma]_c} - 1 \right) + S_u + S_k, \quad (6)$$

где

$$P_c = p - [\sigma]_u \ln \frac{D_u}{D} - [\sigma]_k \ln \frac{D_k}{D_k - 2S_k} \quad (7)$$

2.3.4. Для многослойной цилиндрической обечайки с произвольными толщинами слоев в расчете используется среднее значение допускаемого напряжения, которое определяется по формуле

$$[\sigma]_{cp} = \frac{[\sigma]_u \cdot S_u + [\sigma]_c \cdot S_c + [\sigma]_k \cdot S_k}{S_u + S_c + S_k} \quad (8)$$

2.3.5. Допускаемое рабочее давление определяется по формуле

$$[p] = [\sigma]_{cp} \cdot \varphi \cdot \ln \beta, \quad (9)$$

где

$$\beta = \frac{D + 2S}{D + 2c} \quad (10)$$

2.3.6. В многослойных сосудах наружный кожух из материала с пределом текучести меньше величины

$$\sigma = \frac{2 P_{тех}}{\beta^2 - 1}, \quad (11)$$

где  $P_{тех}$  - технологическое давление опрессовки по ОСТ 26-01-221-86,

при определении толщины стенки или допускаемого давления не учитывается.

## 2.4. Соединение цилиндрических обечаек

2.4.1. Соединение однослойных обечаек между собой и с многослойными обечайками, и многослойных обечаек между собой рекомендуется выполнять в соответствии с черт. I. При этом должно соблюдаться условие

$$L_2 / t_3 \geq 3 \quad (12)$$

2.4.2. При  $S''/S' > 1,2$  толщина более тонкой обечайки  $S'$  увеличивается до толщины  $S''$  в соответствии с черт. Ia, Ib, Iv. Толщина более тонкой многослойной стенки увеличивается до величины  $S''$  дополнительными слоями на длине

$$L \geq 0,4 \sqrt{D S''} \quad (13)$$

При  $S''/S' \leq 1,2$  разрешается конический переход выполнять за счет скоса более толстой обечайки в соответствии с черт. Ic, Id, Ie, Iж.

## 3. ДНИЩА

### 3.1. Условные обозначения

$D$  - внутренний диаметр сосуда или аппарата, мм;

$d_1$  - диаметр центрального отверстия, мм;

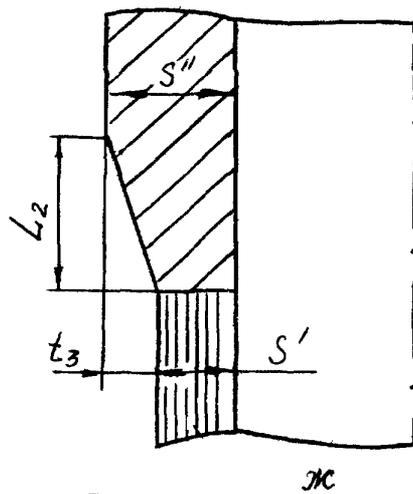
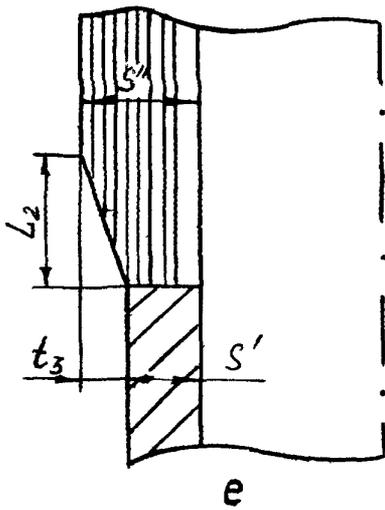
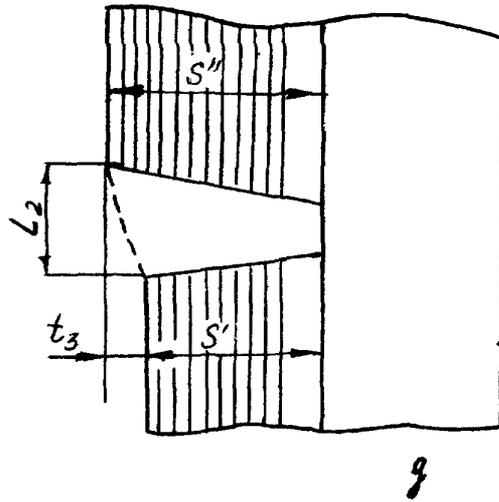
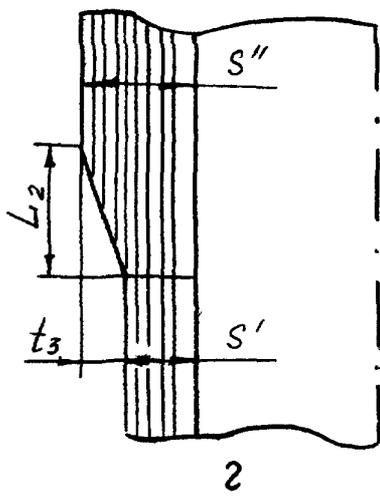
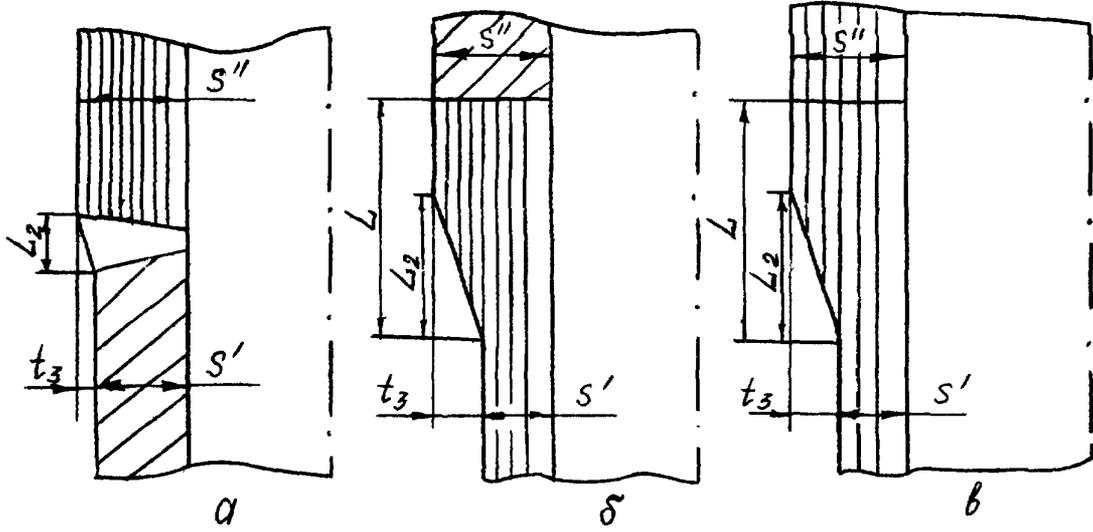
$d_2$  - диаметр сквозного отверстия, мм;

$d_3$  - диаметр несквозного отверстия или наружный диаметр резьбы несквозного отверстия, мм;

$d_5$  - эквивалентный внутренний диаметр ступенчатого отверстия, мм;

$f$  - площадь фасонного сечения, мм<sup>2</sup>;

Соединение цилиндрических обечаек



Черт. I

- $H$  - внутренняя высота сферической или эллиптической части днища, мм;
- $h$  - длина цилиндрической отбортовки выпуклого днища, мм;
- $h_1$  - длина конического или радиусного перехода плоских днищ, мм;
- $h_2$  - длина цилиндрической отбортовки плоских и слабовыпуклых днищ, мм;
- $L$  - длина дополнительной намотки слоев многослойной обечайки в зоне стыка с однослойным элементом, мм;
- $L_1$  - длина однослойной цилиндрической вставки, мм;
- $L_2$  - длина переходной части стыкуемых элементов, мм;
- $l_i$  - глубина  $i$ -го отверстия, мм;
- $r, r_1$  - радиусы закругления, мм;
- $S$  - исполнительная толщина цилиндрической обечайки, мм;
- $S_R$  - расчетная толщина цилиндрической обечайки, мм;
- $S_f$  - исполнительная толщина днища, мм;
- $S_{fR}$  - расчетная толщина днища, мм;
- $S_M$  - исполнительная толщина многослойной цилиндрической обечайки, мм;
- $S_{MR}$  - расчетная толщина многослойной цилиндрической обечайки, мм;
- $l$  - расстояние от края отверстия до внутренней стенки сосуда или аппарата, мм;
- $l_1$  - расстояние от внутренней поверхности днища до гнезда под шпильку, мм;
- $l_2$  - расстояние между кромками двух соседних отверстий, мм;
- $l_3$  - разница толщин стенок стыкуемых элементов, мм;
- $\theta$  - угол между нормалью к внутренней поверхности, на край днища и осью сосуда, градус;

$\omega$  – угол от кромки дна до кромки отверстия, градус.

3.2. Расчет кованных плоских отбортованных и слабовыпуклых дниц, сопряженных с однослойными обечайками

3.2.1. Расчет на прочность кованных плоских отбортованных, в соответствии с черт. 2а, 2б, и слабовыпуклых, в соответствии с черт. 2в, дниц выполняется по ГОСТ 25215-82, при этом должны соблюдаться следующие условия:

$$r \geq S_R, r_1 \geq 1,8 S_R, h_1 \geq 1,8 S_R, h_2 \geq S_R \quad (14)$$

3.2.2. Расстояние  $t_1$ , в соответствии с черт. 2, от внутренней поверхности дна до гнезда под шпильку определяется по п. 7.3.4.

Расстояние  $t_2$ , в соответствии с черт. 2, между кромками двух соседних отверстий определяется по п. 7.2.II.

3.2.3. В случае ступенчатого отверстия при определении коэффициента ослабления дна отверстиями в качестве расчетного диаметра подставляется эквивалентный внутренний диаметр  $d_3$ , определяемый из условия равенства площади фасонного сечения  $f$ , вырезанной из стенки дна, в соответствии с черт. 2б, площади сечения  $d_3 S_1$ , т.е.

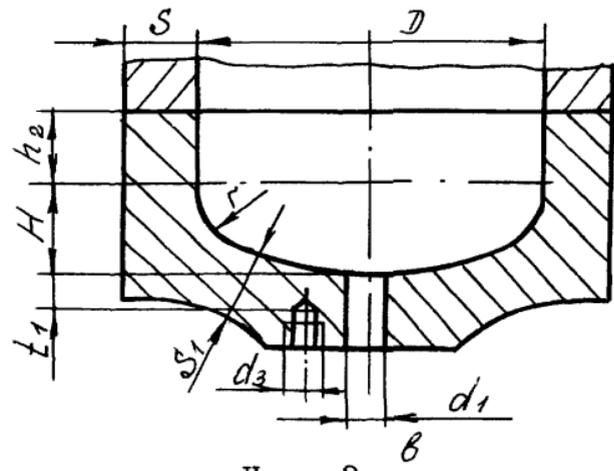
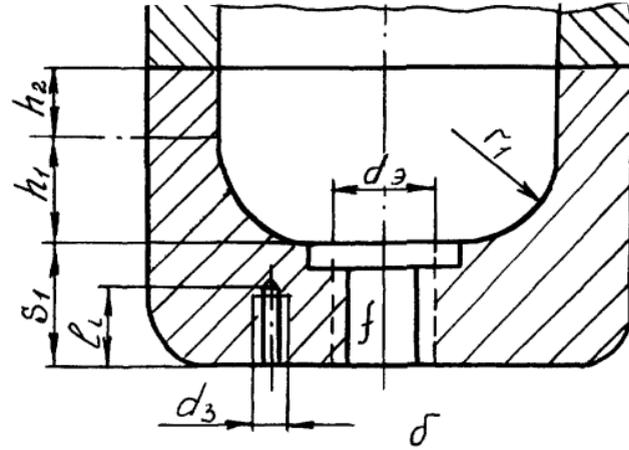
$$d_3 = \frac{f}{S_1} \quad (15)$$

3.3. Расчет выпуклых дниц, сопряженных с однослойными обечайками

3.3.1. Расчет на прочность выпуклых (сферических и эллиптических) дниц выполняется по ГОСТ 25215-82.

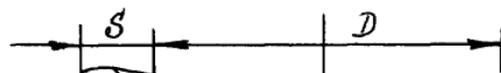
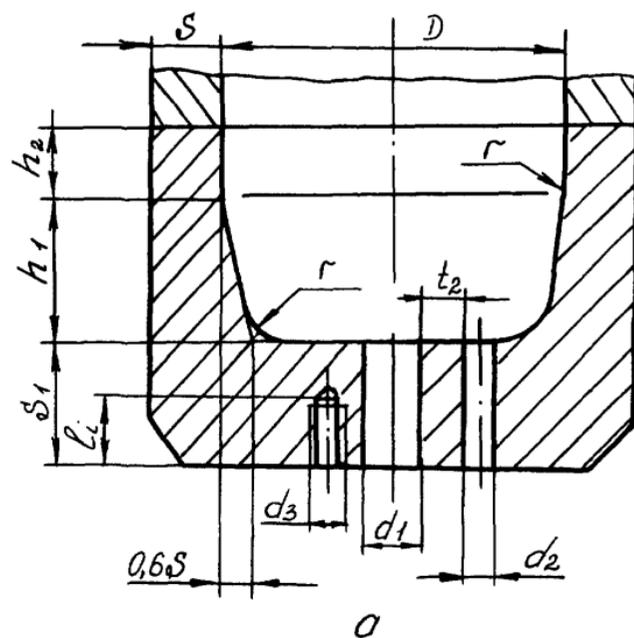
3.3.2. Расстояние  $t_1$ , в соответствии с черт. 3, от внутренней поверхности дна до гнезда под шпильку определяется по п. 7.3.4.

Расстояние  $t_2$ , в соответствии с черт. 3, между кромками двух соседних отверстий определяется по п. 7.2.II.

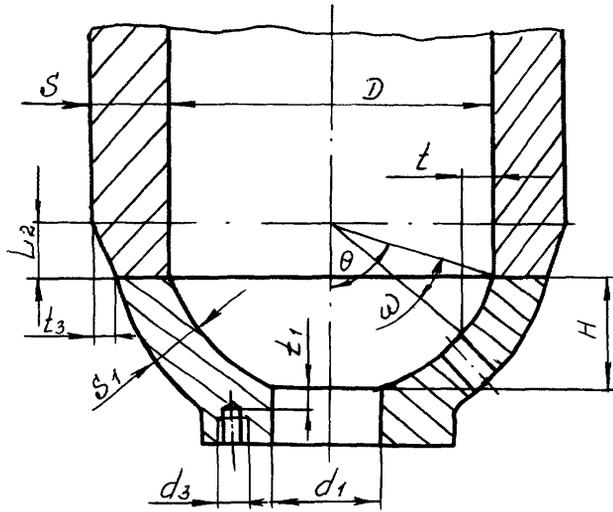


Черт. 2

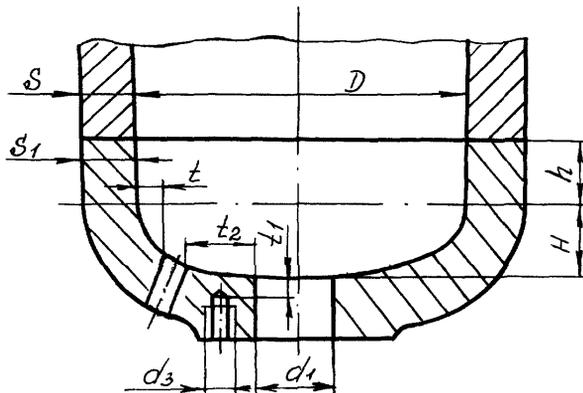
## Кованые плоские и слабовыпуклые днища



Выпуклые днища



a



b

Черт. 3

3.3.3. В случае  $S_1 < S$  конструктивное оформление зоны сопряжения выполняется по черт. 3а, при этом должно соблюдаться условие  $L_2/t_3 \geq 3$ .

3.3.4. Расчет укрепления отверстий в выпуклом днище производится в соответствии с разделом 7.

#### 3.4. Расчет выпуклых днищ, сопряженных с многослойными обечайками

3.4.1. Выпуклые днища, сопряженные с многослойными обечайками, должны удовлетворять требованиям п. 3.3.

3.4.2. Днища сферические с углом сегмента  $90^\circ \leq \theta \leq 87^\circ$

3.4.2.1. Днища сферические с углом сегмента  $90^\circ \leq \theta \leq 87^\circ$  соединяются с многослойной обечайкой непосредственно, в соответствии с черт. 4а.

3.4.2.2. Конструктивное оформление зоны перехода рекомендуется выполнять по одному из вариантов, черт. 4а, при этом должно соблюдаться условие  $L_2/t_3 \geq 3$ .

3.4.2.3. Принятая толщина днища должна быть не менее  $0,7 S_{MR}$ .

3.4.3. Днища сферические с углом сегмента  $87^\circ > \theta \geq 75^\circ$

3.4.3.1. Выпуклые днища в виде сферического сегмента с углом  $87^\circ > \theta \geq 75^\circ$  соединяются с многослойной обечайкой посредством однослойной цилиндрической вставки, в соответствии с черт. 5.

3.4.3.2. Расчетная толщина однослойной цилиндрической вставки для днищ в виде сферического сегмента с углом  $87^\circ > \theta \geq 75^\circ$  определяется по ГОСТ 25215-82 и принимается не менее  $S_M$ .

3.4.3.3. Длина однослойной цилиндрической вставки, в соответствии с черт. 5, должна удовлетворять требованию

$$L_1 \geq 0,4\sqrt{DS} \quad (16)$$

3.4.3.4. Конструктивное оформление зоны перехода от однослойной цилиндрической вставки к днищу выполняется по черт. 5, при этом должно соблюдаться условие  $L_2/t_3 \geq 3$

3.4.3.5. При  $S > S_M$ , черт. 5б,  $S_M$  увеличивается до величины  $S$  дополнительными слоями на длине

$$L > 0,4\sqrt{DS} \quad (17)$$

При  $S/S_M < 1,2$  разрешается дополнительные слои не вводить. При этом делается скос однослойной вставки (в соединении с многослойной обечайкой) так, чтобы соблюдалось соотношение  $L_2/t_3 \geq 3$ , в соответствии с черт. 5б, 5в.

#### 3.4.4. Днища эллиптические

3.4.4.1. Конструктивное оформление зоны сопряжения эллиптического днища с многослойной обечайкой выполняется в соответствии с черт. 4б, при этом должны соблюдаться условия

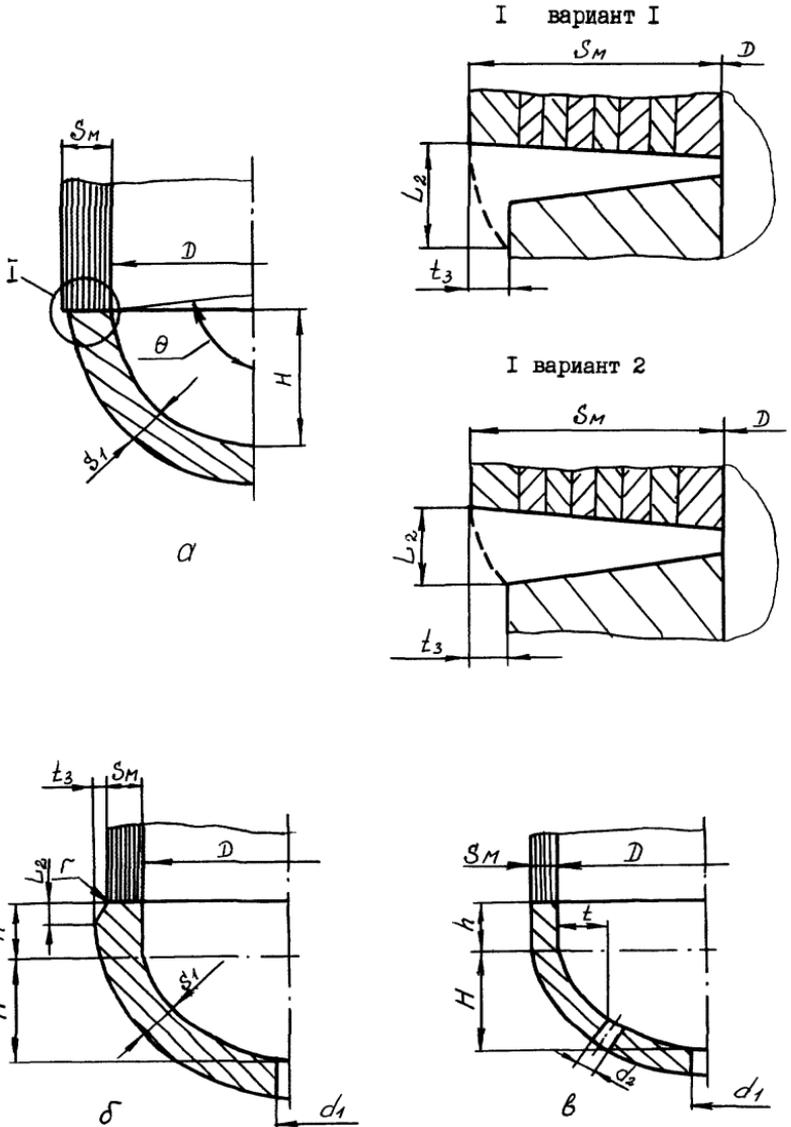
$$S_1 \geq S_M, \quad L_2/t_3 \geq 3 \quad (18)$$

3.4.4.2. При  $S_1 > S_M$ , в соответствии с черт. 4б,  $S_M$  увеличивается до величины  $S_1$  дополнительными слоями на длине

$$L \geq 0,4\sqrt{DS_1} \quad (19)$$

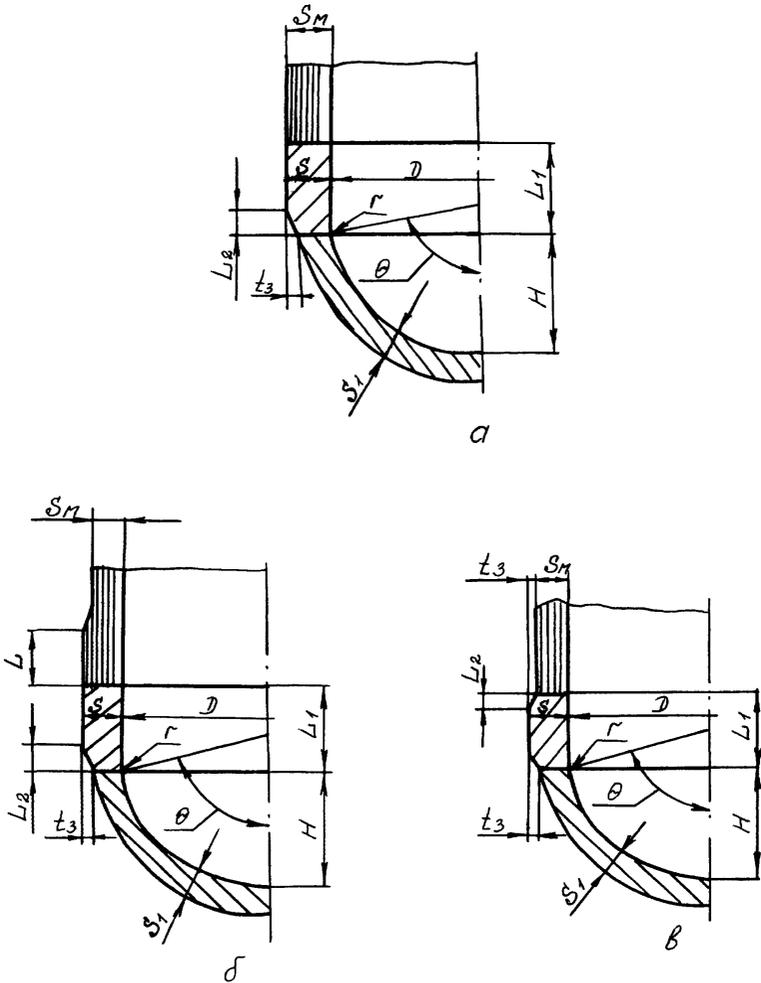
При  $S_1/S_M < 1,2$  разрешается дополнительные слои не вводить.

Выпуклые днища, сопряженные с многослойной обечайкой  
без вставки



Черт. 4

Сферические днища с углом сегмента  $87^\circ > \theta \geq 75^\circ$ ,  
сопряженные с многослойной обечайкой посредством  
вставки



Черт. 5

## 4. УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ. ШПИЛЬКИ

4.1. Конструктивное оформление элементов уплотнительных соединений по ОСТ 26-01-138-81 - ОСТ 26-01-144-81.

4.2. Расчетные усилия и расчет прочности шпилек по ГОСТ 26303-84.

## 5. ФЛАНЦЫ

## 5.1. Условные обозначения

- $C$  - сумма прибавок к расчетной толщине стенки, мм;
- $D$  - внутренний диаметр сосуда или аппарата, мм;
- $D_2$  - наружный диаметр фланца корпуса, мм;
- $D_3$  - диаметр окружности центров шпилек, мм;
- $D_6$  - наибольший диаметр выточки под уплотнение, мм;
- $D_R$  - расчетный диаметр уплотнительной поверхности, мм;
- $d_8$  - наружный диаметр резьбы шпильки, мм;
- $h_3$  - высота цилиндрической части фланца корпуса, мм;
- $h_4$  - усредненная высота фланца корпуса, мм;
- $h_5$  - расчетная условная высота фланца корпуса, мм;
- $h_6$  - высота цилиндрической части фланца, стыкуемой с обечайкой, мм;
- $l_8$  - глубина отверстий под шпильки во фланце, мм;
- $L$  - длина дополнительной намотки слоев многослойной обечайки в зоне стыка с однослойным элементом, мм;
- $S$  - исполнительная толщина стенки цилиндрической части фланца, стыкуемой с обечайкой корпуса, мм;
- $S_M$  - исполнительная толщина многослойной цилиндрической обечайки, мм;
- $S_R$  - расчетная толщина стенки цилиндрической части фланца, стыкуемой с обечайкой корпуса, мм;

$Z$  - число шпилек;

$\alpha$  - угол наклона образующей конической части фланца, градус;

$[G]$  - допускаемое напряжение при расчетной температуре, МПа.

## 5.2. Расчет фланца

5.2.1. Расчет распространяется на кованные фланцы, соединенные посредством сварки с однослойной или многослойной цилиндрической обечайкой.

5.2.2. Конструктивное оформление фланцев рекомендуется выполнять в соответствии с черт. 6,7.

5.2.3. Диаметр окружности центров шпилек определяется по формуле

$$D_3 \geq \max \left\{ D + 2d_B; \frac{2,2d_B}{\sin \frac{180}{Z}} \right\} \quad (20)$$

Для затворов с плоской металлической прокладкой должно также соблюдаться условие

$$D_3 \geq 1,05D_G + d_B \quad (21)$$

5.2.4. Наружный диаметр фланца определяется из условия

$$D_2 \geq D_3 + 2d_B \quad (22)$$

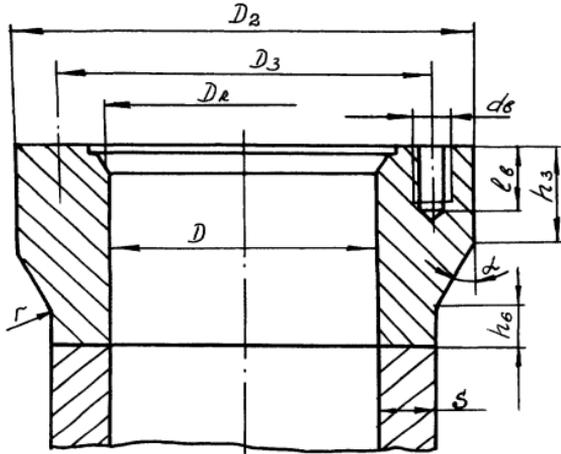
5.2.5. Рекомендуемый угол наклона образующей конической части фланца

$$\alpha \leq 30^\circ \quad (23)$$

допускается принимать

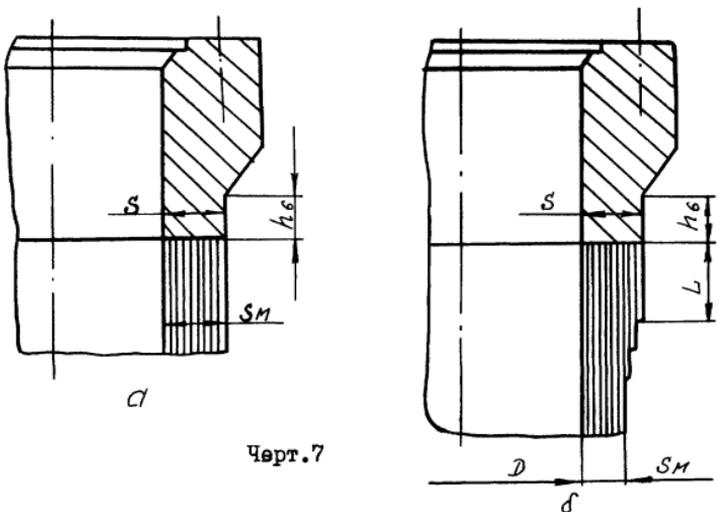
$$30^\circ < \alpha \leq 45^\circ \quad (24)$$

Конструктивное оформление кованных фланцев



Черт. 6

Конструктивное оформление кованных фланцев,  
сопряженных с многослойной обечайкой



Черт.7

Для радиуса перехода от конической части фланца к цилиндрическому корпусу должно выполняться условие

$$r \geq S_R \quad (25)$$

5.2.6. Величины  $h_3$  и  $h_6$  определяются из условий

при  $\alpha \leq 30^\circ; h_3 \geq l_8 + 0,25d_8; h_6 \geq 0,7S_R \quad (26)$

при  $30^\circ < \alpha \leq 45^\circ; h_3 \geq l_8 + 0,75d_8, h_6 \geq S_R \quad (27)$

где  $l_8$  определяется по ОСТ 26-ОИ-139-81

5.2.7. Исполнительная толщина  $S$  стенки цилиндрической части фланца, стыкуемой с обечайкой корпуса, должна быть не менее  $S_R$ , определяемой по ГОСТ 25215-82 и толщины стыкуемой с фланцем обечайки.

Для фланцев, стыкуемых с многослойной обечайкой, при  $S > S_M$ , в соответствии с черт. 7, толщину обечайки в месте стыка следует увеличить до толщины  $S$  путем дополнительной намотки слоев на длине  $L$ , которая выбирается из условия (17).

При  $\frac{S}{S_M} < 1,2$  разрешается дополнительные слои не вводить, в этом случае на фланце в месте стыка с многослойной обечайкой делается ско<sup>п</sup> аналогии с конструктивным оформлением зоны сопряжения выпуклого днища с обечайкой в соответствии с п. 3.4, 3.5 и черт. 5в.

5.2.8. После конструктивного определения размеров фланца проводится его поверочный расчет по СТ СЭВ 5206-85.

При этом допускаемый изгибающий момент

для фланцев, стыкуемых с многослойной обечайкой,

определяется по формуле:

$$[M] = \frac{T[G]}{4} (D_2 - D - d_8) (h_4^2 - h_5^2) \quad (28)$$

## 6. КРЫШКИ

6.1. Расчет на прочность плоских и выпуклых сферических крышек проводится по СТ СЭВ 5206-85.

## 7. УКРЕПЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ

### 7.1. Условные обозначения

- $C_K$  - сумма прибавок к расчетной толщине корпуса, мм;
- $C_{ш}$  - сумма прибавок к расчетной толщине штуцера, мм;
- $D$  - диаметр цилиндрического корпуса внутренний, мм;
- $d$  - диаметр ввода внутренний, мм;
- $d_o$  - наибольший диаметр отверстия, не требующего дополнительного укрепления, мм;
- $d_3$  - наружный диаметр резьбы гнезда под шпильку, мм;
- $F$  - площадь сечения стенки корпуса (днища), подлежащая компенсации, мм<sup>2</sup>;
- $F_K$  - площадь сечения стенки корпуса (днища), участвующая в укреплении, мм<sup>2</sup>;
- $F_{ш}$  - площадь сечения стенки штуцера, участвующая в укреплении отверстия, мм<sup>2</sup>;
- $F_8$  - площадь сечения укрепляющего пояса (бандажа), участвующая в укреплении отверстия, мм<sup>2</sup>;
- $h$  - высота сварного шва при несплошном соединении штуцера и корпуса (днища), мм;
- $l_p$  - расчетная длина части корпуса (днища), участвующей в укреплении отверстия, мм;
- $l_{ш}$  - длина части штуцера, участвующей в укреплении отвер-

стия, исполнительная, мм;

- $l_{шр}$  - длина части штуцера, участвующей в укреплении, расчетная, мм;
- $l_{\delta}$  - длина укрепляющего пояса (бандажа) исполнительная, мм;
- $l_{\delta p}$  - длина укрепляющего пояса (бандажа) расчетная, мм;
- $l_k$  - длина перехода укрепляющего пояса к корпусу, мм;
- $r_{\delta} (r_n)$  - радиусы перехода внутренней (наружной) поверхности штуцера во внутреннюю (наружную) поверхность корпуса (днища), мм;
- $s_R$  - толщина стенки корпуса (днища) расчетная, мм;
- $s$  - толщина стенки корпуса (днища) исполнительная, мм;
- $s_{шр}$  - толщина стенки штуцера расчетная, мм;
- $s_w$  - толщина стенки штуцера исполнительная, мм;
- $s_{\delta}$  - толщина укрепляющего пояса (бандажа), мм;
- $z$  - расстояние от кромки отверстия в выпуклом днище до внутренней поверхности цилиндрического борта, измеряемое по проекции на поперечное сечение корпуса сосуда, мм;
- $z_0$  - удаление кромки отверстия от кромки другого ближайшего отверстия или иного конструктивного концентратора напряжений, мм;
- $z_1$  - минимальное расстояние от внутренней поверхности сосуда до резьбового гнезда под шпильку, мм;
- $z_2$  - расстояние между кромками двух соседних отверстий в плоском и выпуклом днищах, измеряемое по хорде, мм;
- $\alpha_w(\alpha_{\delta})$  - отношение допускаемого напряжения материала штуцера (бандажа) к допускаемому напряжению материала корпуса;
- $[\sigma]$  - допускаемые напряжения для материала корпуса (днища)

при расчетной температуре, МПа;

$[\sigma]_{\omega}$  - допускаемые напряжения для материала штуцера при расчетной температуре, МПа;

$[\sigma]_{\delta}$  - допускаемые напряжения для материала банджа при расчетной температуре, МПа.

## 7.2. Общие положения

7.2.1. Расчет распространяется на вводы в однослойные и многослойные цилиндрические корпуса, а также вводы в выпуклые крышки и днища с отверстиями диаметром до  $d = 0,3D$ . В случае сферических днищ расчет распространяется также на вводы с отверстием диаметром до  $d = 0,5D$ .

7.2.2. Расчет распространяется на вводы, отклонение оси штуцера которых от нормали к поверхности цилиндрического корпуса или выпуклого днища не превышает  $15^{\circ}$ .

7.2.3. Расчет укрепления отверстия выполняется на основе принципа предельных нагрузок, требующего компенсации материала, удаленного отверстием в корпусе. В случае применения футеровок и центральных обечаек из аустенитных сталей или из сталей с плакирующим слоем, элементы, выполненные из аустенитных сталей, при расчетной температуре  $200^{\circ}\text{C}$  и выше в расчете компенсирующих площадей не учитываются.

7.2.4. Значения прибавок к расчетным толщинам корпуса  $C_{\kappa}$  и штуцера  $C_{\omega}$  определяются в соответствии с п. I.7.

7.2.5. Отверстие считается одиночным, если расстояние от его кромки до кромки ближайшего отверстия или иного конструктивного концентратора превышает величину

$$t_o = 2\sqrt{(D+S)(S-C_{\kappa})} \quad (29)$$

7.2.6. Расчетный диаметр  $d_0$  одиночного отверстия, не требующего укрепления стенки, в случае цилиндрического корпуса и эллиптического днища определяется равенством

$$d_0 = 0,25 \sqrt{D(S - c_k)} \quad (30)$$

В случае сферического днища значение  $d_0$  вычисляется по формуле

$$d_0 = 0,4 \sqrt{D(S - c_k)} \quad (31)$$

7.2.7. Для вводов принята классификация, представленная в табл. I.

7.2.8. Радиус перехода от наружной поверхности корпуса (днища) к наружной поверхности штуцера  $r_k$  должен удовлетворять неравенству

$$r_k \geq S_m / 3, \text{ но не менее } 15 \text{ мм.} \quad (32)$$

Радиус перехода от внутренней поверхности корпуса (днища) к внутренней поверхности штуцера должен удовлетворять неравенству

$$r_e \leq S_m / 3, \text{ но не менее } 10 \text{ мм} \quad (33)$$

7.2.9. В случае применения конструкций с укрепляющим поясом, выполненных в соответствии с черт. 8, толщина укрепляющего пояса должна быть не больше исполнительной толщины стенки корпуса

$$S_g \leq S. \quad (34)$$

В этом случае длина конического перехода должна быть не менее величины

$$l_k \geq 3 S_g \quad (35)$$

При применении многослойного укрепляющего пояса должно также удовлетворяться условие

Таблица I

## Классификация вводов

Тип ввода	Сплошное соединение штуцера и корпуса	Несплошное соединение штуцера и корпуса, выполненное в соответ- ствии с черт. 9
Вводы малого диаметра	$d \leq d_o - 2C_w$	$d \leq d_o - 2S_w$
Вводы среднего диаметра	$d_o - 2C_w \leq d \leq 2,5d_o - 2C_w$	$d_o - 2S_w \leq d \leq 2,5d_o - 2S_w$
Вводы большого диаметра в цилиндричес- кие корпуса и эллиптические днища	$2,5d_o - 2C_w \leq d \leq 0,3D$	-
Вводы большого диаметра в сферические днища	$2,5d_o - 2C_w \leq d \leq 0,5D$	-

$$l_{\delta} \geq \frac{d}{2} + l_k \quad (36)$$

где  $l_{\delta}$  - длина бандажа в соответствии с черт. 8.

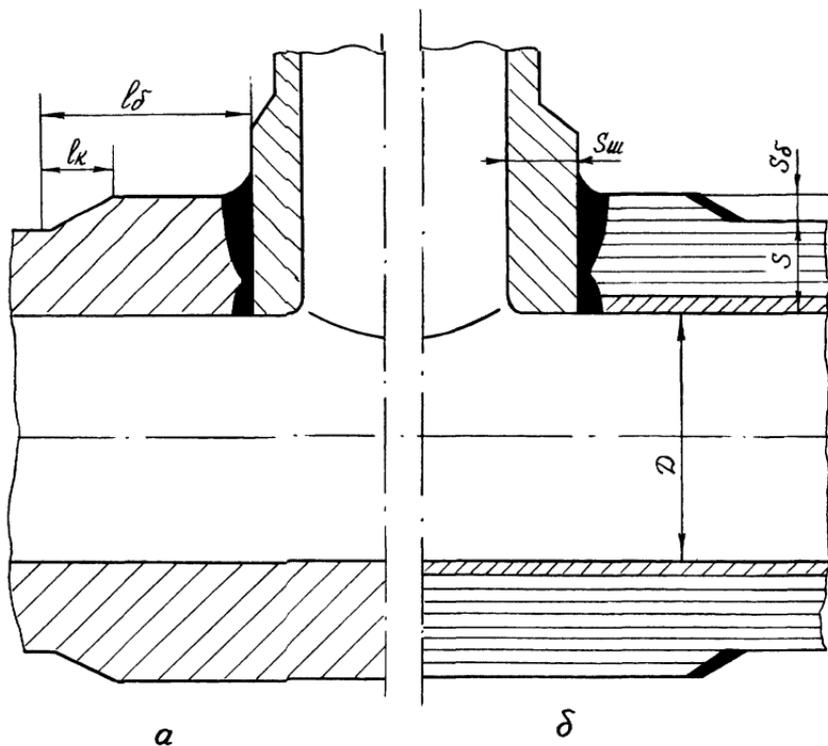
7.2.10. Граница сварного шва вводов всех типов должна быть удалена от границы кольцевого шва корпуса (днища) на расстояние не меньшее, чем расчетная толщина стенки корпуса  $S_e$ .

Расстояние от оси отверстия до границы кольцевого шва корпуса (днища) должно быть не менее  $0,9 d$ .

7.2.11. Расстояние между кромками двух отверстий в цилиндрическом корпусе должно быть не менее  $1,4$  полусуммы диаметров этих отверстий. В плоском и выпуклом днищах расстояние  $z_2$ , в соответствии с черт. 2.3, между кромками двух соседних отверстий, измеряемое по хорде, должно быть не менее диаметра наименьшего из этих отверстий. Расстояние от кромки отверстия в днище до начала закругления отбортованного воротника, измеряемое по хорде, должно быть не менее толщины стенки днища. Расстояние  $z$ , в соответствии с черт. 3, от кромки отверстия в выпуклом днище до внутренней поверхности цилиндрического борта, измеряемое по проекции на поперечное сечение цилиндрического корпуса, должно быть не менее  $0,1 D$ .

7.2.12. При размещении ввода в многослойную рулонированную стенку необходимо учитывать величину смещения границы сварного шва ввода относительно начального и замыкающего продольных швов рулонированного корпуса. Это смещение должно быть не менее  $30^{\circ}$  по дуге окружности цилиндрического корпуса.

Вводы в цилиндрический корпус  
с поясом усиления



- а) стенка корпуса сплошная;
- б) стенка корпуса многослойная

Черт. 8

## 7.3. Выбор размеров укрепляющих элементов

7.3.1. Одиночные отверстия вводов малого диаметра не требуют специального укрепления.

При этом должны выполняться условия

$$S \geq S_R + C_K \quad S_{ш} \geq S_{шR} + C_{ш} \quad (37)$$

В случае вводов с несплошным соединением штуцера и корпуса, выполненных в соответствии с черт. 9, для минимальной высоты сварного шва штуцера  $h$  должно выполняться неравенство

$$h \geq 1,5 S_{ш} \quad (38)$$

7.3.2. Одиночные отверстия вводов среднего диаметра следует укреплять либо металлом штуцера, либо металлом штуцера и корпуса (днища) одновременно.

При использовании в вводах среднего диаметра приварных штуцеров в соответствии с черт. 9, 10, 11 должны выполняться неравенства

$$F_{ш} + F_K + F_{\delta} \geq F' \quad (39)$$

$$F_{ш} \geq 0,2 F', \quad (40)$$

где  $F_{ш}, F_K, F_{\delta}, F'$  - площади, определяемые в соответствии с п. 7.3.5.

В случае однослойных корпусов (днищ) без приварных штуцеров, выполненных в соответствии с черт. 12, а также в случае штуцеров с несплошным соединением штуцера и корпуса, выполненных в соответствии с черт. 9, должно выполняться неравенство

$$F_K + F_{\delta} \geq F', \quad (41)$$

где  $F_K, F_{\delta}, F'$  - площади, определяемые в соответствии

с п. 7.3.5.

7.3.3. Одиночные отверстия вводов большого диаметра должны укрепляться металлом корпуса (днища) и штуцера одновременно, в соответствии с черт. 8, 11. В этом случае должны выполняться неравенства

$$F_{ш} + F_K + F_{\delta} \geq F \quad (42)$$

$$F_K + F_{\delta} \geq 0,35F \quad (43)$$

$$F_{ш} \geq 0,2F, \quad (44)$$

где  $F_{ш}, F_K, F_{\delta}, F$  - площади, определяемые в соответствии с п. 7.3.5.

7.3.4. В случае однослойных корпусов (днищ), в стенках которых размещены резьбовые гнезда для крепежных элементов, минимальное расстояние  $t_1$  от внутренней (наружной) поверхности корпуса, в соответствии с черт. 12, должно быть не менее диаметра этого гнезда.

$$t_1 \geq d_3 + c \quad (45)$$

Укрепляющие площади  $F_K, F_{\delta}, F_{ш}$ , вычисленные в соответствии с п. 7.3.5, должны быть в этом случае уменьшены на величину площади сечения гнезд, попадающих в рассматриваемое сечение.

7.3.5. Укрепляющая площадь штуцера  $F_{ш}$  определяется равенством

$$F_{ш} = 2l_{шр} (S_{ш} - S_{шр} - c_{ш}) \rho_{ш}, \quad (46)$$

где  $l_{шр} \leq \sqrt{d(S_{ш} - c_{ш})}$ , но не более величины  $l_{шк}$

$S_{шр}$  - расчетная толщина стенки, определяемая в соответствии с разд. 2;

$$\alpha_w = \begin{cases} [\sigma]_w / [\sigma] & \text{при } [\sigma]_w < [\sigma], \\ 1 & \text{при } [\sigma]_w \geq [\sigma] \end{cases} \quad (47)$$

Укрепляющая площадь корпуса  $F_k$  определяется равенством

$$F_k = 2\ell_p (s - s_p - c_k), \quad (48)$$

где  $\ell_p \leq \sqrt{D(s - c_k)}$ , но не более расстояния до ближайшей конструктивной неоднородности стенки корпуса (днища): до зоны сопряжения днища с цилиндрическим корпусом, до конического перехода фланца в корпус и др.;

$s_p$  - расчетная толщина стенки корпуса (днища), определяемая в соответствии с разд. 2 (3).

Укрепляющая площадь пояса усиления  $F_f$  определяется равенством

$$F_f = (2\ell_{fp} - l_k) s_\delta \alpha_\delta, \quad (49)$$

где  $\ell_{fp} \leq \sqrt{D(s - c_k)}$ , но не более величины  $\ell_f$ ;

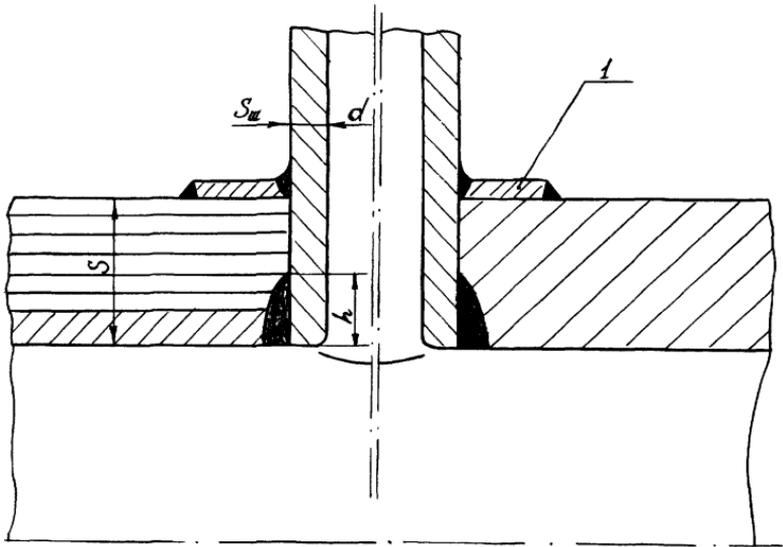
$$\alpha_\delta = \begin{cases} [\sigma]_\delta / [\sigma] & \text{при } [\sigma]_\delta < [\sigma], \\ 1 & \text{при } [\sigma]_\delta \geq [\sigma]. \end{cases} \quad (50)$$

Площадь сечения отверстия  $F$ , подлежащая компенсации, определяется равенством

$$F = (d - d_o) s_R \quad (51)$$

7.3.6. При укреплении отверстий, не являющихся одиночными, кроме требований п.п. 7.2.1) - 7.3.5 должно выполняться дополнительное требование: не менее половины всей площади, необходимой для укрепления наиболее ослабленного сечения, должно размещаться между отверстием и соседним концентратором; в этом случае для наибольшего диаметра отверстия, не требующего укрепления, принимается равенство  $d_o = 0$ .

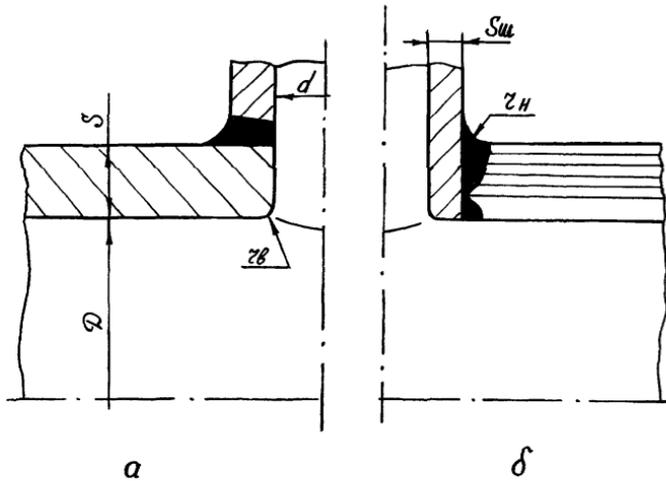
Вводы с неплотным соединением  
штуцера и корпуса



I - герметизирующая фиксирующая накладка

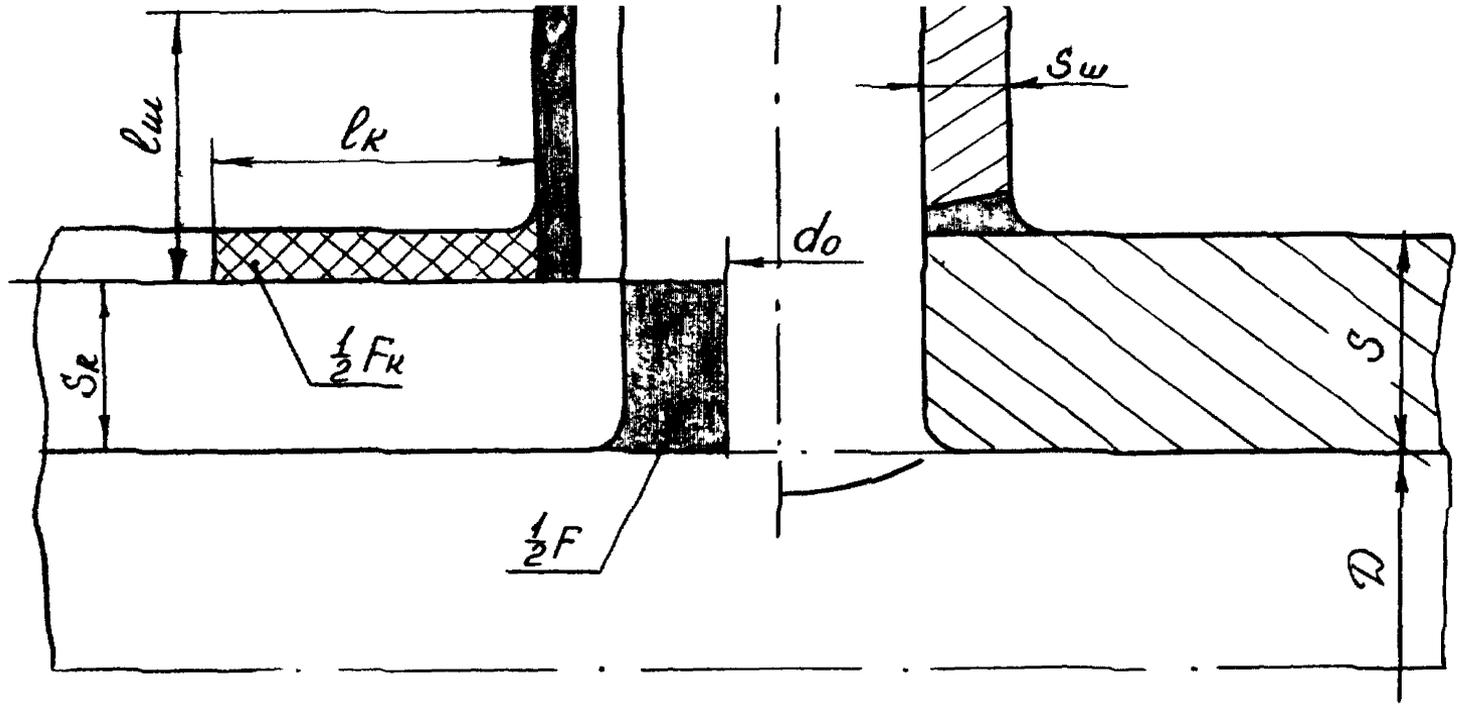
Черт. 9

Варианты приварки штуцеров в случае  
сплошного соединения штуцера и корпуса



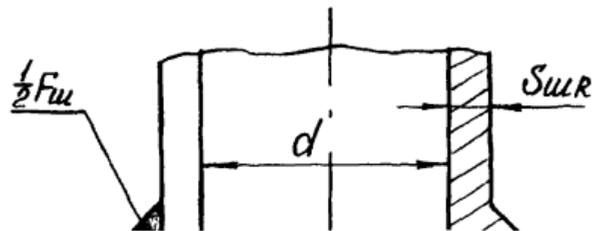
- а) штуцер, привариваемый к наружной поверхности корпуса (в случае многослойной стенки корпуса не применяется);
- б) штуцер, привариваемый по всей толщине стенки корпуса.

Черт.10

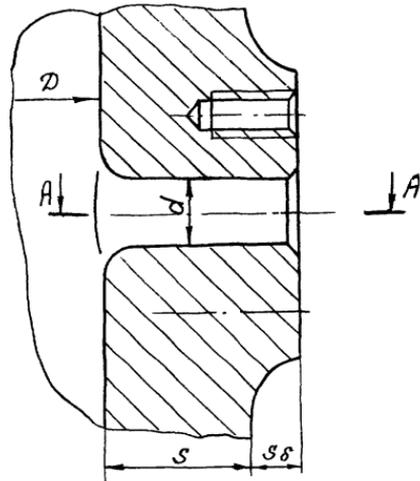


Черт. II

Схема компенсации площадей при укреплении  
отверстия

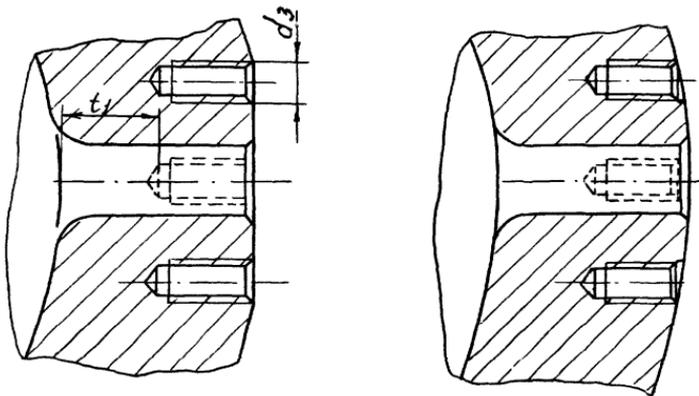


Вводы в сплошную стенку корпуса, не имеющие приварного штуцера



A-A вариант I

A-A вариант 2



Черт. I2

## 8. РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ МАЛОЦИКЛОВЫХ НАГРУЗКАХ

## 8.1. Условные обозначения

- $\zeta$  - коэффициент, учитывающий местные напряжения;  
 $\xi$  - коэффициент, учитывающий тип сварного шва.

## 8.2. Основные требования и порядок расчета

8.2.1. Расчет на циклическую прочность элементов сосудов высокого давления проводится по ГОСТ 25859-83 в соответствии с п.п.8.2.2-8.2.5.

8.2.2. При определении допускаемого числа циклов по упрощенной методике коэффициенты  $\xi$  и  $\zeta$  для элементов сосудов высокого давления выбираются из таблиц 2,3 данного раздела.

Для узлов и элементов сосудов, не приведенных в табл. 3, необходимо провести уточненный расчет в соответствии с п.п.8.2.4, 8.2.5.

8.2.3. Для зон соединения двух элементов проверка по упрощенной методике проводится для материала обоих стыкуемых элементов.

8.2.4. Если условие циклической прочности при оценке по номограммам ГОСТ 25859-83 не выполняется, то необходимо провести уточненный расчет напряженно-деформированного состояния каждого элемента конструкции и зон сопряжения элементов по специальным методикам.

После этого допускаемое число циклов определяется либо по расчетным кривым усталости, либо по расчетным формулам ГОСТ 25859-83.

Таблица 2

Значения коэффициента  $\lambda$ 

Марка стали	Сварка	Термообработка после сварки	$\lambda$
20, 20К, 22К	ручная	без термообработки	1,10
16ГС, 09Г2С,	автоматическая	высокий отпуск	1,00
10Г2С1, 08Г2СФБ		без термообработки	1,00
	электрошлаковая	высокий отпуск	1,00
		нормализация + отпуск	1,25
12МХ, 12ХМ, 12ХГНМ	ручная	высокий отпуск	1,00
12ХГНМФ; 15ХГНМФТ;	автоматическая	высокий отпуск	1,00
14ХГС			
22Х3М; 20Х2М;	ручная	высокий отпуск	1,00
15Х5М; 15Х2МФА;	автоматическая	высокий отпуск	1,25
10Х2М1		закалка + отпуск	1,25
	электрошлаковая	или нормализация + отпуск	1,25
08Х18Н10Т;	ручная	без термообработки	1,00
12Х18Н10Т;			
08Х17Н13М2Т;	автоматическая	термообработка	1,00
08Х17Н15М3Т;			
10Х17Н13М2Т;			
10Х17Н13М3Т			
03Х17Н14М3В0			

Таблица 3  
Значения коэффициента  $\zeta$  для однослойных элементов

Узел или элемент сосуда	$\zeta$
Гладкая цилиндрическая обечайка	1,7
Гладкая сферическая оболочка	1,5
Соединение выпуклого днища в виде сферического сегмента с цилиндром для соотношения $s_1/s \geq 0,5$	3,0
Соединение эллиптического днища с цилиндром одинаковой толщины	2,5
Соединение фланца с цилиндром	2,5
Плоская крышка без отверстия	2,0
Плоская крышка с отверстием	3,5
Выпуклое днище (сферическое) с вводом	3,0
Цилиндрическая обечайка с вводом	3,5

8.2.5. Если в результате уточненного расчета амплитуда напряжений больше предела текучести  $\sigma_1 > \sigma_{0.2}^t$ , то в ГОСТ 25859-83 вместо коэффициента концентрации напряжений  $k_\sigma$  принимается коэффициент концентрации условных упругих напряжений  $k_\sigma^*$ , определяемый из соотношения

$$k_\sigma^* = \frac{\alpha_\sigma^2}{k_\sigma}, \quad (52)$$

где  $\alpha_\sigma$  - теоретический коэффициент концентрации напряжений;

$k_\sigma'$  - коэффициент концентрации напряжений в упруго-пластической области.

Значение  $\kappa'_6$  определяется по формуле:

$$\kappa'_6 = \frac{\sigma_{02}}{\sigma_A} \quad (53)$$

где  $\sigma_A$  - амплитуда напряжений без учета концентрации

Таблица I  
Расчетные прочностные характеристики сталей при повышенной температуре

Марка стали	Стандарт на заготовку и вид заготовки	Нормативные прочностные характеристики при 20°C		Предел текучести, $\sigma_T$ , МПа								Предел прочности, $\sigma_B$ , МПа							
				Температура, °C															
				$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	100	150	200	250	300	350	400	450	100	150	200	250	300	350
20	ОСТ 26-01-135-81 поковки	170	340	170	165	160	150	140	130	110	-	340	335	320	310	300	290	280	-
22К		220	440	220	210	200	195	190	185	170	-	440	420	400	390	380	380	370	-
09Г2С		300	460	285	275	260	240	210	210	190	-	450	445	440	420	390	385	380	-
14ХГС		320	500	300	290	280	270	260	255	-	-	475	465	450	440	430	420	-	-
20Х2МН		450	600	425	415	400	380	350	330	300	275	580	565	550	530	500	480	450	425
		400	550	385	370	355	340	310	295	265	245	530	520	510	485	460	440	410	390
22Х3М		450	600	425	415	400	380	350	330	300	275	580	565	550	530	500	480	450	420
		400	550	380	365	350	325	300	275	250	225	535	520	500	475	450	425	400	375
18Х3МВ		450	600	435	425	400	390	380	370	350	360	575	560	550	535	525	510	500	470
15Х2МФА 25Х2МФА		440	550	430	425	420	410	405	400	375	350	550	540	530	520	510	500	480	450
18Х2МФА 25Х3МФА	540	650	530	525	520	510	505	500	460	430	630	610	600	580	570	560	530	500	

ОСТ 26 - 1046 - 87  
ПРИЛОЖЕНИЕ  
Справочное

Продолжение табл. I

Марка стали	Стандарт на заготовку и вид заготовки	Нормативные прочностные характеристики при 20°C		Предел текучести $\sigma_r$ , МПа									Предел прочности $\sigma_b$ , МПа								
				Температура, °C																	
						100		150		200		250		300		350		400		450	
$\sigma_r$ , МПа	$\sigma_b$ , МПа																				
20Х3МВФ	ГОСТ 20072-74 поковки	680	800	660	645	630	610	600	590	580	540	760	745	730	700	690	670	650	620		
15Х5М		220	400	210	200	190	185	180	175	170	165	380	355	330	325	320	315	310	290		
08Х13 12Х13	ОСТ 26-01-135-81 поковки	400	550	380	360	340	335	330	320	300	290	550	530	510	505	500	480	460	410		
20Х13		450	600	430	420	410	400	370	370	370	350	600	560	540	520	500	485	470	440		
30Х13		600	750	575	555	540	530	520	500	480	460	735	725	720	700	680	620	560	500		
08Х17Н15М3Т 10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т		200	500	190	180	175	170	160	155	150	145	-	-	-	-	-	-	-	-		
20К	ГОСТ 5520-79 листовая сталь	250	410	245	240	240	215	195	175	150	-	420	415	410	400	380	370	360	340		
		240	410	235	230	230	210	190	165	145	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Продолжение табл. I

Марка стали	Стандарт на заготовку и вид заготовки	Нормативные прочностные характеристики при 20°С		Предел текучести $\sigma_T$ , МПа								Предел прочности $\sigma_B$ , МПа							
		$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	Температура, °С								Температура, °С							
				100	150	200	250	300	350	400	450	100	150	200	250	300	350	400	450
09Г2С	ГОСТ 19282-73, ГОСТ 5520-79 листовая сталь	330	480	305	290	275	260	225	205	180	-	480	470	460	450	425	400	390	-
		310	470	285	275	260	245	215	190	170	-	465	450	435	420	400	390	380	-
		290	460	265	255	240	230	200	180	160	-	440	430	420	410	400	390	380	-
		280	450	260	245	235	220	195	175	155	-	430	420	410	400	390	380	370	-
		270	440	250	235	225	215	185	170	150	-	420	410	400	390	380	370	360	-
		340	490	310	290	275	255	235	205	185	-	490	480	470	455	425	415	400	-
10Г2С1		330	480	300	285	265	250	220	200	180	-	480	470	460	440	420	405	390	-
		330	460									460	460	450	430	410	400	380	-
		300	440	275	260	245	225	200	180	165	-	440	430	420	400	390	380	370	-
16ГС		320	490	300	290	275	255	220	200	175	-	480	470	460	450	420	410	400	-
		300	480	280	270	260	240	205	185	165	-	470	460	450	440	415	400	390	-
		290	470	270	260	250	230	200	180	160	-	450	440	430	420	410	390	380	-
	280	460	260	250	240	220	195	175	155	-	440	430	420	410	390	380	370	-	

Продолжение табл. I

Марка стали	Стандарт на заготовку и вид заготовки	Нормативные прочностные характеристики при 20°C		Предел текучести $\sigma_T$ , МПа								Предел прочности $\sigma_B$ , МПа							
				Температура, °C															
				100	150	200	250	300	350	400	450	100	150	200	250	300	350	400	450
$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа																		
12ХМ	ГОСТ 5520-79 листовая сталь	250	450	250	240	240	230	220	210	200	190	-	430	-	420	400	-	-	-
12МХ		220	420	220	215	215	215	210	205	190	180	-	410	-	410	380	-	-	-
12Х1МФ		300	450	270	265	260	250	240	230	220	210	440	435	430	430	420	400	380	350
10Х2М1		240	430	240	235	230	230	220	210	200	190	-	420	-	405	400	-	-	-
35Х	ОСТ 26-01-144- -81 поковки, сортовой прокат	600	750	575	555	540	530	520	500	480	460	735	725	720	700	680	620	560	500
38ХА																			
40Х																			
40ХФА																			
30ХМА																			
	650	800	620	610	600	570	550	510	480	440	790	785	780	770	740	710	660	600	
	550	700	540	530	520	510	500	480	450	420	680	670	660	650	640	620	600	560	
	400	600	380	380	370	350	340	340	330	300	580	560	540	520	500	490	470	420	

Продолжение табл. I

Марка стали	Стандарт на заготовку и вид заготовки	Нормативные прочностные характеристики при 20°C		Предел текучести $\sigma_T$ , МПа								Предел прочности $\sigma_B$ , МПа							
				Температура, °C															
				100	150	200	250	300	350	400	450	100	150	200	250	300	350	400	450
$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа																		
25Х1МФ	ОСТ 26-01-144-81	680	800	650	635	620	600	570	540	500	460	790	785	780	770	740	710	660	600
38ХНЗМФА		650	800	680	610	590	580	575	570	560	550	750	735	720	710	700	680	620	-
34ХНЗМ	доковки, сортовой прокат	800	950	775	750	720	715	710	700	690	675	890	875	860	855	840	830	770	735
		800	950	775	755	740	730	720	680	640	590	910	890	870	860	850	805	760	710
12Х18Н10Т		200	500	190	180	175	170	160	155	145	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08Г2СФБ		450	600	420	400	385	370	350	320	-	-	585	575	570	560	550	480	-	-
12Х1М	ОСТ 26-01-221-86 рулонная сталь	500	700	490	485	475	465	450	450	390	350	685	680	670	660	650	650	630	-
12Х1МФ																			
15Х1МФТ		450	650	440	435	425	420	410	400	370	350	635	630	625	615	605	600	580	550

Примечание. Расчетные прочностные характеристики стали при повышенной температуре выбираются по нормативным прочностным характеристикам этой стали при 20°C. Нормативные прочностные характеристики сталей при 20°C в зависимости от толщины и термической обработки заготовки приведены в приложении, табл. 2

Таблица 2  
 Нормативные прочностные характеристики сталей при температуре 20°C

Марка стали	Стандарт	Вид заготовки	Толщина заготовки, мм	Термическая обработка	Предел текучести	Времен. сопротивление разрыву	Относительное удлинение	Относительное сужение	Ударная вязкость КСU	Твердость НВ	
					$\sigma_T$ МПа	$\sigma_B$ МПа	$\delta_5\%$	$\psi\%$	Дж/см <sup>2</sup>		
20	ОСТ 26-01- 135-81	Поковки	30I-500	Нормализация 890-900°C	170	340	15	34	40	I03-I08	
			50I-800	Отпуск 650-680°C	170	340	14	30	35	I05	
200			Нормализация 880-920°C Отпуск 600-700°C	220	440	2I	48	50	I23-I79		
20I-500			Закалка 880-920°C Отпуск 600-700°C								
22K											
09Г2С				500 (масса до 3 т)	Закалка 910-930°C Отпуск 640-660°C	300	460	24	45	60	I20-I79
14ХГС				550 (масса до 3 т)	Закалка 900-970°C Отпуск 640-660°C	320	500	17	-	60	I49-207
20Х2МА				до 270	Нормализация 920°C Отпуск 650-680°C	450	600	16	45	70	I97-237
				270-550	Закалка 920°C Отпуск 650-680°C	400	550	16	45	70	
22Х3М				до 550	Нормализация 920°C Отпуск 650-720°C	450	600	16	50	60	I74-2I7
		550-700	Закалка 10°C Отпуск 650-720°C	400	550	16	45	60			

Продолжение табл. 2

Марка стали	Стандарт	Вид заготовки	Толщина заготовки, мм	Термическая обработка	Предел текучести	Временное сопротивление разрыву	Относительное удлинение	Относительное сужение	Ударная вязкость КСЧ	Твердость НВ
					$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	Дж/см <sup>2</sup>	
30ХМА	ОСТ 26-01- -135-81	Поковки	до 350	Закалка 880-900°C Отпуск 700-780°C	400	600	16	40	60	173-241
18ХЗМВ			до 200	Закалка 970°C Отпуск 660-690°C	450	600	16	45	60	179-241
15Х2МФА			до 400	Закалка 1000°C Отпуск 650-690°C	440	580	14	50	60	187-229
18Х2МФА					540	650	13	50	35	207-225
25Х2МФА			450	600	440	580	14	50	60	187-229
25ХЗМФА			540		650	13	50	35	207-225	
20ХЗМВФ		до 350	Закалка 1020°C Отпуск 660-690°C	680	800	14	-	60	241-285	
15Х5М	ГОСТ 20072-74		до 200	Нормализация 840-860°C	220	400	13	50	30	217
08Х13			50	Закалка 1050°C Отпуск 700-780°C	400	550	14	35	-	187-229
12Х13					450	600	14	40	40	197-248
20Х13			600		750	14	40	30	235-271	
30Х13			200							

Продолжение табл. 2

Марка стали	Стандарт	Вид заготовки	Толщина заготовки, мм	Термическая обработка	Предел текучести $\sigma_T$ , МПа	Времн. сопр-е разрыву $\sigma_b$ , МПа	Относительное удлинение $\delta_5$ , %	Относительное сужение $\psi$ , %	Ударная вязкость КСU Дл/см <sup>2</sup>	Твердость НВ
38ХНЗМФА	ОСТ	Поковки	до 450	Закалка 860-880°C Отпуск 650-670°C	650	800	13	35	60	-
08Х17Н15М3Т	26-01-		до 350	Закалка 1100°C	200	500	35	45	-	200
10Х17Н13М2Т 10Х17Н13М3Т	-135-81									
20К	ГОСТ 5520-79	Лист	до 20	Нормализация	250	410	25	-	60	123-179
09Г2С	ГОСТ 19282-73		21-40		240	410	24	-	55	156-190
			10-20		330	480	21	-	60	
			21-32		310	470	21	-	60	
			33-60		290	460	21	-	60	
			61-80		280	450	21	-	60	
			81-160		270	440	21	-	60	
10Г2С1	ГОСТ 19282-73		10-20		340	490	21	-	60	
			21-32		330	480	21	-	60	
			33-60		330	460	21	-	60	
			61-160		300	440	21	-	60	

Продолжение табл. 2

Марка стали	Стандарт	Вид заготовки	Толщина заготовки, мм	Термическая обработка	Предел текучести	Времен. сопротивление разрыву	Относительн. удлинение	Относительн. сужение	Ударная вязкость КС	Твердость НВ
					$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\psi$ , %	Дж/см <sup>2</sup>	
I6TC	ГОСТ I9282-73	Лист	10-20	Нормализация	320	490	2I	-	60	I48-I97
			2I-32		300	480	2I	-	60	
			33-60		290	470	2I	-	60	
			6I-I00		280	460	2I	-	60	
I2XM	ГОСТ 5520-79	Лист	4-50	Горячекатаная, термообработанная	250	450	22	-	60	-
I2XMI			4-40		300	450	2I	-	80	-
I2MX			I2-40		220	420	24	-	60	-
IOX2MI			до 60		240	430	I9	-	80	-
35X	ОСТ -I44-8I	Поковки или сортовой прокат для шпилек	до I00	Закалка 850-870 <sup>o</sup> C	600	750	I4	-	60	235-277
38XA				Отпуск 500-560 <sup>o</sup> C						
40X			Закалка 830-870 <sup>o</sup> C							
40XФА			Отпуск 500-560 <sup>o</sup> C							
30XMA			до 80	Закалка 870-890 <sup>o</sup> C	650	800	I3	-	60	24I-293
			8I-200	Отпуск 540-600 <sup>o</sup> C	550	700	I2	-	50	2I2-248

Продолжение табл. 2

Марка стали	Стандарт	Вид заготовки	Толщина заготовки, мм	Термическая обработка	Предел текучести $\sigma_T$ , МПа	Времен. сопротивление разрыву $\sigma_B$ , МПа	Относительн. удлинение $\delta_5$ %	Относительн. сужение $\psi$ %	Ударная вязкость КСЧ Дж/см <sup>2</sup>	Твердость НВ
25Х1МФ	ОСТ 26-01- 144-81	Поковки или сортовой прокат для шпилек	до 200	Закалка 930-950 <sup>o</sup> C	680	800	16	-	60	241-311
Отпуск 570-630 <sup>o</sup> C										
Закалка 860-880 <sup>o</sup> C				800	950	12	-	60	293-339	
Отпуск 640-660 <sup>o</sup> C										
34ХНЗМ	ОСТ 26-01- 221-86	Рулонная сталь	5	Закалка 830-850 <sup>o</sup> C	800	950	12	-	60	293-339
12Х18Н10Т				Отпуск 550-600 <sup>o</sup> C						
08Г2СФБ	ОСТ 26-01- 221-86	Рулонная сталь	5	Закалка 1020-1100 <sup>o</sup> C	200	500	40	-	-	-
12Х1НМ				Горячекатаная с термоупрочнением	450	600	21	-	50	-
12Х1НМФ				Нормализация 900-920 <sup>o</sup> C	500	700	17	-	-	-
15Х1НМФТ				Отпуск 700-720 <sup>o</sup> C	450	650	17	-	-	-

ГОСТ 14249-80	1.3.1, 1.4, 1.7
ГОСТ 25215-82	вводная часть, 1.5.1, 1.5.2, 1.6.1, 2.2, 3.2.1, 3.3.1, 3.4.2.2, 3.4.3.2, 3.4.3.3, 3.4.4.1, 7.3.2
ГОСТ 25859-83	1.8.6.1, 1.8.6.2, 1.8.6.3, 8.2.1, 8.2.4
ГОСТ 26303-84	вводная часть, 1.5.1, 4.2, 4.3
СТ СЭВ 5206-85	вводная часть, 5.3, 6.1, 6.2
ОСТ 26-291-79	вводная часть
ОСТ 26-01-9-90	вводная часть
ОСТ 26-01-138-81-	
ОСТ 26-01-144-81	4.1, 5.2.6, приложение
ОСТ 26-01-221-86	вводная часть, 1.3.3, приложение
ОСТ 26-01-135-81	приложение
ГОСТ 20072-74	приложение
ГОСТ 5520-79	приложение
ГОСТ 19282-73	приложение

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

I. УТВЕРЖДЕН Министерством химического и нефтяного  
машиностроения

## ИСПОЛНИТЕЛИ:

В.И.Лившиц, канд.техн.наук; В.Г.Татаринов, канд.техн.наук; П.Г.Пимштейн, канд.техн.наук; Р.М.Романова, канд.техн.наук; Л.Б.Цвик, канд.физ.-мат.наук; Л.М.Антипьева, С.И.Федотова, С.Г.Татарина, Т.М.Климова, В.Д.Молчанова.

2. ЗАРЕГИСТРИРОВАН ВНИИКИ за № от

Срок первой проверки 1988г.

Периодичность проверки 5 лет.

3. ВЗАМЕН ОСТ 26-1046-74

4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

---

Обозначение НТД,  
на который дана ссылка

Номер пункта, подпункта,  
перечисления, приложения

---

ГОСТ 11879-81

вводная часть, I.6.I

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Общие положения . . . . .	3
I.1. Условные обозначения . . . . .	3
I.2. Материалы и требования к конструкции и изготовлению . . . . .	3
I.3. Рабочее, расчетное, пробное давления, давление опрессовки . . . . .	3
I.4. Расчетная температура . . . . .	3
I.5. Допускаемое напряжение, коэффициенты запаса прочности . . . . .	4
I.6. Коэффициент прочности сварных соединений . . . . .	4
I.7. Прибавки к расчетным величинам . . . . .	4
I.8. Порядок расчета . . . . .	5
2. Обечайки цилиндрические . . . . .	7
2.1. Условные обозначения . . . . .	7
2.2. Расчет обечайек цилиндрических однослойных . . . . .	8
2.3. Расчет обечайек цилиндрических многослойных . . . . .	8
2.4. Соединение цилиндрических обечайек . . . . .	10
3. Днища . . . . .	10
3.1. Условные обозначения . . . . .	10
3.2. Расчет кованых плоских отбортованных и слабовыпуклых днищ, сопряженных с однослойными обечайками . . . . .	13
3.3. Расчет выпуклых днищ, сопряженных с однослойными обечайками . . . . .	13
3.4. Расчет выпуклых днищ, сопряженных с многослойными обечайками . . . . .	14
4. Уплотнительные соединения. Шпильки . . . . .	20

5. Фланцы . . . . .	20
5.1. Условные обозначения . . . . .	20
5.2. Расчет фланца . . . . .	21
6. Крышки . . . . .	24
7. Укрепление отверстий . . . . .	24
7.1. Условные обозначения . . . . .	24
7.2. Общие положения . . . . .	26
7.3. Выбор размеров укрепляющих элементов . .	31
8. Расчет на прочность при малоцикловых нагрузках	38
8.1. Условные обозначения . . . . .	38
8.2. Основные требования и порядок расчета	38
Приложение . . . . .	42
Информационные данные . . . . .	52