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

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Министра химического
и нефтяного машиностроения

Р.Ф.Шеин

1987г.

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

Сосуды и аппараты высокого давления.

Нормы и методы расчета на прочность

ОСТ 26-[illegible]6 - 87

Директор Иркутского НИИхиммаша 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 [illegible].В.Захаров

СОГЛАСОВАНО

Директор УкрНИИхиммаша П.П.Прядкин

СОГЛАСОВАНО

Директор НИИхиммаша 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 В.М.Зубенко
письмо от 9.09.87г.

УДК Группа Г02

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
ОКСТУ 3602

ОСТ 26-1046-87

Дата введения 01.01.88

Настоящий стандарт распространяется на сосуды и аппараты стальные кованые, 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 допускается ГОСТ 14249-80.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

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°С, из низколегированной и среднелегированной сталей 420°С и из аустенитной стали 525°С.

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 26-1046-74 и изготовленные до 01.01.90, требования настоящего стандарта не распространяются.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Условные обозначения

N - число циклов нагружения;

$[N]$ - допускаемое число циклов нагружения;

$[\sigma]$ - допускаемое напряжение при расчетной температуре, МПа;

σ_A - амплитуда напряжений при расчетной температуре, МПа;

$[\sigma_A]$ - допускаемая амплитуда напряжений при расчетной температуре, МПа;

φ - коэффициент прочности сварного шва.

I.2. Материалы и требования к конструкции и изготовлению

I.2.I. Материалы, применяемые для изготовления сосудов и аппаратов высокого давления, должны удовлетворять требованиям государственных стандартов или технических условий заводов-изготовителей.

I.3. Рабочее, расчетное, пробное давление, давление опрессовки

I.3.I. Рабочее, расчетное и пробное избыточные давления - - по ГОСТ I4249-80.

I.3.2. Величину гидравлического испытания пробным избыточным давлением следует назначать в соответствии с "Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением", утвержденными Госгортехнадзором.

I.3.3. Многослойные сосуды и аппараты должны подвергаться испытанию повышенным избыточным давлением опрессовки в соответствии с ОСТ 26-0I-22I-86.

I.4. Расчетная температура

Расчетная температура - по ГОСТ I4249-80.

I.5. Допускаемое напряжение, коэффициенты запаса прочности

I.5.I. 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.

I.5.2. Проверку прочности всех монолитных деталей на пробное давление необходимо производить в соответствии с ГОСТ 25215-82.

I.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 I,0 для шпилек и не менее I,07 для других деталей. Указанная проверка не производится для многослойных цилиндрических обечаек и для расчета укрепления отверстий.

I.6. Коэффициент прочности сварных соединений

I.6.I. Для кованых, кованосварных сосудов, отвечающих требованиям ГОСТ II879-8I, 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.

I.6.2. Для рулонированных сосудов и аппаратов коэффициент $\varphi = I,0$.

I.7. Прибавки к расчетным величинам

Значение прибавки к расчетным толщинам конструктивных элементов сосуда или аппарата принимается по ГОСТ I4249-80.

I.8. Порядок расчета

I.8.I. Предварительно производится расчет толщин стенок и основных размеров элементов сосуда или аппарата.

I.8.2. При определении расчетной толщины стенки элементов сосудов или аппаратов, работающих при температуре свыше 200°С, толщина аустенитного наплавленного или плакирующего защитного слоя, а также футеровки и аустенитной центральной обечайки не учитывается

I.8.3. После определения размеров элементов сосуда или аппарата производится поверочный расчет на прочность при малоцикловых нагрузках.

I.8.4. Однослойные и многослойные сосуды и аппараты, содержащие элементы и узлы, конструктивное оформление которых соответствует данному стандарту, и удовлетворяющие условиям п.I.8.5, могут быть допущены в эксплуатацию без проверки на прочность при малоцикловых нагрузках при числе циклов нагружения, не превышающем I000.

Это положение распространяется на многослойные сосуды с внутренним диаметром не более I400мм при внутреннем давлении, не превышающем 32 МПа.

Многослойные сосуды при давлении до 32 МПа с внутренним диаметром свыше I400мм до I800мм допускаются на число циклов, не превышающее 500, а с внутренним диаметром свыше I800мм до 2400мм - 200 циклов.

I.8.5. Проверка на прочность при малоцикловых нагрузках, не превышающих I000, не проводится, если выполняются следующие условия:

I) скорость подъема температуры стенки при выводе на режим или во время рабочего процесса не превышает 30°С в час;

2) температура стенки внутри сосуда или аппарата не превышает 200°С;

3) при температуре стенки внутри сосуда или аппарата более 200°С 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°С независимо от наличия наружной теплоизоляции;

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

I.8.6. Для элементов однослойных сосудов или аппаратов, удовлетворяющих данному стандарту по конструктивному оформлению и условиям п. I.8.5, но имеющих число циклов нагружений больше I000, проводится поверочный расчет на прочность при малоцикловых нагрузках, при этом должны выполняться условия:

$$\sigma_A \le [\sigma_A] \quad или \quad N \le [N] \qquad (I)$$

I.8.6.I. Амплитуду напряжений σ_A определяют по упрощенному расчету ГОСТ 25859-83 с учетом требований разд. 8 настоящего стандарта.

I.8.6.2. Допускаемую амплитуду напряжений $[\sigma_A]$ или допускаемое число циклов $[N]$ определяют по ГОСТ 25859-83.

I.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, σ_A, согласованный с ИркутскНИИхиммашем.

I.8.7. Если элементы однослойных и многослойных сосудов и аппаратов не удовлетворяют данному стандарту по конструктивному оформлению и условиям п. I.8.5, или, если расчетное число циклов нагружений для многослойных сосудов превышает допускаемое по п.I.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;

$D_ц$ – наружный диаметр центральной обечайки, мм;

$D_к$ – наружный диаметр кожуха многослойной обечайки, мм;

S – исполнительная толщина стенки обечайки, мм;

S_R – расчетная толщина стенки обечайки, мм;

$S_ц$ – исполнительная толщина центральной обечайки, мм;

S_c – общая исполнительная толщина слоев, расположенных между центральной обечайкой и кожухом, мм;

$S_к$ – 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;

β – исполнительный коэффициент толстостенности;

β_R – расчетный коэффициент толстостенности;

$[\sigma]_{ср}$ – среднее допускаемое напряжение, МПа;

$[\sigma]_ц$ – допускаемое напряжение для материала центральной обечайки, МПа;

$[\sigma]_c$ – допускаемое напряжение для материала слоев, расположенных между центральной обечайки и кожухом, МПа;

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

φ - 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

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

где

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

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

Исполнительная толщина стенки должна удовлетворять условию:

$$S \geq S_R + C \qquad (5)$$

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 β_R рассчитываются

заново. Расчеты повторяются до получения одинаковых значений $[\sigma]_{ср}$ 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

$$S_p = 0,5 D_ц \left(exp \frac{p_c}{[\sigma]_c} - 1\right) + S_ц + S_к, \qquad (6)$$

где

$$p_c = p - [\sigma]_ц \ln \frac{D_ц}{D} - [\sigma]_к \ln \frac{D_к}{D_к - 2S_к} \qquad (7)$$

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

$$[\sigma]_{ср} = \frac{[\sigma]_ц \cdot S_ц + [\sigma]_c \cdot S_c + [\sigma]_к \cdot S_к}{S_ц + S_c + S_к} \qquad (8)$$

2.3.5. Допускаемое рабочее давление определяется по формуле

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

где

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

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

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

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. 1. При этом должно соблюдаться условие

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

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

$$L \geq 0{,}4\sqrt{DS''} \qquad (13)$$

При $S''/S' \leq 1{,}2$ разрешается конический переход выполнять за счет скоса более толстой обечайки в соответствии с черт. 1г, 1д, 1е, 1ж.

3. ДНИЩА

3.1. Условные обозначения

D - внутренний диаметр сосуда или аппарата, мм;

d_1 - диаметр центрального отверстия, мм;

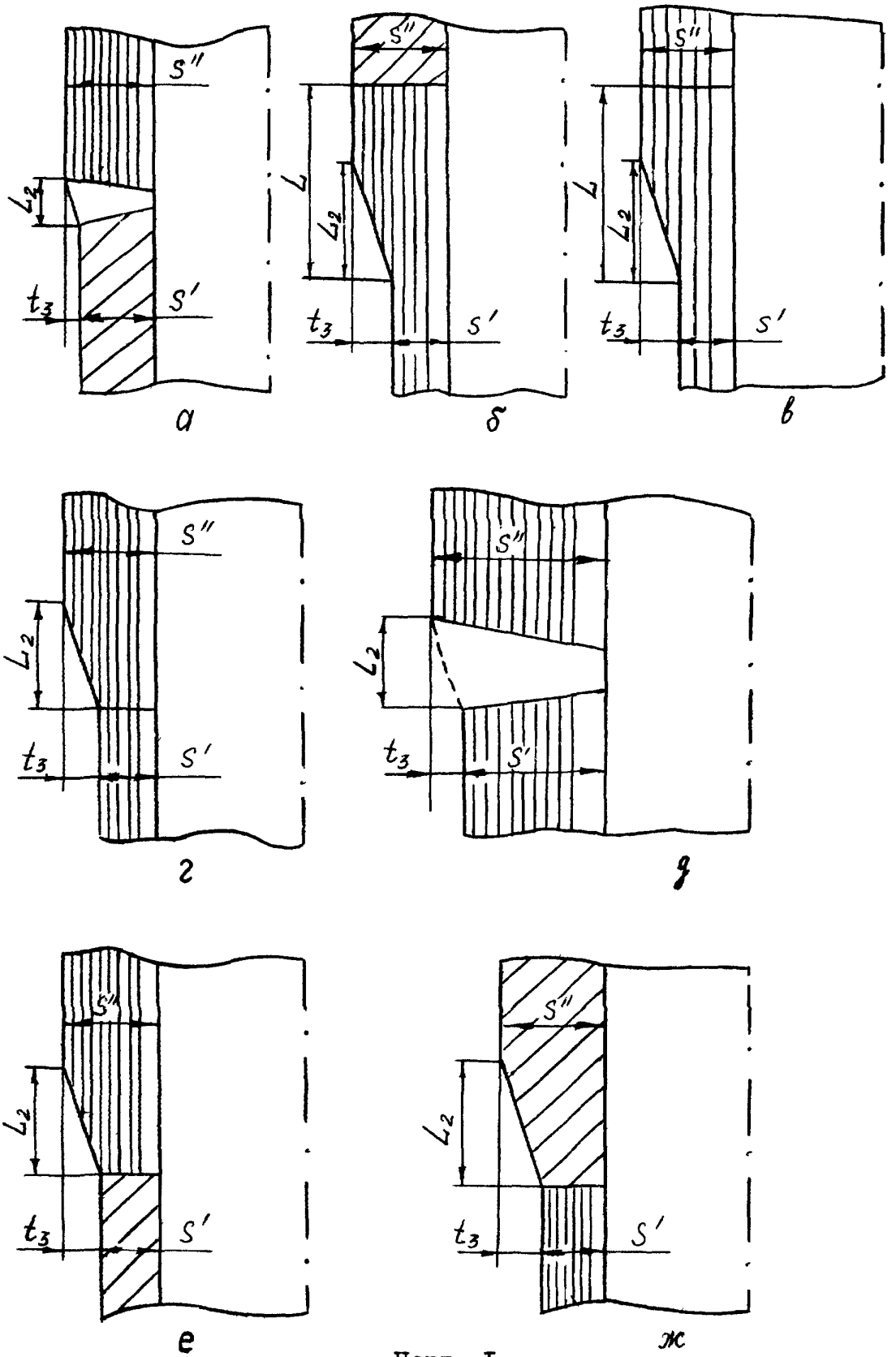
d_2 - диаметр сквозного отверстия, мм;

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

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

f - площадь фасонного сечения, мм^2;

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_1 - исполнительная толщина днища, мм;

s_{1R} - расчетная толщина днища, мм;

s_M - исполнительная толщина многослойной цилиндрической обечайки, мм;

s_{MR} - расчетная толщина многослойной цилиндрической обечайки, мм;

t - расстояние от края отверстия до внутренней стенки сосуда или аппарата, мм;

t_1 - расстояние от внутренней поверхности днища до гнезда под шпильку, мм;

t_2 - расстояние между кромками двух соседних отверстий, мм;

t_3 - разница толщин стенок стыкуемых элементов, мм;

θ - угол между нормалью к внутренней поверхности, на краю днища и осью сосуда, градус;

ω - угол от кромки днища до кромки отверстия, градус.

3.2. Расчет кованых плоских отбортованных и слабовыпуклых днищ, сопряженных с однослойными обечайками

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

$$r \geqslant S_R, \quad r_1 \geqslant 1{,}8 S_R, \quad h_1 \geqslant 1{,}8 S_R, \quad h_2 \geqslant S_R \qquad (14)$$

3.2.2. Расстояние t_1, в соответствии с черт. 2, от внутренней поверхности днища 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. 7.2.11.

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

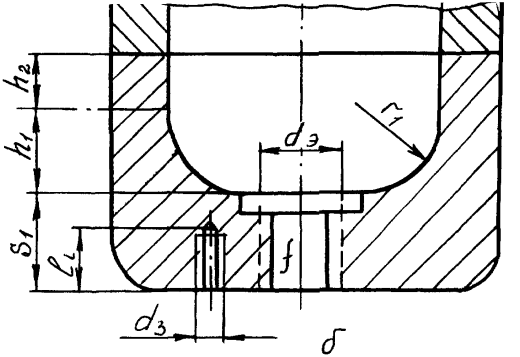
$$d_э = \frac{f}{S_1} \qquad (15)$$

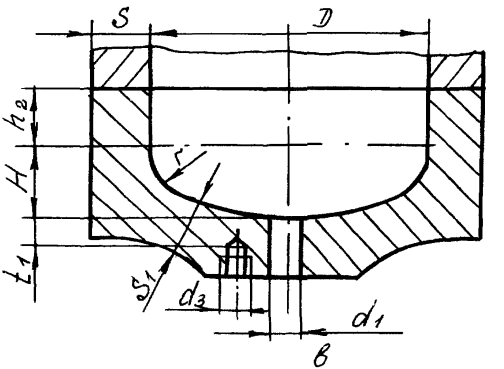
3.3. Расчет выпуклых днищ, сопряженных с однослойными обечайками

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

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

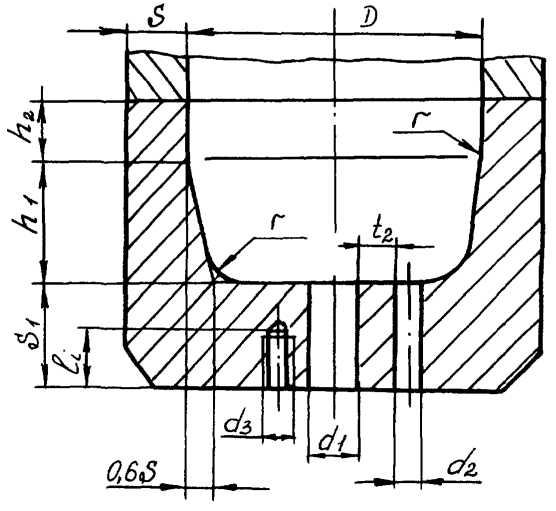
Расстояние t_2, в соответствии с черт. 3, между кромками двух соседних отверстий определяется по п. 7.2.11.



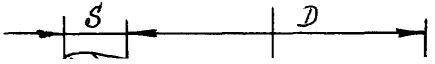


Черт. 2

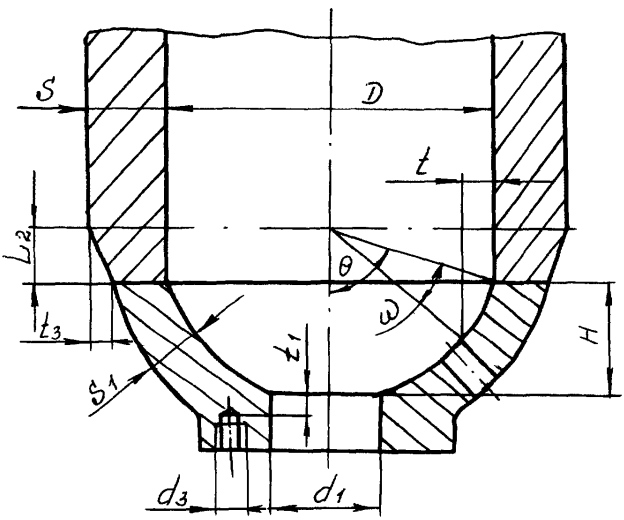
Кованые плоские и слабовыпуклые днища



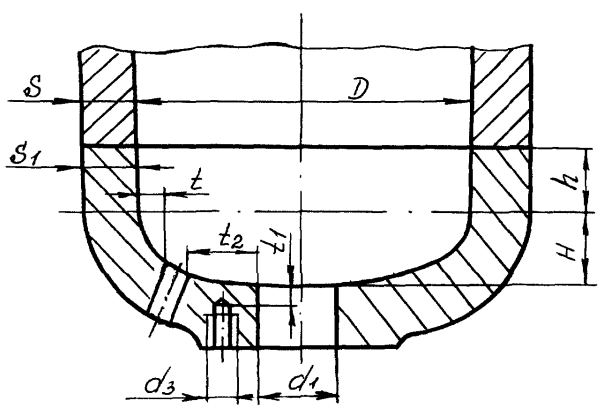
а



Выпуклые днища



а



б

Черт. 3

3.3.3. В случае $S_1 < S$ конструктивное оформление зоны сопряжения выполняется по черт. 3а, при этом должно соблюдаться условие $l_2/l_3 \geq 3$.

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 $90^0 \leq \theta \leq 87^0$

3.4.2.1. Днища сферические с углом сегмента $90^0 \leq \theta \leq 87^0$ 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 $l_2/l_3 \geq 3$.

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

3.4.3. Днища сферические с углом сегмента $87^0 > \theta \geq 75^0$

3.4.3.1. Выпуклые днища в виде сферического сегмента с углом $87^0 > \theta \geq 75^0$ 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 $87^0 > \theta \geq 75^0$ 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

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

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

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

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

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

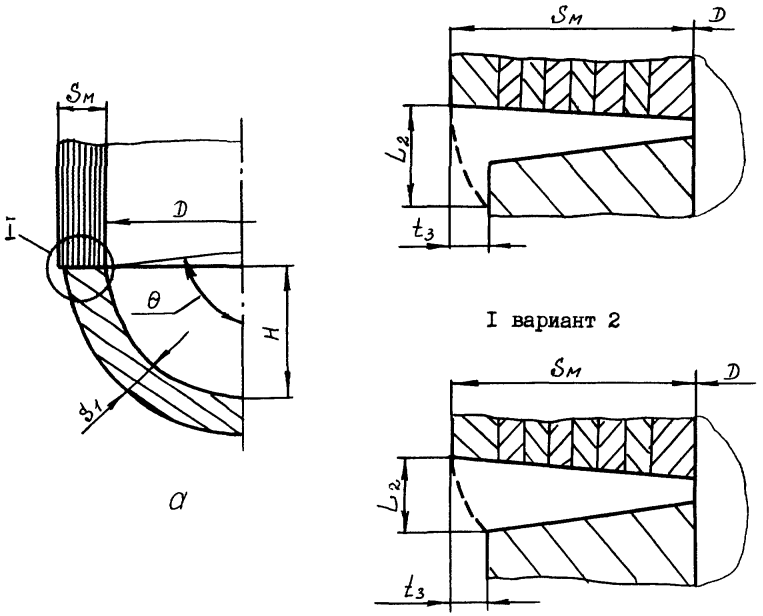
3.4.4.2. При $S_1 > S_M$, в соответствии с черт. 4б, S_M увеличивается до величины S_1 дополнительными слоями на длине

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

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

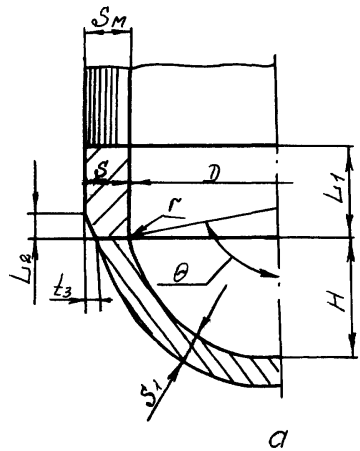
Выпуклые днища, сопряженные с многослойной обечайкой без вставки

I вариант I

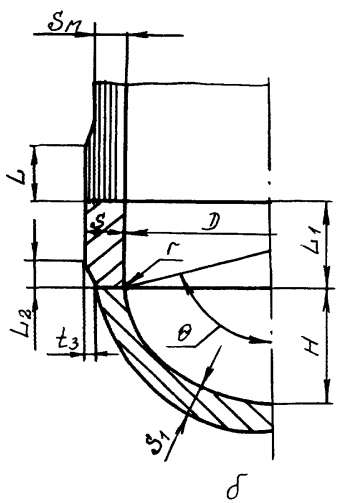


Черт. 4

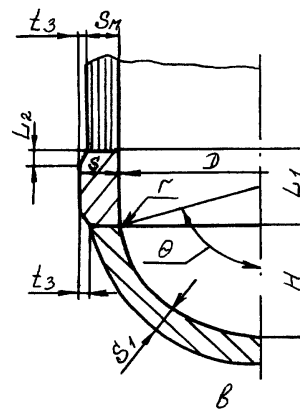
Сферические днища с углом сегмента $87^{\circ} > \Theta \geq 75^{\circ}$, сопряженные с многослойной обечайкой посредством вставки



а



б



в

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_6 - 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_6 - 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;

α - угол наклона образующей конической части фланца, градус;

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

5.2. Расчет фланца

5.2.1. Расчет распространяется на кованые 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

$$D_3 \geq \max\left\{D + 2d_в ; \frac{2{,}2 d_в}{\sin\frac{180}{z}}\right\} \qquad (20)$$

Для затворов с плоской металлической прокладкой должно также соблюдаться условие

$$D_3 \geq 1{,}05 D_б + d_в \qquad (21)$$

5.2.4. Наружный диаметр фланца определяется из условия

$$D_2 \geq D_3 + 2d_в \qquad (22)$$

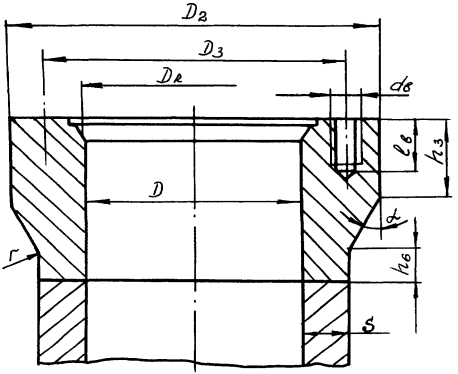
5.2.5. Рекомендуемый угол наклона образующей конической части фланца

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

допускается принимать

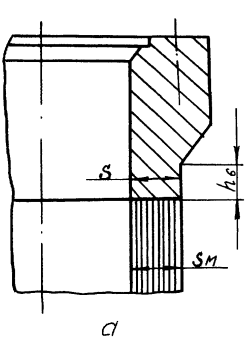
$$30^\circ < \alpha \leq 45^\circ \qquad (24)$$

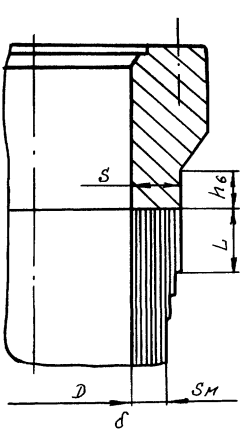
Конструктивное оформление кованых фланцев



Черт. 6

Конструктивное оформление кованых фланцев, сопряженных с многослойной обечайкой





Черт.7

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

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

5.2.6. Величины h_3 и h_6 определяются из условий

при $\alpha \leq 30°$; $h_3 \geq \ell_B + 0{,}25 d_B$; $h_6 \geq 0{,}7 S_R$ (26)

при $30° < \alpha \leq 45°$; $h_3 \geq \ell_B + 0{,}75 d_B$, $h_6 \geq S_R$ (27)

где ℓ_B определяется по ОСТ 26-01-139-81

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 скос по 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:

$$[M] = \frac{\pi[\sigma]}{4}(D_2 - D - d_в)(h_4^2 - h_5^2) \qquad (28)$$

6. КРЫШКИ

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

7. УКРЕПЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ

7.I. Условные обозначения

$C_к$ - 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;

$d_з$ - наружный диаметр резьбы гнезда под шпильку, мм;

F - площадь сечения стенки корпуса (днища), подлежащая компенсации, мм^2;

$F_к$ - площадь сечения стенки корпуса (днища), участвующая в укреплении, мм^2;

$F_ш$ - площадь сечения стенки штуцера, участвующая в укреплении отверстия, мм^2;

$F_б$ - площадь сечения укрепляющего пояса (бандажа), участвующая в укреплении отверстия, мм^2;

h - высота сварного шва при несплошном соединении штуцера и корпуса (днища), мм;

$\ell_р$ - расчетная длина части корпуса (днища), участвующей в укреплении отверстия, мм;

$\ell_ш$ - длина части штуцера, участвующей в укреплении отвер-

стия, исполнительная, мм;

$l_{шр}$ - длина части штуцера, участвующей в укреплении, расчетная, мм;

$l_б$ - длина укрепляющего пояса (бандажа) исполнительная, мм;

$l_{бр}$ - длина укрепляющего пояса (бандажа) расчетная, мм;

$l_к$ - длина перехода укрепляющего пояса к корпусу, мм;

$r_в$ ($r_н$) - 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;

$s_{шR}$ - толщина стенки штуцера расчетная, мм;

$s_ш$ - толщина стенки штуцера исполнительная, мм;

$s_б$ - толщина укрепляющего пояса (бандажа), мм;

t - расстояние от кромки отверстия в выпуклом днище до внутренней поверхности цилиндрического борта, измеряемое по проекции на поперечное сечение корпуса сосуда, мм;

t_0 - удаление кромки отверстия от кромки другого ближайшего отверстия или иного конструктивного концентратора напряжений, мм;

t_1 - минимальное расстояние от внутренней поверхности сосуда до резьбового гнезда под шпильку, мм;

t_2 - расстояние между кромками двух соседних отверстий в плоском и выпуклом днищах, измеряемое по хорде, мм;

$\varkappa_ш$ ($\varkappa_б$) - отношение допускаемого напряжения материала штуцера (бандажа) к допускаемому напряжению материала корпуса;

$[\sigma]$ - допускаемые напряжения для материала корпуса (днища)

при расчетной температуре, МПа;

$[\sigma]_ш$ - допускаемые напряжения для материала штуцера при расчетной температуре, МПа;

$[\sigma]_б$ - допускаемые напряжения для материала бандажа 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 15^0.

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 200^0С и выше в расчете компенсирующих площадей не учитываются.

7.2.4. Значения прибавок к расчетным толщинам корпуса $c_к$ и штуцера $c_ш$ определяются в соответствии с п. 1.7.

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

$$l_0 = 2\sqrt{(D+S)(S-c_к)} \qquad (29)$$

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

$$d_o = 0{,}25\sqrt{D(S - C_к)} \qquad (30)$$

В случае сферического днища значение d_o вычисляется по формуле

$$d_o = 0{,}4\sqrt{D(S - C_к)} \qquad (31)$$

7.2.7. Для вводов принята классификация, представленная в табл. 1.

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

$$r_н \geqslant S_ш / 3 \quad , \text{ но не менее 15мм.} \qquad (32)$$

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

$$r_в \leqslant S_ш / 3 \quad , \text{ но не менее 10 мм} \qquad (33)$$

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

$$S_б \leqslant S. \qquad (34)$$

В этом случае длина конического перехода должна быть не менее величины

$$l_к \geqslant 3\,S_б \qquad (35)$$

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 соответствии с черт. 9
Вводы малого диаметра	$d \le d_o - 2C_ш$	$d \le d_o - 2S_ш$
Вводы среднего диаметра	$d_o - 2C_ш \le d \le 2{,}5d_o - 2C_ш$	$d_o - 2S_ш \le d \le 2{,}5d_o - 2S_ш$
Вводы большого диаметра в цилиндрические корпуса и эллиптические днища	$2{,}5d_o - 2C_ш \le d \le 0{,}3D$	–
Вводы большого диаметра в сферические днища	$2{,}5d_o - 2C_ш \le d \le 0{,}5D$	–

$$l_б \geq \frac{d}{2} + l_к \qquad (36)$$

где $l_б$ - длина бандажа в соответствии с черт. 8.

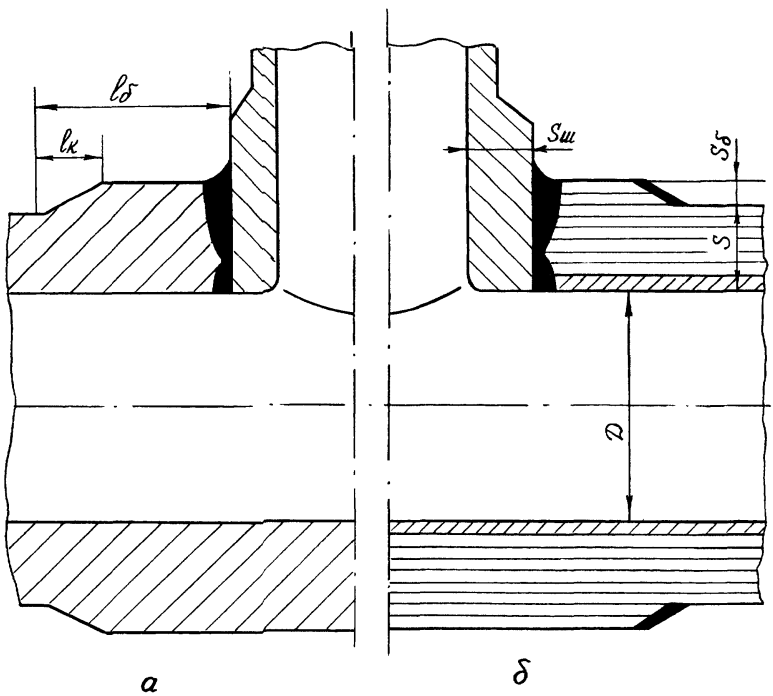
7.2.10. Граница сварного шва вводов всех типов должна быть удалена от границы кольцевого шва корпуса (днища) на расстояние не меньшее, чем расчетная толщина стенки корпуса $S_р$.

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 t_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 t, 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° 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

$$S \geq S_R + C_K \quad S_ш \geq S_{шR} + C_ш \qquad (37)$$

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

$$h \geq 1{,}5 S_ш \qquad (38)$$

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

$$F_ш + F_K + F_δ \geq F \qquad (39)$$

$$F_ш \geq 0{,}2 F, \qquad (40)$$

где $F_ш, F_K, F_δ, F$ – 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

$$F_K + F_δ \geq F, \qquad (41)$$

где $F_K, F_δ, F$ – 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

$$F_ш + F_к + F_б \geq F \qquad (42)$$

$$F_к + F_б \geq 0{,}35F$$

$$F_ш \geq 0{,}2F, \qquad (43)$$

(44)

где $F_ш, F_к, F_б, F$ - 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 l_1 от внутренней (наружной) поверхности корпуса, в соответствии с черт.12, должно быть не менее диаметра этого гнезда.

$$l_1 \geq d_3 + C \qquad (45)$$

Укрепляющие площади $F_к$, $F_б$, $F_ш$, 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

$$F_ш = 2l_{шр}(S_ш - S_{шR} - C_ш)ж_ш, \qquad (46)$$

где $l_{шр} \leq \sqrt{d(S_ш - C_ш)}$, но не более величины $l_ш$

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

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

Укрепляющая площадь корпуса $F_к$ определяется равенством

$$F_к = 2 l_р (s - s_R - c_к), \quad (48)$$

где $l_р \leq \sqrt{D(s - c_к)}$, 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.;

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

Укрепляющая площадь пояса усиления $F_б$ определяется равенством

$$F_б = (2 l_{бр} - l_к) s_б \varkappa_б, \quad (49)$$

где $l_{бр} \leq \sqrt{D(s - c_к)}$, но не более величины $l_б$;

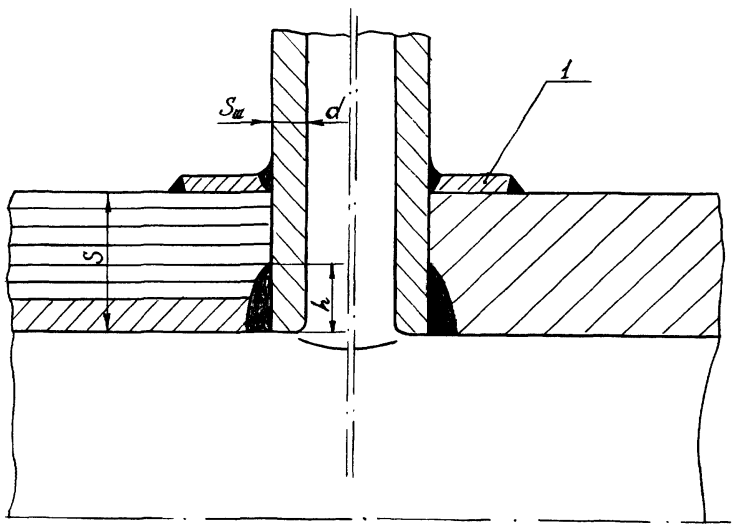
$$\varkappa_б = \begin{cases} [\sigma]_б / [\sigma] & \text{при } [\sigma]_б < [\sigma], \\ 1 & \text{при } [\sigma]_б \geq [\sigma]. \end{cases} \quad (50)$$

Площадь сечения отверстия F, подлежащая компенсации, определяется равенством

$$F = (d - d_о) s_R \quad (51)$$

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 $d_о = 0$.

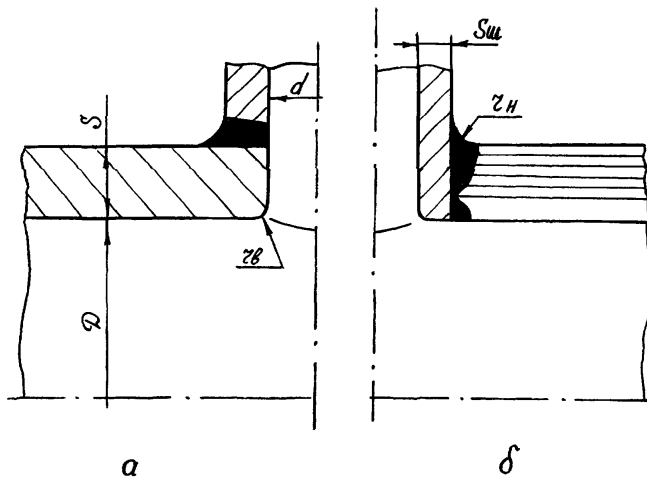
Вводы с несплошным соединением
штуцера и корпуса



I - герметизирующая фиксирующая накладка

Черт. 9

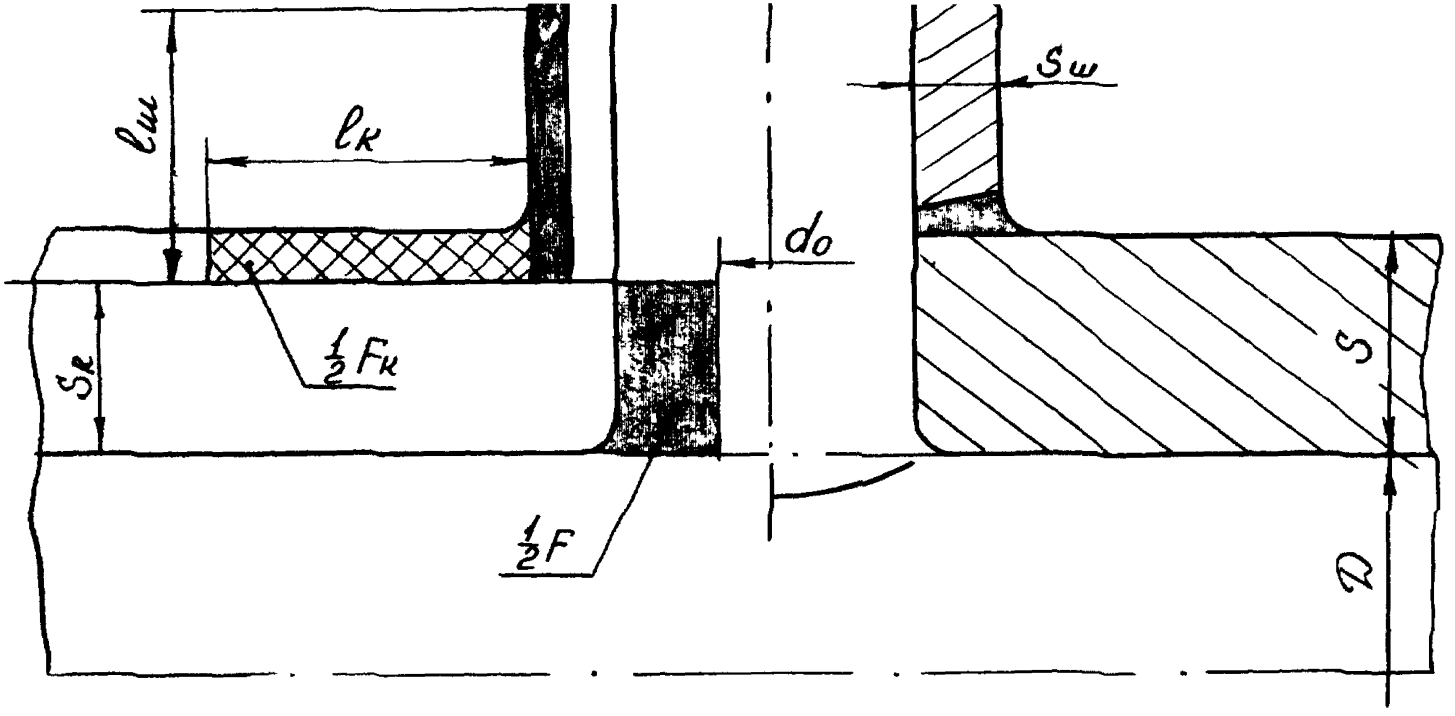
Варианты приварки штуцеров в случае сплошного соединения штуцера и корпуса



а) штуцер, привариваемый к наружной поверхности корпуса (в случае многослойной стенки корпуса не применяется);

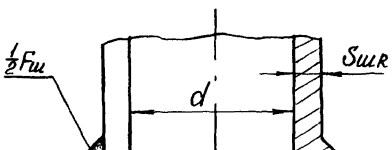
б) штуцер, привариваемый по всей толщине стенки корпуса.

Черт.10

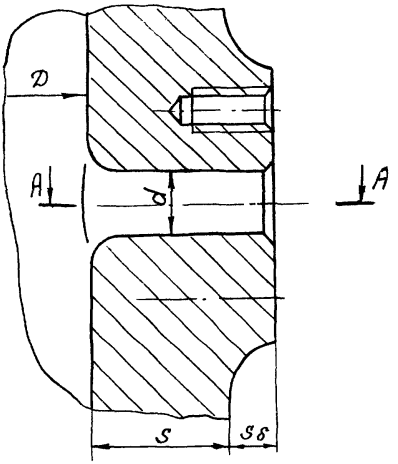


Черт.II

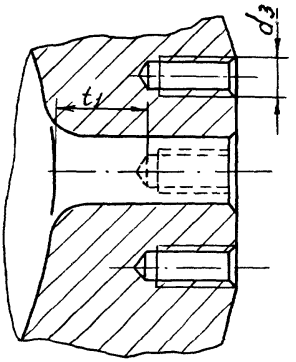
Схема компенсации площадей при укреплении отверстия



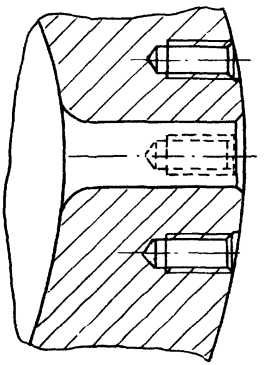
Вводы в сплошную стенку корпуса, не имеющие приварного штуцера



А-А вариант 1



А-А вариант 2



Черт.12

8. РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ МАЛОЦИКЛОВЫХ НАГРУЗКАХ

8.I. Условные обозначения

ζ - коэффициент, учитывающий местные напряжения;

φ - коэффициент, учитывающий тип сварного шва.

8.2. Основные требования и порядок расчета

8.2.I. 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 φ и ζ 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 ξ

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

Таблица 3

Значения коэффициента ζ для однослойных элементов

Узел или элемент сосуда	ζ
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 $\sigma_a > \sigma_{0,2}^t$, то в ГОСТ 25859-83 вместо коэффициента концентрации напряжений K_σ принимается коэффициент концентрации условных упругих напряжений K_σ^*, определяемый из соотношения

$$K_\sigma^* = \frac{\alpha_\sigma^2}{K_\sigma'}, \qquad (52)$$

где α_σ - теоретический коэффициент концентрации напряжений;

K_σ' - коэффициент концентрации напряжений в упруго-пластической области.

Значение K_σ' определяется по формуле:

$$K_\sigma' = \frac{\sigma_{0,2}}{\sigma_A'} \qquad (53)$$

где σ_A' - амплитуда напряжений без учета концентрации

ПРИЛОЖЕНИЕ
Справочное

Таблица I

Расчетные прочностные характеристики сталей при повышенной температуре

Марка стали	Стандарт на заготовку и вид заготовки	Нормативные прочностные характеристики при 20°С		Предел текучести, σ_T, МПа								Предел прочности, σ_B, МПа							
				Температура, °С								Температура, °С							
		σ_T, МПа	σ_B, МПа	100	150	200	250	300	350	400	450	100	150	200	250	300	350	400	450
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	-	-
20Х2МА		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

Продолжение табл.I

Марка стали	Стандарт на заготовку и вид заготовки	Нормативные прочностные характеристики при 20°С		Предел текучести $\sigma_т$, МПа								Предел прочности $\sigma_в$, МПа							
				Температура, °С								Температура, °С							
		$\sigma_т$, МПа	$\sigma_в$, МПа	I00	I50	200	250	300	350	400	450	I00	I50	200	250	300	350	400	450
20Х3МВФ	ГОСТ 20072-74 поковки	680	800	660	645	630	6I0	600	590	580	540	760	745	730	700	690	670	650	620
I5Х5М		220	400	2I0	200	I90	I85	I80	I75	I70	I65	380	355	330	325	320	3I5	3I0	290
08ХI3 I2ХI3	ОСТ 26-0I-I35-8I поковки	400	550	380	360	340	335	330	320	300	290	550	530	5I0	505	500	480	460	4I0
20ХI3		450	600	430	420	4I0	400	370	370	370	350	600	560	540	520	500	485	470	440
30ХI3		600	750	575	555	540	530	520	500	480	460	735	725	720	700	680	620	560	500
08ХI7НI5М3Т I0ХI7НI3М2Т I0ХI7НI3М3Т		200	500	I90	I80	I75	I70	I60	I55	I50	I45	-	-	-	-	-	-	-	-
20К	ГОСТ 5520-79 листовая сталь	250	4I0	245	240	240	2I5	I95	I75	I50	-	420	4I5	4I0	400	380	370	360	340
		240	4I0	235	230	230	2I0	I90	I65	I45	-								

Продолжение табл. I

Марка стали	Стандарт на заготовку и вид заготовки	Нормативные прочностные характеристики при 20°С		Предел текучести $\sigma_т$, МПа								Предел прочности $\sigma_в$, МПа							
				Температура, °С								Температура, °С							
		$\sigma_т$, МПа	$\sigma_в$, МПа	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. 1

Марка стали	Стандарт на заготовку и вид заготовки	Нормативные прочностные характеристики при 20°С		Предел текучести $\sigma_т$, МПа								Предел прочности $\sigma_в$, МПа							
				Температура, °С								Температура, °С							
		$\sigma_т$, МПа	$\sigma_в$, МПа	100	150	200	250	300	350	400	450	100	150	200	250	300	350	400	450
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 38ХА 40Х 40ХФА	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
		650	800	620	610	600	570	550	510	480	440	790	785	780	770	740	710	660	600
30ХМА		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

Марка стали	Стандарт на заготовку и вид заготовки	Нормативные прочностные характеристики при 20°С		Предел текучести $\sigma_т$, МПа								Предел прочности $\sigma_в$, МПа							
				Температура, °С								Температура, °С							
		$\sigma_т$, МПа	$\sigma_в$, МПа	100	150	200	250	300	350	400	450	100	150	200	250	300	350	400	450
25Х1МФ	ОСТ 26-01-144-81 поковки, сортовой прокат	680	800	650	635	620	600	570	540	500	460	790	785	780	770	740	710	660	600
38ХН3МФА		650	800	630	610	590	580	575	570	560	550	750	735	720	710	700	680	620	-
		800	950	775	750	720	715	710	700	690	675	890	875	860	855	840	830	770	735
34ХН3М		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	ОСТ 26-01-221-86 рулонная сталь	450	600	420	400	385	370	350	320	-	-	585	575	570	560	550	480	-	-
12ХГНМ		500	700	490	485	475	465	450	450	390	350	685	680	670	660	650	650	630	-
12ХГНМФ																			
15ХГНМФТ		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°С. Нормативные прочностные характеристики сталей при 20°С в зависимости от толщины и термической обработки заготовки приведены в приложении, табл.2

Таблица 2

Нормативные прочностные характеристики сталей при температуре 20°С

Марка стали	Стандарт	Вид заготовки	Толщина заготовки, мм	Термическая обработка	Предел текучести $\sigma_т$, МПа	Времен. сопр-е разрыву $\sigma_в$, МПа	Относительн. удлинение δ_5, %	Относительн. сужение ψ, %	Ударная вязкость KCU Дж/см^2	Твердость НВ
20	ОСТ 26-01-135-81	Поковки	301-500	Нормализация 890-900°С	170	340	15	34	40	103-108
			501-800	Отпуск 650-680°С	170	340	14	30	35	105
22К			200	Нормализация 880-920°С Отпуск 600-700°С	220	440	21	48	50	123-179
			201-500	Закалка 880-920°С Отпуск 600-700°С						
09Г2С			500 (масса до 3 т)	Закалка 910-930°С Отпуск 640-660°С	300	460	24	45	60	120-179
14ХГС			550 (масса до 3 т)	Закалка 900-970°С Отпуск 640-660°С	320	500	17	-	60	149-207
20Х2МА			до 270	Нормализация 920°С Отпуск 650-680°С	450	600	16	45	70	197-237
			270-550	Закалка 920°С Отпуск 650-680°С	400	550	16	45	70	
22Х3М			до 550	Нормализация 920°С Отпуск 650-720°С	450	600	16	50	60	174-217
			550-700	Закалка 920°С Отпуск 650-720°С	400	550	16	45	60	

Продолжение табл. 2

Марка стали	Стандарт	Вид заготовки	Толщина заготовки, мм	Термическая обработка	Предел текучести $\sigma_т$, МПа	Временное сопр-е разрыву $\sigma_в$, МПа	Относительное удлинение δ_5, %	Относительное сужение ψ, %	Ударная вязкость КСU Дж/см^2	Твердость НВ
30ХМА	ОСТ 26-01-135-81	Поковки	до 350	Закалка 880-900°С Отпуск 700-780°С	400	600	16	40	60	173-241
18Х3МВ			до 200	Закалка 970°С Отпуск 660-690°С	450	600	16	45	60	179-241
15Х2МФА			до 400	Закалка 1000°С Отпуск 650-690°С	440	580	14	50	60	187-229
18Х2МФА					540	650	13	50	35	207-225
25Х2МФА			450		440	580	14	50	60	187-229
25Х3МФА			600		540	650	13	50	35	207-225
20Х3МВФ			до 350	Закалка 1020°С Отпуск 660-690°С	680	800	14	–	60	241-285
15Х5М	ГОСТ 20072-74		до 200	Нормализация 840-860°С	220	400	13	50	30	217
08Х13 12Х13			50	Закалка 1050°С Отпуск 700-780°С	400	550	14	35	–	187-229
20Х13			200		450	600	14	40	40	197-248
30Х13					600	750	14	40	30	235-271

Марка стали	Стандарт	Вид заготовки	Толщина заготовки, мм	Термическая обработка	Предел текучести $\sigma_т$, МПа	Времен. сопр-е разрыву $\sigma_в$, МПа	Относительное удлинение δ_5, %	Относительное сужение ψ, %	Ударная вязкость KCU Дж/см^2	Твердость НВ
38ХН3МФА	ОСТ	Поковки	до 450	Закалка 860-880°С Отпуск 650-670°С	650	800	I3	35	60	-
08ХI7НI5М3Т IOХI7НI3М2Т IOХI7НI3М3Т	26-0I--I35-8I	Поковки	до 350	Закалка II00°С	200	500	35	45	-	200
20К	ГОСТ 5520-79	Лист	до 20	Нормализация	250	4I0	25	-	60	I23-I79
			2I-40		240	4I0	24	-	55	I56-I90
09Г2С	ГОСТ I9282-73	Лист	I0-20		330	480	2I	-	60	I20-I79
			2I-32		3I0	470	2I	-	60	
			33-60		290	460	2I	-	60	
			6I-80		280	450	2I	-	60	
			8I-I60		270	440	2I	-	60	
I0Г2СI			I0-20		340	490	2I	-	60	I56-I90
			2I-32		330	480	2I	-	60	
			33-60		330	460	2I	-	60	
			6I-I60		300	440	2I	-	60	

Марка стали	Стандарт	Вид заготовки	Толщина заготовки, мм	Термическая обработка	Предел текучести $\sigma_т$, МПа	Временное сопротивление разрыву $\sigma_в$, МПа	Относительное удлинение δ_5, %	Относительное сужение ψ, %	Ударная вязкость KC Дж/см^2	Твердость НВ
16ГС	ГОСТ 19282-73	Лист	10-20	Нормализация	320	490	21	-	60	148-197
			21-32		300	480	21	-	60	
			33-60		290	470	21	-	60	
			61-100		280	460	21	-	60	
12ХМ	ГОСТ 5520-79		4-50	Горячекатаная, термообработанная	250	450	22	-	60	-
12Х1МІ			4-40		300	450	21	-	80	-
12МХ			12-40		220	420	24	-	60	-
10Х2МІ			до 60		240	430	19	-	80	-
35Х	ОСТ -144-81	Поковки или сортовой прокат для шпилек	до 100	Закалка 850-870°С Отпуск 500-560°С	600	750	14	-	60	235-277
38ХА										
40Х				Закалка 830-870°С Отпуск 500-560°С						
40ХФА										
30ХМА			до 80	Закалка 870-890°С	650	800	13	-	60	241-293
			81-200	Отпуск 540-600°С	550	700	12	-	50	212-248

Продолжение табл. 2

Марка стали	Стандарт	Вид заготовки	Толщина заготовки, мм	Термическая обработка	Предел текучести $\sigma_т$, МПа	Времен. сопр-е разрыву $\sigma_в$, МПа	Относительн. удлинение δ_5, %	Относительн. сужение ψ, %	Ударная вязкость KCU Дж/см^2	Твердость НВ
25Х1МФ	ОСТ 26-01-1144-81	Поковки или сортовой прокат для шпилек	до 200	Закалка 930-950°С Отпуск 570-630°С	680	800	16	-	60	241-311
38ХН3МФА				Закалка 860-880°С Отпуск 640-660°С	800	950	12	-	60	293-339
34ХН3М				Закалка 830-850°С Отпуск 550-600°С	800	950	12	-	60	293-339
12Х18Н10Т				Закалка 1020-1100°С	200	500	40	-	-	-
08Г2СФБ	ОСТ 26-01-221-86	Рулонная сталь	5	Горячекатаная с термоупрочнением	450	600	21	-	50	-
12ХГНМ			4	Нормализация 900-920°С Отпуск 700-720°С	500	700	17	-	-	-
12ХГНМФ			4							
15ХГНМФТ			5		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

1. 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.Татаринова, Т.М.Климова, В.Д.Молчанова.

2. ЗАРЕГИСТРИРОВАН ВНИИКИ за № от

Срок первой проверки 1998г.

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, 1.6.1

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. Общие положения 3

I.I. 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.I. Условные обозначения 7

2.2. Расчет обечаек цилиндрических однослойных . 8

2.3. Расчет обечаек цилиндрических многослойных 8

2.4. Соединение цилиндрических обечаек 10

3. Днища 10

3.I. 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

gost.e-ecolog.ru