СССР

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

УПЛОТНЕНИЯ НЕПОДВИЖНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ДЛЯ СОСУДОВ И АППАРАТОВ НА ДАВЛЕНИЕ СВЫШЕ 10 ДО 100 МПа (СВЫШЕ 100 ДО 1000 КГС/СМ^2).

Методика расчета на прочность и плотность

РД 26-01-168-88

Издание официальное

gost.e-ecolog.ru

СОГЛАСОВАНО

Заместитель начальника
Управления оборудования
Министерства по производству
минеральных удобрений
В.М.Прокофьев
1988 г.

УТВЕРЕДАЮ

Директор УкрНИИхиммаша
П.П.Прядкин
15.06 1988 г.

ЛИСТ УТВЕРЕДЕНИЯ

УПЛОТНЕНИЯ НЕПОДВИЖНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ДЛЯ СОСУДОВ И АППАРАТОВ НА ДАВЛЕНИЕ СВЫШЕ 10 ДО 100 МПа (СВЫШЕ 100 ДО 1000 КГС/СМ^2).
Методика расчета на прочность и плотность.

РД 26-01-168-88

Директор ИркутскНИИхиммаша	Е.Р.Хисматулин
Заместитель директора по научной работе	В.И.Лившиц
Заведующий отделом стандартизации	В.И.Королев
Руководитель темы, заведующий отделом прочности	А.К.Древин
Заведующий лабораторией	В.К.Погодин
Научный сотрудник	В.П.Виркин
Старший научный сотрудник	Р.Г.Золотенин

СОГЛАСОВАНО

Заведующий базовым отделом
стандартизации УкрНИИхиммаша
В.В.Проголаев

см. на обороте

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по научной работе
НИИХИММАШа
02.06.88 В.В.Грязнов

СОГЛАСОВАНО

Главный инженер ПО "Уралхиммаш"
22.04.88 Н.К.Глобин

СОГЛАСОВАНО

Главный механик ГИАПа
02.06.88 Б.М.Гусев.

СОГЛАСОВАНО

Заместитель председателя
Госгортехнадзора СССР
Зубенко В.М.

№ I5-I5/27/I73 от I7.06.88.

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения 2
2. Методика расчета на прочность и плотность . . . 5
2.I. Уплотнение с двухконусным кольцом 5
2.2. Уплотнение с кольцом треугольного сечения . . II
2.3. Уплотнение с кольцом восьмиугольного сечения I5
2.4. Уплотнение с плоской прокладкой 20
Приложение I Условные обозначения . . . . . .
Приложение 2 Расчетные характеристики материалов уплотнительных колец при повышенных температурах 30
Приложение 3 Расчетные характеристики материалов крышки и фланца корпуса при повышенных температурах 32
Приложение 4 Средние коэффициенты линейного расширения $\alpha \cdot 10^6$ I/град 33
Приложение 5 Модуль упругости материалов при повышенных температурах 34
Информационные данные 35

УДК Группа Г02

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

УПЛОТНЕНИЯ НЕПОДВИЖНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ДЛЯ СОСУДОВ И АППАРАТОВ НА ДАВЛЕНИЕ СВЫШЕ 10 ДО 100 МПа (СВЫШЕ 100 ДО 1000 КГС/СМ^2)

РД 26-01-168-88

Методика расчета на прочность и плотность

ОКСТУ 3603

Дата введения 01.01.89

Настоящий руководящий документ распространяется на уплотнения неподвижные металлические с кольцами двухконусного, треугольного, восьмиугольного сечений и с плоской прокладкой для сосудов и аппаратов с диаметрами уплотнения 200-3200мм, работающих при статическом и малоцикловом нагружениях внутренним давлением свыше 10 до 100МПа (свыше 100 до 1000 кгс/см^2) и расчетной температуре стенки от минус 40°С до 420°С. Уплотнения с двухконусными кольцами и кольцами треугольного сечения сосудов и аппаратов изготавливаемых в соответствии с ОСТ 26-01-221-86, допускается рассчитывать по данному руководящему документу, при нагружении внутренним давлением до 130 МПа.

Руководящий документ устанавливает методику расчета на прочность и плотность уплотнений сосудов и аппаратов высокого давления, рассчитанных в соответствии с ОСТ 26-1046-87, отвечающих требованиям ОСТ 26-01-9-80, ОСТ 26-01-221-86 и работа-

Издание официальное Перепечатка воспрещена

ющих в химической, нефтехимической промышленности, производстве минеральных удобрений и других смежных отраслях промышленности.

Руководящий документ должен применяться совместно с ОСТ 26-01-86-88

На уплотнения сосудов и аппаратов, спроектированные до 01.01.89г. в соответствии с ОСТ 26-01-87-78 и изготовленные до 01.01.90г. требования настоящего руководящего документа не распространяются.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. В настоящем руководящем документе в качестве уплотнения рассматривается разъемное соединение, состоящее из уплотнительного кольца (прокладки) и элементов уплотнения в крышке и корпусе, обеспечивающих необходимое взаимное расположение данных деталей после сборки и в процессе эксплуатации сосуда или аппарата высокого давления.

I.2. В руководящем документе приведены:

I) расчеты на прочность (определение осевых усилий, действующих на шпильки от расчетного давления с учетом тепловых воздействий при стационарных режимах, пробного давления и технологического давления опрессовки);

2) расчеты геометрических размеров уплотнительных колец и прокладок;

3) расчеты на плотность (определение усилий в шпильках после затяжки, обеспечивающих герметизацию уплотнения).

I.3. Условные обозначения расчетных величин приведены в приложении I.

I.4. Определение величин рабочего и расчетного давлений,

расчетной температуры следует производить в соответствии с ГОСТ 14249-80.

Величину пробного давления следует назначать в соответствии с Правилами Госгортехнадзора и ГОСТ 11879-81.

Величина давления опрессовки и метод проведения гидравлического испытания по ОСТ 26-01-221-86, раздел 7.

1.5. Расчет геометрических размеров уплотнительных колец (прокладок) и элементов уплотнений следует производить в следующих случаях:

1) для уплотнения с двухконусным кольцом из материалов с пределом текучести $\sigma_т^{20} < 350$ МПа (3500 кгс/см^2);

2) для уплотнения с кольцом восьмиугольного сечения из материалов с пределом текучести $\sigma_т^{20} < 230$МПа (2300кгс/см^2);

3) для уплотнения с плоской прокладкой - в любом случае.

Во всех остальных случаях выбор геометрических размеров уплотнительных колец, осевых размеров прокладок и элементов уплотнений следует производить в соответствии с ОСТ 26-01-86-88.

1.6. Влияние тепловых воздействий на усилия, возникающие в шпильках, необходимо учитывать в следующих случаях:

1) для уплотнения с плоской прокладкой при расчетной температуре $t > 200^{\circ}C$;

2) для остальных типов уплотнений при расчетной температуре $t > 300^{\circ}C$;

3) когда разность между величинами коэффициентов линейного расширения материалов элементов уплотнения и шпилек составляет более $2{,}5 \cdot 10^{-6}$ 1/град при расчетной температуре $t > 100^{\circ}C$. Например: для уплотнений с кольцами двухконусного, треугольного и восьмиугольного сечений, выполненных из аустенитных сталей.

I.7. Среднюю величину температуры деталей уплотнения для стационарных режимов работы следует определять на основании тепловых расчетов, результатов замера фактических температур на сосудах и аппаратах, аналогичных проектируемым, а также результатов экспериментов. В случае отсутствия таких данных следует принимать:

I) для сосудов и аппаратов, крышка и фланец корпуса которых не теплоизолированы с наружной поверхности и расположенных в закрытых блоках.

$t_ф = t_к = 0{,}83t$;

$t_{ил} = 0{,}8t$;

$t_{ук} = t$.

2) для сосудов и аппаратов, крышка и фланец корпуса которых теплоизолированы с наружной поверхности

$$t_ф = t_к = t_{ил} = t_{ук} = t$$

I.8. Механические и физико-механические характеристики материалов элементов уплотнений для расчетных температур приведены в приложениях 2-5.

Величины механических характеристик материалов для промежуточных значений температур определяются методом интерполяции.

2. МЕТОДИКА РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ И ПЛОТНОСТЬ

2.1. Уплотнение с двухконусным кольцом

2.1.1. Конструкция уплотнения представлена на черт. 1.

2.1.2. Расчетное усилие действующее на шпильки, вычисляют по формуле

$$Q = Q_g + Q_f + Q_t \quad . \tag{1}$$

2.1.3. Равнодействующую внутреннего давления среды на крышку вычисляют по формуле

$$Q_g = \frac{\pi}{4 \cdot k_1} \cdot D_{cp}^2 \cdot P \quad , \tag{2}$$

где $k_1 = 10^6 (10^2)$

2.1.4. Средний диаметр уплотнительного соединения вычисляют по формуле

$$D_{cp} = D_0 + 2b - \frac{h_1 - h_2}{2} \cdot tg\,\gamma \quad , \tag{3}$$

где $\gamma = 30^\circ$

2.1.5. Осевую составляющую равнодействующей внутреннего давления среды на уплотнительное кольцо вычисляют по формуле

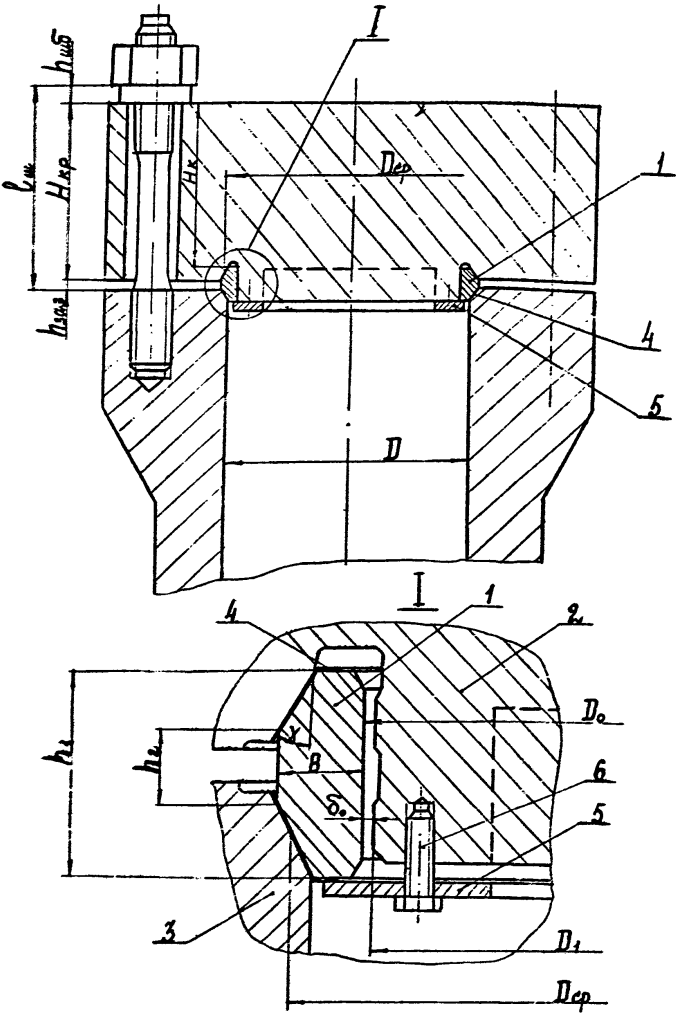
$$Q_f = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{k_2}{k_1} \cdot D_{cp} \cdot h_{cp} \cdot tg\,\gamma \quad , \tag{4}$$

где $k_2 = max \begin{cases} P; & МПа\ (кгс/см^2) \\ 40 & МПа\ (400\ кгс/см^2) \end{cases}$

2.1.6. Высоту уплотнительного кольца по средней линии уплотнительных поверхностей вычисляют по формуле

$$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2}{2} \quad . \tag{5}$$

Уплотнение с двухконусным кольцом



I – уплотнительное кольцо; 2 – элемент уплотнения крышки; 3 – элемент уплотнения корпуса; 4 – прокладка; 5– прижимное кольцо; 6 – болт

Примечание. Уплотнение изображено в незатянутом состоянии.

Черт. I.

2.1.7. Осевую нагрузку, действующую на шпильки от неравномерности нагрева элементов уплотнения, а также различия величин коэффициентов линейного расширения его сопрягаемых деталей, вычисляют по формуле

$$Q_t = \frac{\delta_z}{\lambda_z} \quad . \qquad (6)$$

Величину Q_t учитывают в формуле (1) при условии $Q_t > 0$. Если величина $Q_t < 0$ то при $|Q_t| \leq 0{,}1\,Q_t$ она не учитывается в формуле (1).

В любом случае ($Q_t > 0$ или $Q_t < 0$) при $|Q_t| > 0{,}1\,Q_t$ необходимо принять другие сочетания материалов деталей уплотнения или изменить их геометрические размеры и тепловой режим работы уплотнения.

2.1.8. Суммарное осевое температурное перемещение деталей уплотнения в зоне контакта вычисляют по формуле

$$\delta_z = \alpha_{ук} \cdot t_{ук} \cdot \left(h_{ф} + \frac{D_{ср}}{tg\gamma}\right) + \alpha_к \cdot t_к \left(H_к - \frac{D_{ср}}{2 \cdot tg\gamma}\right) + \qquad (7)$$

$$+ \alpha_{шб} \cdot t_{шб} \cdot h_{шб} - \alpha_ф \cdot t_ф \cdot \frac{D_{ср}}{2 \cdot tg\gamma} - \alpha_ш \cdot t_ш \cdot \ell_ш$$

Величины коэффициентов линейного расширения $\alpha_{ук}$, $\alpha_к$, $\alpha_{шб}$, $\alpha_ф$, $\alpha_ш$ для соответствующих материалов приведены в приложении 4

2.1.9. Расчетную длину шпильки вычисляют по формуле

$$\ell_ш = h_{заз} + H_{кр} + h_{шб} \qquad (8)$$

Величину зазора $h_{заз}$ определяют конструктивно с учетом размеров элементов уплотнения в соответствии с ОСТ 26-01-86-88.

Толщину крышки $H_{кр}$ определяют в соответствии с СТ СЭВ 5206-85, высоту шайбы $h_{шб}$ определяют в соответствии с ОСТ 26-01-141-81.

Толщину крышки $H_к$ на диаметре $D_{ср}$ вычисляют по формуле

$$H_к = H_{кр} - H_ч - \frac{D_г - D_{гр}}{2 \cdot tg\gamma} \qquad (9)$$

Размеры уплотнительного элемента крышки $H_ч$, $D_г$ определяют согласно ОСТ 26-01-86-88.

2.1.10. Суммарный коэффициент осевой податливости уплотнения вычисляют по формуле

$$\lambda_\Sigma = \lambda_{ук} + \lambda_ф + \lambda_к + \lambda_ш + \lambda_{шб} \qquad (10)$$

2.1.11. Коэффициент осевой податливости уплотнительного кольца вычисляют по формуле

$$\lambda_{ук} = \frac{0{,}825 \cdot K_1 \cdot D_0 \cdot (D_0 + 2b)}{b \cdot h_{гр} \cdot E^2_{ук} \cdot (D_0 + b)} \qquad (11)$$

2.1.12. Величины коэффициентов осевой податливости фланца $\lambda_ф$ и крышки $\lambda_к$ определяют расчетным путем или экспериментально с учетом конкретного конструктивного оформления фланца и крышки.

Допускается при упрощенных расчетах принимать в формуле (10) величины коэффициентов $\lambda_ф = \lambda_к = 0$

2.1.13. Коэффициент осевой податливости шпилек вычисляют по формуле

$$\lambda_ш = \frac{4 \cdot K_1 \cdot (l_ш + d_ш)}{\pi \cdot z \cdot E^2_ш \cdot d^2_ш}, \qquad (12)$$

где диаметр резьбы шпилек $d_ш$ принимают в соответствии с ГОСТ 26303-84, ОСТ 26-01-139-81.

2.1.14. Коэффициент осевой податливости шайб вычисляют по формуле

$$\lambda_{шб} = \frac{K_1 \cdot h_{шб}}{2 \cdot E^t_{шб} \cdot F_{шб}}, \qquad (13)$$

где площадь поперечного сечения шайбы $F_{шб}$ принимают в соответствии с ОСТ 26-01-141-81.

2.1.15. При пробном гидравлическом давлении $P_{пр}$ усилие, действующее на шпильки $Q_{пр}$ вычисляют по формуле (1), при этом в расчетные формулы (2) и (4) подставляют значение $P_{пр}$ вместо P, а Q_t принимают равным нулю.

2.1.16. При технологической опрессовке сосуда или аппарата давлением $P_{тех}$, усилие, действующее на шпильки $Q_{тех}$, вычисляют по формуле (1), при этом в расчетные формулы (2) и (4) подставляют значение $P_{тех}$ вместо P и Q_t принимают равным нулю.

2.1.17. При выполнении уплотнительного кольца из материала с пределом текучести $\sigma_т^{20} < 350$МПа (3500кгс/см^2) рассчитывают его диаметральные размеры.

Осевые размеры элементов уплотнения для соответствующего диаметра принимают по ОСТ 26-01-.46-88.

2.1.18. Толщину уплотнительного кольца вычисляют по формуле

$$b = \frac{(0{,}63 \cdot D_{ср} + a)(h_1 - h_2)}{6{,}92 \cdot D_{ср} \cdot h_1} \left[2{,}42 \frac{\sigma^{20}_{2\,см}}{\sigma^{20}_т} \cdot D_{ср} + (h_1 - h_2) \right], \qquad (14)$$

где $a = 160$ мм.

2.1.19. Напряжение смятия промежуточной прокладки в зависимости от ее материала принимают:

1) для алюминия $\sigma^{20}_{1см} = 70$ МПа (700 кгс/см^2);

2) для меди $\sigma^{20}_{2см} = 100$ МПа (1000кгс/см^2).

2.1.20. Средний диаметр уплотнения вычисляют по формуле

$$D_ц = D' + \frac{h_1 - h_2}{2} \cdot tg\,\gamma\,, \qquad (15)$$

где $$D' \geq D + c\,. \qquad (16)$$

Величина c выбирается из табл. 1

Таблица 1

мм

D	c
От 200 до 300 включ.	2
Св. 300 " 600 "	3
" 600 " 1200 "	4
" 1200 " 1800 "	5
" 1800 " 2400 "	6
" 2400 " 2800 "	7
" 2800 " 3200 "	8

2.1.21. Внутренний диаметр уплотнительного кольца вычисляют по формуле

$$D_0 = D' + (h_1 - h_2) \cdot tg\,\gamma - 2b \qquad (17)$$

2.1.22. Диаметр упора на крышке вычисляют по формуле

$$D_1 = D_0 - 2\delta_0 \qquad (18)$$

2.1.23. Радиальный зазор между уплотнительным кольцом и упором на крышке вычисляют по формуле

$$\delta_0 = \frac{D_0 \cdot \sigma_T^t}{2{,}2 \cdot E_{ук}^t} \qquad (19)$$

2.I.24. Усилие в шпильках после их затяжки перед гидравлическим испытанием технологическим давлением опрессовки $P_{тех}$, пробным давлением $P_{пр}$ и перед эксплуатацией в рабочих условиях вычисляют по формуле

$$Q_{з\,тех} = Q_{з\,пр} = Q_з = \frac{\sigma_{см}^{20} \cdot \pi \cdot D_{ср} \cdot \ell_р \cdot \sin(\gamma+\rho)}{K_1 \cdot \cos\rho} \qquad (20)$$

2.I.25. Расчетную ширину уплотнительной поверхности вычисляют по формуле

$$\ell_р = \frac{h_1 - h_2}{2 \cdot \cos\gamma} \qquad (2I)$$

2.I.26. Угол трения на уплотнительных поверхностях принимают $\rho = 15^\circ$.

2.2. **Уплотнение с кольцом треугольного сечения**

2.2.I. Конструкция уплотнения представлена на черт. 2.

2.2.2. Расчетное усилие Q, действующее на шпильки, вычисляют по формуле (I).

2.2.3. Равнодействующую внутреннего давления среды на крышку вычисляют по формуле

$$Q_g = \frac{\pi}{4 \cdot K_1} \cdot D_к^2 \cdot P \qquad (22)$$

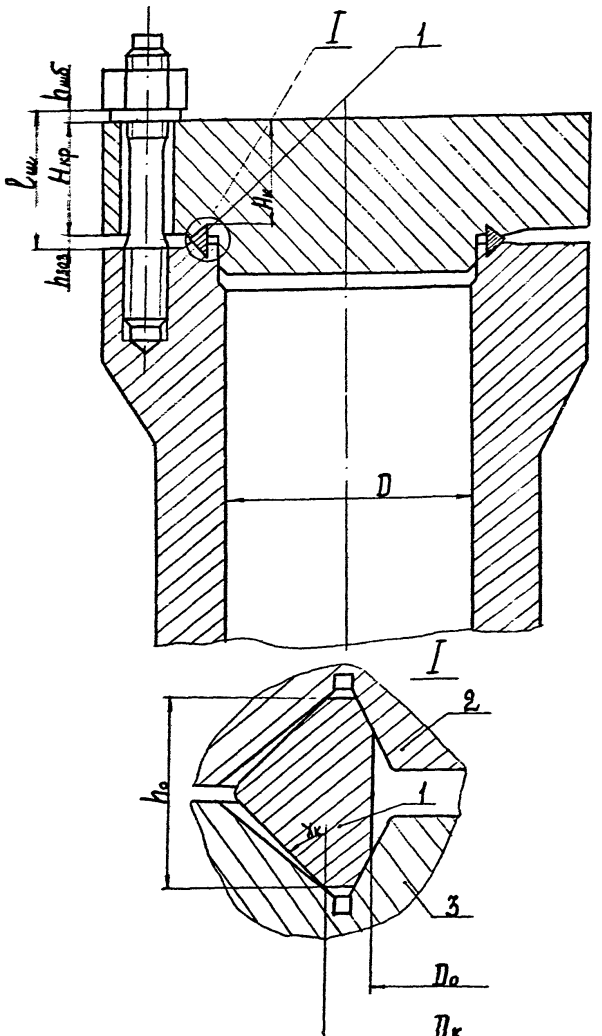
2.2.4. Осевую составляющую равнодействующей внутреннего давления среды на уплотнительное кольцо вычисляют по формуле

$$Q_l = \frac{\pi}{2 \cdot K_1} \cdot D_к \cdot h_0 \cdot P \cdot tg\gamma_к \,, \qquad (23)$$

где

$\gamma_к = 47^\circ$.

Уплотнение с кольцом треугольного сечения



I - уплотнительное кольцо; 2 - элемент уплотнения крышки;
3 - элемент уплотнения корпуса.

Черт. 2

2.2.5. Осевую нагрузку действующую на шпильки от неравномерности нагрева элементов уплотнения, а также различия величин коэффициентов линейного расширения сопрягаемых деталей Q_t вычисляют по формуле (6) и учитывают в соответствии с условиями п. 2.1.7.

2.2.6. Суммарное осевое температурное перемещение в зоне контакта вычисляют по формуле

$$\delta_\Sigma = \alpha_{yк} \cdot t_{yк} \cdot \left(h_0 + \frac{D_0}{tg\,\gamma_к}\right) + \alpha_к \cdot t_к \cdot \left(H_к - \frac{D_к}{2 \cdot tg\,\gamma_к}\right) + \quad (24)$$

$$+ \alpha_{шб} \cdot t_{шб} \cdot h_{шб} - \alpha_ф \cdot t_ф \cdot \frac{D_к}{2 \cdot tg\,\gamma_к} - \alpha_ш \cdot t_ш \cdot \ell_ш$$

Величины коэффициентов линейного расширения $\alpha_{yк}$, $\alpha_к$, $\alpha_{шб}$, $\alpha_ф$, $\alpha_ш$ для соответствующих материалов, приведены в приложении 4.

2.2.7. Размер $H_к$ вычисляют по формуле

$$H_к = H_{кр} - \frac{h_0 - h_{заз}}{2} \quad (25)$$

Толщину крышки $H_{кр}$ определяют в соответствии с СТ СЭВ 5206-85.

Размеры h_c, D_0, $D_к$ определяют в соответствии с ОСТ 26-01-86-88.

Величину зазора $h_{заз}$ и осевые размеры $\ell_ш$ и $h_{шб}$ определяют согласно п. 2.1.9.

2.2.8. Суммарный коэффициент осевой податливости λ_Σ вычисляют по формуле (10).

2.2.9. Коэффициент осевой податливости уплотнительного кольца вычисляют по формуле

$$\lambda_{yk} = \frac{0{,}85 \cdot K_1 \cdot \beta}{E_{yk}^t \cdot h_0 \cdot (\beta^2 - 1)} , \qquad (26)$$

где $\beta = \frac{D_k + 0{,}5\, h_0}{D_0}$.

2.2.10. Коэффициенты осевой податливости фланца λ_ϕ, крышки λ_k, шпилек $\lambda_ш$, шайб $\lambda_{шб}$ определяют в соответствии с п.п.2.1.12., 2.1.13, 2.1.14.

2.2.11. При пробном гидравлическом давлении $P_{пр}$ усилие, действующее на шпильки $Q_{пр}$ вычисляют по формуле (1), при этом в расчетные формулы (22) и (23) подставляют значение $P_{пр}$ вместо P и Q_t принимают равным нулю.

2.2.12. При технологической опрессовке сосуда или аппарата давлением $P_{тех}$ усилие, действующее на шпильки $Q_{тех}$ вычисляют по формуле (1), при этом в расчетные формулы (22), (23) подставляют значение $P_{тех}$ вместо P и Q_t принимают равным нулю.

2.2.13. Усилие в шпильках после их затяжки перед гидравлическим испытанием пробным давлением $P_{пр}$, технологическим давлением опрессовки $P_{тех}$ и перед эксплуатацией в рабочих условиях вычисляют по формуле

$$Q_{з\,пр} = Q_{з\,тех} = Q_з = \frac{\pi \cdot D_k}{K_з} \cdot q_з , \qquad (27)$$

где $q_з = 0{,}6 \frac{МН}{м}$ (600 кгс/см) - герметизирующее усилие затяжки на единицу длины окружности контакта;

$K_з = 10^3$ (10).

2.3. Уплотнение с кольцом восьмиугольного сечения

2.3.1. Конструкция уплотнения представлена на черт.3.

2.3.2. Расчетное усилие, действующее на шпильки, вычисляют по формуле

$$Q = Q_g + R_i + Q_t \qquad (28)$$

2.3.3. Равнодействующую внутреннего давления среды на крышку Q_g вычисляют по формуле (2).

2.3.4. Осевую составляющую реакции уплотнительного кольца вычисляют по формуле

$$R_i = \pi \cdot D_{ср} \cdot \sigma^{20}_{см\,ук} \cdot \ell_p \cdot \frac{\sin(\gamma+\rho)}{K_i \cdot \cos\rho}, \qquad (29)$$

где $\gamma = 23^\circ$.

Угол трения на уплотнительных поверхностях принимают $\rho = 11^\circ 20$.

2.3.5. Герметизирующее напряжение смятия уплотнительного кольца для условий эксплуатации принимают

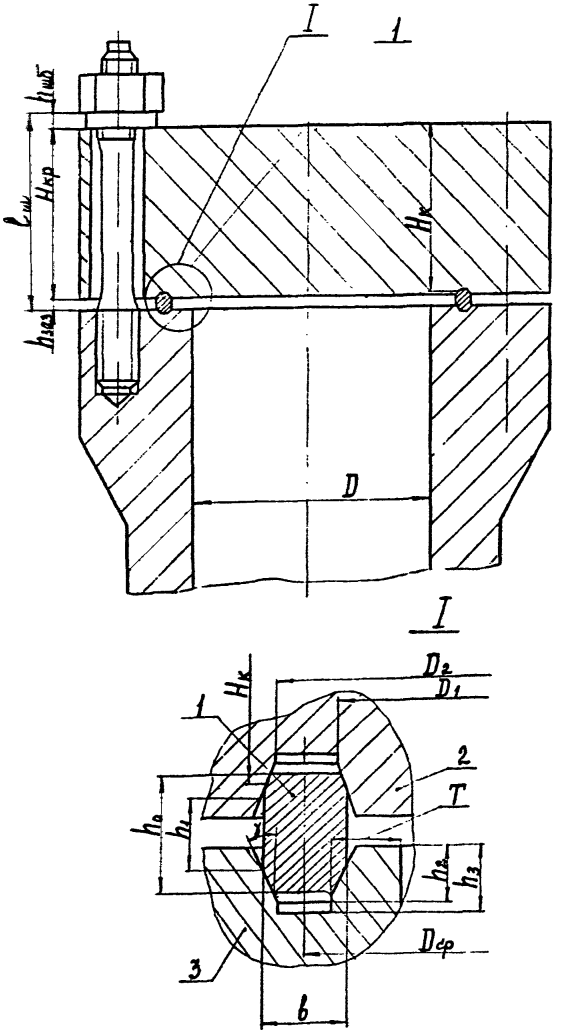
$$\sigma^{20}_{см\,ук} = 1{,}2 \cdot \sigma^{20}_{т\,ук} . \qquad (30)$$

2.3.6. Расчетную ширину уплотнительной поверхности вычисляют по формуле

$$\ell_p = \frac{h_0 - h_1}{2 \cdot \cos\gamma} . \qquad (31)$$

2.3.7. Осевую нагрузку, действующую на шпильки от неравномерности нагрева элементов уплотнения, а также различия величин коэффициентов линейного расширения сопрягаемых деталей Q_t вычисляют по формуле (6). При этом величину Q_t учитывают в формуле (28) при условии $Q_t > 0$.

Уплотнение с кольцом восьмиугольного сечения



уплотнительное кольцо; 2 - элемент уплотнения крышки; элемент уплотнения корпуса.

Если величина $Q_t < Q$ то при $|Q_t| \le 0{,}1\,R_b$ она не учитывается в формуле (28).

В любом случае ($Q_t > Q$ или $Q_t < Q$) при $|Q_t| > 0{,}1 \cdot R_b$ необходимо принять другие сочетания материалов деталей уплотнения или изменить их геометрические размеры и тепловой режим работы уплотнения.

2.3.8. Суммарное осевое температурное перемещение в зоне контакта вычисляют по формуле

$$\delta_\Sigma = \alpha_{ук} \cdot t_{ук}\left(\frac{h_0+h_1}{2} + \frac{D_{ср}}{2tg\gamma}\right) + \alpha_к t_к \left(H_к - \frac{D_{ср}}{2tg\gamma}\right) + \alpha_{шб} t_{шб} h_{шб} - \quad (32)$$

$$- \alpha_ф \cdot t_ф \cdot \frac{D_{ср}}{2tg\gamma} - \alpha_ш \cdot t_ш \cdot \ell_ш .$$

Величина коэффициентов линейного расширения $\alpha_{ук}$, $\alpha_к$, $\alpha_{шб}$, $\alpha_ш$ для соответствующих материалов, приведены в приложении 4.

2.3.9. Размер $H_к$ вычисляют по формуле

$$H_к = H_{кр} - \frac{h_0 + h_1 - 2h_{заз}}{4} \quad (33)$$

Толщину крышки $H_{кр}$ определяют в соответствии с СТ СЭВ 5206-85. Размеры h_0, h определяют согласно ОСТ 26-01-86-88. Величину зазора $h_{заз}$ и осевые размеры $\ell_ш$ и $h_{шб}$ определяют согласно п. 2.1.9.

2.3.10. Суммарный коэффициент осевой податливости вычисляют по формуле

$$\lambda_\Sigma = \lambda_{ук} + \lambda_к + \lambda_{шб} + \lambda_ш + \lambda_ф . \quad (34)$$

2.3.11. Коэффициент осевой податливости уплотнительного кольца вычисляют по формуле

$$\lambda_{ук} = \frac{K_1}{\pi \cdot D_{ср} \cdot E^2_{ук}} \left[\frac{h_1}{b} + 4{,}25 \cdot \frac{K_4 \cdot \cos\rho}{\sin\gamma \cdot \sin(\gamma+\rho)}\right], \quad (35)$$

где $K_4 = \frac{b}{h_0 - h_1} - \frac{1}{2} \cdot tg\,\gamma$. (36)

2.3.12. Коэффициенты осевой податливости крышки $\lambda_к$, шпилек $\lambda_ш$ и шайб $\lambda_{шб}$ определяют в соответствии с п.п.2.1.12-2.1.14.

2.3.13. При пробном гидравлическом давлении $P_{пр}$ усилие, действующее на шпильки $Q_{пр}$ вычисляют по формуле (28), при этом в расчетную зависимость (2) подставляют значение $P_{пр}$ вместо P, в формулу (29) подставляют значение напряжения смятия $\sigma^{20}_{см.пр} = 0{,}8 \cdot \sigma^{20}_{т.ук}$, а величину Q_t принимают равной нулю.

2.3.14. При технологической опрессовке сосуда или аппарата давлением $P_{тех}$ усилие, действующее на шпильки $Q_{тех}$ вычисляют по формуле (28), при этом в расчетную зависимость (2) подставляют значение $P_{тех}$ вместо P, в формулу (29) подставляют значение напряжения смятия $\sigma^{20}_{см\,тех} = 0{,}8\sigma^{20}_{т.ук}$, а величину Q_t принимают равной нулю.

2.3.15. При выполнении уплотнительного кольца из материала, имеющего предел текучести $\sigma^{20}_т < 230$МПа (2300 кгс/см^2), определяют геометрические размеры деталей и элементов уплотнительного соединения согласно п.п. 2.3.16-2.3.25.

2.3.16. Средний диаметр уплотнительного соединения вычисляют по формуле

$$D_{ср} \geq \frac{D}{1 - 1{,}16 \frac{P}{\sigma^{20}_{т.ук}}} \quad . \qquad (37)$$

2.3.17. Ширину перемычки в корпусе сосуда или аппарата вычисляют по формуле

$$T \geq 0{,}515 \cdot D_{ср} \frac{P}{\sigma^{20}_{т.ф}} \quad . \qquad (38)$$

2.3.18. Полную высоту уплотнительного кольца вычисляют по формуле

$$h_0 = h_1 + 2 \cdot \ell \cdot \cos\gamma \ . \qquad (39)$$

2.3.19. Высоту цилиндрической части уплотнительного кольца принимают в зависимости от внутреннего диаметра D сосуда (горловины):

h_1 = 6 – 8 мм – при 400мм $\leq D \leq$ 800 мм

h_1 = 8 – 10 мм – при 800 мм $< D \leq$ 1000 мм

h_1 = 10 – 12 мм – при 1000мм $< D \leq$ 1200 мм

2.3.20. Ширину уплотнительной поверхности кольца вычисляют по формуле

$$\ell = 0{,}155 \cdot D_{ср} \cdot \frac{P}{\sigma^{20}_{т.\,ш}} \ . \qquad (40)$$

2.3.21. Толщину уплотнительного кольца вычисляют по формуле

$$b = 0{,}25 \cdot D_{ср} \cdot \frac{P}{\sigma^{20}_{т.\,ш}} \qquad (41)$$

2.3.22. Полную глубину канавки под уплотнительное кольцо вычисляют по формул

$$h_3 = h_2 + h_2' \ , \qquad (42)$$

где $h_2' = 0{,}005\,D$, но не менее 3 мм.

2.3.23. Глубину конической части канавки под уплотнительное кольцо вычисляют по формуле

$$h_2 = \frac{h_0 - h_1}{2} + 0{,}007\,D \qquad (43)$$

2.3.24. Внутренний диаметр проточки вычисляют по формуле

$$D_1 = D_{ср} - b + 2\,(h_2 - h_1')\cdot tg\,\gamma\,. \qquad (44)$$

2.3.25. Наружный диаметр проточки вычисляют по формуле

$$D_2 = D_{ср} + b - 2\cdot(h_2 - h_1')\cdot tg\,\gamma\,. \qquad (45)$$

2.3.26. Усилия в шпильках после их затяжки вычисляют по формулам:

перед технологической опрессовкой давлением $P_{тех}$

$$Q_{з\,тех} = \frac{\pi\cdot D_{ср}^2}{4\cdot K_1}\cdot\left[P_{тех} + 0{,}5\cdot\frac{\sin(\gamma+\rho)}{\cos\rho}\cdot P\right], \qquad (46)$$

Перед гидроиспытанием пробным давление $P_{пр}$ и последующей эксплуатацией при расчетном давлении P

$$Q_{з\,пр} = \frac{\pi\cdot D_{ср}^2}{4\cdot K_1}\cdot\left[P_{пр} + 0{,}5\cdot P\cdot\frac{\sin(\gamma+\rho)}{\cos\rho}\right] - Q_t\;; \qquad (47)$$

перед эксплуатацией при расчетном давлении P (без гидроиспытаний)

$$Q_з = \frac{\pi\cdot D_{ср}^2}{4\cdot K_1}\cdot P\cdot\left[1 + 0{,}75\cdot\frac{\sin(\gamma+\rho)}{\cos\rho}\right] - Q_t\,. \qquad (48)$$

При этом должны соблюдаться следующие условия:

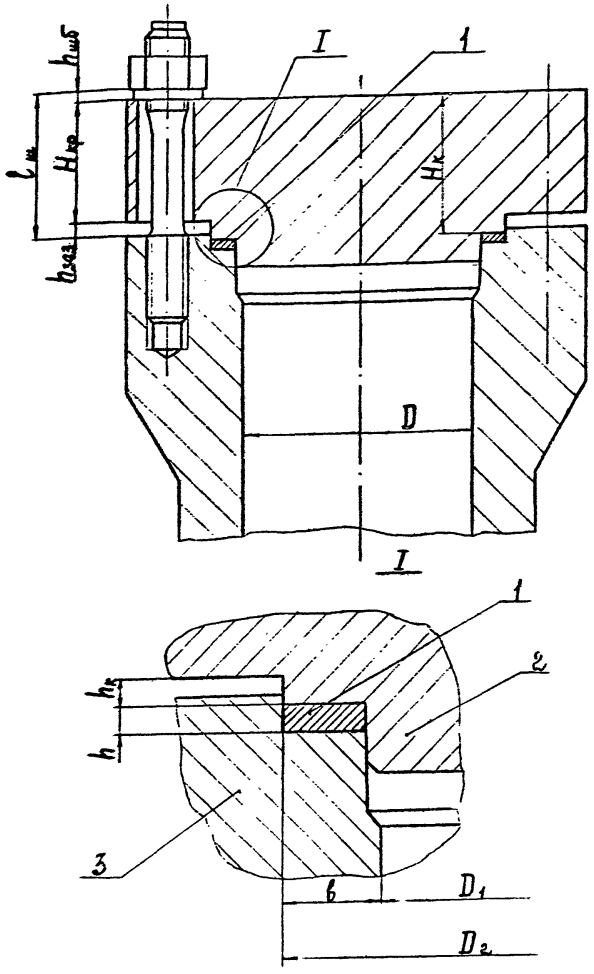
$$Q_{з\,пр} \leqslant Q_{пр}\;;$$
$$Q_з \leqslant Q\,.$$

Если они не соблюдаются, то следует выполнить конструктивные изменения уплотнения или изменить температурный режим его работы.

2.4. У п л о т н е н и е с п л о с к о й п р о к л а д к о й

2.4.1. Конструкция уплотнения представлена на черт. 4.

Уплотнение с плоской прокладкой



I - плоская прокладка; 2 - элемент уплотнения крышки;

3 - элемент уплотнения корпуса.

Черт. 4

2.4.2. Расчетное усилие действующее на шпильки, вычисляют по формуле

$$Q = Q_q + R_n + Q_t \quad . \tag{49}$$

2.4.3. Равнодействующую внутреннего давления среды на крышку Q_q вычисляют по формуле (2).

2.4.4. Осевую реакцию прокладки в рабочих условиях вычисляют по формуле

$$R_n = \pi \cdot D_{cp} \cdot \frac{b}{K_1} \cdot \sigma_{см.п}^{20} \tag{50}$$

2.4.5. Расчетную ширину прокладки принимают большей из двух величин, вычисленных по формулам

$$b_p = \frac{0,25 \cdot P \cdot D_1}{\sigma_{доп}^t - \sigma_{см.п}^{20} - 0,25 \cdot P} \quad ; \tag{51}$$

$$b_p = \frac{0,25 \cdot P_{пр} \cdot D_1}{\sigma_{доп}^{20} - \sigma_{см.пр}^{20} - 0,25 \cdot P_{пр}} \quad . \tag{52}$$

Исполнительную ширину прокладки b принимают большей или равной расчетной ширине b_p .

Исполнительную ширину прокладки b проверяют по формуле

$$\sigma^t = \frac{Q}{\pi \cdot D_{cp} \cdot b} \tag{53}$$

Должно соблюдаться условие

$$\sigma^t \leq \sigma_{доп}^t \quad . \tag{54}$$

Если условие не выполняется, то увеличивают ширину прокладки b и вновь определяют Q по формуле (49) и σ^t при новых значениях Q и b . Если условие (54) не выпол-

няется, то проверку повторяют при другом значении b, до выполнения условия (54).

2.4.6. Внутренний диаметр уплотнительной поверхности принимают конструктивно или вычисляют по формуле

$$D_1 = D + 5 \quad . \tag{55}$$

2.4.7. Средний диаметр уплотнительного соединения вычисляют по формуле

$$D_{ср} = D_1 + b \tag{56}$$

2.4.8. Наружный диаметр уплотнительной поверхности вычисляют по формуле

$$D_2 = D_1 + 2b \tag{57}$$

2.4.9. Допускаемые контактные напряжения на уплотнительных поверхностях $\sigma^t_{доп}$ и $\sigma^{20}_{доп}$ принимают по меньшему из значений предела текучести материалов корпуса или крышки

$$\sigma^t_{доп} = 0{,}35\sigma^t_{т.к} + 180 \text{ МПа} \left(\sigma^t_{доп} = 0{,}35\sigma^t_{т.к} + 1800 \text{ кгс/см}^2\right) \tag{58}$$

Вычисление $\sigma^{20}_{доп}$ производят по формуле (58) при подстановке $\sigma^{20}_{т.к}$ вместо $\sigma^t_{т.к}$.

$\sigma^{20}_{т.к}$ и $\sigma^t_{т.к}$ принимают по приложению 3.

2.4.10. Герметизирующее напряжение смятия материала прокладки для расчетного давления принимают:

$\sigma^{20}_{см.п} = 70$ МПа (700 кгс/см^2) – для алюминия;

$\sigma^{20}_{см.п} = 100$ МПа (1000 кгс/см^2) – для меди;

$\sigma^{20}_{см} = 180$ МПа (1800 кгс/см^2) – для стали с $\sigma^{20}_{т} \le 230$ МПа (2300 кгс/см^2).

2.4.11. Осевую нагрузку, действующую на шпильки от неравномерности нагрева элементов уплотнения, а также различия величин коэффициентов линейного расширения сопрягаемых деталей Q_t

вычисляют по формуле (6). При этом величину Q_t учитывают в формуле (49) при условии $Q_t > 0$.

Если величина $Q_t < 0$, то при $|Q_t| \leq 0{,}1\,R_n$ она не учитывается в формуле (49).

В любом случае ($Q_t > 0$ или $Q_t < 0$) при $|Q_t| > 0{,}1\,R_n$ необходимо принять другие сочетания материалов деталей уплотнения или изменить их геометрические размеры и тепловой режим работы уплотнения.

2.4.12. Суммарное осевое температурное перемещение в зоне контакта вычисляют по формуле

$$\delta_\Sigma = \alpha_n \cdot t_n \cdot h_n + \alpha_к \cdot t_к \cdot H_к + \alpha_{шб} \cdot t_{шб} \cdot h_{шб} - \quad (59)$$

$$- \alpha_ш \cdot t_ш \cdot \ell_ш \ .$$

Величины коэффициентов линейного расширения α_n, $\alpha_к$, $\alpha_{шб}$, $\alpha_ш$ для соответствующих материалов приведены в приложении 4.

2.4.13. Размер $H_к$ вычисляют по формуле

$$H_к = H_{кр} + h_к \ . \quad (60)$$

Толщину крышки $H_{кр}$ определяют в соответствии с СТ СЭВ 5206-85. Размеры $h_к$ и h_n определяют согласно ОСТ 26-01-86-88. Осевые размеры $\ell_ш$ и $h_{шб}$ определяют согласно п.2.1.9.

2.4.14. Суммарный коэффициент осевой податливости вычисляют по формуле

$$\lambda_\Sigma = \lambda_n + \lambda_к + \lambda_{шб} + \lambda_ш \ . \quad (61)$$

2.4.15. Коэффициент осевой податливости прокладки вычисляют по формуле

$$\lambda_n = \frac{4 \cdot h_n \cdot K_1}{E \cdot \pi \cdot D_{cp}^2} \quad . \qquad (62)$$

2.4.16. Коэффициенты осевой податливости крышки $\lambda_к$, шпильки $\lambda_ш$, шайб $\lambda_{шб}$ определяют в соответствии с п.п.2.1.12-2.1.14.

2.4.17. При пробном гидравлическом давлении $P_{пр}$ усилие, действующее на шпильки $Q_{пр}$ вычисляют по формуле (49), при этом в расчетную зависимость (2) подставляют значение $P_{пр}$ вместо P в формулу (50) подставляют значение напряжения смятия $\sigma^{20}_{см\,пр} = 0{,}5 \cdot \sigma^{20}_{см.п}$, а величину Q_t принимают равной нулю.

2.4.18. При технологической опрессовке сосуда или аппарата давлением $P_{тех}$ усилие, действующее на шпильки $Q_{тех}$ вычисляют по формуле (49), при этом в расчетную зависимость (2) подставляется значение $P_{тех}$ вместо P, в формулу (50) подставляется значение напряжения смятия $\sigma^{20}_{см\,тех} = 0{,}5 \cdot \sigma^{20}_{см.п}$ а величину Q_t принимают равной нулю.

2.4.19. Усилие в шпильках после их затяжки $Q_{з\,тех}$ перед технологической опрессовкой давлением $P_{тех}$ принимают равным $Q_{тех}$ (п. 2.4.18).

2.4.20. Усилие в шпильках после их затяжки $Q_{з\,пр}$ перед гидроиспытанием пробным давлением $P_{пр}$ принимают равным $Q_{пр}$ (п.2.4.17).

2.4.21. Усилие в шпильках после их затяжки $Q_{з.пр}$ перед гидроиспытанием пробным давлением $P_{пр}$ с последующей эксплуатацией без демонтажа уплотнения принимают большим из величин Q или $Q_{пр}$, определяемых, соответственно по п.п.2.4.2 и 2.4.17.

2.4.22. Усилие в шпильках после их затяжки Q_3 для условий эксплуатации при рабочем давлении принимают равным расчетному усилию Q (п.2.4.2).

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Обязательное

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

P – расчетное давление, МПа (кгс/см^2);

$P_{пр}$ – пробное гидравлическое давление, МПа (кгс/см^2);

$P_{опр}$ – технологическое давление опрессовки, МПа (кгс/см^2);

$\sigma_т^{20}$ – предел текучести материала при температуре 20°С, МПа (кгс/см^2);

$\sigma_{доп}^{20}$ – допускаемые контактные напряжения при температуре 20°С, МПа (кгс/см^2);

$\sigma_т^t$ – предел текучести материала при расчетной температуре, МПа (кгс/см^2);

$\sigma_{доп}^t$ – допускаемые контактные напряжения при расчетной температуре, МПа (кгс/см^2);

$\sigma_{см\,в}^{20}$ – герметизирующее напряжение смятия прокладки при расчетном давлении, МПа (кгс/см^2);

$\sigma_{см\,пр}^{20}$ – герметизирующее напряжение смятия прокладки при пробном гидравлическом давлении, МПа (кгс/см^2);

$\sigma_{см}^{ж}$ – герметизирующее напряжение смятия прокладки при технологическом давлении опрессовки, МПа (кгс/см^2);

E^{20} – модуль продольной упругости материала при температуре 20°С, МПа (кгс/см^2);

E^t – модуль продольной упругости материала при расчетной температуре, МПа (кгс/см^2);

$q_з$ – герметизирующее усилие затяжки на единицу длины окружности контакта, МН/м (кгс/см);

α – коэффициент линейного расширения материала элемента уплотнительного соединения при расчетной температуре, I/град;

λ – коэффициент осевой податливости элемента уплотнения, мм/МН (мм/кгс);

λ_Σ – суммарный коэффициент осевой податливости элементов уплотнения, мм/МН (мм/кгс);

Q – расчетное усилие в шпильках при действии расчетного давления, МН (кгс);

$Q_{пр}$ – расчетное усилие в шпильках при действии пробного гидравлического давления, МН (кгс);

$Q_{тех}$ – расчетное усилие в шпильках при действии технологического давления опрессовки, МН (кгс);

$Q_з$ – усилие в шпильках после их затяжки для условий эксплуатации при рабочем давлении, МН (кгс);

$Q_{з\,пр}$ – усилие в шпильках после их затяжки перед гидроиспытанием пробным давлением, МН (кгс);

$Q_{з\,тех}$ – усилие в шпильках после их затяжки перед опрессовкой технологическим давлением, МН (кгс);

Q_g – равнодействующая внутреннего давления среды на крышку, МН (кгс);

Q_t – осевая составляющая равнодействующей внутреннего давления среды на уплотнительное кольцо, МН (кгс);

R_t – осевая составляющая реакции уплотнительного кольца, МН (кгс);

R_n – осевая реакция прокладки в рабочих условиях, МН (кгс);

Q_t – осевая нагрузка, действующая на шпильки от неравномерности нагрева элементов уплотнения, а также различия величин коэффициентов линейного расширения сопрягаемых деталей, МН (кгс);

D – внутренний диаметр сосуда или горловины, мм;

$\ell_ш$ – расчетная длина шпильки, мм;

$H_{кр}, H_к$ - осевые размеры крышки, мм;

$h_{шб}$ - высота шайбы, мм;

$h_{заз}$ - осевой зазор между торцами крышки и фланца, мм;

D_{cf} - средний диаметр уплотнительного соединения, мм;

$D_к$ - диаметр контакта, мм;

$h, h_0, h_1, h_1', h_2', h_2, h_3, h_\omega$ - осевые размеры уплотнительных колец (прокладок) и канавок для них, мм;

$\ell_р$ - расчетная ширина уплотнительной поверхности, мм;

ℓ - толщина (ширина) уплотнительного кольца (прокладки), мм

T - ширина перемычки в корпусе сосуда под уплотнительное кольцо восьмиугольного сечения, мм;

$D_0, D_1, D_2, D_н, D_в, D_{cf}$ - диаметральные размеры уплотнительных колец (прокладок), мм;

δ_0 - радиальный зазор между двухконусным уплотнительным кольцом и упором крышки, мм;

δ - осевое перемещение элемента уплотнительного соединения, мм;

δ_t - суммарное осевое температурное перемещение элементов уплотнения в зоне контакта, мм;

t - расчетная температура, ^{0}С;

γ - угол конусности уплотнительных поверхностей, заключенный между осью вращения детали и образующей уплотнительной поверхности, град;

φ - угол трения на уплотнительных поверхностях, град;

K_1, K_3 - коэффициенты пропорциональности;

K_2 - условная величина внутреннего давления, действующая на уплотнительное кольцо, МПа (кгс/см^2);

$ук, к, ф, ш, шб, п$ - индексы при величинах относящихся к элементам уплотнительного соединения, соответственно уплотнительное кольцо, крышка, фланец корпуса, шпилька, шайба, прокладка.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное
Таблица 2

РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ КОЛЕЦ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Марка стали	Предел текучести, предел прочности МПа (кгс/см²)	Температура, °С					
		20	100	200	300	400	420
10	$\sigma_т$	210(2100)	200(2000)	180(1800)	140(1400)	100(1000)	90(900)
	$\sigma_в$	340(3400)	340(3400)	340(3400)	320(3200)	280(2800)	270(2700)
20	$\sigma_т$	200(2000)	200(2000)	190(1900)	160(1600)	120(1200)	120(1200)
	$\sigma_в$	400(4000)	400(4000)	400(4000)	390(3900)	375(3750)	360(3600)
25	$\sigma_т$	280(2800)	270(2700)	250(2500)	220(2200)	180(1800)	170(1700)
	$\sigma_в$	460(4600)	460(4600)	460(4600)	440(4400)	390(3900)	380(3800)
09Г2С	$\sigma_т$	300(3000)	285(2850)	260(2600)	210(2100)	190(1900)	180(1800)
	$\sigma_в$	460(4600)	450(4500)	440(4400)	390(3900)	380(3800)	370(3700)
18Х3МФА	$\sigma_т$	450(4500)	435(4350)	400(4000)	380(3800)	350(3500)	335(3350)
	$\sigma_в$	600(6000)	575(5750)	550(5500)	525(5250)	50(5000)	485(4850)
20Х3МВФ	$\sigma_т$	680(6800)	660(6600)	630(6300)	600(6000)	580(5800)	565(5650)
	$\sigma_в$	800(8000)	760(7600)	730(7300)	690(6900)	650(6500)	635(6350)
22Х3М	$\sigma_т$	450(4500)	425(4250)	400(4000)	350(3500)	300(3000)	285(2850)
	$\sigma_в$	600(6000)	580(5800)	555(5550)	500(5000)	450(4500)	440(4400)
30ХМА	$\sigma_т$	400(4000)	380(3800)	370(3700)	340(3400)	330(3300)	320(3200)
	$\sigma_в$	600(6000)	580(5800)	550(5500)	520(5200)	490(4900)	480(4800)

Продолжение табл. 2

Марка стали	Предел текучести, предел прочности МПа (кгс/см^2)	Температура, °С					
		20	100	200	300	400	420
20Х2МА	$\sigma_т$	400(4000)	385(3850)	360(3600)	345(3450)	330(3300)	320(3200)
	$\sigma_в$	550(5500)	535(5350)	510(5100)	495(4950)	480(4800)	470(4700)
08Х13	$\sigma_т$	380(3800)	380(3800)	340(3400)	330(3300)	300(3000)	295(2950)
	$\sigma_в$	570(5700)	550(5500)	510(5100)	500(5000)	460(4600)	440(4400)
12Х13	$\sigma_т$	380(3800)	380(3800)	340(3400)	330(3300)	320(3200)	315(3150)
	$\sigma_в$	600(6000)	600(6000)	550(5500)	550(5500)	520(5200)	510(5100)
20Х13	$\sigma_т$	480(4800)	460(4600)	420(4200)	370(3700)	370(3700)	360(3600)
	$\sigma_в$	640(6400)	600(6000)	540(5400)	500(5000)	470(4700)	460(4600)
30Х13	$\sigma_т$	570(5700)	550(5500)	530(5300)	510(5100)	450(4500)	440(4400)
	$\sigma_в$	710(7100)	680(6800)	670(6700)	640(6400)	580(5800)	570(5700)
15Х5М	$\sigma_т$	280(2800)	240(2400)	240(2400)	220(2200)	200(2000)	195(1950)
	$\sigma_в$	450(4500)	440(4400)	430(4300)	420(4200)	380(3800)	365(3650)
12Х18Н10Т	$\sigma_т$	200(2000)	195(1950)	175(1750)	150)1500)	130(1300)	130(1300)
	$\sigma_в$	500(5000)	440(4400)	400(4000)	400(4000)	380(3800)	380(3800)
10Х17Н13М2Т	$\sigma_т$	200(2000)	195(1950)	175(1750)	150(1500)	130(1300)	130(1300)
	$\sigma_в$	500(5000)	440(4400)	400(4000)	400(4000)	380(3800)	380(3800)
08Х18Н10Т	$\sigma_т$	200(2000)	195(1950)	175(1750)	150(1500)	130(1300)	130(1300)
	$\sigma_в$	500(5000)	440(4400)	400(4000)	400(4000)	380(3800)	380(3800)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Справочное

РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ КРЫШКИ И ФЛАНЦА КОРПУСА ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Таблица 3

Марка стали	Предел прочности, предел текучести МПа (кгс/см²)	Температура, °С				
		20	100	200	300	400
20	$\sigma_т$	170(1700)	170(1700)	160(1600)	140(1400)	110(1100)
	$\sigma_в$	340(3400)	340(3400)	320(3200)	300(3000)	280(2800)
22К	$\sigma_т$	220(2200)	220(2200)	200(2000)	190(1900)	170(1700)
	$\sigma_в$	440(4400)	440(4400)	400(4000)	380(3800)	370(3700)
09Г2С	$\sigma_т$	300(3000)	285(2850)	260(2600)	210(2100)	190(1900)
	$\sigma_в$	460(4600)	450(4500)	440(4400)	390(3900)	380(3800)
20Х2МА	$\sigma_т$	400(4000)	385(3850)	355(3550)	310(3100)	265(2650)
	$\sigma_в$	550(5500)	530(5300)	510(5100)	460(4600)	410(4100)
22Х3М δ до 550 мм	$\sigma_т$	450(4500)	425(4250)	400(4000)	350(3500)	300(3000)
	$\sigma_в$	600(6000)	580(5800)	550(5500)	500(5000)	450(4500)
22Х3М δ 551–700 мм	$\sigma_т$	400(4000)	380(3800)	350(3500)	300(3000)	250(2500)
	$\sigma_в$	550(5500)	535(5350)	500(5000)	450(4500)	400(4000)
15Х2МФА	$\sigma_т$	440(4400)	430(4300)	420(4200)	405(4050)	375(3750)
25Х2МФА 25Х3МФА	$\sigma_в$	550(5500)	550(5500)	530(5300)	510(5100)	480(4800)
18Х2МФА	$\sigma_т$	540(5400)	530(5300)	520(5200)	505(5050)	460(4600)
25Х2МФА 25Х3МФА	$\sigma_в$	650(6500)	630(6300)	600(6000)	570(5700)	530(5300)

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Справочное

СРЕДНИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ $\alpha \cdot 10^6$ 1/град

Таблица 4

Группы сталей	Интервал температур, °С							
	29-50	20-100	20-150	20-200	20-250	20-300	20-350	20-400
Углеродистые и низколегированные стали: ст 10,20,25,09Г2С, 15ХМ, 30ХМ, 20Х2МА, 20Х3МВФ, 22Х3М, 18Х3МФА	11,5	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	13,4	13,6
Хромистые нержавеющие стали: 08Х13, 12Х13, 20Х13, 30Х13	10,0	10,3	10,6	10,8	11,0	11,2	11,4	11,6
Хромоникилиевые аустенитные стали 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	16,4	16,6	16,8	17,0	17,2	17,4	17,6	17,8

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Справочное
Таблица 5

МОДУЛЬ УПРУГОСТИ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ $E \cdot 10^{-4}$ МПа ($E \cdot 10^{-5}$ кгс/см^2)

Группы сталей	Температура, °С				
	20	100	200	300	400
Углеродистая сталь С ≤ 0,25% ст. 10,20,25	20,0	19,5	19,0	18,0	17,0
Низколегированная сталь С < 0,25% 09Г2С, 15ХМ, 20Х2МА	21,0	20,5	20,0	19,5	18,5
Низколегированная сталь С > 0,25% 30ХМА, 22Х3М, 18Х3МФА, 20Х3МВФ	21,5	21,0	20,5	20,0	19,0
Высокохромистая сталь 08Х13, 12Х13, 20Х13, 30Х13	22,0	21,5	21,0	20,0	19,0
Хромоникелевые аустенитные стали 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	20,5	20,0	19,0	18,0	17,0

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. УТВЕРЖДЕН Министерство химического и нефтяного машиностроения, УкрНИИхиммаш

2. ИСПОЛНИТЕЛИ Древин А.К., канд. техн. наук (руководитель темы), Вирюкин Б.Н., Погосян В.К., канд. техн. наук, Золотенин Г.Г.

3. Срок первой проверки 1991 г;
периодичность проверки 5 лет.

4. Использовано изобретение - авторское свидетельство № 479930

5. Взамен ОСТ 26-01-87-78

6. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
1. ГОСТ 11879-81	1.4
2. ГОСТ 14249-80	1.4
3. ГОСТ 26303-84	2.1.9, 2.1.13,
4. СТ СЭВ 5206-85	2.1.9, 2.2.7, 2.3.9, 2.4.13
5. ОСТ 26-01-9-80	лист 1
6. ОСТ 26-01-86-88	лист 1, 1.5, 2.1.9, 2.1.17, 2.2.7, 2.3.9, 2.4.13
7. ОСТ 26-01-138-81 - - ОСТ 26-01-144-81	2.1.9, 2.1.13, 2.1.14,
8. ОСТ 26-01-221-86	лист 1, 1.4
9. ОСТ 26-1046-87	лист 1.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ РД 26-01-168 -88

Номер изменения	Номер листа (страницы)				Номер документа	Подпись	Дата внесения изм.	Дата введения изм.
	измененного	замененного	нового	аннулированного				

gost.e-ecolog.ru