

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ  
СЄВЕРОДОНЕЦЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ**

**О.І. Барвін, І.М. Гєнкіна, В.В. Іванченко,  
Г.В. Тараненко, Ю.М. Шгонда**

**КОНСТРУЮВАННЯ І РОЗРАХУНОК  
СТАЛЕВИХ ЗВАРНИХ ПОСУДИН ТА АПАРАТІВ.  
ФЛАНЦЕВІ З'ЄДНАННЯ**

**Луганськ 2007**

**УДК 66.023+66.025**  
**БК 35.11**  
**К65**

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів за спеціальністю “Обладнання хімічних виробництв та підприємств будівельних матеріалів”.

(лист № 1.4/18-Г-1141 від 16.07.07.)

**Рецензенти:**

**Панов Є.М., доктор технічних наук, проф. НТУУ ”КПІ“**  
**Юшко В.Л., доктор технічних наук, проф. УДХТУ**  
**Склябінський В.І., доктор технічних наук, проф. СумДУ**  
**Борисенко В.А., кандидат технічних наук, НДІХІММАШ**

**Відповідальний редактор В.В. Іванченко**

**О.І. Барвін, І.М. Генкіна, В.В. Іванченко, Г.В. Тараненко, Ю.М. Штонда.**  
**К65 Конструювання і розрахунок сталевих зварних посудин та апаратів. Фланцеві з'єднання.** – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту імені Володимира Даля, 2007. – 306 с., 108 іл., 117 табл., 48 бібліогр назв.

ISBN

У даному посібнику наведені описи стандартних конструкцій фланцевих з'єднань, які застосовуються у хімічному машинобудуванні, а також рекомендації щодо їх вибору та розрахунку на міцність, жорсткість і герметичність.

Розрахунки фланцевих з'єднань викладені на основі діючої у хімічному машинобудуванні нормативно-технічної документації.

Наведені приклади розрахунків фланцевих з'єднань.

Посібник призначено для використання в навчальному процесі при вивченні студентами дисциплін професійної та практичної підготовки, а також в курсовому та дипломному проектуванні.

Посібник може бути корисним інженерам-механікам, які займаються проектуванням, виготовленням і експлуатацією посудин та апаратів хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів.

**УДК 66.023+66.025**  
**БК 35.11**

ISBN

- © О.І. Барвін, І.М. Генкіна, В.В. Іванченко, Г.В. Тараненко, Ю.М. Штонда
- © Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, 2007

---

---

## ЗМІСТ

<b>1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ</b> .....	4
1.1 Вимоги, що пред'являються до фланцевих з'єднань .....	4
1.2 Класифікація фланців .....	4
<b>2 КОНСТРУКЦІЇ ФЛАНЦЕВИХ З'ЄДНАНЬ</b> .....	5
2.1 Конструкції фланцевих з'єднань посудин та апаратів .....	5
2.2 Конструкції з'єднань з перехідними фланцями .....	13
2.3 Конструкції з'єднань з арматурними фланцями .....	14
2.4 Конструкції заглушок .....	21
2.5 Приклади вибору фланцевих з'єднань .....	22
<b>3 КОНСТРУКЦІЇ ТА МАТЕРІАЛИ ПРОКЛАДОК ФЛАНЦЕВИХ З'ЄДНАНЬ</b> .....	27
3.1 Загальні вимоги .....	27
3.2 Типи прокладок для фланцевих з'єднань .....	27
3.3 Конструкції прокладок для фланцевих з'єднань посудин та апаратів .....	30
3.4 Конструкції прокладок для арматурних фланцевих з'єднань .....	38
<b>4 ВИБІР КРІПІЛЬНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ФЛАНЦЕВИХ З'ЄДНАНЬ</b> .....	44
<b>5 РОЗРАХУНОК ФЛАНЦЕВИХ З'ЄДНАНЬ</b> .....	56
5.1 Напружений стан деталей фланцевого з'єднання .....	56
5.2 Розрахункові температури елементів фланцевого з'єднання .....	59
5.3 Допустимі напружини .....	59
5.4 Розрахунок допоміжних величин .....	63
5.5 Визначення коефіцієнта жорсткості фланцевого з'єднання .....	70
5.6 Розрахунок навантажень .....	71
5.7 Розрахунок болтів (шпильок) .....	75
5.8 Розрахунок прокладок .....	76
5.9 Розрахунок фланців на міцність .....	76
5.10 Перевірка фланцевого з'єднання на жорсткість .....	84
5.11 Розрахунок фланців на малоциклову втомленість .....	85
5.12 Приклади розрахунку фланцевих з'єднань .....	88
<b>ДОДАТОК А Межі застосування фланців посудин та апаратів</b> .....	119
<b>ДОДАТОК Б Конструкції і розміри фланців посудин та апаратів</b> .....	124
<b>ДОДАТОК В Конструкції та розміри сталевих фланців арматури, з'єднувальних частин і трубопроводів</b> .....	165
<b>ДОДАТОК Г Заглушки фланцеві сталеві</b> .....	202
<b>ДОДАТОК Д Матеріали прокладок фланцевих з'єднань</b> .....	220
<b>ДОДАТОК Е Прокладки фланцевих з'єднань посудин та апаратів</b> .....	230
<b>ДОДАТОК Ж Прокладки фланцевих з'єднань арматури, з'єднувальних частин та трубопроводів</b> .....	239
<b>ДОДАТОК И Кріпильні вироби для фланцевих з'єднань</b> .....	269
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	303

---

## **1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ**

Окремі частини апаратів (корпуси, кришки, царги, трубні пучки, розподільні камери та ін.) з'єднуються між собою, а також з арматурою та трубопроводами за допомогою роз'ємних з'єднань.

Найпоширенішим видом роз'ємних з'єднань, що застосовуються в хімічній та інших галузях промисловості, є фланцеві з'єднання, які відрізняються простотою конструкції, легкістю збирання та розбирання і забезпечують герметичність та міцність апаратів.

Для герметичного перекриття (відглушення) отворів штуцерів на апаратах, а також для відглушення трубопроводів при проведенні ремонтних робіт та гідравлічних або пневматичних випробувань застосовуються заглушки.

### **1.1 Вимоги, що пред'являються до фланцевих з'єднань**

До фланцевих з'єднань пред'являють наступні вимоги:

- герметичність при заданих температурі та тиску;
- достатня міцність і жорсткість;
- допустимість багатократного збирання та розбирання;
- технологічність виготовлення;
- взаємозамінність.

### **1.2 Класифікація фланців**

Фланці класифікуються наступним чином:

- за призначенням – фланці посудин та апаратів; фланці арматури, з'єднувальних частин і трубопроводів;
- за конструкцією – плоскі приварні, приварні встик, перехідні фланці;
- за типом ущільнювальних поверхонь – з гладкою поверхнею (зі з'єднувальним виступом), з ущільнювальними поверхнями типів “шип-паз”, “виступ-западина”, під металеві прокладки овального та восьмикутного перерізу, під лінзову прокладку.

---

---

## 2 КОНСТРУКЦІЇ ФЛАНЦЕВИХ З'ЄДНАНЬ

### 2.1 Конструкції фланцевих з'єднань посудин та апаратів

Фланці посудин та апаратів (далі апаратні фланці) застосовують для з'єднання окремих складових одиниць корпусів апаратів між собою, а також як фланці люків.

ланці і прокладки до них стандартизовані по внутрішньому діаметру і умовному тиску.

Базовим розміром апаратних фланців є внутрішній діаметр. Стандартами [29-31] передбачені наступні внутрішні діаметри фланців: 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400, 2600, 2800, 3000, 3200, 3400, 3600, 3800 та 4000 мм.

Апаратні фланці виготовляються на наступні умовні тиски: 0,3; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 8,0; 10 та 16 МПа.

Для створення необхідної герметичності фланцевого з'єднання ущільнювальним поверхням надають певну форму. Залежно від тиску і фізико-хімічних властивостей середовища передбачені наступні типи ущільнювальних поверхонь фланців:

- гладка;
- виступ;
- западина;
- шип;
- паз;
- під металеву прокладку восьмикутного перерізу.

Апаратні фланці виготовляють монометалевими, облицьованими листом або наплавленими корозійностійкою сталлю.

Плоскі приварні фланці посудин та апаратів за конструкцією підрозділяються на наступні виповнення (рисунки Б.1-Б.15 додатку Б):

- 1 (монометалеві з гладкою ущільнювальною поверхнею);
- 2 (монометалеві з пазом);
- 3 (монометалеві з шипом);
- 4 (монометалеві із западиною);
- 5 (монометалеві з виступом);
- 6 (монометалеві із гладкою ущільнювальною поверхнею, облицьовані листом з корозійностійкої сталі);
- 7 (з пазом, облицьовані листом із корозійностійкої сталі);
- 8 (з шипом, облицьовані листом із корозійностійкої сталі);

- 9 (із западиною, облицьовані листом із корозійностійкої сталі);
- 10 (з виступом, облицьовані листом із корозійностійкої сталі);
- 11 (з гладкою ущільнювальною поверхнею, наплавлені корозійностійкою сталлю);
- 12 (з пазом, наплавлені корозійностійкою сталлю);
- 13 (з шипом, наплавлені корозійностійкою сталлю);
- 14 (із западиною, наплавлені корозійностійкою сталлю);
- 15 (з виступом, наплавлені корозійностійкою сталлю).

Приварні встик фланці посудин та апаратів за конструкцією підрозділяються на наступні виповнення (рисунки Б.16-Б.27 додатку Б):

- 1 (монометалеві із западиною);
- 2 (монометалеві з виступом);
- 3 (монометалеві з пазом);
- 4 (монометалеві з шипом);
- 5 (із западиною, облицьовані листом із корозійностійкої сталі);
- 6 (з виступом, облицьовані листом із корозійностійкої сталі);
- 7 (з пазом, облицьовані листом із корозійностійкої сталі);
- 8 (з шипом, облицьовані листом із корозійностійкої сталі);
- 9 (із западиною, наплавлені корозійностійкою сталлю);
- 10 (з виступом, наплавлені корозійностійкою сталлю);
- 11 (з пазом, наплавлені корозійностійкою сталлю);
- 12 (з шипом, наплавлені корозійностійкою сталлю).

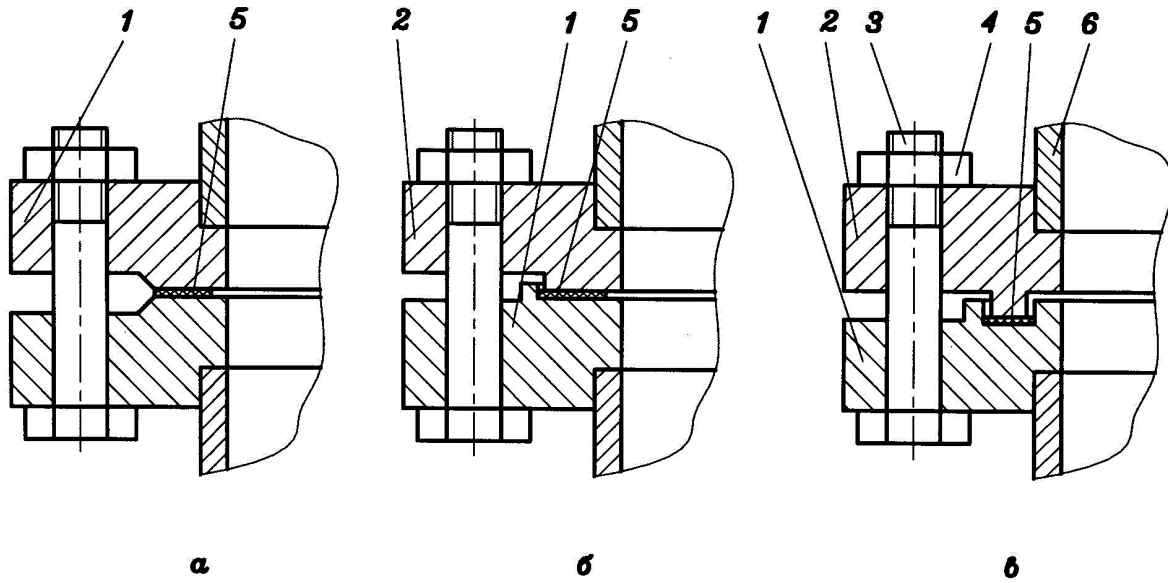
Приварні встик фланці посудин та апаратів під прокладку восьмикутного перерізу за конструкцією підрозділяються на наступні виповнення (рисунки Б.28-Б.31 додатку Б):

- 1 (монометалеві під прокладку восьмикутного перерізу);
- 2 (під прокладку восьмикутного перерізу, наплавлені корозійностійкою сталлю).

Фланцеве з'єднання (рисунки 2.1, 2.2) складається з фланців 1, 2, болтів (шпильок) 3, гайок 4 та ущільнювального елемента (прокладки) 5, який установлюється між ущільнювальними поверхнями фланців і забезпечує герметичність при затягуванні болтів або шпильок.

На рисунку 2.1 представлені апаратні фланцеві з'єднання з плоскими приварними фланцями з гладкою ущільнювальною поверхнею і ущільнювальними поверхнями типів “виступ-западина” та “шип-паз”.

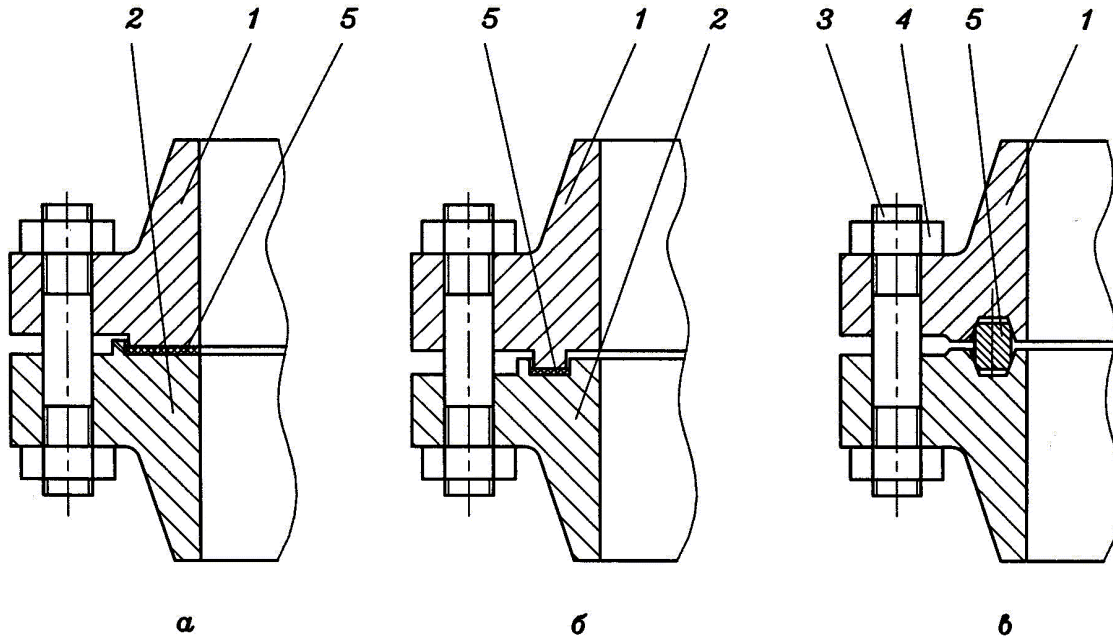
Плоский приварний фланець є плоским кільцем, що приварюється до краю обичайки (втулки), завдяки чому фланець і обичайка працюють під навантаженням як єдине ціле.



*a* – з гладкою ущільнювальною поверхнею; *б* – типу „виступ-западина”; *в* – типу „шип-паз”

*1, 2* – фланці; *3* – болт; *4* – гайка; *5* – прокладка; *6* – втулка (обичайка)

Рисунок 2.1 – Апаратні фланцеві з’єднання з плоскими приварними фланцями



*a* – типу „виступ-западина”; *б* – типу „шип-паз”; *в* – з ущільнювальною поверхнею під прокладку восьмикутного перерізу

*1, 2* – фланці; *3* – шпилька; *4* – гайка; *5* – прокладка

Рисунок 2.2 – Апаратні фланцеві з’єднання з приварними встик фланцями



На рисунку 2.2 представлені апаратні фланцеві з'єднання з приварними встик фланцями із ущільнювальними поверхнями типів “виступ-западина”, “шип-паз” та під прокладку восьмикутного перерізу.

Приварний встик фланець має конічну втулку яка приварюється до обичайки стиковим швом. Ці фланці застосовуються при більш високих тисках і температурах та при більшій кількості циклів навантаження (по-над 2000) ніж плоскі приварні.

Перевагою фланців з гладкою ущільнювальною поверхнею є простота конструкції (технологічність виготовлення).

Для забезпечення взаємозамінності фланців всіх типів їх приєднувальні розміри (зовнішній діаметр, діаметр болтової окружності, кількість і діаметр болтових отворів) і розміри ущільнювальних поверхонь стандартизовані [29-31] і прийняті однаковими при одному і тому ж умовному тиску і внутрішніх діаметрах незалежно від конструкції та матеріалу фланця.

Межі застосування апаратних фланців наведені в таблиці 2.1 [28].

Форма ущільнювальної поверхні вибирається залежно від конструкції фланця та групи апарата.

Плоскі приварні фланці з гладкою ущільнювальною поверхнею застосовуються на умовний тиск від 0,3 до 1,6 МПа для посудин 3, 4 і 5 груп.

Фланці з ущільнювальними поверхнями типу “шип-паз” рекомендуються для прокладок, які необхідно поміщати в замкнутий об'єм (наприклад, з фторопласту), для апаратів, які працюють під вакуумом (абсолютний тиск від 0,05 до 0,001 МПа), а також для герметизації середовищ з високою проникаючою здатністю (водень, гелій, високотемпературні органічні теплоносії).

Матеріали фланців слід приймати за таблицею А.1 додатку А залежно від матеріалу обичайки (з тієї ж марки сталі або близької за властивостями), розрахункового тиску та розрахункової температури [28].

Фланці з недорогих вуглецевих і низьколегованих марок сталей виготовляють монометалевими, а фланці з аустенітних корозійностійких сталей – монометалевими переважно при невеликих розмірах. Фланці відносно великих діаметрів виготовляють облицьованими або наплавленими, при цьому несуча частина фланця виконується з вуглецевих або низьколегованих сталей, а поверхні, які торкаються середовища, захищають корозійностійкими марками сталей.

Конструкція плоского приварного фланця з гладкою ущільнювальною поверхнею, облицьованого листовою корозійностійкою сталлю, наведена на рисунку 2.3,а, а наплавленого корозійностійкою сталлю – на рисунку 2.3,б.

Таблиця 2.1 – Межі застосування апаратних фланців

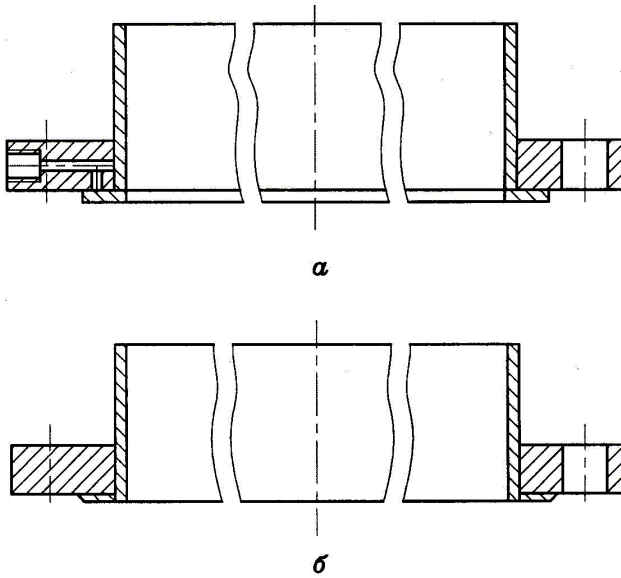
Тип фланця	Внутрішній діаметр апарата $D$ , мм	Номінальний (умовний) тиск $PN$ , МПа	Робоча температура, °С
Фланці посудин та апаратів сталеві плоскі приварні за ГОСТ 28759.2-90	400-4000 400-3200 400-2400	0,3 0,6-1,0 1,6	від мінус 70 до плюс 300
Фланці посудин та апаратів сталеві приварні встик за ГОСТ 28759.3-90	3400-4000 400-4000 400-3200 400-2000 400-1600	0,6 1,0 1,6 2,5 4,0-6,3	від мінус 70 до плюс 600
Фланці посудин та апаратів сталеві приварні встик під прокладку восьмикутного перерізу за ГОСТ 28759.4-90	400-1600 400-1500 400-1200	6,3-8,0 10,0 16,0	
<p>Примітки:</p> <p>1 Фланці за ГОСТ 28759.2-90 не допускається застосовувати в посудинах та апаратах, що працюють в умовах циклічних навантажень з числом циклів понад <math>2 \cdot 10^3</math>, а також в середовищах, що викликають корозійне розтріскування.</p> <p>2 Фланці виповнень 6-10 за ГОСТ 28759.2-90 і виповнень 5-8 за ГОСТ 28759.3-90 слід застосовувати при робочій температурі не більше 100 °С.</p> <p>3 Для посудин та апаратів, що працюють в умовах вакууму із залишковим тиском не нижче 665 Па (5 мм рт. ст.), допускається застосовувати фланці виповнень 1-5 за ГОСТ 28759.2-90 на <math>PN</math> номінальний (умовний) тиск 0,3 МПа, виповнень 1-4 за ГОСТ 28759.3-90 – на номінальний (умовний) тиск <math>PN</math> 1,0 МПа.</p> <p>4 Межі застосування фланців виповнень 11-15 за ГОСТ 28759.2-90, виповнень 9-12 за ГОСТ 28759.3-90 і виповнень 2 за ГОСТ 28759.4-90 встановлюються за таблицею А.2 залежно від матеріалу основного шару.</p>			

Конструкція приварного встик фланця з виступом, облицьованого листовою корозійностійкою сталлю, наведена на рисунку 2.4,*а*, а наплавленого корозійностійкою сталлю – на рисунку 2.4,*б*.

Конструкції та розміри плоских приварних фланців, облицьованих і наплavlених корозійностійкою сталлю, наведені в додатку Б.

Конструкції та розміри приварних встик фланців, облицьованих і наплavlених корозійностійкою сталлю, наведені в додатку Б.

Конструкції та розміри приварних встик фланців під прокладку восьмикутного перерізу, облицьованих листом або наплavlених корозійностійкою сталлю, наведені в додатку Б.



*а* – облицьований листом із корозійностійкої сталі; *б* – наплавлений корозійностійкою сталлю

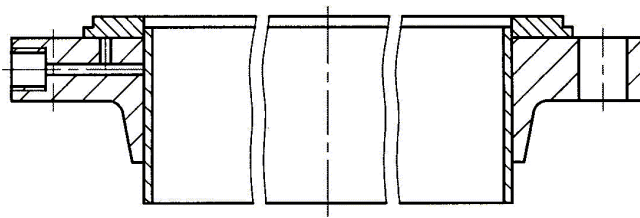
Рисунок 2.3 – Конструкції плоских приварних фланців, облицьованих та наплавлених корозійностійкою сталлю

Фланці, облицьовані листом з корозійностійкої сталі, застосовують при робочій температурі не більше 100 °С.

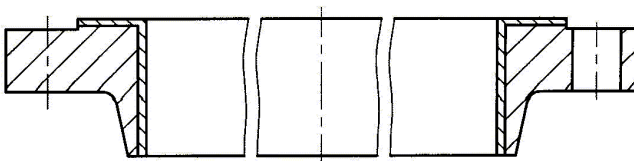
Для контролю герметичності зварних з'єднань облицьованих фланців передбачають контрольні отвори під нарізь М10. Контроль щільності зварних з'єднань облицьованих фланців виконується пневматичним випробуванням під тиском 0,05 МПа. В робочих умовах ці отвори залишаються відкритими.

Фланці для посудин із двошарових сталей слід виготовляти зі сталі основного шару або зі сталі цього ж класу із захистом ущільнювальної та внутрішньої поверхні фланця від корозії облицьованням або наплавленням корозійностійкою сталлю.

Втулки плоских приварних фланців виконань 6-15 за стандартом [29], а також облицьовання та наплавлення виготовляють зі сталей марок 08Х22Н6Т, 08Х18Н10Т, 08Х17Н15М3Т, 10Х17Н13М2Т, 12Х18Н10Т за ГОСТ 5632-72.



*a*



*б*

*a* – облицьований листом із корозійностійкої сталі; *б* – наплавлений корозійностійкою сталлю

Рисунок 2.4 – Конструкції приварних встик фланців, облицьованих і наплавлених корозійностійкою сталлю

Для втулки, облицьовання та наплавлення фланця застосовуються корозійностійкі сталі однієї марки.

Плоскі приварні фланці з вуглецевої сталі з втулкою зі сталі аустенітного класу можуть застосовуватися при температурі не більше 100 °С, а з втулкою з біметалу (з основним шаром з вуглецевої сталі) – до 300 °С. Їх допускається приварювати безпосередньо до обичайки (днища) з товщиною рівною або більшою ніж товщина втулки.

Радіальний зазор для плоских приварних фланців між зовнішньою поверхнею втулки (обичайки, днища) та внутрішньою поверхнею фланця не повинен перевищувати 2,5 мм.

Межі застосування апаратних фланців залежно від матеріального виконання та розрахункової температури наведені в таблиці А.1 додатку А.

У фланцевих з'єднаннях з ущільнювальними поверхнями типів “виступ-западина” і “шип-паз”, які розташовані в горизонтальній площині, нижні фланці повинні бути, як правило, з ущільнювальними поверх-

нями типів „западина” або „паз”. У фланцевих з’єднаннях, які розташовані в вертикальній площині, фланці штуцерів повинні бути, як правило, з ущільнювальними поверхнями типів „западина” або „паз”.

## 2.2 Конструкція з’єднань з перехідними фланцями

Перехідні приварні встик фланці застосовуються переважно в кожухотрубчастих теплообмінних апаратах з плаваючою головкою. За їх допомогою кришка апарата приєднуються до кожуха.

Галузевим стандартом [36] передбачені наступні виконання перехідних фланців під плоску прокладку:

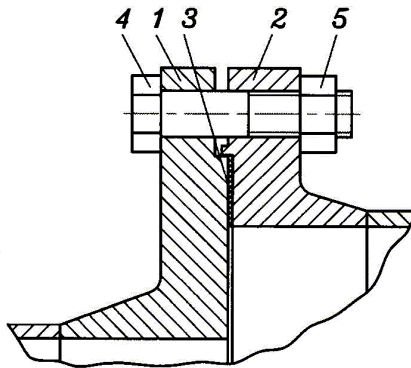
- 1 (монометалевий з виступом);
- 2 (монометалевий з шипом);
- 3 (з виступом, наплавлений корозійностійкою сталлю);
- 4 (з шипом, наплавлений корозійностійкою сталлю).

Галузевим стандартом [37] передбачені наступні виконання перехідних фланців під металеву прокладку восьмикутного перерізу:

- 1 (монометалевий);
- 2 (наплавлений корозійностійкою сталлю).

Конструкція з’єднання з перехідними фланцями з ущільнювальними поверхнями типу “виступ-западина” наведена на рисунку 2.5, а з’єднання з перехідними фланцями з ущільнювальною поверхнею під прокладку восьмикутного перерізу – на рисунку 2.6.

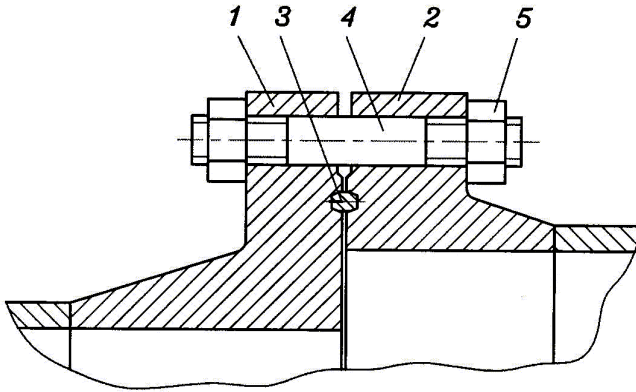
Конструкції та розміри перехідних фланців наведені в додатку Б.



1 – перехідний фланець; 2 – фланець; 3 – прокладка; 4 – болт; 5 – гайка

Рисунок 2.5 – Фланцеве з’єднання типу „виступ-западина” з перехідним фланцем

Відповідні фланці, що приварюються до кришки теплообмінного апарата з плаваючою головкою, залежно від розрахункового тиску та розрахункової температури кожуха можуть бути плоскими приварними або приварними встик, а залежно від корозійних властивостей середовища – монометалевими або наплавленими корозійностійкою сталлю.



1 – перехідний фланець; 2 – фланець; 3 – прокладка; 4 – шпилька; 5 – гайка

Рисунок 2.6 – Фланцеве з'єднання з ущільнювальною поверхнею під прокладку восьмикутного перерізу з перехідним фланцем

### 2.3 Конструкції з'єднань з арматурними фланцями

Арматурні фланці застосовуються в апаратах для з'єднання між собою окремих складових одиниць, що виготовляються з труб діаметром до 1200 мм, а також як фланці штуцерів.

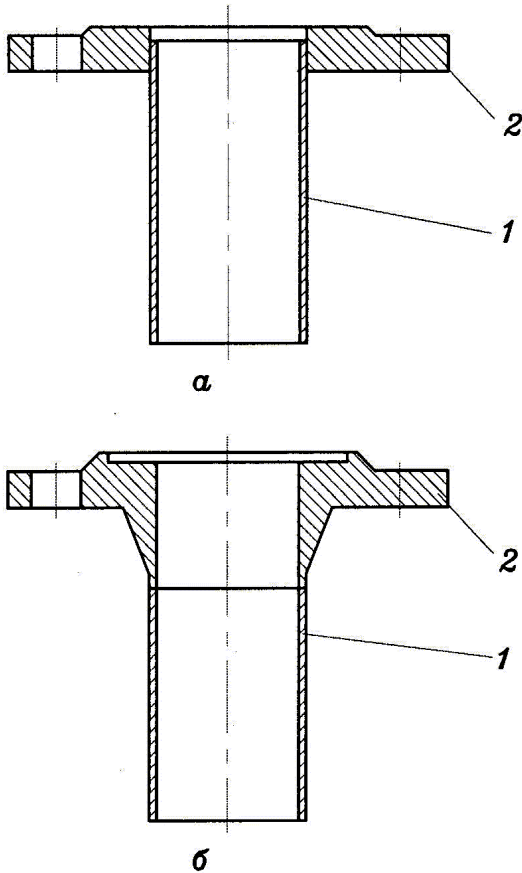
Приєднання трубної арматури до апарата, а також технологічних трубопроводів для підведення та відведення рідинних та газоподібних середовищ здійснюється за допомогою штуцерів або ввідних труб.

Фланцеві штуцери (рисунок 2.7) представляють собою патрубки з привареними до них фланцями.

Арматурні фланці відрізняються за конструкцією і розмірами від фланців посудин та апаратів. Порівняно з апаратними фланцями арматурні фланці працюють в більш жорстких умовах. На ці фланці діють додаткові навантаження від ваги трубопроводів великої протяжності, від температурних коливань, вібраційні, ударні та інші.

Арматурні фланці виготовляють переважно круглої форми. Флан-

ці, що мають чотири отвори під болти (шпильки), на номінальний (умовний) тиск  $PN$  до 4,0 МПа виготовляють також квадратними.



*a* – штуцер з плоским приварним фланцем; *б* – штуцер з приварним встик фланцем

*1* – патрубок ; *2* – фланець

Рисунок 2.7 – Конструкція штуцерів посудин та апаратів

Арматурні фланці виготовляють тільки монометалевими.

Фланці, заглушки і прокладки до них стандартизовані за номіна-

льним (умовним) тиском та умовним проходом (номінальним розміром). Умовний прохід визначає не тільки розміри труби, але і розміри приєднуваного до неї фланця. Величина умовного проходу визначається зовнішнім діаметром труби, тоді як її внутрішній діаметр залежить від товщини стінки. Так, для труб з номінальним розміром (умовним проходом)  $DN\ 50$  мм зовнішній діаметр труби дорівнює 57 мм, а внутрішній діаметр змінюється залежно від товщини стінки труби.

Установлено наступний ряд номінальних розмірів (умовних проходів): 10, 15, 20, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 100, 125; 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000, 2400 та 3000 мм. Ряд номінальних (умовних) тисків для арматурних фланців: 0,1; 0,25; 0,6; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 8,0; 10; 16 та 20 МПа.

Введення понять номінального розміру (умовного проходу) та номінального (умовного) тиску дозволяє звести до мінімуму весь типорозмірний ряд арматурних фланців. Всі типи фланців з міркувань взаємозамінності на даний умовний прохід і умовний тиск мають однакові приєднувальні розміри.

Залежно від тиску і фізико-хімічних властивостей середовища передбачаються наступні виповнення ущільнювальних поверхонь фланців:

- 1 (з приєднувальним виступом);
- 2 (з виступом);
- 3 (із западиною);
- 4 (з шипом);
- 5 (з пазом);
- 6 (під лінзову прокладку);
- 7 (під прокладку овального перерізу);
- 8 (з шипом під фторопластову прокладку);
- 9 (з пазом під фторопластову прокладку).

Плоский приварний фланець представляє собою плоске кільце, яке приварюється до краю труби. Завдяки цьому фланець і труба працюють під навантаженням як єдине ціле.

Плоскі приварні фланці рекомендується застосовувати при номінальному (умовному) тиску  $PN$  від 0,1 до 2,5 МПа і температурі від мінус 70 до плюс 300 °С.

Плоскі арматурні фланці за конструкцією підрозділяються на наступні виповнення (рисунки В.1-В.3 додатку В):

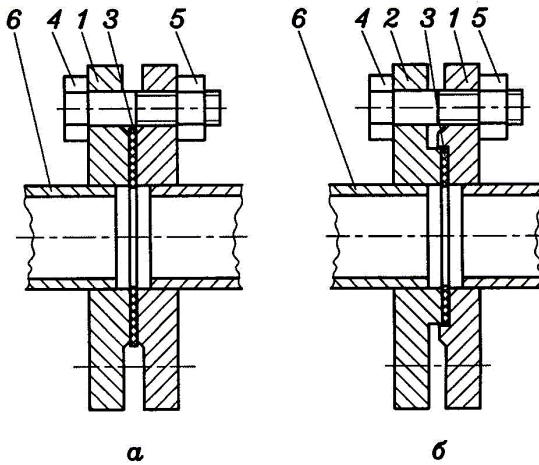
- 1 (зі з'єднувальним виступом);
- 2 (з виступом);
- 3 (із западиною).

Допускається виготовлення плоских приварних фланців із ущіль-



льнювальними поверхнями виповнень 4, 5, 8 і 9 (рисунки В.4, В.5 додатку В). Розміри ущільнювальних поверхонь фланців виповнень 4, 5 наведені в таблиці В.1, а виповнень 8, 9 – в таблиці В.2 додатку В.

На рисунку 2.8 представлені фланцеві з'єднання з плоскими приварними фланцями з ущільнювальними поверхнями зі з'єднувальним виступом (з гладкою ущільнювальною поверхнею) і типу “виступ-западина”.



*a* – зі з'єднувальним виступом (з гладкою ущільнювальною поверхнею);  
*б* – типу “виступ-западина”

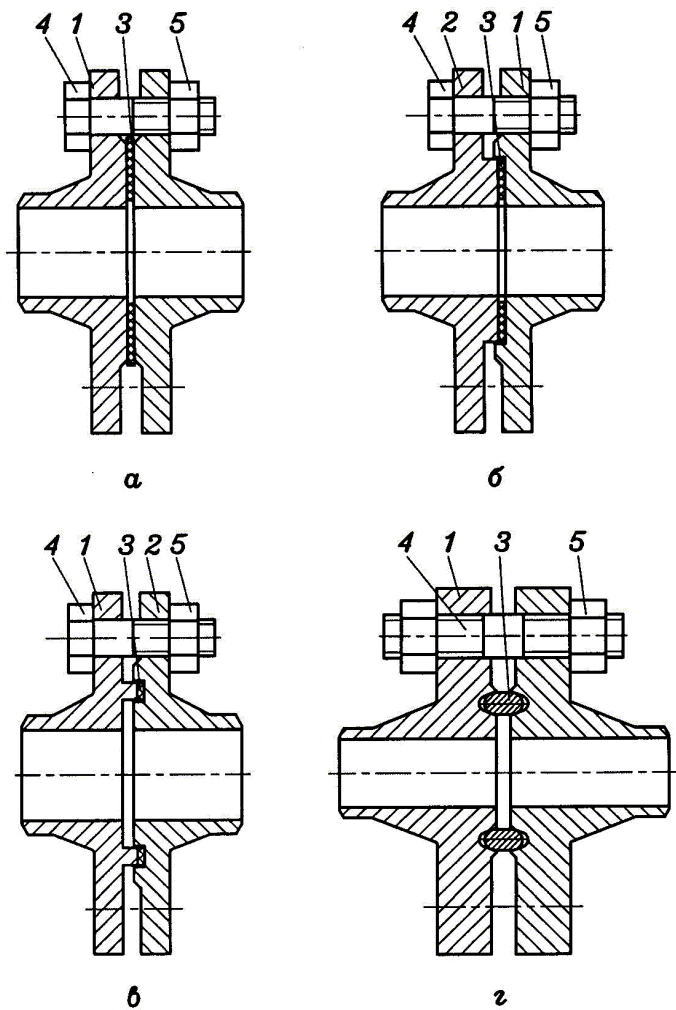
1, 2 – фланці; 3 – прокладка; 4 – болт; 5 – гайка; 6 – патрубок

Рисунок 2.8 – Фланцеві з'єднання з плоскими приварними арматурними фланцями

На рисунку 2.9 представлені фланцеві з'єднання з приварними встик фланцями з ущільнювальними поверхнями зі з'єднувальним виступом, типів “виступ-западина”, “шип-паз” і під прокладку овального перерізу.

На рисунку 2.10 представлені фланцеві з'єднання з приварними встик фланцями з ущільнювальною поверхнею під лінзову прокладку.

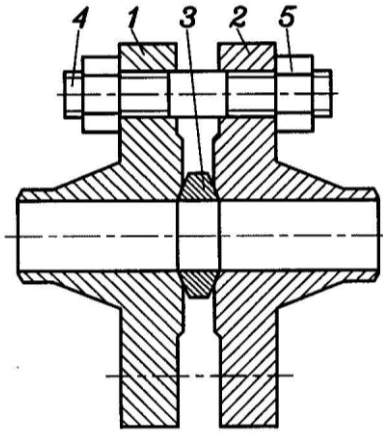
Фланцеве з'єднання складається з фланців 1 і 2, ущільнювального елемента (прокладки) 3, який встановлюється між ущільнювальними поверхнями фланців і забезпечує його герметичність, болтів (шпильок) 4 та гайок 5.



*a* – зі з'єднувальним виступом; *б* – типу “виступ-западина”; *в* – типу “шип-паз”; *г* – з ущільнювальною поверхнею під прокладку овального перерізу

1, 2 – фланці; 3 – прокладка; 4 – болт (шпилька); 5 – гайка

Рисунок 2.9 – Фланцеве з'єднання з приварними встик фланцями



1, 2 – фланці; 3 – прокладка лінзова; 4 – шпилька; 5 – гайка

Рисунок 2.10 – Фланцеве з'єднання з приварними встик арматурними фланцями і ущільнювальною поверхнею під лінзову прокладку

Приварний встик фланець має конічну втулку і приварюється до труби стиковим швом. Ці фланці застосовуються при більш високих тисках та температурах і при більшій кількості циклів навантаження (понад 2000) ніж плоскі приварні.

Приварні встик арматурні фланці рекомендується застосовувати на номінальний (умовний) тиск  $P_N$  від 0,1 до 20,0 МПа і при температурі від мінус 253 до плюс 600 °С.

Приварні встик арматурні фланці за конструкцією підрозділяються на наступні виповнення (рисунки В.7-В.13 додатку В):

- 1 (зі з'єднувальним виступом);
- 2 (з виступом);
- 3 (із западиною);
- 4 (з шипом);
- 5 (з пазом);
- 6 (під лінзову прокладку);
- 7 (під прокладку овального перерізу);
- 8 (з шипом під фторопластову прокладку);
- 9 (з пазом під фторопластову прокладку).

Конструкцію фланців вибирають залежно від розрахункового тиску і розрахункової температури.

Типи і межі застосування арматурних фланців залежно від умовно-

го проходу, умовного тиску та температури наведені в таблиці 2.2 [20].

Таблиця 2.2 – Типи і межі застосування арматурних фланців

Тип фланця	Тиск номінальний (умовний) $P_N$ , МПа	Прохід умовний (номінальний розмір) $DN$ , мм	Розрахункова температура, °С
Фланці арматури, з'єднувальних частин і трубопроводів сталеві плоскі приварні	0,25	10-2400	від мінус 70 до плюс 300
	0,6	10-1600	
	1,0	10-1600	
	1,6	10-1200	
	2,5	10-800	
Фланці арматури, з'єднувальних частин і трубопроводів сталеві приварні встик	0,25; 0,6	10-1600	від мінус 253 до плюс 600
	1,0; 1,6; 2,5	10-1200	
	4,0; 6,3	10-1200	
	10,0	10-400	
	16,0	10-300	
	20,0	10-250	

Форма ущільнювальної поверхні арматурних фланців вибирається залежно від конструкції фланця і групи трубопроводу.

Плоскі приварні фланці з гладкою ущільнювальною поверхнею застосовуються лише для посудин 3, 4 і 5 груп. Для посудин 1 і 2 груп необхідно застосовувати фланці з ущільнювальними поверхнями типів “виступ-западина” і “шип-паз”, причому перевагу слід віддавати першим.

Фланці з ущільнювальними поверхнями типу “шип-паз” рекомендуються для прокладок, які необхідно поміщати в замкнутий об'єм (наприклад, з фторопласту), для умов вакууму (абсолютний тиск від 0,05 до 0,001 МПа), а також для герметизації середовищ з високою проникаючою здатністю (водень, гелій, високотемпературні органічні теплоносії).

Трубопроводи залежно від фізико-хімічних властивостей речовин, що транспортуються, підрозділяються на групи, що наведені в таблиці 2.3 [7].

При виборі типу ущільнювальної поверхні фланців трубопроводів слід керуватися таблицею 2.4 [7].

Для трубопроводів груп А і Б технологічних об'єктів І категорії вибухонебезпеки не допускається застосування фланцевих з'єднань з гладкою ущільнювальною поверхнею за винятком застосування спіраль-но-навитих прокладок.

У фланцевих з'єднаннях вертикальних штуцерів з ущільнювальними поверхнями типів “виступ-западина” і “шип-паз” нижні фланці, а також фланці на горизонтальних штуцерах повинні бути, як правило, з ущільнювальними поверхнями типів „западина” або „паз”.

Таблиця 2.3 – Групи технологічних трубопроводів

Група трубопроводу	Речовини, що транспортуються
А	Шкідливі речовини: а) речовини 1, 2 класів небезпеки за ГОСТ 12.1.007-76; б) речовини 3 класу небезпеки за ГОСТ 12.1.007-76.
Б	Вибухо- та пожежонебезпечні речовини: а) горючі гази, у тому числі зріджені вуглеводневі гази; б) легкозаймисті рідини; в) горючі рідини.
В	Важкогорючі і негорючі.

Таблиця 2.4 – Вибір типу ущільнювальної поверхні фланців

Група трубопроводу	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	Рекомендований тип ущільнювальної поверхні фланців
Всі речовини груп А, Б, В крім А(а) і ВОТ (високотемпературний органічний теплоносій)	$\leq 2,5$	зі з'єднувальним виступом
Всі групи речовин крім ВОТ	$> 2,5$	“виступ-западина”
Речовини групи А(а)	$\leq 0,25$	зі з'єднувальним виступом
	$> 0,25$	“виступ-западина”
ВОТ	незалежно	“шип-паз”
Фреон, аміак	незалежно	“виступ-западина”
Всі групи речовин при вакуумі	від 0,095 до 0,05 абс.	зі з'єднувальним виступом
	від 0,05 до 0,001 абс.	“шип-паз”
Всі групи речовин	$\geq 6,3$	під лінзову прокладку або прокладку овального перерізу

## 2.4 Конструкції заглушок

Для відглушення отворів штуцерів на апаратах, а також для відглушення трубопроводів при проведенні ремонтних робіт та гідравлічних або пневматичних випробувань застосовуються заглушки.

Сталеві фланцеві заглушки [42] призначені для герметичного закриття отворів штуцерів або бобишок посудин та апаратів на номінальний (умовний) тиск  $PN$  від 0,6 до 16 МПа і при температурі від мінус 70 до плюс 600 °С в хімічній, нафтохімічній, нафтопереробній та інших галузях промисловості.

Фланцеві заглушки виготовляють п'яти виповнень:

- виповнення 1 – заглушки зі з'єднувальним виступом на номінальний (умовний) тиск  $PN$  від 0,6 до 4,0 МПа;
- виповнення 2 – заглушки з виступом на номінальний (умовний) тиск  $PN$  від 1,0 до 6,3 МПа;
- виповнення 3 – заглушки з шипом на номінальний (умовний) тиск  $PN$  від 0,6 до 6,3 МПа;
- виповнення 4 – заглушки під прокладку овального перерізу на номінальний (умовний) тиск  $PN$  від 6,3 до 16,0 МПа;
- виповнення 5 – заглушки із западиною на номінальний (умовний) тиск  $PN$  від 0,6 до 4,0 МПа.

Конструкції та розміри заглушок наведені в додатку Г.

## **2.5 Приклади вибору фланцевих з'єднань**

### **Приклад 1**

*Підібрати фланцеве з'єднання для трубопроводу водяної пари зі сталі 20 з номінальним розміром (умовним проходом)  $DN$  150 мм, що працює під робочим тиском  $PN$  3,5 МПа та температурі середовища плюс 240 °С.*

*За таблицею 2.2 для заданих номінального тиску та температури приймаємо фланці приварні встик. За таблицею 2.3 для технологічного трубопроводу, який транспортує негорючі речовини, приймаємо групу трубопроводу В. За таблицею 2.4 для трубопроводу групи В при номінальному (умовному) тиску  $PN$  3,5 МПа приймаємо фланці з ущільнювальними поверхнями типу „виступ-западина”.*

*Для трубопроводу зі сталі 20 приймаємо матеріал фланця сталь 20. За таблицею 4.2 для сталевих приварних встик фланців зі сталі 20 на умовний тиск від 0,1 до 20,0 МПа приймаємо матеріал болтів стальмарки 35Х і гайок сталь 35.*

*Конструкції фланців наведені на рисунках 2.11 і 2.12.*

*Розміри фланця з виступом (виповнення 2), зі сталі 20, з номінальним розміром (умовним проходом)  $DN$  150 мм, на номінальний (умовний) тиск  $PN$  4 МПа приймаємо за таблицею В.3 додатку В:*

*$d_1=145$  мм;  $D=300$  мм;  $D_1=250$  мм;  $D_2=212$  мм;  $D_4=203$  мм;  $D_n=161$  мм;  $D_m=186$  мм;  $b=27$  мм;  $h=3$  мм;  $h_2=3$  мм;  $h_4=68$  мм;  $n=8$  мм;  $d=26$  мм; болти М24.*

*Умовне позначення фланця:*

**Фланець 2-150-40 ст. 20 ГОСТ 12821-80.**

Розміри фланця з западиною (виповнення 3), зі сталі 20, з номінальним розміром (умовним проходом) DN 150 мм, на номінальний (умовний) тиск PN 4 МПа приймаємо за таблицею В.3 додатку В:

$d_1=145$  мм;  $D=300$  мм;  $D_1=250$  мм;  $D_2=212$  мм;  $D_6=204$  мм;  $D_n=161$  мм;  $D_m=186$  мм;  $b=27$  мм;  $h=3$  мм;  $h_2=3$  мм;  $n=8$  мм;  $h_4=68$  мм;  $d=26$  мм; болти та гайки М24.

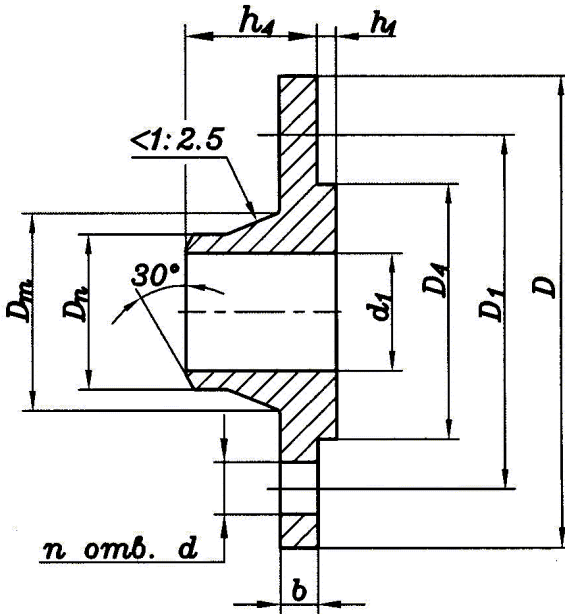


Рисунок 2.11 – Фланець приварний встик з виступом (виповнення 2)

Умовне позначення фланця:

**Фланець 3-150-40 ст. 20 ГОСТ 12821-80.**

За таблицею Д.1 додатку Д при робочих параметрах трубопроводу для насиченої пари приймаємо прокладку з пароніту загального призначення (ПОН).

За таблицею Ж.1 для ущільнювальної поверхні виповнення 1 (зі з'єднувальним виступом) приймаємо плоску еластичну прокладку виповнення Б (рисунок 2.13).

Розміри плоскої еластичної прокладки для фланця з номінальним розміром (умовним проходом) DN 150 мм на номінальний (умовний) тиск PN 4,0 МПа приймаємо за таблицею Ж.4 додатку Ж:

$D=203$  мм;  $d=161$  мм.

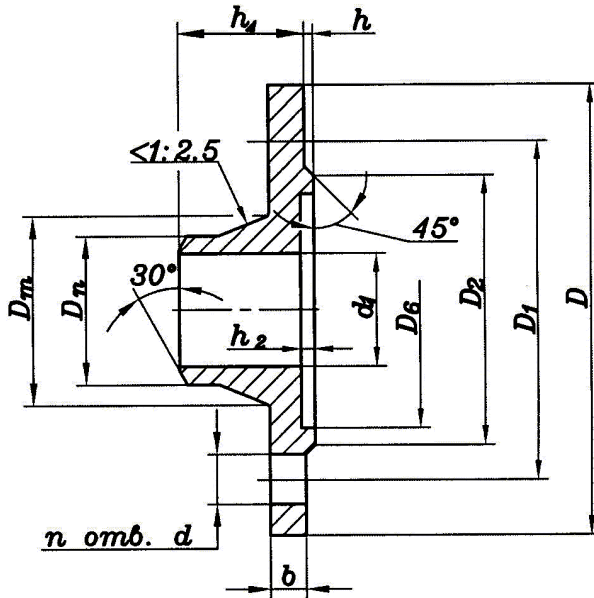


Рисунок 2.12 – Фланець приварний встик із западиною (виповнення 3)

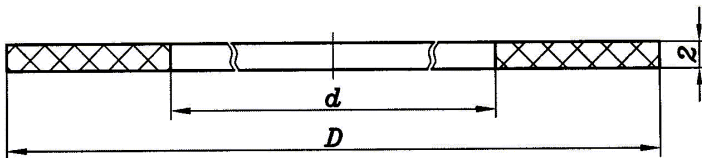


Рисунок 2.13 – Еластична плоска прокладка виповнення Б

Умовне позначення плоскої еластичної прокладки виповнення Б з номінальним розміром (умовним проходом) DN 150, мм на номінальний (умовний) тиск PN 4,0 МПа, з пароніту загального призначення (ПОН):

**Прокладка Б-150-40-ПОН ГОСТ 15180-86.**



## **Приклад 2**

Для посудини 3 групи за ГСТУ 3-17-191-2000 підібрати фланцеве з'єднання штуцера апарата з номінальним розміром (умовним проходом) DN 100 мм. Робочий тиск в апараті 0,7 МПа, робоча температура 285 °С. Матеріал корпусу апарата сталь марки 09Г2С. Середовище в апараті 3 класу небезпеки за ГОСТ 12.1.007-76.

Матеріал фланця приймаємо як матеріал штуцера – сталь марки 09Г2С.

За таблицею 2.2 для тиску 0,7 МПа при температурі 285 °С приймаємо плоскі приварні фланці на номінальний тиск PN 1,0 МПа.

За таблицею 4.2 для сталевих плоских приварних фланців зі сталі марки 09Г2С при заданих розрахункових тиску та температурі приймаємо матеріал болтів та гайок – сталь марки 14Х17Н2.

За таблицею 2.3 для речовин 3 класу небезпеки за ГОСТ 12.1.007-76 приймаємо групу трубопроводу А(б).

За таблицею 2.4 для речовин групи А(б) при номінальному (умовному) тиску PN до 2,5 МПа для штуцерів апарата приймаємо фланці зі з'єднувальним виступом (рисунок 2.14).

Розміри фланця зі з'єднувальним виступом (виповнення І), зі сталі 09Г2С, з номінальним розміром (умовним проходом) DN 100 мм, на номінальний тиск PN 1 МПа приймаємо за таблицею В.1:

$d_6=110$  мм;  $D=215$  мм;  $D_1=180$  мм;  $D_2=158$  мм;  $b=19$  мм;  $h=3$  мм;  $n=4$  мм;  $d=18$  мм; болти М16.

Умовне позначення фланця штуцера:

### **Фланець 1-100-10 ст.09Г2С ГОСТ 12820-80.**

За таблицею Д.1 додатку Д для сухих нейтральних газів при робочих параметрах для фланців штуцерів апарата приймаємо прокладки з парониту загального призначення ПОН за ГОСТ 481-80.

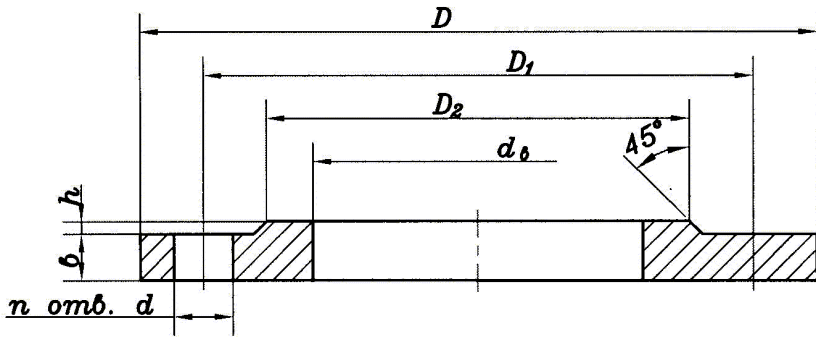
За таблицею Ж.1 додатку Ж для фланців з ущільнювальною поверхнею зі з'єднувальним виступом (виповнення І) приймаємо прокладку виповнення А.

Розміри плоскої еластичної прокладки для фланця з номінальним розміром (умовним проходом) DN 100 мм, на номінальний (умовний) тиск PN 1,0 МПа приймаємо за таблицею Ж.3 додатку Ж:

$D=161$  мм;  $d=106$  мм.

Умовне позначення прокладки з номінальним розміром (умовним проходом) DN 100 мм, на номінальний (умовний) тиск PN 1 МПа, з парониту загального призначення (ПОН):

*Прокладка А-100-10-ПОН ГОСТ 15180-86.*



*Рисунок 2.14 – Фланець штуцера апарата*

**Питання для самоперевірки**

- 1 Вимоги, що пред'являються до фланцевих з'єднань.
- 2 Класифікації фланцевих з'єднань.
- 3 Конструкції фланцевих з'єднань посудин та апаратів.
- 4 Конструкції фланцевих з'єднань арматури, з'єднувальних частин і трубопроводів.
- 5 Межі застосування плоских приварних фланців.
- 6 Межі застосування приварних встик фланців.
- 7 Вибір ущільнювальних поверхонь.
- 8 Вибір крипільних виробів.

---

---

## **3 КОНСТРУКЦІЙ ТА МАТЕРІАЛИ ПРОКЛАДОК ФЛАНЦЕВИХ З'ЄДНАНЬ**

### **3.1 Загальні вимоги**

Ущільнювальний елемент (прокладка), що виготовляється у вигляді кільця і встановлюється між фланцями, повинен відповідати наступним основним вимогам:

- бути достатньо пружним та міцним для сприймання внутрішнього тиску і температурних подовжень;
- бути хімічно стійким в агресивних середовищах;
- бути теплостійким;
- при стисненні заповнювати всі мікронерівності ущільнювальних поверхонь фланців;
- зберігати герметичність з'єднання при пружних деформаціях фланців та болтів (шпильок) від діючих навантажень (для цього матеріал ущільнювального елемента повинен мати пружні властивості);
- зберігати герметичність з'єднання при його тривалій експлуатації в умовах дії корозійних середовищ у всьому можливому діапазоні зміни температури;

– матеріал ущільнювального елемента не повинен бути дефіцитним.

Різні умови роботи прокладок обумовлюють і різноманіття застосованих матеріалів. Прокладки виготовляють:

- неметалевими (фторопласт, поліетилен, поліхлорвініловий пластикат, азбест, пароніт та гума);
- металевими (сталі марок 08, 08X13, 08X18N10T та ін.);
- комбінованими (азбест у металевому обкладанні з листового металу, полімери в поєднанні з металами).

Для того, щоб при обтисненні прокладка не зменшувала прохідний переріз фланцевого з'єднання, її внутрішній діаметр має бути на декілька міліметрів більше внутрішнього діаметра фланця.

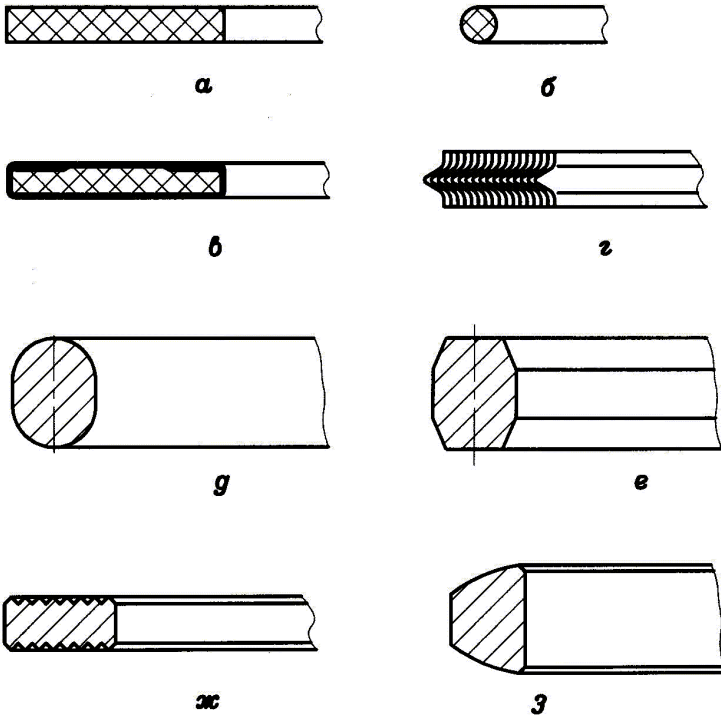
Прокладки з неметалевих пластичних матеріалів, наприклад, з фторопласту, застосовують в з'єднаннях типу “шип-паз”.

### **3.2 Типи прокладок для фланцевих з'єднань**

Залежно від призначення та конструкції фланців у фланцевих з'єднаннях застосовуються наступні типи прокладок (рисунк 3.1):

- плоска;

- круглого перерізу;
- азбометалева;
- спірально-навіта;
- овального перерізу;
- восьмикутного перерізу;
- зубчаста;
- лінзова.



*a* – плоска; *б* – круглого перерізу, *в* – азбометалева; *г* – спірально-навіта; *д* – овального перерізу; *е* – восьмикутного перерізу; *ж* – зубчаста; *з* – лінзова

Рисунок 3.1 – Типи прокладок

Як прокладки для апаратних фланців застосовуються наступні: плоскі, азбометалеві, спірально-навіті, восьмикутного перерізу тощо.

Як прокладки для арматурних фланців застосовуються наступні:

плоскі, круглого перерізу, азбOMETалеві, спірально-навиті, овального та восьмикутного перерізу, лінзові.

Плоскі, азбOMETалеві та спірально-навиті прокладки застосовуються у фланцевих з'єднаннях з гладкою ущільнювальною поверхнею, типів „виступ-западина” та „шип-паз”.

Прокладки круглого перерізу застосовуються для фланців з ущільнювальною поверхнею типу „шип-паз”.

Металеві прокладки овального та восьмикутного перерізу та лінзові застосовуються для фланцевих з'єднань при номінальному (умовному) тиску більш 6,3 МПа. При цьому твердість за Бринелем матеріалу прокладки повинна бути принаймні на 20 одиниць нижче за твердість матеріалу фланців.

Матеріали прокладок рекомендується вибирати за таблицею Д.1 додатку Д залежно від агресивності робочого середовища, температури та тиску [44].

Плоскі прокладки виготовляють завтовшки 1-3 мм з пароніту, гуми, картону, фторопласту та терморозширеного графіту ГРАФЛЕКС.

Пароніт загального призначення марок ПОН і ПОН-1 застосовують при номінальному (умовному) тиску  $P_N$  до 6,3 МПа і розрахунковій температурі від мінус 182 до плюс 450 °С, а маслобензостійкий марок ПМБ і ПМБ-1 – при  $P_N$  до 10 МПа і розрахунковій температурі від мінус 182 до плюс 300 °С.

Листову гуму тепло-, морозо-, кислото- та лугостійку марки ТМКЩ застосовують при номінальному (умовному) тиску  $P_N$  до 1 МПа і температурі від мінус 60 до плюс 80 °С, а атмосферомаслостійку марки АМС і маслобензостійку марки МБС – при розрахунковій температурі від мінус 40 до плюс 80 °С.

Листову гуму виготовляють двох класів:

- 1 – для прокладок на номінальний (умовний) тиск  $P_N > 0,1$  МПа;
- 2 – для прокладок на номінальний (умовний) тиск  $P_N$  до 0,1 МПа.

За ступенем твердості листову гуму розділяють на:

- м'яку – М;
- середньої твердості – С;
- підвищеної твердості – Т.

Прокладковий картон просочений марки А використовують при номінальному (умовному) тиску  $P_N$  до 16 МПа і розрахунковій температурі від мінус 40 до плюс 120 °С.

Азбестовий картон марок КАП і КАОН-2 застосовують при номінальному (умовному) тиску  $P_N$  до 6,3 МПа і розрахунковій температурі від мінус 15 до плюс 500 °С.

Фторопласт-4 застосовують при номінальному (умовному) тиску  $PN$  до 2,5 МПа і розрахунковій температурі від мінус 269 до плюс 250 °С для фланцевих з'єднань типу “шип-паз” зі зменшеним зазором.

Ущільнювальні матеріали марок ФУМ-В, ФУМ-Ф та ФУМ-О на основі фторопласту використовують при номінальному (умовному) тиску  $PN$  до 6,3 МПа і розрахунковій температурі від мінус 60 до плюс 150 °С.

Матеріал з терморозширеного графіту ГРАФЛЕКС застосовують на номінальний (умовний) тиск  $PN$  до 100 МПа та розрахунковій температурі від мінус 200 до плюс 1000 °С для інертних середовищ або вакууму. Температура експлуатації для окислювальних середовищ визначається хімічною стійкістю сталевих частин прокладок.

### **3.3 Конструкції прокладок для фланцевих з'єднань посудин та апаратів**

Конструкції та розміри *плоских неметалевих прокладок* для апаратних фланців наведені в додатку Е [33]. Стандарт [33] поширюється на прокладки з неметалевих матеріалів до фланців посудин та апаратів за ГОСТ 28759.2-90 і ГОСТ 28759.3-90.

Стандартом передбачаються конструкції прокладок двох виповнень:

– 1 (для фланців з ущільнювальними поверхнями типів “виступ-западина” та “шип-паз” виповнень 2-5, 8-10, 12-15 за ГОСТ 28759.2-90 і виповнень 1-12 за ГОСТ 28759.3-90);

– 2 (для фланців з гладкою ущільнювальною поверхнею виповнень 1, 6, 11 за ГОСТ 28759.2-90).

Конструкції та розміри плоских неметалевих прокладок наведені на рисунку Е.1 і в таблиці Е.1 додатку Е.

Товщину прокладок  $S$  приймають рівною:

– з гуми – 3 мм;

– з пароніту та картону при внутрішньому діаметрі фланця  $D < 1400$  мм – 2 мм, а при  $D \geq 1400$  мм – 3 мм;

– з фторопласту-4 і фторопластової стрічки – до 3 мм.

Прокладки з фторопласту-4 застосовують для фланців виповнень 2, 3, 7, 8, 12 та 13 за ГОСТ 28759.2-90 і виповнень 3, 4, 7, 8, 11, 12 за ГОСТ 28759.3-90.

*Плоскі та гофровані комбіновані прокладки* виготовляють завтовшки до 4,5 мм з оболонкою зі сталі, алюмінію або міді та азбестовим сердечником і застосовують при номінальному (умовному) тиску  $PN$  до 6,3 МПа і температурі від мінус 70 до плюс 425° С.

Конструкція та розміри азбобметалевих прокладок для апаратних

фланців наведені на рисунку Е.2 і в таблиці Е.2 додатку Е [34]. Стандарт [34] поширюється на азбобеталеві прокладки для фланців посудин та апаратів за ГОСТ 28759.3-90.

Матеріал наповнювача прокладок – картон азбестовий за ГОСТ 2850-80 або папір азбестовий за ГОСТ 23779-79.

Матеріал оболонки прокладок, який вибирається у кожному окремому випадку залежно від умов експлуатації, наведений в таблиці Е.3 додатку Е.

**Прокладки зубчасті**, які виготовляють з металу більш м'якого ніж метал фланців (свинець, алюміній, мідь, сталь тощо), розраховані на робочий тиск до 20 МПа. Робоча температура залежить від властивостей матеріалу прокладки.

**Прокладки восьмикутного перерізу** [35], що виготовляються зі сталей марок 08кп, 08Х18Н10 і 08Х18Н10Т, застосовують при умовному тиску  $P_N$  6,3-16 МПа та температурі від мінус 70 до плюс 540 °С.

Конструкція та розміри металевих прокладок восьмикутного перерізу для апаратних фланців наведені в додатку Е.

Для прокладок масою понад 20 кг на бічній зовнішній поверхні допускається передбачати сліпі отвори з нарізкою М10 під рим-болти для полегшення монтажу.

У даний час в світовій практиці для виготовлення високонадійних фланцевих прокладок використовується ущільнювальний матеріал на основі терморозширеного графіту (ТРГ). Ущільнення з ТРГ мають ряд переваг порівняно з іншими видами прокладок.

Ущільнювальний матеріал нового покоління ГРАФЛЕКС на основі ТРГ має високу термо- та хімічну стійкість, високу стисливість і відновлюваність, є екологічно чистим, негорючим, мінімально газопроникним.

Прокладки з ТРГ ГРАФЛЕКС виготовляють наступних типів:

– прокладки фланцеві неармовані ГРАФЛЕКС-ПГФ за ТУ 5728-016-13267785-99;

– прокладки фланцеві армовані ГРАФЛЕКС-ПАГФ за ТУ 5728-011-13267785-99;

– прокладки фланцеві облицьовані ГРАФЛЕКС-ПОГФ за ТУ 5728-012-13267785-99.

Типи, конструкції та розміри прокладок визначаються з урахуванням наступних факторів:

– конструкції фланцевого з'єднання;

– параметрів робочого та навколишнього середовища;

– деформації фланців при експлуатації.

**Прокладки ГРАФЛЕКС-ПГФ** призначаються для герметизації

фланцевих з'єднань при температурі від мінус 196 до плюс 800 °С і тиску до 100 МПа.

Прокладки застосовують для пари, води, нафтопродуктів, розчинників, водних розчинів солей.

Прокладки діаметром до 4000 мм виготовляють із:

- графітної стрічки завтовшки 0,3-0,5 мм – витий ущільнювач;
- графітового неармованого листа необхідної товщини та густини;
- графітної фольги завтовшки 0,5-0,6 мм – шаровий ущільнювач.

**Прокладки ГРАФЛЕКС-ПАГФ** застосовують для ущільнення фланцевих з'єднань в хімічній, нафтохімічній та інших галузях промисловості. Їх застосовують для пари, води, нафтопродуктів, розчинників, водних розчинів солей. Прокладки стійкі до хімічно агресивних середовищ.

Прокладки ГРАФЛЕКС-ПАГФ виготовляють з графітного армованого листа ГРАФЛЕКС. Армування виконується перфорованою фольгою із корозійностійких марок сталей товщиною 0,1 мм. Графітова фольга типу ГФ-Г застосовується в прокладках типу ГРАФЛЕКС-ПАГФ для устаткування загальнопромислового призначення. Товщина прокладок складає від 1 до 5 мм, зовнішній діаметр прокладок – до 1500 мм.

Конструкція прокладки ПАГФ представлена на рисунку 3.2.

З метою виключення контакту матеріалу прокладки з агресивним середовищем незалежно від її температури або з повітрям при температурі понад 400 °С прокладки оснащуються захисними кільцями (обтюраторами) (рисунки 3.2, 3.3). Обтюратори виготовляють зі сталевोї корозійностійкої стрічки.

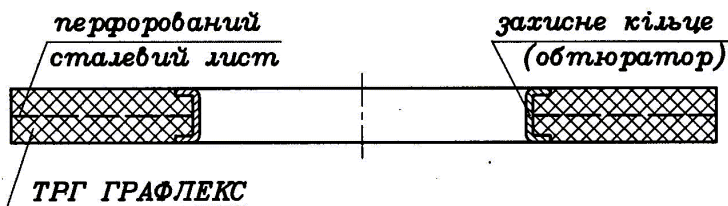


Рисунок 3.2 – Конструкція прокладки ГРАФЛЕКС-ПАГФ

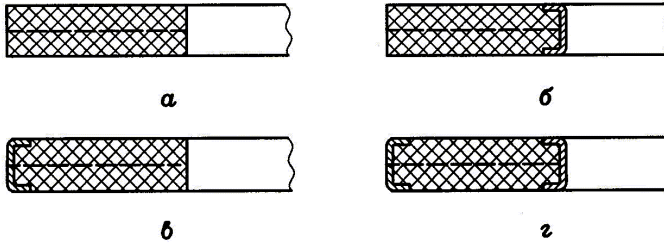
Армовані графітні прокладки ГРАФЛЕКС-ПАГФ забезпечують надійну герметизацію середовищ у фланцевих з'єднаннях з ущільнювальними поверхнями наступних типів:

- гладкими;
- „виступ-западина”;



– „шип-паз”.

Межі застосування прокладок типу ГРАФЛЕКС-ПАГФ наведені в таблиці 3.1.



*а* – типу 00 (без обтюлятора); *б* – типу 01 (із внутрішнім обтюратором); *в* – типу 02 (із зовнішнім обтюратором); *г* – типу 03 (із внутрішнім та зовнішнім обтюраторами)

Рисунок 3.3 – Типи прокладок ГРАФЛЕКС-ПАГФ

Таблиця 3.1 – Межі застосування прокладок типу ГРАФЛЕКС-ПАГФ

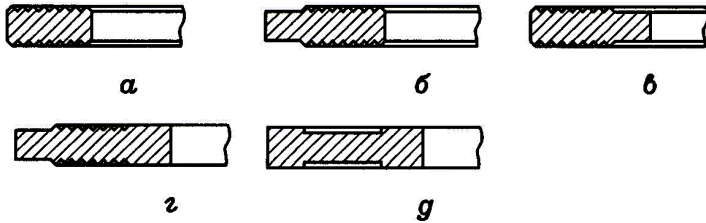
Тип прокладки	Розрахунковий тиск $P$ , МПа	Розрахункова температура $t$ , °С	Тиск обтиснення, МПа
Армовані ГРАФЛЕКС-ПАГФ без захисних кілець	до 20	від мінус 250 до плюс 450	від 5 до 50
Армовані ГРАФЛЕКС-ПАГФ з кількома шарами армуючої фольги	до 20	від мінус 250 до плюс 450	від 5 до 100
Армовані ГРАФЛЕКС-ПАГФ із захисними кільцями		не обмежується, визначається температурною стійкістю металу фланця і захисного кільця	до 100 з обмежувачем стиснення

**Прокладки типу ГРАФЛЕКС-ПОГФ** застосовують в хімічній, нафтохімічній та інших галузях промисловості для герметизації фланцевих з'єднань посудин і трубопроводів при температурі від мінус 190 до плюс 800 °С.

Прокладки типу ГРАФЛЕКС-ПОГФ збираються на сталевій основі з облицюванням гнучкою графітною фольгою. Гнучку графітну фольгу ГРАФЛЕКС типу ТГР-Г застосовують для підприємств загальнопромислового призначення, типу ТРГ-Д – для ядерної енергетики.

Основи прокладок виготовляють з вуглецевої (У) або корозійностійкої сталі (Н), зубчастими або гладкими. Сталева основа – багаторазового застосування. Прокладки виготовляють із зовнішнім діаметром до 2000 мм.

Конструкції сталевих основ прокладок ГРАФЛЕКС-ПОГФ наведені на рисунку 3.4.



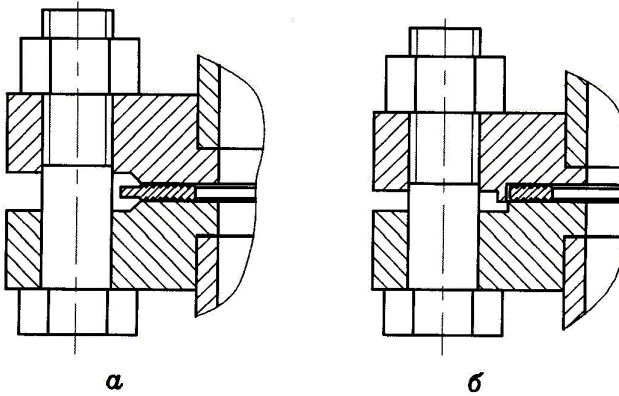
*a* – зубчасте типу 3.1; *б* – зубчасте із зовнішнім обмежувальним кільцем типу 3.2; *в* – зубчасте з внутрішнім буртом обмежувача стиснення типу 3.3; *г* – зубчасте з внутрішнім буртом обмежувача стиснення та обмежувальним кільцем зовнішнім типу 3.4; *д* – гладке із зовнішнім та внутрішнім буртами обмежувача стиснення

Рисунок 3.4 – Конструкції сталевих основ прокладок ГРАФЛЕКС-ПОГФ

Прокладки ГРАФЛЕКС-ПОГФ на сталевій зубчастій основі герметизують фланцеве з'єднання за рахунок пружності плакуючих графітних шарів, які дозволяють сприймати задане навантаження за рахунок вибору необхідної густини графіту, при цьому забезпечується тільки легке торкання вершин зубців з металом без пошкодження поверхні фланця.

Прокладка ГРАФЛЕКС-ПОГФ на сталевій зубчастій основі використовується для герметизації фланцевих з'єднань з гладкою ущільнювальною поверхнею, а також з ущільнювальними поверхнями типів “шип-паз” і “виступ-западина”. Прокладка ГРАФЛЕКС-ПОГФ на сталевій основі з буртами використовується для герметизації фланцевих з'єднань з гладкою ущільнювальною поверхнею та типу “виступ-западина” (рисунок 3.5).

Межі застосування прокладок типу ГРАФЛЕКС-ПОГФ наведені в таблиці 3.2.



*a* – фланцеве з'єднання із зубчастою прокладкою та обмежувальним зовнішнім кільцем типу 3.2; *б* – фланцеве з'єднання із зубчастою прокладкою типу 3.1

Рисунок 3.5 – Застосування прокладок типу ГРАФЛЕКС-ПОГФ на сталевій основі

Таблиця 3.2 – Межі застосування прокладок типу ГРАФЛЕКС-ПОГФ

Тип прокладки	Розрахунковий тиск $P$ , МПа	Розрахункова температура $t$ , °С	Робочі середовища
ГРАФЛЕКС-ПОГФ на сталевій зубчатій основі	Не обмежується		Для сталевій основі з корозійностійких марок сталей, склад робочих середовищ визначається межею застосування матеріалу ГРАФЛЕКС. Сталева основа з вуглецевої сталі допускається лише для нейтральних середовищ при температурі не більше плюс 300 °С
ГРАФЛЕКС-ПОГФ на сталевій гладкій основі	1,0-2,5	Для гарячого повітря не більше плюс 400 °С, для решти середовищ визначається межею застосування матеріалу ГРАФЛЕКС	Для сталевій основі з корозійностійких марок сталей, склад робочих середовищ визначається межею застосування матеріалу ГРАФЛЕКС. Сталева основа з вуглецевої сталі допускається лише для нейтральних середовищ при температурі не більше плюс 300 °С

**Спiрально-навитi прокладки (СНП)** призначаються для ущiльнення фланцевих з'єднань типiв “виступ-западина” i “шип-паз” посудин та апаратiв в хiмiчній, нафтопереробній та iнших галузях промисловостi.

Залежно вiд конструкцiї спiрально-навитi прокладки пiдроздiля-

ються на типи, що наведені на рисунку 3.6.

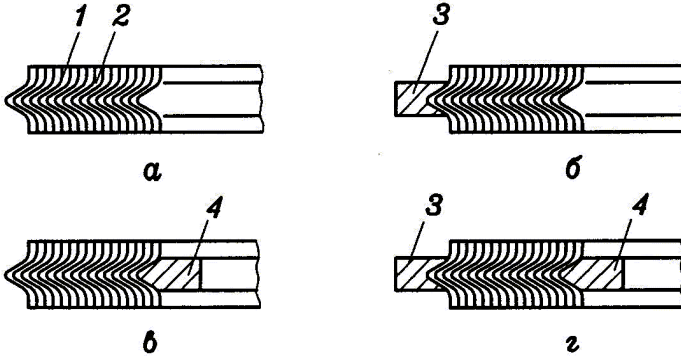
СНП складається з двох спіральньо-навитих поперемінних стрічок: з корозійностійкої сталі 1 та спеціального наповнювача 2. При необхідності прокладки можуть мати обмежувальні кільця 3 і 4.

Спіральньо-навиті прокладки типу А призначені для фланцевих з'єднань з ущільнювальною поверхнею типу “шип-паз”, прокладки типів Б і В – для фланцевих з'єднань з ущільнювальною поверхнею типу “виступ-западина”, прокладки типів Г і Д – для фланцевих з'єднань з гладкою ущільнювальною поверхнею.

Спіральньо-навиті прокладки виготовляють з каркасом зі сталеві стрічки марок 12Х18Н10Т або 10Х17Н13М2Т з наповнювачем з пароніту, фторопластової плівки або графітної фольги із зовнішнім діаметром до 1100 мм. Їх застосовують при номінальному (умовному) тиску  $P_N$  до 10 МПа.

Переваги таких прокладок: можливість багатократного використання, здатність протистояти ударам, вібраціям, перепадам тиску та температури. За формою перерізу всі типи СНП виготовляються V-образного профілю.

Товщина прокладок типа СНП по металевому каркасу складає 3,2 і 4,5 мм. Як каркас застосовується сталева корозійностійка стрічка за товшки 0,20 і 0,25 мм.



*a* – основних типів А і Б (без обмежувальних кілець); *б* – типу В (із зовнішнім обмежувальним кільцем); *в* – типу Г (з внутрішнім обмежувальним кільцем); *г* – типу Д (з внутрішнім та зовнішнім обмежувальними кільцями)

1 – стрічка металева; 2 – стрічка наповнювача; 3 – зовнішнє кільце; 4 – внутрішнє кільце

Рисунок 3.6 – Типи спіральньо-навитих прокладок

Вибір матеріалу наповнювача залежно від умов експлуатації необхідно проводити за таблицею 3.3.

Таблиця 3.3 – Межі застосування спіральньо-навитих прокладок

Наповнювач		Умови експлуатації		
Матеріал	Тип	Робоче середовище	Температура, °С	Тиск, МПа
Пароніт температуростійкий марок: ТП-1 за ТУ 38.114202-81; ТП-1р за ТУ 38 114285-83	1	Неагресивні середовища: пара, вода, сухі гази, важкі нафтопродукти та ін.	до плюс 450	до 25,0
Пароніт кислотостійкий марки ПК за ГОСТ 481-80	2	Агресивні середовища: кислоти, луги, окислювачі, продукти нафтопереробки, нітрозні та інші агресивні гази	до плюс 250	до 1,6
Графітна фольга типу “Графлекс” за ТУ 57-1-1326778-92	3	Агресивні середовища: кислоти, луги, розчинники, продукти нафтогазопереробки	від мінус 200 до плюс 500	до 25,0
		Хромова кислота масовою концентрацією до 100 г/дм <sup>3</sup>	до плюс 250	
		Азотна кислота масовою концентрацією 100 г/дм <sup>3</sup>	до плюс 85	
	4	Неагресивні середовища: пара, сухі гази, важкі нафтопродукти	до плюс 600	
Плівка фторопластова захисна марки Ф-4МБ-В ТУ 6-05-05-248-84	5	Агресивні середовища: кислоти та луги будь-якої концентрації, розчинники	від мінус 196 до плюс 200	до 25,0
Примітка – Графітна фольга “Графлекс” нестійка до концентрованої азотної кислоти, висококонцентрованої сірчаної кислоти, хрому (VI), розчинам перманганатів, розплавам лужних і лужноземельних металів.				

Товщина внутрішніх та зовнішніх обмежувальних кілець дорівнює 2,4 і 3,0 мм.

Товщина наповнювача складає:

- з пароніту марки ТП за ТУ 38.114202-81 – 0,6 мм;
- з пароніту марки ТП за ТУ 38.114285-83 – 0,6 мм;
- з пароніту марки ПК за ГОСТ 481-80 – 0,6 мм;
- з плівки фторопластової захисної марки Ф-4МБ – за ТУ 6-05-05-242-84В – 0,4 мм;

– графітної фольги типу “Графлекс” за ТУ 57-1-1326778-92 – 0,6 мм.

Внутрішні обмежувальні кільця виготовляють зі сталей марок не схильних до міжкристалічної корозії: 12Х18Н10Т, 12Х18Н9, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т та ін.

Зовнішні обмежувальні кільця виготовляють з вуглецевої сталі марок 20, 35, 40 при температурі робочого середовища до плюс 300 °С або з корозійностійких сталей при температурі робочого середовища понад плюс 300 °С.

Конструкція та розміри прокладок для фланців посудин та апаратів з ущільнювальними поверхнями типу „шип-паз” наведені на рисунку Е.4 і в таблиці Е.6 (додаток Е).

Конструкція та розміри прокладок для фланців посудин та апаратів з ущільнювальними поверхнями типу „виступ-западина” наведені на рисунку Е.5 і в таблиці Е.7 (додаток Е).

### **3.4 Конструкції прокладок для арматурних фланцевих з’єднань**

Плоскі еластичні прокладки для арматурних фланців за ГОСТ 12820-80 - ГОСТ 12822-80 виготовляються за стандартом [25].

Стандартом передбачені конструкції прокладок наступних виповнень (таблиця Ж.1 додатку Ж):

– А (для фланців зі з’єднувальним виступом виповнення 1 за ГОСТ 12820-80 - ГОСТ 12822-80);

– Б (для фланцевих з’єднань із ущільнювальними поверхнями типу “виступ-западина” виповнень 2, 3 за ГОСТ 12820-80 - ГОСТ 12822-80);

– В (для фланцевих з’єднань із ущільнювальними поверхнями типу “шип-паз” виповнень 4, 5 за ГОСТ 12820-80 - ГОСТ 12822-80);

– Г (для фланцевих з’єднань із ущільнювальними поверхнями типу “шип-паз” виповнень 8, 9 за ГОСТ 12820-80 - ГОСТ 12822-80 під прокладки з фторопласту-4 і ущільнювального матеріалу на основі фторопласту);

– Д (для фланців виповнень 1, 5 за ГОСТ 12820-80 - ГОСТ 12822-80 для прокладок з пластини гумової листової).

Виповнення прокладок та межі їх застосування залежно від умовного проходу та умовного тиску наведені в таблицях Ж.1-Ж.2 додатку Ж.

Конструкція та розміри прокладок наведені на рисунках Ж.1-Ж.3 і в таблицях Ж.3-Ж.8 додатку Ж.

**Прокладки круглого перерізу** виготовляють переважно з гуми, а також із ущільнювального матеріалу на основі фторопласту марок ФУМ-В, ФУМ-Ф і ФУМ-О (рисунок Ж.3, таблиця Ж.7 додатку Ж). Гумові прокладки застосовують в апаратах, що працюють під вакуумом та розрахунковій тем-

пературі до плюс 80 °С. Прокладки з фторопластового ущільнювального матеріалу використовують при номінальному (умовному) тиску  $PN$  до 6,3 МПа та розрахунковій температурі від мінус 60 до плюс 150 °С.

**Плоскі (тип 1) і гофровані (тип 2) комбіновані прокладки** виготовляють завтовшки до 2,4 мм в оболонці зі сталі, алюмінію або міді та азбестовим сердечником і застосовують при номінальному (умовному) тиску  $PN$  1,0-6,3 МПа та розрахунковій температурі від мінус 70 до плюс 475 °С [39].

Стандарт [39] розповсюджується на плоскі азбометалеві прокладки типу 1 для фланців на умовний прохід (номінальний розмір)  $DN$  10-600 мм і гофровані типу 2 – на умовний прохід (номінальний розмір)  $DN$  10-300 мм.

Конструкція та розміри прокладок наведені на рисунках Ж.4, Ж.5 і в таблицях Ж.9, Ж.10 додатку Ж.

Матеріал наповнювача прокладок – картон азбестовий за ГОСТ 2850-80 або папір азбестовий за ГОСТ 23779-79.

Матеріал оболонок прокладок вибирається у кожному окремому випадку залежно від умов експлуатації і наводиться в таблиці Ж.11 додатку Ж.

**Спірально-навиті прокладки (СНП)** [38] призначені для ущільнення фланцевих з'єднань з гладкою ущільнювальною поверхнею типів “виступ-западина” і “шип-паз”.

Спірально-навиті прокладки типу А призначені для фланцевих з'єднань типу “шип-паз”, прокладки типів Б і В – для фланцевих з'єднань типу “виступ-западина”, прокладки типів Г і Д – для фланцевих з'єднань із з'єднувальним виступом (з гладкою ущільнювальною поверхнею).

Вибір матеріалу наповнювача залежно від умов експлуатації необхідно проводити за таблицею 3.3.

Основні розміри прокладок типу СНП наведені в додатку Ж.

Конструкція та розміри прокладок для ущільнювальних поверхонь типу “шип-паз” (типу А) наведені на рисунку Ж.6 і в таблиці Ж.12 додатку Ж.

Конструкція та розміри прокладок для ущільнювальних поверхонь типу “виступ-западина” (типу Б) наведені на рисунку Ж.6 і в таблиці Ж.13 додатку Ж.

Конструкція та розміри прокладок для ущільнювальних поверхонь типу “виступ-западина” (типу В) наведені на рисунку Ж.7 і в таблиці Ж.14 додатку Ж.

Конструкція та розміри прокладок для гладких ущільнювальних поверхонь (типу Г) наведені на рисунку Ж.8 і в таблиці Ж.15 додатку Ж.

Конструкція та розміри прокладок для гладких ущільнювальних

поверхонь (типу Д) наведені на рисунку Ж.9 і в таблиці Ж.16 додатку Ж.

**Прокладки зубчасті** виготовляють з металу більш м'якого ніж метал фланців (свинець, алюміній, мідь, сталь) і розраховані на робочий тиск до 20 МПа. Допустима температура застосування прокладок залежить від властивостей матеріалів, з яких вони виготовляються.

**Прокладки овального перерізу** [43], які виготовляють зі сталей марок 08кп, 08Х13, 08Х18Н10 і 08Х18Н10Т, застосовують при номінальному (умовному) тиску  $P_N$  понад 6,3 МПа і розрахунковій температурі від мінус 70 до плюс 540 °С.

Конструкція та розміри металевих прокладок овального та восьмикутного перерізу для арматурних фланців наведені в додатку Ж.

**Лінзові прокладки** [17] застосовують у фланцевих з'єднаннях з приварними встик фланцями при номінальному (умовному) тиску  $P_N$  понад 6,3 МПа.

Типи та виповнення лінз наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Типи і виповнення лінз

Тип	Виповнення	Конструкція
Ж	1	Лінза жорстка без бурта
	2	Лінза жорстка з буртом
К	1	Лінза компенсувальна на номінальний (умовний) тиск $P_N$ до 5,0 МПа
	2	Лінза компенсувальна на номінальний (умовний) тиск $P_N$ до 100 МПа

Лінзи типу Ж застосовують при температурі до плюс 400 °С, лінзи типу К – при температурі понад 400 °С.

Жорстка лінза без бурта (рисунок 3.7) представляє собою металеве кільце з двома торцевими шаровими поверхнями, які торкаються конічних поверхонь на торцях ущільнюваних труб (рисунок 2.10).

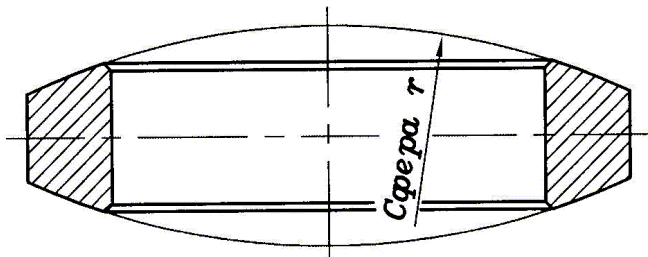


Рисунок 3.7 – Жорстка лінза без бурта (тип Ж, виповнення 1)



Лінзи з буртом (тип Ж, виповнення 2) виготовляють зі сталей підвищеної міцності і застосовують при номінальному (умовному) тиску від 40 до 63 МПа. Конструкція жорсткої лінзи з буртом наведена на рисунку 3.8.

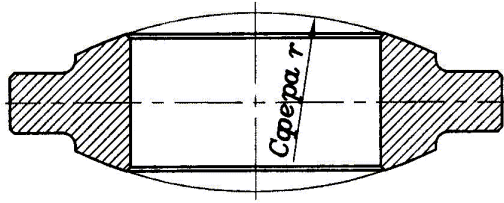
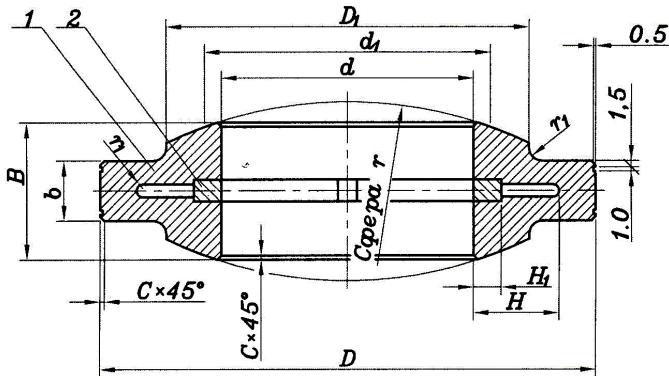


Рисунок 3.8 – Жорстка лінза з буртом (тип Ж, виповнення 2)

Конструкція компенсувальної лінзи наведена на рисунку 3.9.



1 – лінза; 2 – вставне кільце

Рисунок 3.9 – Компенсувальна лінза (типу К)

Компенсувальна лінза складається безпосередньо з лінзи 1 з проточкою усередині, у якій розміщується розрізне вставне кільце 2. Проточка сприяє збільшенню гнучкості лінзи та її здатності до самоущільнювання. Компенсувальні лінзи та вставні кільця виготовляють зі сталей однакових марок. Твердість вставних кілець має відповідати твердості сталі у відпаленому стані.

Застосування лінзових прокладок залежно від розрахунковій температури, номінального (умовного) тиску і марок сталей труб та деталей трубопроводів наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Характеристики лінзових прокладок

Тип і вивпнення лінзи для номінальних розмірів (умовних проходів) $DN$ , мм		Марка сталі лінзи	Граничні параметри застосування		Марка сталі труб і деталей трубопроводів
6-32	40-200		Розрахункова температура, °C	Номінальний (умовний) тиск $PN$ , МПа	
Ж1	Ж1	Сталь 20 ГОСТ 1050-88	від мінус 40 до плюс 200	20-32	Сталь 20
	Ж2	14ХГС ГОСТ 19281-89	від мінус 50 до плюс 200	40-63	15ГС, 14ХГС
	Ж1	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х18Н15М3Т ГОСТ 5632-72		20-32	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х17Н15М3Т
	Ж2		40		
	К1	15ХМ ГОСТ 4543-71	від мінус 50 до плюс 400	20-40	18Х3МВ, 20Х2М, 30ХМА, 22Х3М
	Ж1				
	Ж2			50-80	
	Ж1 при $T \leq 400$ °C К2 при $T > 400$ °C	18Х3МВ, 20Х3МВФ ГОСТ 20072-74	від мінус 50 до плюс 510	20-50	20Х3МВФ
	Ж2 при $T \leq 400$ °C К2 при $T > 400$ °C			63-100	

Конструкції та розміри лінз наведені на рисунках Ж.12-Ж.15 і в таблицях Ж.19-Ж.22 додатку Ж.

**Питання для самоперевірки**

- 1 Вимоги, що пред'являються до ущільнювальних елементів.
- 2 Типи прокладок фланцевих з'єднань.
- 3 Матеріали прокладок фланцевих з'єднань.
- 4 Конструкції спіральні-навитих прокладок.
- 5 Конструкції металевих прокладок.

---

#### **4 ВИБІР КРІПИЛЬНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ФЛАНЦЕВИХ З'ЄДНАНЬ**

Матеріал кріпильних виробів для апаратних фланців вибирають залежно від матеріалу фланців, розрахункової температури, умовного тиску та внутрішнього діаметра фланця за таблицею 4.1 [32].

Матеріал кріпильних виробів для фланців штуцерів слід вибирати залежно від типу і матеріалу фланців, розрахункової температури та умовного (номінального) тиску за таблицею 4.2 [21].

Для фланців на умовний тиск  $PN$  до 1,6 МПа і при температурі до 300 °С застосовують болти з шестигранною голівкою за ГОСТ 7798-70 [12] або шпильки за ГОСТ 22042-76 [27] і шестигранні гайки за ГОСТ 5915-70 [11], а на умовний тиск  $PN$  2,5 МПа та більше і при температурі понад 300 °С і нижче мінус 40 °С – шпильки за ГОСТ 9066-75 [15] і ГОСТ 22042-76, гайки за ГОСТ 9064-75 [13] і ГОСТ 5915-70.

Позначення класів міцності болтів і шпильок залежно від матеріалу наведено в таблиці 4.3.

Позначення класу міцності болтів і шпильок складається з двох цифр:

– перша відповідає 1/100 номінального значення тимчасового опору розриву в Н/мм<sup>2</sup>;

– друга відповідає 1/10 відношення номінального значення межі текучості до тимчасового опору в процентах.

Добуток з двох цифр відповідає 1/10 номінального значення межі текучості в Н/мм<sup>2</sup>.

Клас міцності гайок позначається цифрою, яка показує найбільший клас міцності болтів або шпильок, з якими вони можуть сполучатися у з'єднанні. Позначення класів міцності гайок наведено в таблиці 4.4.

Конструкція та розміри болтів з шестигранною голівкою наведені на рисунку І.1 і в таблицях І.1, І.2 додатку І. Маса болтів наведена в таблиці І.3. Конструкція і розміри гайок наведені на рисунку І.2 і в таблиці І.4. Маса гайок наведена в таблиці І.5. Конструкція і розміри шпильок з двома однаковими по довжині нарізними кінцями для деталей з гладкими отворами наведені на рисунку І.3 і в таблицях І.6, І.7.

Маса шпильок наведена в таблицях І.8, І.9.

Таблиця 4.1 – Вибір матеріалів кріпильних виробів для фланцевих з'єднань посудин та апаратів

Тип		Марки сталі кріплення		Максимальні параметри		
фланця	кріпильної деталі	для фланців з вуглецевих і легированих* марок сталей	для фланців з аустенітних сталей	температура, °С	умовний тиск <i>PN</i> , МПа	внутрішній діаметр фланця <i>D</i> , мм
ГОСТ 28759.2-90 ГОСТ 28759.3-90	Болти ГОСТ 7798-70	35, 40, 45	12X18H10T, 10X17H13M2T, 45X14H14B2M, 31X19H9MBT	від мінус 40 до плюс 300	0,3	до 3600
					0,6	до 1500
	1,0 1,6	до 800				
	0,3	від 3800 до 4000				
	0,6	від 1600 до 3200				
	1,0 1,6	від 900 до 3200				
	Шпильки ГОСТ 22032-76	35X, 38XA, 40X, 30XMA	37X12H8Г8МБФ			
	Гайки ГОСТ 5915-70	25, 30, 35, 40	12X18H10T, 10X17H13M2T		0,3-1,6	у межах ГОСТ 28759.2-90
ГОСТ 28759.3-90** ГОСТ 28759.4-90	Шпильки*** ГОСТ 9066-75 або ГОСТ 22042-76	35X, 38XA, 40X, 30XMA	-	від мінус 40 до плюс 400*	0,6-16	у межах ГОСТ 28759.3-90 і ГОСТ 28759.4-90
		-	37X12H8Г8МБФ	від мінус 40 до плюс 450		
		25X1M1Ф 25X2M1Ф 20X1M1Ф1БР	-	від мінус 40 до плюс 540		
		-	08X14H20B2TP 08X15H24B4TP	від мінус 70 до плюс 540		
		20XH3A	-	від мінус 70 до плюс 425		

## 46 Закінчення таблиці 4.1

Тип		Марки сталі кріплення		Максимальні параметри		
фланця	кріплення	для фланців з вуглецевих і легованих* сталей	для фланців з аустенітних сталей	температура °С	умовний тиск $PN$ , МПа	внутрішній діаметр фланця $D$ , мм
ГОСТ 28759.3-90 ГОСТ 28759.4-90	Гайки ГОСТ 9064-75 ГОСТ 5915-70 Шайбы* <sup>4</sup> ГОСТ 9065-75	35, 40	-	від мінус 40 до плюс 400	1,0-16	у межах ГОСТ 28759.3-90 і ГОСТ 28759.4-90
		-	37Х12Н8Г8МБФ	від мінус 40 до плюс 450		
		40Х, 30ХМА 25Х1МФ	-	від мінус 40 до плюс 510		
		-	45Х14Н14В2М 12Х18Н10Т	від мінус 70 до плюс 540		
		20ХН3А, 10Г2	-	від мінус 40 до мінус 70		
<p>*Для фланців зі сталей марок 15ХМ і 15Х5М до плюс 300 °С.  **Допускається застосування марок сталей 35, 40, 45 і 12Х18Н10Т на номінальний (умовний) тиск <math>PN = 1,0-1,6</math> МПа при <math>D \leq 800</math> мм, на номінальний (умовний) тиск <math>PN 2,5</math> МПа – при <math>D \leq 600</math> мм.  ***При температурі понад 300 °С застосовувати шпильки з проточкою або повністю нарізні.  *<sup>4</sup>Для фланців на <math>PN &gt; 6,3</math> МПа.</p>						

Таблиця 4.2 – Вибір матеріалів крипильних виробів для арматурних фланців

Тип фланця	Параметри середовища		Марка сталі		
	тиск номінальний (умовний) <i>PN</i> , МПа	розрахункова температура, °С	фланця	болта (шпильки)	гайки
Сталевий плоский приварний за ГОСТ 12820-80	від 0,1 до 2,5	від мінус 30 до плюс 300	Ст3сп не нижче 2-й категорії за ГОСТ 380-88	Сталі 20, 25, 35 за ГОСТ 1050-88 20X13 за ГОСТ 5632-72	Сталі 10, 20, 25 за ГОСТ 1050-88
		від мінус 70 до плюс 300	09Г2С за ГОСТ 19282-89 10Г2 за ГОСТ 4543-71	14X17Н2 за ГОСТ 5632-72	
		від мінус 30 до плюс 300	Стали 20, 25 за ГОСТ 1050-88	Сталі 20, 25, 35 за ГОСТ 1050-88 20X13 за ГОСТ 5632-72	Сталі 10, 20, 25 за ГОСТ 1050-88
		від мінус 40 до плюс 300	15ХМ за ГОСТ 4543-71 12Х18Н9Т за ГОСТ 5632-72	30ХМА за ГОСТ 4543-71 20X13 за ГОСТ 5632-72	35Х за ГОСТ 4543-71
		від мінус 30 до плюс 300	Ст3сп не нижче 2-й категорії за ГОСТ 380-88	Сталі 20, 25, 35 за ГОСТ 1050-88	Сталі 10, 20, 25 за ГОСТ 1050-88
		від 0,1 до 10,0	від мінус 40 до плюс 425	Сталі 20, 25 за ГОСТ 1050-88	Сталь 35 за ГОСТ 1050-88 20X13 за ГОСТ 5632-72
від 0,1 до 20,0	35Х за ГОСТ 4543-71	Сталь 35 за ГОСТ 1050-88			
	30ХМА за ГОСТ 4543-71	35Х за ГОСТ 4543-71			

## Продовження таблиці 4.2

Тип фланця	Параметри середовища		Марка матеріалу		
	тиск номінальний (умовний) $P_N$ , МПа	розрахункова температура, °С	фланця	болта (шпильки)	гайки
Сталевий приварний встик за ГОСТ 12821-80	від 0,1 до 20,0	від мінус 40 до плюс 450	15ХМ за ГОСТ 4543-71	20Х13 за ГОСТ 5632-72	
		від мінус 40 до плюс 300	15Х18Н12С4ТЮ за ГОСТ 5632-72	30ХМА за ГОСТ 4543-71	Сталь 35 за ГОСТ 1050-88
		від мінус 70 до плюс 300		45Х14Н14В2М за ГОСТ 5632-72	12Х18Н9Т за ГОСТ 5632-72
		від мінус 70 до плюс 350	09Г2С за ГОСТ 19282-89 10Г2 за ГОСТ 4543-71	14Х17Н2 за ГОСТ 5632-72	
		від мінус 40 до плюс 400	06ХР28МДТ за ГОСТ 5632-72	20Х13 за ГОСТ 5632-72	
		від мінус 70 до плюс 400		45Х14Н14В2М за ГОСТ 5632-72	12Х18Н9Т за ГОСТ 5632-72
		від мінус 40 до плюс 450	12Х18Н9Т 10Х17Н13М3Т за ГОСТ 5632-72	20Х13 за ГОСТ 5632-72	
		від мінус 40 до плюс 510	15Х5М за ГОСТ 5632-72	25Х1МФ за ГОСТ 20072-74	30ХМА за ГОСТ 4543-71
		від мінус 80 до плюс 600	12Х18Н9Т за ГОСТ 5632-72	45Х14Н14В2М за ГОСТ 5632-72	12Х18Н9Т за ГОСТ 5632-72
		від мінус 253 до плюс 600	10Х17Н13М3Т за ГОСТ 5632-72	10Х17Н13М3Т за ГОСТ 5632-72	10Х17Н13М3Т за ГОСТ 5632-72



Закінчення таблиці 4.2

Тип фланця	Параметри середовища		Марка матеріалу		
	тиск номінальний (умовний) <i>PN</i> , МПа	розрахункова температура, °С	фланця	болта (шпильки)	гайки
Сталевий вільний на приварному кільці за ГОСТ 12822-80	від 0,1 до 2,5	від мінус 30 до плюс 300	Ст3сп не нижче 2-й категорії за ДСТУ 2651-94	Стали 20, 25, 35 за ГОСТ 1050-88	Стали 10, 20, 25 за ГОСТ 1050-88
				20Х13 за ГОСТ 5632-72	

Таблиця 4.3 – Класи міцності болтів (шпильок)

Клас міцності, група	Матеріал і обробка	Марки сталей
3.6	Вуглецеві сталі	10, 10кп ГОСТ 10702-78
4.6		20 ГОСТ 1050-88
4.8		10, 10кп ГОСТ 10702-78
5.6		30,35 ГОСТ 1050-88
5.8		10, 10кп, 20, 20кп ГОСТ 10702-78
6.6		35, 45, 40Г ГОСТ 1050-88
6.8		20, 20кп ГОСТ 1050-88
8.8		Вуглецеві сталі без добавок і з добавками хрому, марганцю, загартовані та відпущені
9.8		
10.9	Вуглецеві сталі без добавок і з добавками хрому, марганцю, леговані, загартовані та відпущені	40Г2, 40Х, 30ХГСА, 16ХСН ГОСТ 4543-71
12.9	Легована сталь, загартована та відпущена	35ХГСА ГОСТ 4543-71
21	Корозійностійкі, жароміцні, жаростійкі та теплостійкі сталі	12Х18Н10Т, 12Х18Н9Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 06ХН28МДТ ГОСТ 5632-72
22		12Х13, 08Х21Н6М2Т ГОСТ 5632-72
23		20Х13, 14Х17Н2 ГОСТ 5632-72
24		10Х11Н23Т3МР ГОСТ 5632-72
25		13Х11Н2В2МФ ГОСТ 5632-72, 25Х1МФ, 25Х2МФ, 20Х1М1Ф1ТР ГОСТ 20072-74
26		07Х16Н6 ГОСТ 5632-72

Таблиця 4.4 – Класи міцності гайок

Клас міцності гайки	З'єднанні болти або шпильки		Марки сталей гайок
	Клас міцності	Діаметр нарізи $d$	
4	3.6; 4.6; 4.8	понад М16	Ст3кп3, Ст3сп3 ДСТУ 20 ГОСТ 1054-88

Продовження таблиці 4.4

Клас міцності гайки	З'єднанні болти або шпильки		Марки сталей гайок
	Клас міцності	Діаметр нарізі $d$	
5	3.6; 4.6; 4.8	до М16	10, 10кп ГОСТ 10702-78
	5.6; 5.8	до М48	20 ГОСТ 1050-88
6	6.8		10, 10кп, 15, 15кп ГОСТ 10702-78
8	8.8		
9	8.8	понад М16 до М48	20, 20кп ГОСТ 1050-88
	9.8	до М16	35 ГОСТ 1050-88
10	10.9	до М48	35Х, 38ХА, 16ХСН ГОСТ 4543-71
12	12.9		12Х18Н10Т, 12Х18Н9Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 06ХН28МДТ ГОСТ 5632-72
21	21		12Х13, 08Х21Н6М2Т ГОСТ 5632-72
22	22		20Х13, 14Х17Н2 ГОСТ 5632-72
23	23		10Х11Н23Т3МР ГОСТ 5632-72
24	24		13Х11Н2В2МФ ГОСТ 5632-72, 25Х1МФ, 25Х2МФ, 20Х1М1Ф1ТР ГОСТ 20072-74
25	25		07Х16Н6 ГОСТ 5632-72
26	26		

Шпильки двосторонні за ГОСТ 9066-75 для фланцевих з'єднань арматури, з'єднувальних частин і трубопроводів, приладів, посудин та апаратів з температурою середовища від 0 до 650 °С і номінальним (умовним) тиском  $P_N$  не менше 4 МПа застосовують двох типів:

- А (шпилька суцільна із однаковими номінальними діаметрами нарізі та гладкої частини, з температурою, яка менше або дорівнює 300 °С);
- Б (шпилька суцільна з номінальними діаметрами нарізі більше номінального діаметра гладкої частини, з температурою понад 300 °С).

Конструкція та розміри шпильок за ГОСТ 9066-75 наведені на рисунку И.4 і в таблицях И.10, И.11 додатку И, маса шпильок наведена в таблицях И.12, И.13. Конструкція і розміри гайок за ГОСТ 9064-75 наведені на рисунку И.5 і таблиці И.14.

Маса гайок наведена в таблиці И.15.

Конструкція та розміри шайб за ГОСТ 9065-75 [14] наведені на рисунку И.6 і таблиці И.16. Маса шайб наведена в таблиці И.17.

Вибір матеріалів кріпильних деталей для фланцевих з'єднань з температурою середовища від 0 до 650 °С і умовним тиском  $PN$  не менше 4 МПа наведений в таблиці 4.5

Таблиця 4.5 – Матеріали для кріпильних деталей [26]

Марка сталі	Шпильки		Гайки		Шайби			
	Температура середовища, °С	Тиск умовний $PN$ , МПа	Температура середовища, °С	Тиск умовний $PN$ , МПа	Температура середовища, °С	Тиск умовний $PN$ , МПа		
Ст3сп3	-	-	-	-	до 350	4-10		
10			до 400	4-10	до 450			
20					-		-	
25			до 425	4-10	до 425		4-20	до 450
30, 35, 40	до 450	-			-			
45	4-20	до 450			-	-		
35Х, 40Х	до 450	не обмежений	до 510	не обмежений	до 450	не обмежений		
30ХМА, 35ХМ 20Х13					до 540	-	-	
15ХМ	-	-	-	-	до 540	не обмежений		
25Х1МФ	до 510	не обмежений	до 540	не обмежений	-	-		
1Х12Н2ВМФ	до 535		до 565					
25Х2М1Ф			до 560		до 560	до 580	не обмежений	
15Х11МФ								
20Х12ВНМФ								
18Х11МНФБ								
18Х12ВМБФР	-		-		-	-	до 570	-
12Х1МФ	до 580		не обмежений		до 580	не обмежений	-	-
20Х1М1Ф1ТР 20Х1М1Ф1БР		до 625		до 650	не обмежений			
08Х16Н13М2Б	до 625	не обмежений	до 625	не обмежений	-	-		
31Х19Н9МВБТ	до 650				до 650			
ХН35ВТ 10Х11Н22Т3МР					-	-		
12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т	-	-	-	-	до 650	не обмежений		

Сталі для виготовлення шпильок, гайок та шайб розподіляються по якості на чотири категорії:

– категорія I – сталі звичайної якості, які застосовуються для виготовлення кріпильних виробів на номінальний (умовний) тиск  $PN$  менше 1,6 МПа і температуру менше 200 °С;

– категорія II – якісні вуглецеві сталі, які застосовуються для виготовлення шпильок і гайок з номінальним діаметром нарізі до 48 мм при робочій температурі до 300 °С та шайб всіх розмірів;

– категорія виготовлення ія III – якісні вуглецеві сталі у поліпшеному стані для виготовлення шпильок і гайок усіх розмірів при робочій температурі до 425 °С у випадках, якщо температура відпуску вище цієї температури не менш ніж на 100 °С;

– категорія IV – теплостійкі, жароміцні леговані сталі у термічно обробленому стані, що застосовуються для виготовлення шпильок, гайок та шайб всіх розмірів при робочій температурі, яка не перевищує температуру середовища у випадках, якщо температура відпуску вище цієї температури не менш ніж на 100 °С.

Розподіл сталей для кріпильних деталей за якістю на категорії наведений в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Розподіл сталей для кріпильних деталей за якістю на категорії

Категорія	Призначення	Марки сталей
I	Сталь звичайної якості для кріпильних виробів	Ст3
II	Якісна вуглецева сталь для шпильок і гайок з діаметром нарізі до 48 мм	20, 25, 30, 35, 40, 45
III	Якісна вуглецева сталь у поліпшеному стані для шпильок і гайок усіх розмірів	20, 25, 30, 35, 40, 45
IV	Теплостійка, жаростійка легована сталь в термічно обробленому стані для шпильок, гайок та шайб усіх розмірів	35X, 40X, 30XMA, 35XM, 25X1MФ, 25X2M1Ф, 20X1M1Ф1TP, 20X1M1Ф1BP, 20X13, 15X11MФ, 1X12H2BMФ, 20X12BHMФ, 18X12BMBФP, 18X11MНФБ, 08X16H13M2Б, 10X11H22T3MP, 31X19H9MBBT, XH35BT

Для фланцевих з'єднань з лінзовими ущільненнями застосовують шпильки за ГОСТ 10494-80 [18]. В таблиці 4.7 наведені граничні параметри застосування шпильок залежно від матеріалу. Граничні параметри застосу-

вання гайок залежно від матеріалу наведені в таблиці 4.8.

Таблиця 4.7 – Граничні параметри застосування шпильок залежно від матеріалу

Марка сталі	Позначення стандарту	Граничні параметри застосування	
		Температура розрахункова, °С	Тиск номінальний (умовний) $P_N$ , МПа
35Х, 38Х, 40Х	ГОСТ 4543-71	від мінус 50 до плюс 200	63
35ХМ, 30ХМА, 40ХФА		від мінус 50 до плюс 400	80
25Х1МФ, 25Х2М1Ф	ГОСТ 20072-74	від мінус 50 до плюс 510	100

Таблиця 4.8 – Граничні параметри застосування гайок залежно від матеріалу

Марка сталі	Позначення стандарту	Граничні параметри застосування	
		Температура розрахункова, С	Тиск номінальний (умовний) $P_N$ , МПа
30Х	ГОСТ 4543-71	от мінус 50 до плюс 200	63
35Х, 38ХА, 40Х		от мінус 50 до плюс 400	80
30ХМА, 35ХМ		от мінус 50 до плюс 510	100
25Х1МФ	ГОСТ 20072-74	от мінус 50 до плюс 510	100

Конструкція та розміри шпильок для фланцевих з'єднань з лінзовими ущільненнями наведені на рисунку И.7 і в таблиці И.18 додатку И. Маса шпильок наведена в таблицях И.19 і И.20. Конструкція, розміри та маса гайок для фланцевих з'єднань з лінзовими ущільненнями наведені на рисунку И.8 і в таблиці И.21.

Порівняно з болтами шпильки забезпечують більш рівномірний розподіл напружин. Крім того, шпильки можна встановлювати у важкодоступних місцях. При розрахунковій температурі понад 300 °С слід застосовувати шпильки з проточкою або повністю нарізні.

Шайби у фланцевих з'єднаннях застосовують при умовному (номінальному) тиску  $P_N$  4 МПа і більше. Їх підкладають під голівки гайок для більш рівномірного розподілення тиску та запобігання поверхонь фланців від зминання.

Коефіцієнт лінійного розширення матеріалу болтів (шпильок) не повинен відрізнятись від коефіцієнта лінійного розширення матеріалів фланців більш ніж на 10 %.

Допускається застосовувати матеріали болтів (шпильок) з коефіцієнтами лінійного розширення відмінними від коефіцієнтів лінійного розширення матеріалів фланців більш ніж на 10 % в наступних випадках:

- у разі обґрунтування розрахунком на міцність;
- при розрахунковій температурі фланця не більше 100 °С.

Гайки та болти (шпильки) повинні виготовлятися зі сталей різних марок, а при виготовленні їх зі сталі однієї марки – з різною твердістю. При цьому твердість гайки повинна бути нижче за твердість болта (шпильки) не менше ніж на 15 НВ.

Допускається застосовувати гайок зі сталей перлітового класу на болтах (шпильках), які виготовляються із аустенітних сталей.

У разі виготовлення кріпильних деталей холодною деформацією вони повинні піддаватися термічній обробці – відпуску.

Види покриття болтів, шпильок, гайок та шайб наведені в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 – Види покриття

Вид покриття	Позначення покриття	
	за ГОСТ 9.306-85	цифрове
Цинкове, хромоване	Ц. хр	01
Кадмієве, хромоване	КД. хр	02
Багатошарове: мідь-нікель	М.Н.	03
Багатошарове: мідь-нікель-хром	М.Н.Х.б	04
Окисне, просочене маслом	Хим. Окс. прм	05
Фосфатне, просочене маслом	Хим. Фос. прм	06
Олов'яне	О	07
Мідне	М	08
Цинкове	Ц	09
Окисне, наповнене хроматами	Ан. Окс. нхр	10
Окисне із кислих розчинів	Хим. Пас	11
Срібне	Ср	12
Нікелеве	Н	13

---

---

## 5 РОЗРАХУНОК ФЛАНЦЕВИХ З'ЄДНАНЬ

У даному розділі наводяться рекомендації щодо вибору типів і розрахунку на міцність, жорсткість, герметичність та малоциклову утомленість фланцевих з'єднань сталевих зварних посудин та апаратів, які працюють у хімічній і суміжних з нею галузях промисловості.

Розрахункові схеми фланцевих з'єднань наведені на рисунках 5.1 і 5.2.

Розрахункові формули застосовні при виконанні наступних умов

$$D_3/D \leq 2 \quad \text{і} \quad 2h/\Phi_3 - D \geq 0,25,$$

де  $D_3$  – зовнішній діаметр фланця мм;

$D$  – внутрішній діаметр фланця, мм;

$h$  – товщина фланця, мм.

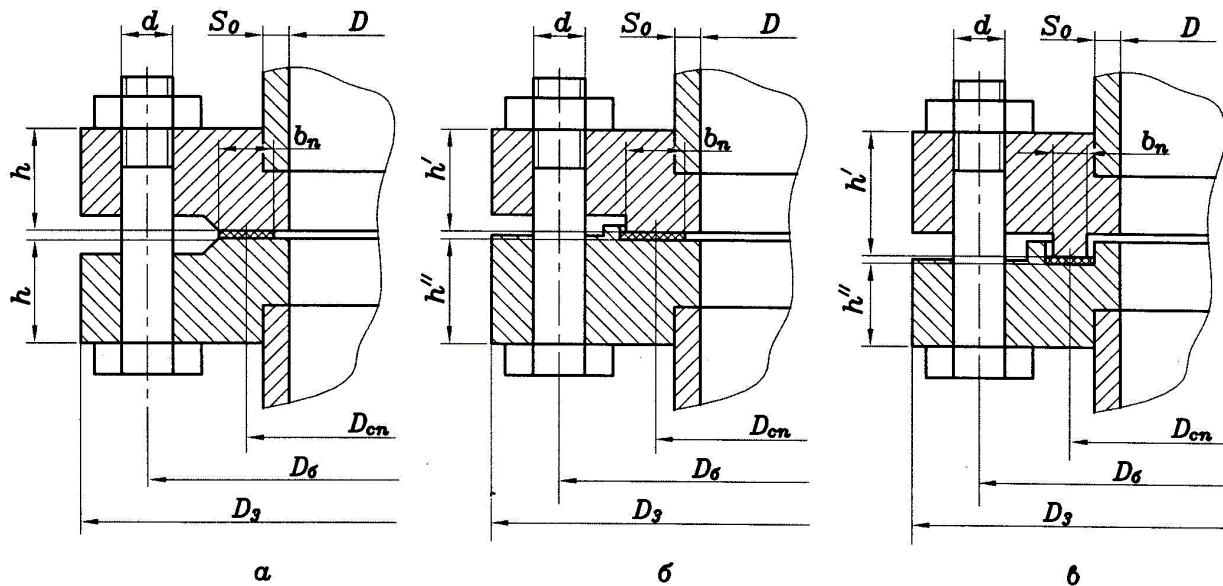
При роботі апарата в умовах декількох розрахункових режимів по температурі та тиску розрахунок необхідно проводити за умов, що забезпечують міцність, жорсткість, герметичність та малоциклову утомленість фланцевого з'єднання у всіх режимах.

### 5.1 Напружений стан деталей фланцевого з'єднання

Фланцеві з'єднання звичайно навантажені внутрішнім надлишковим або зовнішнім тиском, а також у ряді випадків зовнішніми осьовими силами і згинальними моментами. Значні навантаження на фланці створюються болтами в умовах затягування з'єднання. При підвищеній температурі середовища в апараті елементи фланцевого з'єднання нагріваються неоднаково, при цьому температура болтів установлюється звичайно нижче температури фланців. Унаслідок теплового розширення деталей фланцевого з'єднання в болтах (шпильках) можуть виникати значні температурні зусилля.

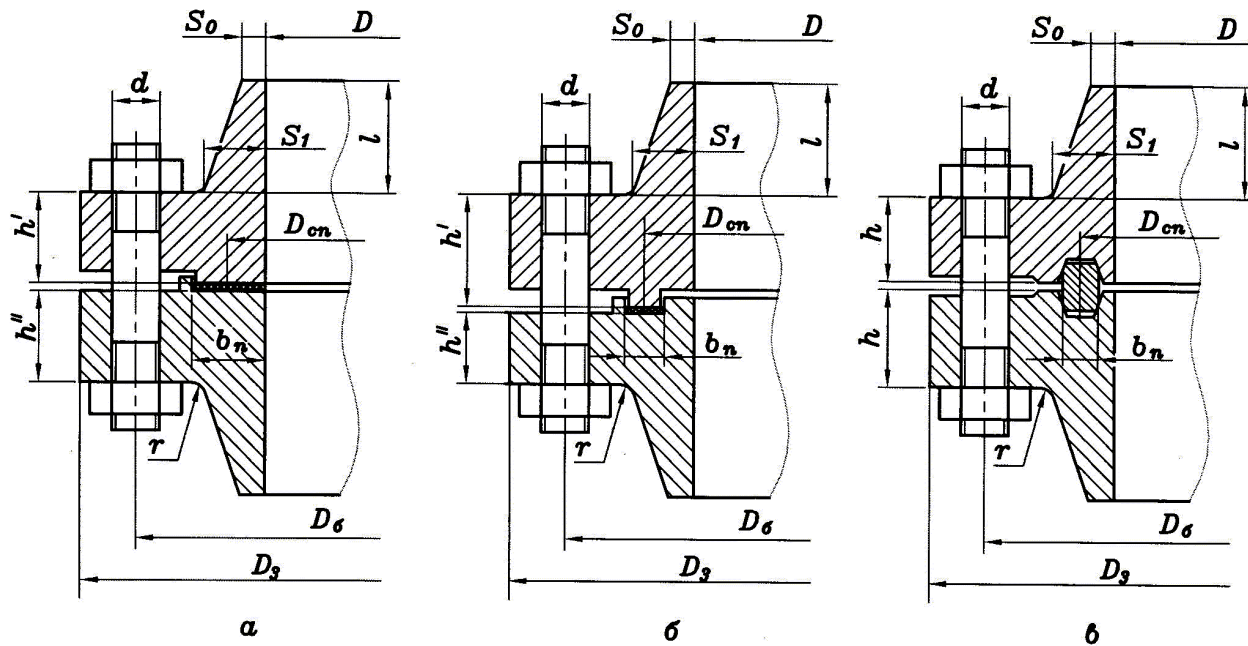
В результаті впливу зовнішніх навантажень у діаметральних перерізах фланця виникають згинальні моменти, під дією яких втулка (обичайка) знаходиться в напруженому стані. Якщо втулка циліндрична, або зовсім відсутня (плоский фланець приварений безпосередньо до обичайки), небезпечним перерізом є переріз у місці приварки фланця до обичайки.





*а* – з гладкою ущільнювальною поверхнею; *б* – з ущільнювальною поверхнею типу „виступ-западина”; *в* – з ущільнювальною поверхнею типу „шип-паз”

Рисунок 5.1 – Фланцеві з'єднання з плоскими приварними фланцями



*a* – з ущільнювальною поверхнею типу „виступ-западина”; *б* – з ущільнювальною поверхнею типу „шип-паз”; *в* – з ущільнювальною поверхнею під прокладку восьмикутного перерізу

Рисунок 5.2 – Фланці з'єднання з приварними встик фланцями

Якщо втулка фланця конічна (фланець приварений встик), небезпечними є перерізи в місці з'єднання площини фланця з втулкою і втулки з обичайкою. У зазначених перерізах напружини виникають в осьовому і тангенціальному напрямках. Визначаючи еквівалентні напружини та порівнюючи величину останніх із допустимими значеннями, можна зробити оцінку виконання умов міцності фланця у розглянутих перерізах.

## 5.2 Розрахункові температури елементів фланцевого з'єднання

Розрахункові температури елементів фланцевого з'єднання визначаються за таблицею 5.1 залежно від розрахункової температури апарата та наявності теплоізоляції.

Таблиця 5.1 – Розрахункові температури елементів фланцевого з'єднання

Фланці ізольовані		Фланці неізольовані	
$t_{\phi}$	$t_{\delta}$	$t_{\phi}$	$t_{\delta}$
$t$	$0,97 t$	$0,96 t$	$0,85 t$

Позначення в таблиці 5.1:

- $t$  – розрахункова температура стінки апарата, °С;
- $t_{\phi}$  – розрахункова температура фланця, °С;
- $t_{\delta}$  – розрахункова температура болтів (шпильок), °С.

## 5.3 Допустимі напружини

Допустимі напружини для матеріалів болтів (шпильок), що застосовуються у фланцевих з'єднаннях апаратів при різних температурах, наведені в таблиці 5.2.

Допустимі напружини для матеріалів болтів (шпильок)  $\sigma_{\delta}^{-}$ , МПа, не зазначених у таблиці 5.2, визначають за формулами:

– якщо розрахункова температура болтів (шпильок), які виготовляються з вуглецевих сталей, не перевищує 380, °С, низьколегованих – 420, °С, аустенітних – 525 °С

$$\sigma_{\delta}^{-} = \frac{R_e}{n_T}; \quad (5.1)$$

– якщо розрахункова температура болтів (шпильок) перевищує зазначену вище

$$\sigma_{\delta}^{-} = \min \left\{ \frac{R_e}{n_T}; \frac{R_m / 10^5}{n_D}; \frac{R_{p1,0} / 10^5}{n_{II}} \right\}, \quad (5.2)$$

- де  $R_e$  – мінімальне значення границі текучості матеріалу болтів (шпильок) при розрахунковій температурі, МПа;  
 $R_{m/10^5}$  – середнє значення границі тривалої міцності за  $10^5$  г при розрахунковій температурі, МПа;  
 $R_{p1.0/10^5}$  – середня 1%-на границя повзучості за  $10^5$  г при розрахунковій температурі, МПа;  
 $n_T$  – коефіцієнт запасу міцності по границі текучості;  
 $n_d$  – коефіцієнт запасу міцності по границі тривалої міцності;  
 $n_p$  – коефіцієнт запасу міцності по границі повзучості.

Таблиця 5.2 – Допустимі напружини матеріалу болтів (шпильок)

Розрахункова температура болта (шпильки) $t$ , °C	Допустима напружина $\sigma_b$ , МПа, для сталей марок								
	35, 40	12X18H10T, 10X17H13M2T	45X14H14B2M	35X, 40X, 20XH3A, 38XA, 37X12H8Г8МФБ	30XMA	25X1M1Ф	25X2M1Ф	XH35BT	08X15H24B4TP
20	130	110	160	230	230	238	238	208	231
100	126	105	150	230	230	227	232	196	226
200	120	98	150	225	200	217	231	186	221
250	107	95	144	222	182	210	224	186	219
300	97	90	139	222	174	199	220	186	217
350	86	86	128	185	166	185	213	186	215
375	80	85	128	175	166	180	209	186	214
400	75	83	128	160	166	175	206	186	213
425	68	82	125	156	161	168	202	186	213
450	-	80	123	-	156	161	199	186	213
475	-	79	120	-	-	152	195	186	213
500	-	78	118	-	-	143	192	186	208
510	-	-	117	-	-	-	-	185	205
520	-	-	116	-	-	-	-	184	202
530	-	-	115	-	-	-	-	183	199
540	-	-	114	-	-	-	-	181	196
550	-	-	113	-	-	-	-	180	195
560	-	-	-	-	-	-	-	165	183

Закінчення таблиця 5.2

Розрахункова температура болта (шпильки) $t$ , °С	Допустима напружина $\sigma_b$ , МПа, для сталей марок								
	35, 40	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т	45Х14Н14В2М	35Х, 40Х, 20ХН3А, 38ХА, 37Х12Н8Г8МФБ	30ХМА	25Х1М1Ф	25Х2М1Ф	ХН35ВТ	08Х15Н24В4ТР
570	-	-	-	-	-	-	-	150	171
580	-	-	-	-	-	-	-	135	169
590	-	-	-	-	-	-	-	125	157
600	-	-	-	-	-	-	-	115	147
610	-	-	-	-	-	-	-	110	-
620	-	-	-	-	-	-	-	105	-
630	-	-	-	-	-	-	-	100	-
640	-	-	-	-	-	-	-	94	-
650	-	-	-	-	-	-	-	88	-
Примітка – Проміжні значення допустимих напружин визначаються методом лінійної інтерполяції.									

Коефіцієнти запасу міцності по границі текучості наведені в таблиці 5.3.

Коефіцієнт запасу міцності по границі тривалої міцності слід приймати рівним  $n_d = 1,8$ .

Коефіцієнт запасу міцності по границі повзучості слід приймати рівним  $n_n = 1,1$ .

Допустимі напружини для матеріалу приварних встик фланців  $\sigma_{S1}^-$ ,  $\sigma_{S1}^{-20}$ ,  $\sigma_{S1}^{\bar{e}}$ , МПа, в перерізі товщиною  $S_1$  (рисунок 5.2) при розрахунку на статичну міцність визначають за формулами:

– у робочих умовах

$$\sigma_{S1}^- = 1,5 \sigma^-; \quad (5.3)$$

– в умовах затягнення фланцевого з'єднання

$$\sigma_{S1}^{-20} = 1,5 \sigma^{-20}; \quad (5.4)$$

– в умовах випробувань

$$\sigma_{SI}^- = 2,0 \cdot \sigma_{-}^{-20}, \quad (5.5)$$

де  $\sigma_{-}^-$ ,  $\sigma_{-}^{-20}$  – допустима напружина для матеріалу фланців відповідно при розрахунковій температурі і температурі 20 °С, МПа.

Таблиця 5.3 – Значення коефіцієнта запасу міцності по границі текучості

Матеріал болтів (шпильок)	Коефіцієнт запасу міцності по границі текучості $n_T$			
	робочі умови		умови випробувань	
	затягнення не контролюється	затягнення контролюється	затягнення не контролюється	затягнення контролюється
Вуглецеві сталі при:				
$R_e / R_m \geq 0,7$	2,6-2,8	2,4	2,1	1,8
$R_e / R_m < 0,7$	2,3	2,1	1,7	1,6
Аустенітні сталі	1,9	1,8	1,4	1,3

Позначення в таблиці:

$R_e$  – мінімальне значення границі текучості матеріалу болтів (шпильок) при розрахунковій температурі, МПа;

$R_m$  – мінімальне значення тимчасового опору (границі міцності) матеріалу болтів (шпильок) при розрахунковій температурі, МПа.

Допустимі напружини у перерізі  $S_I$  в робочих умовах і умовах затягнення фланцевого з'єднання при розрахунку з урахуванням навантаження від температурних деформацій  $Q_t$  можуть бути збільшені на величину до 30 %.

Допустимі напружини  $\sigma_{-}^-$  і  $\sigma_{-}^{-20}$  приймаються за посібником [2].

Допустимі напружини для матеріалу приварних встик і плоских приварних фланців  $\sigma_{S0}^-$ ,  $\sigma_{S0}^{-20}$ ,  $\sigma_{S0}^e$ , МПа, у перерізі товщиною  $S_0$  (рисунки 5.1 і 5.2) при розрахунку на статичну міцність слід визначати за формулами:

– в робочих умовах

$$\sigma_{S0}^- = \left( 4,5 - 2,0 \frac{R_{p0,2}}{R_m} \right) \cdot \sigma_{-}^-; \quad (5.6)$$

– в умовах затягнення фланцевого з'єднання

$$\sigma_{S0}^{-20} = \left( 4,5 - 2,0 \frac{R_{p0,2}^{20}}{R_m^{20}} \right) \cdot \sigma_{-}^{-20}; \quad (5.7)$$

– в умовах випробувань

$$\sigma_{S0}^{-e} = \left( 6,0 - 2,7 \frac{R_{p0,2}^{20}}{R_m^{20}} \right) \cdot \sigma_{-}^{-20}, \quad (5.8)$$

де  $R_{p0,2}$ ,  $R_{p0,2}^{20}$  – мінімальне значення умовної границі текучості матеріалу фланця (напружина, при якій залишкове подовження складає 0,2 %) відповідно при розрахунковій температурі і температурі 20 °С, МПа;

$R_m$ ,  $R_m^{20}$  – мінімальне значення тимчасового опору (границі міцності) матеріалу фланця відповідно при розрахунковій температурі і температурі 20 °С, МПа.

Для вуглецевих і низьколегованих сталей у формулах (5.6)-(5.8) замість мінімальних значень умовних границь текучості  $R_{p0,2}$  і  $R_{p0,2}^{20}$  слід підставляти мінімальні значення границь текучості при розрахунковій температурі –  $R_e$  і температурі 20 °С –  $R_e^{20}$  відповідно.

Значення величин  $R_{p0,2}$ ,  $R_{p0,2}^{20}$ ,  $R_m$ ,  $R_m^{20}$  приймаються за посібником [2].

Розрахунок фланцевого з'єднання для умов випробувань проводити не потрібно, якщо розрахунковий тиск в умовах випробувань менше розрахункового тиску в робочих умовах, помноженого на  $1,35 \sigma_{-}^{-20} / \sigma_{-}^{-}$ .

#### 5.4 Розрахунок допоміжних величин

Ефективну ширину плоскої прокладки  $b_0$ , мм, визначають за формулами:

$$b_0 = b_n \quad \text{при} \quad b_n \leq 15 \text{ мм}; \quad (5.9)$$

$$b_0 = 3,8 \sqrt{b_n} \quad \text{при} \quad b_n > 15 \text{ мм}, \quad (5.10)$$

де  $b_n$  – виконавча ширина прокладки, мм (визначається за таблицею Е.1 додатку Е).

Для металевих прокладок восьмикутного перерізу

$$b_0 = 0,25 b_n. \quad (5.11)$$

Лінійну податливість плоских металевих і азбOMETALЕВИХ прокладок приймають рівною  $y_n = 0$ .

Лінійну податливість плоскої неметалевої прокладки  $y_n$ , мм/Н, визначають за формулою

$$y_n = \frac{h_n \cdot K}{E_n \cdot \pi \cdot D_{cn} \cdot b_n}, \quad (5.12)$$

де  $h_n$  – товщина прокладки, мм;  
 $K$  – коефіцієнт обтиснення прокладки;  
 $E_n$  – модуль пружності прокладки, МПа;  
 $D_{cn}$  – середній діаметр прокладки, мм.

Основні характеристики прокладок для фланцевих з'єднань апаратів наведені в таблиці 5.4.

Для прокладок ТРГ „Графлекс” умовний модуль стиснення  $E_n$ , МПа, розраховують за формулою

$$E_n = 11,1 q, \quad (5.13)$$

де  $q$  – питомий тиск на прокладку при затягненні фланцевого з'єднання, МПа.

У зв'язку з тим, що модуль пружності прокладки залежить від питомого тиску на прокладку  $q$ , при визначенні коефіцієнта жорсткості фланцевого з'єднання  $J$  податливість прокладки визначають методом послідовних наближень.

Попередньо визначають питомий тиск на прокладку при затягненні  $q$ , МПа, за формулою

$$q = \frac{P_0}{\pi \cdot D_{cn} \cdot b_0}, \quad (5.14)$$

де  $P_0$  – болтове зусилля для умов монтажу, яке визначається за формулою (5.52), Н.

При визначенні зусилля  $P_0$  коефіцієнт жорсткості фланцевого з'єднання у першому наближенні приймають рівним  $J = 1$ .

Потім за формулою (5.13) визначають модуль пружності і за формулою (5.12) податливість прокладки. Якщо коефіцієнт жорсткості фланцевого з'єднання  $J$  буде більше одиниці, необхідно визначити болтове зусилля  $P_{01}$  за формулою (5.53) з отриманим коефіцієнтом  $J$  і повтори-



ти визначення питомого тиску  $q$  та умовного модуля стиснення  $E_n$ . Після цього необхідно визначити нове значення коефіцієнта  $J$ .

Таблиця 5.4 – Характеристики прокладок

Тип і матеріал прокладки	Коефіцієнт питомого тиску на прокладку $m$	Питомий тиск обтиснення прокладки $q_{обт}$ , МПа	Допустимий питомий тиск $[q]$ , МПа	Коефіцієнт обтиснення прокладки $K$	Модуль стиснення прокладки $E_n \cdot 10^{-5}$ , МПа
Плоска з гуми з твердістю по Шору А до 65 одиниць	0,50	2	18	0,04	$0,3 \cdot 10^{-4} \times \left(1 + \frac{b_n}{2h_n}\right)$
Плоска з гуми з твердістю по Шору А більше 65 одиниць	1,00	4	20	0,90	$0,4 \cdot 10^{-4} \times \left(1 + \frac{b_n}{2h_n}\right)$
Плоска з пароніту при товщині не більш 2 мм	2,50	20*	130		0,02
Плоска з картону азбестового при товщині 1-3 мм		20			
Плоска з фторопласту-4 при товщині до 3 мм		10	40	1,00	
Азбометалева в оболонці з алюмінію, міді або латуні, сталей марок: 05КП, 12Х18Н10Т	3,25	38	-	-	0,04
	3,50	46	-	-	0,04
	3,75	53	-	-	0,05
	3,75	63	-	-	0,05
Прокладка восьмикутного перерізу зі сталей марок 08Х13, 08Х18Н10Т	5,50	125	-	-	-
	6,50	180	-	-	-

Закінчення таблиці 5.4

Тип і матеріал прокладки	Коефіцієнт питомого тиску на прокладку $t$	Питомий тиск обтиснення прокладки $q_{обт}$ , МПа	Допустимий питомий тиск $[q]$ , МПа	Коефіцієнт обтиснення прокладки $K$	Модуль стиснення прокладки $E_n \cdot 10^{-5}$ , МПа
Прокладка спіральнавіта	1,50	27	-	-	-
Прокладка ТРГ неармована з обтюратором	2,0	4,0	200		11,1 $q$ ***
Прокладка ТРГ армована без обтюратора	2,5		120 при $t=2$ мм** 100 при $t=3$ мм**		11,1 $q$ ***
Прокладка ТРГ армована з обтюратором	2,0		200		11,1 $q$ ***
<p>*Для середовищ з високою проникаючою здатністю (водень, гелій, легкі нафтопродукти, зріджені гази) <math>q_{обт} = 35,0</math> МПа.</p> <p>**Товщина прокладки у вільному стані.</p> <p>*** <math>q</math> – питомий тиск на прокладку при затягненні, МПа.</p>					

Якщо при першому наближенні коефіцієнт жорсткості фланцевого з'єднання  $J$  буде менше одиниці, при розрахунку фланцевого з'єднання його значення приймають рівним одиниці.

Податливість болтів (шпильок)  $y_b$ , мм/Н, визначають за формулою

$$y_b = \frac{l_b}{E_b^{20} \cdot f_b \cdot n}, \quad (5.15)$$

де  $l_b$  – розрахункова довжина болта (шпильки), мм;

$f_b$  – площа поперечного перерізу болта (шпильки) по внутрішньому діаметру нарізі, мм (приймається за таблицею 5.5);

$E_b^{20}$  – модуль подовжньої пружності матеріалу болта (шпильки) при температурі 20 °С;

$n$  – кількість болтів (шпильок).

Таблиця 5.5 – Площа поперечного перерізу болта (шпильки)

Діаметр болта (шпильки) $d$ , мм	20	24	27	30	36	42	48	52	56
Площа поперечного перерізу болта по внутрішньому діаметру нарізі $f_{\delta}$ , мм <sup>2</sup>	225	324	430	520	760	1045	1380	1657	1911
Примітка – У випадку застосування шпильок із проточкою значення площі поперечного перерізу шпильки визначається за діаметром проточки.									

Розрахункову довжину болта (шпильки) визначають за формулою

$$l_{\delta} = \left\{ \begin{array}{l} l_{\delta 0} + 0,28 d - \text{для болта} \\ l_{\delta 0} + 0,56 d - \text{для шпильки} \end{array} \right\}, \quad (5.16)$$

де  $l_{\delta 0}$  – відстань між опорними поверхнями гайки і голівки болта (для шпильок – між опорними поверхнями гайок), мм;

$d$  – зовнішній діаметр болта (шпильки), мм.

Якщо між фланцями затиснута трубна решітка або інша деталь, при визначенні розрахункової довжини болта (шпильки) слід враховувати їхні товщини.

При розрахункових тисках  $P \geq 2,5$  МПа слід застосовувати шпильки.

Еквівалентну товщину втулки приварного встик фланця  $S_e$ , мм, визначають за формулою

$$S_e = K_I \cdot S_0, \quad (5.17)$$

де  $S_0$  – товщина конічної втулки в місці з'єднання з обичайкою (рисунок 5.2), мм;

$K_I$  – безрозмірний коефіцієнт.

$$K_I = 1 + \beta \cdot l \cdot \frac{X}{X + 0,25 + \beta}, \quad (5.18)$$

Коефіцієнт  $\beta$  розраховують за формулою

$$\beta = S_I / S_0, \quad (5.19)$$

де  $S_I$  – товщина конічної втулки в місці з'єднання з фланцем, мм.

Коефіцієнт  $X$  визначають за формулою

$$X = l / \sqrt{D \cdot S_0}, \quad (5.20)$$

де  $l$  – довжина конічної втулки (рисунок 5.2), мм.

Еквівалентну товщину плоского приварного фланця приймають рівною  $S_e = S_0$ .

Кутову податливість фланця  $y_\phi$ , 1/Н·мм, визначають за формулою

$$y_\phi = \frac{1 - \omega \cdot \lambda \cdot \psi_2}{E^{20} \cdot h^3}, \quad (5.21)$$

де  $\omega$ ,  $\lambda$ ,  $\psi_2$  – безрозмірні коефіцієнти;

$E^{20}$  – модуль подовжньої пружності матеріалу фланця при температурі 20 °С;

$h$  – товщина фланця (рисунки 5.1, 5.2), мм.

Для фланців із ущільнювальною поверхнею типу „виступ” або „шип” товщину фланця приймають рівною  $h = h'$  (рисунки 5.1, 5.2).

Для фланців із ущільнювальною поверхнею типу „западина” або „паз” товщину фланця приймають рівною  $h = h''$  (рисунки 5.1, 5.2).

Якщо фланці виконуються зі сталей різних марок або мають різне конструктивне вивпнення, розраховувати на міцність необхідно обидва фланці.

Коефіцієнт  $\omega$  визначають за формулою

$$\omega = \frac{1}{1 + 0,9 \lambda \cdot \psi_1 \cdot j^2}, \quad (5.22)$$

де  $\lambda$ ,  $\psi_1$ ,  $j$  – безрозмірні коефіцієнти.

Коефіцієнт  $\lambda$  розраховують за формулою

$$\lambda = h / \sqrt{D \cdot S_0}. \quad (5.23)$$

Коефіцієнт  $\psi_1$  розраховують за формулою

$$\psi_1 = 1,28 \lg (D_3 / D), \quad (5.24)$$

де  $D_3$  – зовнішній діаметр фланця, мм.

Коефіцієнт  $\psi_2$  розраховують за формулою

$$\psi_2 = \frac{D_3 + D}{D_3 - D}. \quad (5.25)$$

Коефіцієнт  $j$  розраховують за формулою

$$j = h/S_0. \quad (5.26)$$

Кутову податливість фланця зі сферичною невідбортованою кришкою  $y_{крс}$ , 1/Н·мм, розраховують за формулою

$$y_{крс} = \frac{1 - \omega_k \cdot \left( 1,285 \lambda_k \cdot \psi_2 \right)}{E^{20} \cdot h^3}, \quad (5.27)$$

де  $\lambda_k, \omega_k$  – безрозмірні коефіцієнти.

Для сферичних невідбортованих кришок коефіцієнт  $\lambda_k$  розраховують за формулою

$$\lambda_k = \frac{h}{D} \cdot \sqrt{R_c/S_0}, \quad (5.28)$$

де  $R_c$  – внутрішній радіус сфери сферичного невідбортованого днища, мм.

Коефіцієнт  $\omega_k$  обчислюють за формулою

$$\omega_k = \frac{1}{1 + 1,285 \lambda_k + 1,274 \lambda_k \cdot \psi_1 \cdot j^2}. \quad (5.29)$$

Кутову податливість плоскої кришки  $y_{кр}$ , 1/Н·мм визначають за формулою

$$y_{кр} = \frac{X_{кр}}{E_{кр}^{20} \cdot h_{кр}^3}, \quad (5.30)$$

де  $X_{кр}$  – безрозмірний коефіцієнт;

$h_{кр}$  – товщина плоскої кришки в зоні ущільнення, мм.

$$X_{кр} = \frac{0,67 \left[ K_{кр}^2 \cdot \left( 1 + 8,55 \lg K_{кр} \right) - 1 \right]}{\left( c_{кр} - 1 \right) \cdot \left[ K_{кр}^2 - 1 + \left( 857 K_{кр}^2 + 1 \right) \cdot \left( c_{кр} / \delta_{кр} \right)^3 \right]}, \quad (5.31)$$

де  $\delta_{кр}$  – товщина плоскої кришки на зовнішньому діаметрі, мм;

$K_{кр}$  – безрозмірний коефіцієнт.

$$K_{кр} = D_3 / D_{сн}, \quad (5.32)$$

де  $D_{cn}$  – середній діаметр прокладки, мм.

Кутову податливість фланця, навантаженого зовнішнім згинальним моментом,  $y_{\phi m}$ , 1/Н мм, визначають за формулою

$$y_{\phi m} = \left(\frac{\pi}{4}\right)^3 \cdot \frac{D_{\phi}}{E^{20} \cdot D_n \cdot h^3}. \quad (5.33)$$

Плечі моментів сил  $b$  і  $e$ , мм, визначають за формулами:

$$b = 0,5 \cdot (D_{\phi} - D_{cn}); \quad (5.34)$$

$$e = 0,5 \cdot (D_{cn} - D - S_e); \quad (5.35)$$

де  $D_{\phi}$  – діаметр болтової окружності, мм;

$S_e$  – еквівалентна товщина втулки фланця, мм.

### 5.5 Визначення коефіцієнта жорсткості фланцевого з'єднання

Коефіцієнт жорсткості фланцевого з'єднання  $J$ , навантаженого внутрішнім надлишковим або зовнішнім тиском і зовнішньою осьювою силою, визначають за формулою

$$J = 1 - \frac{y_n - (y_{\phi 1} \cdot e_1 + y_{\phi 2} \cdot e_2) \cdot b}{\eta}, \quad (5.36)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт, мм/Н.

Коефіцієнт  $\eta$  визначають за формулою

$$\eta = y_n + y_{\phi} + (y_{\phi 1} + y_{\phi 2}) \cdot b^2. \quad (5.37)$$

При стисненні однакових за розмірами фланців із гладкою ущільнювальною поверхнею:

$$y_{\phi 1} = y_{\phi 2} = y_{\phi};$$

$$e_1 = e_2 = e$$

коефіцієнт жорсткості фланцевого з'єднання визначають за формулою

$$J = 1 - \frac{y_n - 2 y_{\phi} \cdot e \cdot b}{\eta}, \quad (5.38)$$

де

$$\eta = y_n + y_{\phi} + 2 y_{\phi} \cdot b^2. \quad (5.39)$$

Для з'єднання фланця з плоскою кришкою коефіцієнт жорсткості  $J$  визначають за формулою

$$J = I - \frac{y_n - (\phi \cdot e + y_{кр} \cdot b) \cdot b}{\eta}, \quad (5.40)$$

де

$$\eta = y_n + y_{\bar{\sigma}} + (\phi + y_{кр}) \cdot b^2. \quad (5.41)$$

При дії на фланцеве з'єднання зовнішнього згинального моменту коефіцієнт жорсткості визначають за формулою

$$J_M = -(\alpha + \beta_M), \quad (5.42)$$

де

$$\beta_M = \frac{2 y_{\phi M} \cdot b \cdot e \cdot (-e/D_{cn}) \cdot y_n \cdot (\sigma_{\bar{\sigma}}/D_{cn})^2}{y_{\bar{\sigma}} + y_n \cdot (\sigma_{\bar{\sigma}}/D_{cn})^2 + 2 y_{\phi M} \cdot b^2}. \quad (5.43)$$

## 5.6 Розрахунок навантажень

Рівнодіючу внутрішнього надлишкового або зовнішнього тиску  $Q_0$ , Н, розраховують за формулою

$$Q_0 = 0,785 D_{cn}^2 \cdot P, \quad (5.44)$$

де  $P$  – розрахунковий внутрішній надлишковий або зовнішній тиск (для вакууму або зовнішнього тиску  $P < 0$ ), МПа.

Реакція прокладки в робочих умовах  $R_n$ , Н

$$R_n = \pi \cdot D_{cn} \cdot b_o \cdot m \cdot |P|, \quad (5.45)$$

де  $m$  – коефіцієнт питомого тиску на прокладку, що визначається за таблицею 5.4.

При визначенні навантажень від температурних деформацій розрахункові температури фланців, кришки, болтів (шпильок), трубної решітки необхідно зменшити на температуру, при якій відбувається збирання фланцевого з'єднання (20 °С).

Навантаження, що виникає від температурних деформацій фланцевого з'єднання  $Q_t$ , Н, розраховують за формулою

$$Q_t = \frac{I}{\eta_1} \cdot \left[ \phi_1 \cdot h' \cdot (\alpha_{\phi 1} - 20) + \alpha_{\phi 2} \cdot h'' \cdot (\alpha_{\phi 2} - 20) + \alpha_{\bar{\sigma}} \cdot l_{\bar{\sigma}o} \cdot (\sigma_{\bar{\sigma}} - 20) \right], \quad (5.46)$$

де  $\eta_l$  – коефіцієнт, мм/Н;

$\alpha_{\phi 1}, \alpha_{\phi 2}, \alpha_{\delta}$  – коефіцієнти лінійного розширення матеріалів відносно фланців і болтів (шпильок),  $1/^\circ\text{C}$ ;

$t_{\phi}, t_{\delta}$  – розрахункові температури відповідно фланців і болтів (шпильок),  $^\circ\text{C}$ .

Коефіцієнт  $\eta_l$  визначають за формулою

$$\eta_l = y_n + y_{\delta} \cdot \frac{E_{\delta}^{20}}{E_{\delta}} + \left( y_{\phi 1} \cdot \frac{E_1^{20}}{E_1} + y_{\phi 2} \cdot \frac{E_2^{20}}{E_2} \right) \cdot b^2. \quad (5.47)$$

Коефіцієнти лінійного розширення сталей, які отримали найбільше поширення для виготовлення фланців і болтів (шпильок), наведені в таблиці 5.6.

Навантаження, що виникає від температурних деформацій при стищенні однакових за конструкцією фланців (із гладкою ущільнювальною поверхнею і під прокладку восьмикутного перерізу)  $Q_t$ , Н, визначають за формулою

$$Q_t = \frac{1}{\eta_l} \cdot \left[ \alpha_{\phi} \cdot h \cdot \left( t_{\phi} - 20 \right) + \alpha_{\delta} \cdot l_{\delta 0} \cdot \left( t_{\delta} - 20 \right) \right], \quad (5.48)$$

де

$$\eta_l = y_n + y_{\delta} \cdot \frac{E_{\delta}^{20}}{E_{\delta}} + 2 y_{\phi} \cdot \frac{E^{20}}{E} \cdot b^2. \quad (5.49)$$

Навантаження, яке виникає від температурних деформацій у з'єднанні фланця з плоскою кришкою  $Q_t$ , Н, визначають за формулою

$$Q_t = \frac{1}{\eta_l} \cdot \left[ y_{\phi} \cdot h \cdot \left( t_{\phi} - 20 \right) + \alpha_{kp} \cdot h_{kp} \cdot \left( t_{\phi} - 20 \right) + \alpha_{\delta} \cdot l_{\delta 0} \cdot \left( t_{\delta} - 20 \right) \right], \quad (5.50)$$

де  $\alpha_{kp}$  – коефіцієнт лінійного розширення матеріалу кришки,  $1/^\circ\text{C}$ .

Коефіцієнт  $\eta_l$  визначають за формулою

$$\eta_l = y_n + y_{\delta} \cdot \frac{E_{\delta}^{20}}{E_{\delta}} + \left( y_{\phi} \cdot \frac{E^{20}}{E} + y_{kp} \cdot \frac{E_{kp}^{20}}{E_{kp}} \right) \cdot b^2. \quad (5.51)$$



Таблиця 5.6 – Розрахункове значення коефіцієнта лінійного розширення сталей

Марка сталі	Розрахункове значення коефіцієнта лінійного розширення $\alpha \cdot 10^6$ , $1/^\circ\text{C}$ , при температурі $t$ , $^\circ\text{C}$				
	100	200	300	400	500
Ст3, 20, 20К	11,6	12,6	13,1	13,6	14,1
35	11,1	11,9	13,2	13,4	13,9
40	11,3	12,0	13,3	13,3	13,3
09Г2С, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 10Г2С1, 10Г2	13,0	14,0	15,3	16,1	16,2
12ХМ, 12МХ, 15ХМ, 15Х5М, 15Х5М-У	11,9	12,6	13,2	13,7	14,0
35Х, 40Х, 38ХА	13,4	13,3	14,0	14,8	14,8
20ХН3А	11,0	12,0	13,0	13,5	14,0
30ХМА	12,3	12,6	12,9	13,9	14,2
25Х1М1Ф	11,3	12,7	12,9	13,9	14,2
03Х18Н11, 08Х17Н12М2Т, 08Х17Н15М3Т	16,6	17,0	18,0	18,0	18,0
45Х14Н14В2М	16,6	17,0	18,0	18,0	18,0
25Х2М1Ф	12,5	12,9	13,3	13,7	14,0
37Х12Н8Г8МФБ	15,9	18,0	19,2	21,5	22,4
08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т	9,6	13,8	16,0	16,0	16,5
12Х18Н10Т, 12Х18Н12Т, 03Х17Н14М3, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 08Х18Н10Т, 08Х18Н12Т	16,6	17,0	18,0	18,0	18,0
03Х21Н21М4ГБ	14,9	15,7	16,6	17,3	17,5
06ХН28МДТ, 03ХН28МДТ	15,3	15,9	16,5	16,9	17,3
08Х18Г8Н2Т	12,3	13,1	14,4	14,4	15,3
ХН35ВТ	14,8	15,1	15,5	15,9	16,1
08Х15Н24В4	14,5	15,5	16,3	16,8	17,2
Примітка – Проміжні значення коефіцієнта $\alpha$ визначаються методом лінійної інтерполяції.					

Болтове навантаження в умовах монтажу  $P_{\sigma}$ , Н, визначають за формулою

$$P_{\sigma} = \max \{ P_{\sigma 1}; P_{\sigma 2}; P_{\sigma 3} \}, \quad (5.52)$$

де  $P_{\sigma 1}$  – болтове навантаження від спільної дії внутрішнього надлишкового або зовнішнього тиску середовища, осевої сили і згинального моменту, Н;

$P_{\sigma 2}$  – болтове навантаження, необхідне для початкового зминання прокладки, Н;

$P_{\sigma 3}$  – болтове навантаження за умови забезпечення міцності болтів (шпильок), Н.

Болтове навантаження  $P_{\sigma 1}$  визначають за формулою

$$P_{\sigma 1} = J \cdot Q_0 + F \cdot R_n - Q_t + \left| J \cdot M \cdot \frac{4M}{D_{cn}} \right|, \quad (5.53)$$

де  $F$  – зовнішнє осьове зусилля, що діє на фланцеве з'єднання ( $F < 0$ , якщо зусилля стискальне), Н;

$M$  – зовнішній згинальний момент, що діє на фланцеве з'єднання, Н·мм.

При відсутності зовнішнього осевого зусилля  $F$  і зовнішнього згинального моменту  $M$  болтове навантаження визначають за формулою

$$P_{\sigma 1} = J \cdot Q_0 + R_n - Q_t. \quad (5.54)$$

Навантаження від температурних деформацій  $Q_t$  враховують лише при  $Q_t < 0$ .

Якщо коефіцієнт жорсткості фланцевого з'єднання  $J < 1$ , в розрахунках слід приймати  $J = 1$ .

Болтове навантаження, яке необхідне для початкового зминання прокладки, визначають за формулою

$$P_{\sigma 2} = 0,5 \pi \cdot D_{cn} \cdot b_0 \cdot q_{обт}. \quad (5.55)$$

Болтове навантаження за умови забезпечення міцності болтів (шпильок) визначають за формулою

$$P_{\sigma 3} = 0,4 \cdot \sigma_{\sigma}^{20} \cdot n \cdot f_{\sigma}, \quad (5.56)$$

де  $\sigma_{\sigma}^{20}$  – допустима напружина для матеріалу болтів (шпильок) при температурі 20 °С;

$n$  – кількість болтів (шпильок).

Для умов вакууму або зовнішнього тиску

$$P_{\sigma} = \max \{ P_{\sigma 2}; P_{\sigma 3} \} \quad (5.57)$$

### 5.7 Розрахунок болтів (шпильок)

Умови міцності болтів (шпильок):

– в умовах монтажу

$$\sigma_{\sigma 1} = \frac{P_{\sigma}}{n \cdot f_{\sigma}} \leq \sigma_{\sigma}^{-20}; \quad (5.58)$$

– в робочих умовах

$$\sigma_{\sigma 2} = \frac{P_{\sigma 1} + \Delta P_{\sigma}}{n \cdot f_{\sigma}} \leq \sigma_{\sigma}^{-}, \quad (5.59)$$

де  $\sigma_{\sigma 1}$  – напружина в болтах (шпильках) в умовах монтажу (при температурі 20 °С), МПа;

$\sigma_{\sigma 2}$  – напружина в болтах (шпильках) при розрахунковій температурі в робочих умовах, МПа;

$\Delta P_{\sigma}$  – прирощення навантаження на болти (шпильки) в робочих умовах, Н.

$$\Delta P_{\sigma} = (J \cdot Q_d + F) \cdot Q_t + \beta_M \cdot \frac{4M}{D_{cn}}. \quad (5.60)$$

При відсутності зовнішнього осьового зусилля  $F$  і зовнішнього згинального моменту  $M$  прирощення болтового навантаження  $\Delta P_{\sigma}$  визначають за формулою

$$\Delta P_{\sigma} = (J \cdot Q_d + Q_t). \quad (5.61)$$

Для умов вакууму або зовнішнього тиску

$$\sigma_{\sigma 2} = \frac{P_{\sigma} + \Delta P_{\sigma}}{n \cdot f_{\sigma}} \leq \sigma_{\sigma}^{-}. \quad (5.62)$$

При перевірці міцності болтів в робочих умовах з урахуванням навантаження на болти від стиснення температурних деформацій допустимому напруженню можна збільшити на 30 %.

## 5.8 Розрахунок прокладок

Умова міцності м'яких прокладок має вигляд

$$q = \frac{P_6}{\pi \cdot D_{cn} \cdot b_n} \leq \bar{\sigma}_q, \quad (5.63)$$

де  $\bar{\sigma}_q$  – допустимий питомий тиск на прокладку, МПа.

## 5.9 Розрахунок фланців на міцність

Кут повороту фланця при затягненні з'єднання  $\Theta$ , рад, визначають за формулою

$$\Theta = M_{0I} \cdot \frac{\bar{\sigma}_q \cdot \left( +0,9 \lambda \sqrt{\psi_2} \right)}{E^{20} \cdot h^3}, \quad (5.64)$$

де  $M_{0I}$  – згинальний момент від болтового навантаження, Н·мм.

Згинальний момент від болтового навантаження визначають за формулою

$$M_{0I} = P_6 \cdot b. \quad (5.65)$$

Прирошення кута повороту фланця в робочих умовах  $\Delta\Theta$ , рад, розраховують за формулою

$$\Delta\Theta = \Delta M_{0I} \cdot \frac{\bar{\sigma}_q \cdot \left( +0,9 \lambda \sqrt{\psi_2} \right)}{E \cdot h^3}, \quad (5.66)$$

де  $\Delta M_{0I}$  – приращення згинального моменту від болтового навантаження, Н·мм.

Приращення згинального моменту від болтового навантаження визначають за формулою

$$\Delta M_{0I} = \Delta P_6 \cdot b + \left( Q_0 + \frac{4M}{D_{cn}} + F \right) \cdot e. \quad (5.67)$$

При відсутності зовнішнього осьового зусилля  $F$  і зовнішнього згинального моменту  $M$  приращення згинального моменту від болтового навантаження  $\Delta M_{0I}$ , Н·мм, визначають за формулою

$$\Delta M_{0I} = \Delta P_6 \cdot b + Q_0 \cdot e. \quad (5.68)$$

Меридіональні напружини в перерізі товщиною  $S_I$  конічної втулки приварного встик фланця при затягненні фланцевого з'єднання  $\sigma_{II}$  і

$\sigma_{12}$ , МПа, визначають за формулами:

- на зовнішній поверхні втулки  $\sigma_{11} = \sigma'_e$ ;
- на внутрішній поверхні втулки  $\sigma_{12} = -\sigma'_e$ ,

де  $\sigma'_e$  – максимальна згинальна напружина в перерізі товщиною  $S_1$  приварного встик фланця, МПа.

Максимальну згинальну напружину в перерізі товщиною  $S_1$  кінчної втулки приварного встик фланця визначають за формулою

$$\sigma'_e = \frac{T \cdot \omega \cdot M_{01}}{D^* \cdot (C_1 - C_1)}, \quad (5.69)$$

де  $T$  – безрозмірний коефіцієнт;

$D^*$  – розрахунковий діаметр, мм;

$C_1$  – добавка для компенсації корозії та ерозії, мм.

Коефіцієнт  $T$  визначається за формулою

$$T = \frac{\left( \frac{D_3}{D} \right)^2 \cdot \left[ 1 + 8,55 \lg \left( \frac{D_3}{D} \right) - 1 \right]}{\left[ 1,05 + 1,945 \left( \frac{D_3}{D} \right)^2 \right] \cdot \left( \frac{D_3}{D} \right)^2 - 1}. \quad (5.70)$$

Розрахунковий діаметр  $D^*$  визначають за формулою

$$D^* = \begin{cases} D & \text{при } D \geq 20 S_1 \\ D + S_0 & \text{при } D < 20 S_1 \text{ и } f > 1 \\ D + S_1 & \text{при } D < 20 S_1 \text{ и } f = 1 \end{cases}, \quad (5.71)$$

де  $f$  – коефіцієнт, що визначається за графіком, який наведений на рисунку 5.3.

Меридіональні напружини в перерізі товщиною  $S_0$  кінчної втулки приварного встик фланця при затягненні фланцевого з'єднання  $\sigma_{21}$  і  $\sigma_{22}$ , МПа, визначають за формулами:

- на зовнішній поверхні втулки  $\sigma_{21} = f \cdot \sigma'_e$ ;
- на внутрішній поверхні втулки  $\sigma_{22} = -f \cdot \sigma'_e$ .

Меридіональні напружини в перерізі товщиною  $S_0$  циліндричної втулки (обичайки) плоского приварного фланця при затягненні фланцевого з'єднання  $\sigma_{21}$  і  $\sigma_{22}$ , МПа, визначають за формулами:

- на зовнішній поверхні втулки  $\sigma_{21} = \sigma''_e$ ;
- на внутрішній поверхні втулки  $\sigma_{22} = -\sigma''_e$ ,

де  $\sigma''_e$  – максимальна згинальна напружина в перерізі  $S_0$  циліндричної втулки, МПа.

Максимальну згинальну напружину в перерізі  $S_0$  циліндричної втулки плоского приварного фланця  $\sigma''_e$ , МПа, визначають за формулою

$$\sigma''_e = \frac{T \cdot \omega \cdot M_{01}}{D \cdot (S_0 - C)}, \quad (5.72)$$

де  $T$  – безрозмірний коефіцієнт, що визначається за формулою (5.70);  
 $C$  – сума добавок до розрахункової товщини втулки фланця, мм.

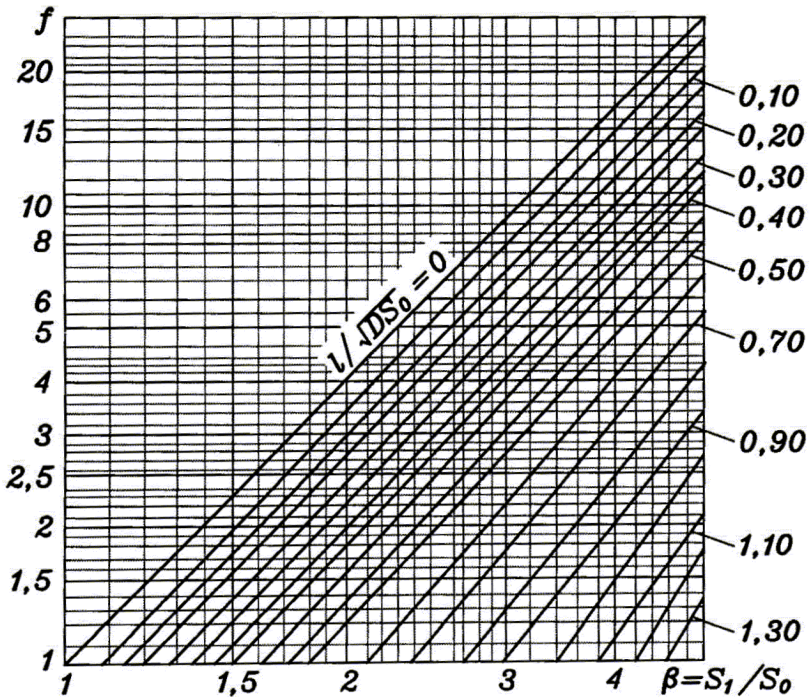


Рисунок 5.3 – Графік для визначення коефіцієнта  $f$

Якщо фланець приварюється безпосередньо до обичайки, замість товщини циліндричної втулки  $S_0$  в формулу (5.72) необхідно підставляти товщину стінки обичайки  $S$ .

Прирошення меридіональних напружин в перерізі товщиною  $S_I$  конічної втулки приварного встик фланця в робочих умовах  $\Delta\sigma_{11}$  і  $\Delta\sigma_{12}$ , МПа, визначають за формулами:

– на зовнішній поверхні втулки

$$\Delta\sigma_{11} = \Delta\sigma'_m + \Delta\sigma'_e; \quad (5.73)$$

– на внутрішній поверхні втулки

$$\Delta\sigma_{12} = \Delta\sigma'_m - \Delta\sigma'_e, \quad (5.74)$$

де  $\Delta\sigma'_m$  – прирощення напружини, яка виникає в меридіональному напрямку в перерізі товщиною  $S_I$  конічної втулки від дії зовнішніх навантажень в робочих умовах, МПа;  
 $\Delta\sigma'_e$  – прирощення напружини, яка виникає в меридіональному напрямку в перерізі товщиною  $S_I$  конічної втулки від зміни згинального моменту в робочих умовах, МПа.

$$\Delta\sigma'_m = \frac{Q_0 + 4 M/D_{cn} + F}{\pi \cdot D \cdot \zeta_{I-C}}; \quad (5.75)$$

$$\Delta\sigma'_e = \frac{T \cdot \omega \cdot \Delta M_{0I}}{D^* \cdot \zeta_{I-C}}. \quad (5.76)$$

Прирощення меридіональних напружин у перерізі товщиною  $S_0$  конічної втулки приварного встик фланця в робочих умовах  $\Delta\sigma_{21}$  і  $\Delta\sigma_{22}$ , МПа, визначають за формулами:

– на зовнішній поверхні втулки

$$\Delta\sigma_{21} = \Delta\sigma''_m + f \cdot \Delta\sigma'_u; \quad (5.77)$$

– на внутрішній поверхні втулки

$$\Delta\sigma_{22} = \Delta\sigma''_m - f \cdot \Delta\sigma'_u, \quad (5.78)$$

де  $\Delta\sigma''_M$  – прирощення напружини, що виникає в меридіональному напрямку в перерізі товщиною  $S_0$  конічної втулки від дії зовнішніх навантажень в робочих умовах, МПа.

$$\Delta\sigma''_M = \frac{Q_0 + 4M/D_{cn} + F}{\pi \cdot D \cdot \overbrace{S_0 - C}}. \quad (5.79)$$

Прирощення меридіональних напружин у перерізі товщиною  $S_0$  циліндричної втулки (обичайки) плоского приварного фланця в робочих умовах  $\Delta\sigma_{21}$  і  $\Delta\sigma_{22}$ , МПа, визначають за формулами:

– на зовнішній поверхні втулки

$$\Delta\sigma_{21} = \Delta\sigma''_M + \Delta\sigma''_e; \quad (5.80)$$

– на внутрішній поверхні втулки

$$\Delta\sigma_{22} = \Delta\sigma''_M - \Delta\sigma''_e, \quad (5.81)$$

де  $\Delta\sigma''_M$  – прирощення напружини, що виникає в меридіональному напрямку циліндричної втулки (обичайки) в робочих умовах від дії зовнішніх навантажень, МПа;

$\Delta\sigma''_e$  – прирощення напружини, що виникає в меридіональному напрямку від зміни згинального моменту в робочих умовах, МПа.

$$\Delta\sigma''_M = \frac{Q_0 + 4M/D_{cn} + F}{\pi \cdot D \cdot \overbrace{S_0 - C}}; \quad (5.82)$$

$$\Delta\sigma''_e = \frac{T \cdot \omega \cdot \Delta M_{01}}{D \cdot \overbrace{S_0 - C}^2}. \quad (5.83)$$

Окружні напружини в перерізі товщиною  $S_1$  конічної втулки приварного встик фланця при затягненні фланцевого з'єднання  $\sigma_{13}$  і  $\sigma_{14}$ , МПа, визначають за формулами:

– на зовнішній поверхні втулки

$$\sigma_{13} = \frac{E^{20} \cdot h \cdot \Theta}{D} + 0,3 \sigma'_e; \quad (5.84)$$

– на внутрішній поверхні втулки

$$\sigma_{14} = \frac{E^{20} \cdot h \cdot \Theta}{D} - 0,3 \sigma'_e. \quad (5.85)$$



Окружні напружини в перерізі товщиною  $S_0$  конічної втулки приварного встик фланця при затягненні фланцевого з'єднання  $\sigma_{23}$  і  $\sigma_{24}$ , МПа, визначають за формулами:

– на зовнішній поверхні втулки

$$\sigma_{23} = 0,3 f \cdot \sigma'_\theta; \quad (5.86)$$

– на внутрішній поверхні втулки

$$\sigma_{24} = -0,3 f \cdot \sigma'_\theta. \quad (5.87)$$

Окружні напружини в перерізі товщиною  $S_0$  циліндричної втулки (обичайки) плоского приварного фланця при затягненні фланцевого з'єднання  $\sigma_{23}$  і  $\sigma_{24}$ , МПа, визначають за формулами:

– на зовнішній поверхні втулки

$$\sigma_{23} = 0,3 \sigma''_\theta; \quad (5.88)$$

– на внутрішній поверхні втулки

$$\sigma_{24} = -0,3 \sigma''_\theta. \quad (5.89)$$

Прирошення окружних напружин в перерізі товщиною  $S_1$  конічної втулки приварного встик фланця в робочих умовах  $\Delta\sigma_{13}$  і  $\Delta\sigma_{14}$ , МПа, визначають за формулами:

– на зовнішній поверхні втулки

$$\Delta\sigma_{13} = \frac{E \cdot h \cdot \Delta\Theta}{D} + \frac{P \cdot D}{D_3 - D} + 0,3 \Delta\sigma'_\theta; \quad (5.90)$$

– на внутрішній поверхні втулки

$$\Delta\sigma_{14} = \frac{E \cdot h \cdot \Delta\Theta}{D} + \frac{P \cdot D}{D_3 - D} - 0,3 \Delta\sigma'_\theta. \quad (5.91)$$

Прирошення окружних напружин в перерізі товщиною  $S_0$  конічної втулки приварного встик фланця в робочих умовах  $\Delta\sigma_{23}$  і  $\Delta\sigma_{24}$ , МПа, визначають за формулами:

– на зовнішній поверхні втулки

$$\Delta\sigma_{23} = \frac{P \cdot D}{2(S_0 - C)} + 0,3 f \cdot \Delta\sigma'_\theta; \quad (5.92)$$

– на внутрішній поверхні втулки

$$\Delta\sigma_{24} = \frac{P \cdot D}{2(S_0 - C)} - 0,3 f \cdot \Delta\sigma'_e. \quad (5.93)$$

Прирошення окружних напружин в перерізі товщиною  $S_0$  циліндричної втулки (обичайки) плоского приварного фланця в робочих умовах  $\Delta\sigma_{23}$  і  $\Delta\sigma_{24}$ , МПа, визначають за формулами:

– на зовнішній поверхні втулки (обичайки)

$$\Delta\sigma_{23} = \frac{P \cdot D}{2(S_0 - C)} + 0,3 \Delta\sigma''_e; \quad (5.94)$$

– на внутрішній поверхні втулки (обичайки)

$$\Delta\sigma_{24} = \frac{P \cdot D}{2(S_0 - C)} - 0,3 \Delta\sigma''_e, \quad (5.95)$$

де  $S_0$  – товщина циліндричної втулки (якщо фланець приварюється безпосередньо до обичайки,  $S_0 = S$ ), мм.

Умова статичної міцності приварних встик фланців у перерізі товщиною  $S_1$ :

– при зтягненні з'єднання

$$\sigma_{S1} = \max \left\{ \frac{\sqrt{\sigma_{11}^2 + \sigma_{13}^2 - \sigma_{11} \cdot \sigma_{13}}}{\sqrt{\sigma_{12}^2 + \sigma_{14}^2 - \sigma_{12} \cdot \sigma_{14}}} \right\} \leq \mathbf{R}_{-S1}^{-20}; \quad (5.96)$$

– в робочих умовах

$$\sigma_{S1} = \max \left\{ \frac{\sqrt{\left(\sigma_{11}^p\right)^2 + \left(\sigma_{13}^p\right)^2 - \sigma_{11}^p \cdot \sigma_{13}^p}}{\sqrt{\left(\sigma_{12}^p\right)^2 + \left(\sigma_{14}^p\right)^2 - \sigma_{12}^p \cdot \sigma_{14}^p}} \right\} \leq \mathbf{R}_{-S1}^{-}, \quad (5.97)$$

де  $\sigma_{11}^p$  – меридіональна напружина в перерізі товщиною  $S_1$  на зовнішній поверхні конічної втулки приварного встик фланця в робочих умовах, МПа;

$\sigma_{12}^p$  – меридіональна напружина в перерізі товщиною  $S_1$  на внутрішній поверхні конічної втулки приварного встик фланця в робочих умовах, МПа;

$\sigma_{13}^p$  – окружна напружина в перерізі товщиною  $S_l$  на зовнішній поверхні конічної втулки приварного встик фланця в робочих умовах, МПа;

$\sigma_{14}^p$  – окружна напружина в перерізі товщиною  $S_l$  на внутрішній поверхні конічної втулки приварного встик фланця в робочих умовах, МПа;

$\sigma_{S1}^-$  – допустима напружина для матеріала приварного встик фланця в перерізі товщиною  $S_l$  в робочих умовах (при розрахунковій температурі), МПа.

Меридіональні і окружні напружини в перерізі товщиною  $S_l$  конічної втулки приварного встик фланця в робочих умовах  $\sigma_{11}^p$ ,  $\sigma_{12}^p$ ,  $\sigma_{13}^p$ ,  $\sigma_{14}^p$ , МПа, визначають за формулами:

$$\sigma_{11}^p = \sigma_{11} + \Delta\sigma_{11}; \quad (5.98)$$

$$\sigma_{12}^p = \sigma_{12} + \Delta\sigma_{12}; \quad (5.99)$$

$$\sigma_{13}^p = \sigma_{13} + \Delta\sigma_{13}; \quad (5.100)$$

$$\sigma_{14}^p = \sigma_{14} + \Delta\sigma_{14}. \quad (5.101)$$

Умови статичної міцності приварних встик і плоских приварних фланців у перерізі товщиною  $S_0$  визначають за формулами:

– при затягненні з'єднання

$$\sigma_{S0} = \max \left\{ \frac{\sqrt{\sigma_{21}^2 + \sigma_{23}^2 - \sigma_{21} \cdot \sigma_{23}}}{\sqrt{\sigma_{22}^2 + \sigma_{24}^2 - \sigma_{22} \cdot \sigma_{24}}} \right\} \leq \sigma_{S0}^{-20}; \quad (5.102)$$

– в робочих умовах

$$\sigma_{S0} = \max \left\{ \frac{\sqrt{\sigma_{21}^p{}^2 + \sigma_{23}^p{}^2 - \sigma_{21}^p \cdot \sigma_{23}^p}}{\sqrt{\sigma_{22}^p{}^2 + \sigma_{24}^p{}^2 - \sigma_{22}^p \cdot \sigma_{24}^p}} \right\} \leq \sigma_{S0}^-, \quad (5.103)$$

- де  $\sigma_{21}^p$  – меридіональна напружина в перерізі товщиною  $S_0$  на зовнішній поверхні конічної втулки приварного встик і циліндричної втулки плоского приварного фланця в робочих умовах, МПа;
- $\sigma_{22}^p$  – меридіональна напружина в перерізі товщиною  $S_0$  на внутрішній поверхні конічної втулки приварного встик і циліндричної втулки плоского приварного фланця в робочих умовах, МПа;
- $\sigma_{23}^p$  – окружна напружина в перерізі товщиною  $S_0$  на зовнішній поверхні конічної втулки приварного встик і циліндричної втулки плоского приварного фланця в робочих умовах, МПа;
- $\sigma_{24}^p$  – окружна напружина в перерізі товщиною  $S_0$  на внутрішній поверхні конічної втулки приварного встик і циліндричної втулки плоского приварного фланця в робочих умовах, МПа;
- $\Phi_{S_0}^-$  – допустима напружина для матеріалу приварного встик фланця в перерізі товщиною  $S_0$  конічної втулки і циліндричної втулки плоского приварного фланця в робочих умовах (при розрахунковій температурі), МПа.

Меридіональні і окружні напружини в перерізі товщиною  $S_0$  конічної втулки приварного встик і циліндричної втулки плоского приварного фланця в робочих умовах  $\sigma_{21}^p$ ,  $\sigma_{22}^p$ ,  $\sigma_{23}^p$ ,  $\sigma_{24}^p$ , МПа, визначають за формулами

$$\sigma_{21}^p = \sigma_{21} + \Delta\sigma_{21}; \quad (5.104)$$

$$\sigma_{22}^p = \sigma_{22} + \Delta\sigma_{22}; \quad (5.105)$$

$$\sigma_{23}^p = \sigma_{23} + \Delta\sigma_{23}; \quad (5.106)$$

$$\sigma_{24}^p = \sigma_{24} + \Delta\sigma_{24}. \quad (5.107)$$

### 5.10 Перевірка фланцевого з'єднання на жорсткість

Умова жорсткості фланцевого з'єднання має вигляд

$$\Theta + \Delta\Theta \leq \Phi_{S_0}^-, \quad (5.108)$$

де  $\Phi_{S_0}^-$  – допустимий кут повороту фланця, рад.

Для плоских приварних фланців:

– в робочих умовах  $\Phi_{S_0}^- = 0,013$ ;

– в умовах випробувань  $\bar{\varphi} = 0,017$ .

Для фланців приварних встик:

– в робочих умовах:

$\bar{\varphi} = 0,009$  при  $D \leq 2000$  мм;

$\bar{\varphi} = 0,013$  при  $D > 2000$  мм;

– в умовах випробувань:

$\bar{\varphi} = 0,011$  при  $D \leq 2000$  мм;

$\bar{\varphi} = 0,015$  при  $D > 2000$  мм.

### 5.11 Розрахунок фланців на малоциклову втомленість

Розрахункову амплітуду зведених умовних пружних напружин  $\sigma_a$ , МПа, при затягненні фланцевого з'єднання визначають за формулою

$$\sigma_a = 0,5 \max \left\{ \frac{1}{\varphi_1}; \sigma_2; \sigma_3 \right\} \quad (5.109)$$

де  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  – головні нормальні напружини, МПа.

Головні нормальні напружини для приварних встик фланців визначають за формулами:

$$\sigma_1 = \alpha_\sigma \cdot \sigma_{11}; \quad (5.110)$$

$$\sigma_2 = \max \left\{ \left| \frac{1}{\varphi_{21}} \right|; \left| \sigma_{23} \right|; \left| \sigma_{21} - \sigma_{23} \right| \right\}; \quad (5.111)$$

$$\sigma_3 = \max \left\{ \left| \frac{1}{\varphi_{22}} \right|; \left| \sigma_{24} \right|; \left| \sigma_{22} - \sigma_{24} \right| \right\}, \quad (5.112)$$

де  $\alpha_\sigma$  – коефіцієнт, який визначається за графіком, який наведений на рисунку 5.4, залежно від відношення радіуса тороїдального переходу між конічною втулкою і тарілкою фланця  $r$  до товщини втулки фланця  $S_1$ .

Головні нормальні напружини для плоских приварних фланців визначають за формулами:

$$\sigma_1 = 0; \quad (5.113)$$

$$\sigma_2 = 1,5 \max \left\{ \left| \frac{1}{\varphi_{21}} \right|; \left| \sigma_{23} \right|; \left| \sigma_{21} - \sigma_{23} \right| \right\}; \quad (5.114)$$

$$\sigma_3 = 1,5 \max \left\{ \left| \frac{1}{\varphi_{22}} \right|; \left| \sigma_{24} \right|; \left| \sigma_{22} - \sigma_{24} \right| \right\}. \quad (5.115)$$

Розрахункову амплітуду зведених умовних пружних напружин в робочих умовах  $\sigma_a^p$ , МПа, визначають за формулою

$$\sigma_a^p = 0,5 \max \left\{ \Delta\sigma_1; \Delta\sigma_2; \Delta\sigma_3 \right\} \quad (5.116)$$

де  $\Delta\sigma_1, \Delta\sigma_2, \Delta\sigma_3$  – прирощення головних нормальних напружин, МПа.

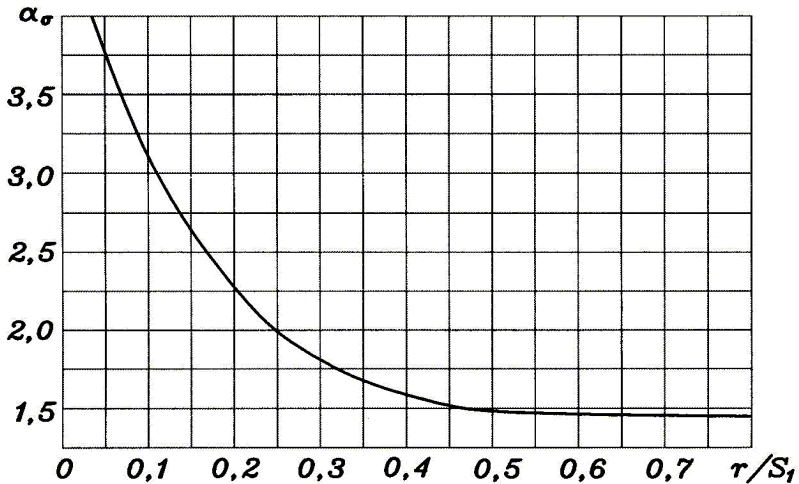


Рисунок 5.4 – Графік для визначення коефіцієнта  $\alpha_\sigma$

Прирощення головних нормальних напружин приварних встик фланців визначають за формулами:

$$\Delta\sigma_1 = \alpha_\sigma \cdot \Delta\sigma_{11}; \quad (5.117)$$

$$\Delta\sigma_2 = \max \left\{ \Delta\sigma_{21}; |\Delta\sigma_{23}|; |\Delta\sigma_{21} - \Delta\sigma_{23}| \right\}; \quad (5.118)$$

$$\Delta\sigma_3 = \max \left\{ \Delta\sigma_{32}; |\Delta\sigma_{34}|; |\Delta\sigma_{32} - \Delta\sigma_{34}| \right\}; \quad (5.119)$$

Прирощення головних нормальних напружин плоских приварних фланців визначають за формулами:

$$\Delta\sigma_1 = 0; \quad (5.120)$$

$$\Delta\sigma_2 = 1,5 \max \left\{ \Delta\sigma_{21}; |\Delta\sigma_{23}|; |\Delta\sigma_{21} - \Delta\sigma_{23}| \right\}; \quad (5.121)$$

$$\Delta\sigma_3 = 1,5 \max \left\{ \Delta\sigma_{32}; |\Delta\sigma_{34}|; |\Delta\sigma_{32} - \Delta\sigma_{34}| \right\}; \quad (5.122)$$

Кількість допустимих збирань фланцевого з'єднання визначають за формулою

$$N_{\Sigma}^{-} = \frac{1}{n_N} \cdot \left( \frac{A}{\bar{\sigma}_a - \frac{B}{n_{\sigma}}} \cdot \frac{2300-t}{2300} \right)^2, \quad (5.123)$$

де  $t$  – температура збирання апарата, °С;

$A, B$  – характеристики матеріалу, МПа;

$n_N$  – коефіцієнт запасу міцності по числу циклів,  $n_N = 10$ ;

$n_{\sigma}$  – коефіцієнт запасу міцності по напружинам,  $n_{\sigma} = 2$ ;

$\bar{\sigma}_a$  – умовна амплітуда напружин при затягненні фланцевого з'єднання, МПа.

Умовну амплітуду напружин при затягненні фланцевого з'єднання визначають за формулою

$$\bar{\sigma}_a = \max \left\{ \sigma_a; \frac{B}{n_{\sigma}} \right\}. \quad (5.124)$$

Характеристики матеріалу  $A$  і  $B$  визначають за таблицею 5.7.

Таблиця 5.7 – Характеристики матеріалу  $A$  і  $B$

Сталі	$A$ , МПа	$B$ , МПа
Вуглецеві	$0,60 \cdot 10^5$	$0,66 R_m^{20} - 0,43 R_e^{20}$
Низьколеговані	$0,45 \cdot 10^5$	
Аустенітні корозійностійкі	$0,60 \cdot 10^5$	270

Позначення в таблиці 5.7:

$R_m^{20}$  – мінімальне значення тимчасового опору (границі міцності) при температурі 20 °С, МПа;

$R_e^{20}$  – мінімальне значення границі текучості при температурі 20 °С, МПа.

Число допустимих циклів зміни режиму експлуатації визначають за формулою

$$N_{-p}^{-} = \frac{1}{n_N} \cdot \left( \frac{A}{\frac{-p}{\sigma_a} - \frac{B}{n_\sigma}} \cdot \frac{2300-t}{2300} \right)^2, \quad (5.125)$$

де  $\bar{\sigma}_a^p$  – умовна амплітуда напружин для робочих умов, МПа;  
 $t$  – розрахункова температура стінки апарата, °С.

Умовну амплітуду напружин для робочих умов визначають за формулою

$$\bar{\sigma}_a^p = \max \left\{ \sigma_a^p; \frac{B}{n_\sigma} \right\}. \quad (5.126)$$

Умова міцності для заданої кількості циклів навантажень має вигляд

$$\frac{N_z}{N_z} + \frac{N_p}{N_{-p}} \leq 1, \quad (5.127)$$

де  $N_z$  – кількість збирань фланцевого з'єднання за весь строк служби;

$N_p$  – кількість циклів зміни режимів експлуатації за весь строк служби.

## 5.12 Приклади розрахунку фланцевих з'єднань

### Приклад 1

*Розрахунок на міцність, жорсткість та герметичність фланцевого з'єднання люка апарата, що працює під внутрішнім надлишковим тиском*

#### 1 Вихідні дані

*Розрахунковий тиск в апараті  $P = 1,0$  МПа, розрахункова температура стінки  $t = 165^\circ\text{C}$ , внутрішній діаметр обичайки люка  $D = 400$  мм, матеріал фланця і кришки люка – сталь 20, матеріал обичайки люка – сталь СтЗсп5. Група апарата – 4. Додаток до розрахункової товщини обичайки люка для компенсації корозії та ерозії прийняти рівним  $S_1 = 2$  мм. Розрахунковий тиск в умовах випробувань  $P_g = 1,33$  МПа. Загальна кількість циклів навантаження за весь строк служби апарата  $N = 2 \cdot 10^3$ . Зовнішнє осьове зусилля, що діє на фланцеве з'єднання, прийняти рівним  $F = 0$ , зовнішній згинальний момент –  $M = 0$ .*



За розрахунковим тиском  $P = 1 \text{ МПа}$  і розрахунковою температурою  $t = 165^\circ\text{C}$  для апарата 4 групи приймаємо люк виповнення 2 з плоским приварним фланцем зі сталі 20 з гладкою ущільнювальною поверхнею. Відповідно до таблиці А.1 додатку А для плоских приварних фланців на умовний тиск PN 1 МПа, які виготовляються зі сталі 20, при розрахунковій температурі  $t = 165^\circ\text{C}$  допустимий розрахунковий тиск визначаємо методом лінійної інтерполяції,  $P = 0,967 \text{ МПа}$ , що менше розрахункового. Приймаємо фланці на номінальний (умовний) тиск PN 1,6 МПа, допустимий розрахунковий тиск для яких при розрахунковій температурі складає  $P = 1,548 \text{ МПа}$ , що більше розрахункового. Умовне позначення люка:

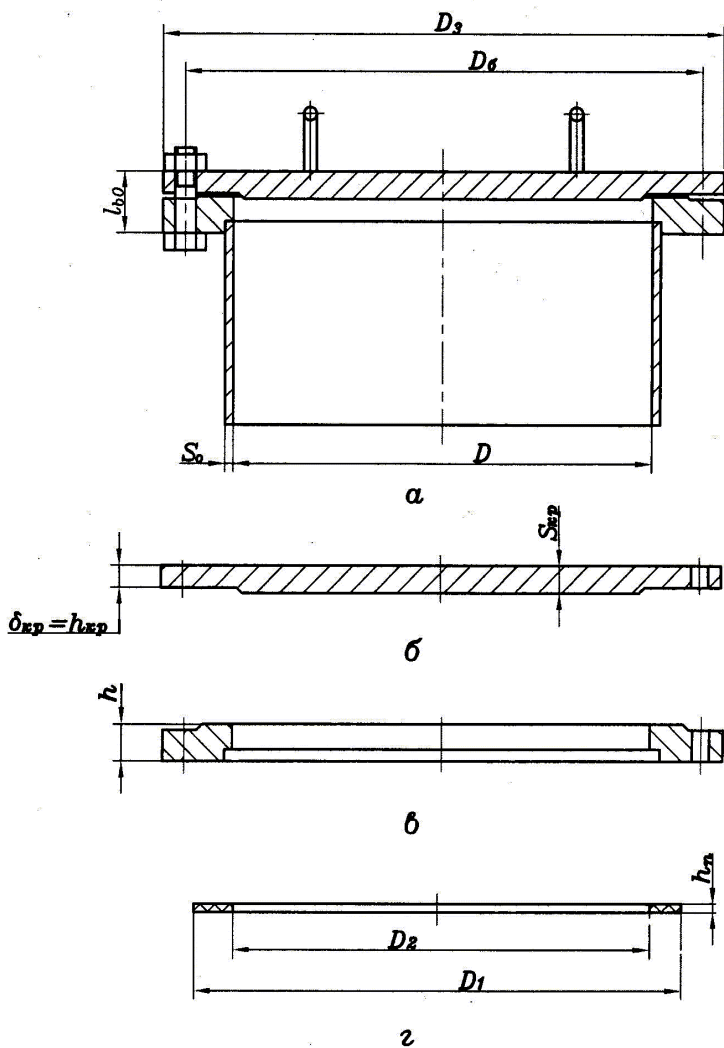
**Люк 2-400-1,6-1 ОСТ 26-2002-83.**

Конструкція та розміри люка і його елементів відповідно до стандартів [29, 33, 40, 41] наведені на рисунку 5.5. У фланцевому з'єднанні з гладкою ущільнювальною поверхнею застосовуємо паронітову прокладку виповнення 2 за таблицею Е.1 додатку Е. Конструкція та розміри прокладки наведені на рисунку 5.5,з.

Розрахункова температура стінки апарата складає  $t = 165^\circ\text{C}$ , тому апарат і фланцеве з'єднання повинні бути теплоізольовані.

Розміри елементів фланцевого з'єднання, мм:

Внутрішній діаметр обичайки люка $D$ .....	400
Діаметр болтової окружності $D_b$ .....	495
Зовнішній діаметр фланця $D_z$ .....	535
Товщина обичайки люка $S_o$ .....	8
Товщина фланця люка в місці ущільнення $h$ .....	35
Товщина кришки люка $S_{кр}$ .....	26
Товщина кришки люка в місці ущільнення $h_{кр}$ .....	23
Товщина кришки люка на зовнішньому діаметрі $\delta_{кр}$ .....	23
Зовнішній діаметр прокладки $D_1$ .....	457
Внутрішній діаметр прокладки $D_2$ .....	427
Товщина прокладки $h_n$ .....	2
Діаметр болтів $d$ .....	M20
Кількість болтів $n$ .....	20



*а – люк; б – крышка люка; в – фланець; з – прокладка*

*Рисунок 5.5 – Люк аппарата*

За таблицею 5.1 визначаємо розрахункові температури фланця і болтів:

$$t_{\phi} = t = 165 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$t_{\sigma} = 0,97 t = 0,97 \cdot 165 = 160 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

За таблицею 4.1 при заданих розрахункових параметрах для фланців з вуглецевої сталі для виготовлення болтів приймаємо сталь марки 40.

Допустиму напружину матеріалу болтів  $\bar{\sigma}_{\sigma}$ , МПа, при розрахунковій температурі  $t_{\sigma} = 160 \text{ }^{\circ}\text{C}$  визначаємо за таблицею 5.2 методом лінійної інтерполяції  $\bar{\sigma}_{\sigma} = 122 \text{ МПа}$ .

Допустимі напружини для матеріалу обичайки визначаємо за посібником [2]. При розрахунковій температурі  $t = 165 \text{ }^{\circ}\text{C}$  допустиму напружину приймаємо рівною  $\bar{\sigma}_{165} = 144 \text{ МПа}$ , при температурі  $t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $\bar{\sigma}_{20} = 154 \text{ МПа}$ .

Мінімальне значення границі текучості для сталі СтЗсп5 при розрахунковій температурі  $t = 165 \text{ }^{\circ}\text{C}$  приймаємо рівним  $R_e = 223,5 \text{ МПа}$ ; при температурі  $t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $R_e^{20} = 250 \text{ МПа}$ . Мінімальне значення тимчасового опору при розрахунковій температурі  $t = 165 \text{ }^{\circ}\text{C}$  приймаємо рівним  $R_m = 473,5 \text{ МПа}$ , при температурі  $t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $R_m^{20} = 460 \text{ МПа}$ .

Визначаємо допустимі напружини для матеріалу фланця в перерізі  $S_0$  за формулами:

– в робочих умовах (5.6)

$$\bar{\sigma}_{S0} = \left( 4,5 - 2,0 \frac{R_{p0,2}}{R_m} \right) \cdot \bar{\sigma}_{165} = \left( 4,5 - 2,0 \cdot \frac{223,5}{473,5} \right) \cdot 144 = 512 \text{ МПа};$$

– в умовах затягнення фланцевого з'єднання (5.7)

$$\bar{\sigma}_{S0}^{20} = \left( 4,5 - 2,0 \frac{R_{p0,2}^{20}}{R_m^{20}} \right) \cdot \bar{\sigma}_{165}^{20} = \left( 4,5 - 2,0 \cdot \frac{250}{460} \right) \cdot 154 = 525,5 \text{ МПа};$$

– в умовах випробувань (5.8)

$$\bar{\sigma}_{S0}^e = \left( 6,0 - 2,7 \frac{R_{p0,2}^{20}}{R_m^{20}} \right) \cdot \bar{\sigma}_{165}^{20} = \left( 6,0 - 2,7 \frac{250}{460} \right) \cdot 154 = 698 \text{ МПа}.$$

Розрахунковий тиск  $P$  в робочих умовах, помножений на величину  $1,35 \frac{r_{20}}{r}$

$$P_e = 1,33 < 1,35 P \cdot \frac{r_{20}}{r} = 1,35 \cdot 1,0 \cdot \frac{154}{144} = 1,44 \text{ МПа}$$

більше розрахункового тиску  $P_e$  в умовах випробувань, тому розрахунок фланцевого з'єднання для умов випробувань не проводимо [2].

Відповідно до рисунка 5.5,г визначаємо виконавчу ширину прокладки

$$b_n = \frac{D_1 - D_2}{2} = \frac{457 - 427}{2} = 15 \text{ мм}$$

і середній діаметр прокладки

$$D_{cn} = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{457 + 427}{2} = 442 \text{ мм.}$$

Ефективну ширину прокладки визначаємо за формулою (5.9)

$$b_0 = b_n = 15 \text{ мм.}$$

За таблицею 5.4 для прокладки з пароніту товщиною 2 мм визначаємо коефіцієнт обтиснення  $K = 0,9$  і умовний модуль стиснення  $E_n = 0,02 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

Лінійну податливість неметалевої прокладки визначаємо за формулою (5.12)

$$y_n = \frac{h_n \cdot K}{\pi \cdot E_n \cdot D_{cn} \cdot b_n} = \frac{2 \cdot 0,9}{3,14 \cdot 0,02 \cdot 10^5 \cdot 442 \cdot 15} = 4,321 \cdot 10^{-8} \text{ мм/Н.}$$

Відстань між опорними поверхнями гайки і голівки болта  $l_{60}$  визначаємо відповідно до рисунка 5.5,а

$$l_{60} = h + h_{кр} + h_n = 35 + 23 + 2 = 60 \text{ мм.}$$

Розрахункову довжину болта визначаємо за формулою (5.16)

$$l_6 = l_{60} + 0,28 d = 60 + 0,28 \cdot 20 = 65,6 \text{ мм.}$$

Площу поперечного перерізу болта M20 по внутрішньому діаметру нарізі визначаємо за таблицею 5.5,  $f_6 = 225 \text{ мм}^2$ . Модуль подовжньої пружності матеріалу болта (сталь марки 40)  $E_6^{20}$  при температурі

$t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  визначаємо за посібником [2],  $E_0^{20} = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ .

Податливість болтів визначаємо за формулою (5.15)

$$y_6 = \frac{l_6}{E_0^{20} \cdot f_6 \cdot n} = \frac{65,6}{1,99 \cdot 10^5 \cdot 225 \cdot 20} = 7,326 \cdot 10^{-8} \text{ 1/Н}\cdot\text{мм.}$$

Еквівалентну товщину плоского приварного фланця приймаємо рівною товщині обичайки в перерізі  $S_0$

$$S_e = S_0 = 8 \text{ мм.}$$

Значення коефіцієнтів  $\lambda$ ,  $j$ ,  $\psi_1$ ,  $\psi_2$ ,  $\omega$  обчислюємо за формулами (5.22)-(5.26)

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{D \cdot S_0}} = \frac{35}{\sqrt{400 \cdot 8}} = 0,619;$$

$$\psi_1 = 1,28 \lg \left( \frac{D_3}{D} \right) = 1,28 \cdot \lg \left( \frac{535}{400} \right) = 0,162;$$

$$\psi_2 = \frac{D_3 + D}{D_3 - D} = \frac{535 + 400}{535 - 400} = 6,926;$$

$$j = \frac{h}{S_0} = \frac{35}{8} = 4,375;$$

$$\omega = \frac{1}{1 + 0,9 \lambda \cdot \sqrt{+ \psi_1 \cdot j^2}} = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot 0,619 \cdot \sqrt{+ 0,162 \cdot 4,375^2}} = 0,305.$$

Модуль подовжньої пружності матеріалу фланця і кришки при температурі  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  визначаємо за посібником [2]

$$E^{20} = E_{кр}^{20} = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа.}$$

Кутову податливість фланця визначаємо за формулою (5.21)

$$y_\phi = \frac{\left| -\omega \cdot \sqrt{+ 0,9 \lambda^2} \cdot \psi_2 \right|}{E^{20} \cdot h^3} = \frac{\left| -0,305 \cdot \sqrt{+ 0,9 \cdot 0,619^2} \cdot 6,926 \right|}{1,99 \cdot 10^5 \cdot 35^3} = 4,264 \cdot 10^{-10} \text{ 1/Н}\cdot\text{мм.}$$

Товщина плоскої кришки в зоні ущільнення  $h_{кр}$  і на зовнішньому

діаметрі  $\delta_{кр}$  відповідно до рисунка 5.5, а складає

$$h_{кр} = \delta_{кр} = 23 \text{ мм.}$$

Значення коефіцієнтів  $K_{кр}$  і  $X_{кр}$  обчислюємо за формулами (5.32) і (5.31)

$$K_{кр} = \frac{D_3}{D_{сн}} = \frac{535}{442} = 1,21;$$

$$X_{кр} = \frac{0,67 \left[ K_{кр}^2 \cdot \left( 1 + 8,55 \lg K_{кр} \right) - 1 \right]}{\left( K_{кр} - 1 \right) \cdot \left[ K_{кр}^2 - 1 + \left( 857 K_{кр}^2 + 1 \right) \cdot \left( K_{кр} / \delta_{кр} \right)^3 \right]} =$$

$$= \frac{0,67 \cdot \left[ 1,21^2 \cdot \left( 1 + 8,55 \cdot \lg 1,21 \right) - 1 \right]}{\left( 1,21 - 1 \right) \cdot \left[ 1,21^2 - 1 + \left( 857 \cdot 1,21^2 + 1 \right) \cdot \left( \frac{23}{23} \right)^3 \right]} = 1,144.$$

Кутову податливість плоскої кришки визначаємо за формулою (5.30)

$$y_{кр} = \frac{X_{кр}}{E_{кр}^{20} \cdot h_{кр}^3} = \frac{1,144}{199 \cdot 10^3 \cdot 23^3} = 4,725 \cdot 10^{-10} \text{ 1/Н}\cdot\text{мм.}$$

Плечі моментів сил визначаємо за формулами (5.34) і (5.35)

$$b = 0,5 \cdot \left( D_{сн} - D \right) = 0,5 \cdot \left( 442 - 400 \right) = 21 \text{ мм;}$$

$$e = 0,5 \cdot \left( D_{сн} - D - S_e \right) = 0,5 \cdot \left( 442 - 400 - 8 \right) = 17 \text{ мм.}$$

Коефіцієнт  $\eta$  обчислюємо за формулою (5.41)

$$\eta = y_n + y_{\phi} + y_{кр} \cdot b^2 =$$

$$= 4,321 \cdot 10^{-8} + 7,326 \cdot 10^{-8} + \left( 2,64 \cdot 10^{-10} + 4,725 \cdot 10^{-10} \right) \cdot 21^2 =$$

$$= 7,478 \cdot 10^{-7}.$$

Коефіцієнт жорсткості фланцевого з'єднання з плоскою кришкою визначаємо за формулою (5.40)

$$J = I - \frac{y_n + y_{\phi} \cdot e + y_{кр} \cdot b \cdot b}{\eta} =$$

$$= 1 - \frac{4,321 \cdot 10^{-8} - (2,64 \cdot 10^{-10} \cdot 17 + 4,725 \cdot 10^{-10} \cdot 26,5) \cdot 26,5}{7,478 \cdot 10^{-7}} = 1,643.$$

**Розрахунок навантажень, що діють у фланцевому з'єднанні**

Рівнодіючу внутрішнього надлишкового тиску визначаємо за формулою (5.44)

$$Q_0 = 0,785 D_{cn}^2 \cdot P = 0,785 \cdot 442^2 \cdot 1,0 = 153400 \text{ Н.}$$

Реакцію прокладки в робочих умовах обчислюємо за формулою (5.45), визначивши за таблицею 5.4 коефіцієнт питомого тиску на прокладку  $m = 2,5$

$$R_n = \pi \cdot D_{cn} \cdot b_o \cdot m \cdot |P| = 3,14 \cdot 442 \cdot 15 \cdot 2,5 \cdot 1,0 = 52070 \text{ Н.}$$

Коефіцієнти лінійного розширення матеріалів фланця, кришки і болтів визначаємо методом лінійної інтерполяції за таблицею 5.6:

$$\alpha_{\phi} = \alpha_{кр} = 12,39 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C};$$

$$\alpha_{\sigma} = 11,72 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C.}$$

Модулі подовжньої пружності матеріалів фланця, кришки і болтів при розрахунковій температурі визначаємо методом лінійної інтерполяції за посібником [2]:

$$E = E_{кр} = 1,845 \cdot 10^5 \text{ МПа};$$

$$E_{\sigma} = 1,850 \cdot 10^5 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт  $\eta_1$  обчислюємо за формулою (5.51)

$$\begin{aligned} \eta_1 &= y_n + y_{\sigma} \cdot \frac{E_{\sigma}^{20}}{E_{\sigma}} + \left( y_{\phi} \cdot \frac{E^{20}}{E} + y_{кр} \cdot \frac{E_{кр}^{20}}{E_{кр}} \right) \cdot b^2 = \\ &= 4,321 \cdot 10^{-8} + 7,326 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{1,99 \cdot 10^5}{1,85 \cdot 10^5} + \left( 4,264 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{1,99 \cdot 10^5}{1,845 \cdot 10^5} + \right. \\ &\quad \left. + 4,725 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{1,99 \cdot 10^5}{1,845 \cdot 10^5} \right) \cdot 26,5^2 = 8,031 \cdot 10^{-7}. \end{aligned}$$

Навантаження  $Q_t$ , що виникає від температурних деформацій фланцевого з'єднання, визначаємо за формулою (5.50)

$$\begin{aligned} Q_t &= \frac{1}{\eta_1} \cdot \left[ \alpha_{\phi} \cdot h \cdot \left( \sigma_{\phi} - 20 \right) + \alpha_{kr} \cdot h_{kr} \cdot \left( \sigma_{\phi} - 20 \right) + \alpha_{\sigma} \cdot l_{\sigma} \cdot \left( \sigma_{\sigma} - 20 \right) \right] \\ &= \frac{1}{8,031 \cdot 10^{-7}} \cdot \left[ 2,39 \cdot 10^{-6} \cdot 35 \cdot \left( 65 - 20 \right) + \right. \\ &\quad \left. + 12,39 \cdot 10^{-6} \cdot 23 \cdot \left( 65 - 20 \right) + 11,72 \cdot 10^{-6} \cdot 60 \cdot \left( 60 - 20 \right) \right] = 7120 \text{ Н}. \end{aligned}$$

Навантаження, яке виникає від температурних деформацій  $Q_t > 0$ , тому при визначенні болтового навантаження воно не враховується.

Болтове навантаження  $P_{\sigma 1}$  визначаємо за формулою (5.54)

$$P_{\sigma 1} = J \cdot Q_0 + R_n = 1,643 \cdot 153400 + 52070 = 304100 \text{ Н}.$$

Болтове навантаження  $P_{\sigma 2}$ , необхідне для початкового зминання прокладки, визначаємо за формулою (5.55). Питомий тиск обтиснення прокладки з пароніту визначаємо за таблицею 5.4,  $q_{обт} = 20 \text{ МПа}$ .

$$P_{\sigma 2} = 0,5 \pi \cdot D_{cn} \cdot b_0 \cdot q_{обт} = 0,5 \cdot 3,14 \cdot 442 \cdot 15 \cdot 20 = 208300 \text{ Н}.$$

Болтове навантаження  $P_{\sigma 3}$  за умови забезпечення міцності болтів визначаємо за формулою (5.56)

$$P_{\sigma 3} = 0,4 \cdot \left[ \frac{20}{\sigma} \right] \cdot n \cdot f_{\sigma} = 0,4 \cdot 130 \cdot 20 \cdot 225 = 234000 \text{ Н}.$$

Болтове навантаження в умовах монтажу  $P_{\sigma}$  визначаємо за формулою (5.52)

$$P_{\sigma} = \max \left\{ P_{\sigma 1}; P_{\sigma 2}; P_{\sigma 3} \right\} = \max \left\{ 304100; 208300; 234000 \right\} = 304100 \text{ Н}.$$

### Розрахунок болтів

Умова міцності болтів в умовах монтажу (5.58)

$$\sigma_{\sigma 1} = \frac{P_{\sigma}}{n \cdot f_{\sigma}} = \frac{304100}{20 \cdot 225} = 67,6 < \left[ \frac{20}{\sigma} \right] = 130 \text{ МПа}$$

виконується.

Прирошення навантаження на болти в робочих умовах визначаємо за формулою (5.61)



$$\Delta P_{\sigma} = \left( -J \right) \cdot Q_{\sigma} + Q_t = \left( -1,643 \right) \cdot 153400 + 7120 = -91520 \text{ Н.}$$

Умова міцності болтів в робочих умовах (5.59)

$$\sigma_{\sigma 2} = \frac{P_{\sigma 1} + \Delta P_{\sigma}}{n \cdot f_{\sigma}} = \frac{304100 - 91520}{20 \cdot 225} = 47,2 < \bar{\sigma}_{\sigma} = 122 \text{ МПа}$$

виконується.

### **Розрахунок прокладки**

Допустимий питомий тиск на прокладку визначаємо за таблицею 5.4,  
 $\bar{\sigma}_{\sigma} = 130 \text{ МПа}$ .

Умова міцності м'якої прокладки (5.63)

$$q = \frac{P_{\sigma}}{\pi \cdot D_{\text{сн}} \cdot b_n} = \frac{304100}{3,14 \cdot 442 \cdot 15} = 14,6 < \bar{\sigma}_{\sigma} = 130 \text{ МПа}$$

виконується.

### **Розрахунок фланця на міцність**

Згинальний момент від болтового навантаження обчислюємо за формулою (5.65)

$$M_{01} = P_{\sigma} \cdot b = 304100 \cdot 26,5 = 8,059 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

Кут повороту фланця при затягненні з'єднання обчислюємо за формулою (5.64)

$$\begin{aligned} \Theta &= M_{01} \cdot \frac{\left[ -\omega \cdot \left( +0,9 \lambda \sqrt{\psi_2} \right) \right]}{E^{20} \cdot h^3} = \\ &= 8,059 \cdot 10^6 \cdot \frac{\left[ -0,305 \cdot \left( +0,9 \sqrt{0,619 \cdot 6,926} \right) \right]}{1,99 \cdot 10^5 \cdot 35^3} = 3,44 \cdot 10^{-3} \text{ рад} \end{aligned}$$

Прирощення згинального моменту від болтового навантаження  $\Delta M_{01}$  визначаємо за формулою (5.68)

$$\Delta M_{01} = \Delta P_{\sigma} \cdot b + Q_{\sigma} \cdot e = -91520 \cdot 26,5 + 153400 \cdot 17 = 182520 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

Прирощення кута повороту фланця в робочих умовах обчислюємо за формулою (5.66)

$$\Delta \Theta = \Delta M_{01} \cdot \frac{\left[ -\omega \cdot \left( +0,9 \lambda \sqrt{\psi_2} \right) \right]}{E \cdot h^3} =$$

$$= 182520 \frac{[-0,305 \cdot (-0,9 \cdot 0,619) \cdot 6,926]}{1,845 \cdot 10^5 \cdot 35^3} = 8,4 \cdot 10^{-5} \text{ рад.}$$

$$\begin{aligned} \Delta\theta &= \Delta M_{01} \cdot \frac{[-\omega \cdot (-0,9 \cdot \lambda) \cdot \psi_2]}{E \cdot h^3} = \\ &= 182520 \frac{[-0,305 \cdot (-0,9 \cdot 0,619) \cdot 6,926]}{1,845 \cdot 10^5 \cdot 35^3} = 8,4 \cdot 10^{-5} \text{ рад.} \end{aligned}$$

Коефіцієнт  $T$  обчислюємо за формулою (5.70)

$$\begin{aligned} T &= \frac{\left(\frac{D_3}{D}\right)^2 \cdot \left[1 + 8,55 \lg \left(\frac{D_3}{D}\right) - 1\right]}{\left[1,05 + 1,945 \left(\frac{D_3}{D}\right)^2\right] \cdot \left[\left(\frac{D_3}{D}\right) - 1\right]} = \\ &= \frac{\left(\frac{535}{400}\right)^2 \cdot \left[1 + 8,55 \cdot \lg \left(\frac{535}{400}\right) - 1\right]}{\left[1,05 + 1,945 \cdot \left(\frac{535}{400}\right)^2\right] \cdot \left[\left(\frac{535}{400}\right) - 1\right]} = 1,78. \end{aligned}$$

Максимальну напружину вигину у втулці  $\sigma''_e$  в перерізі  $S_0$  обчислюємо за формулою (5.72)

$$\sigma''_e = \frac{T \cdot \omega \cdot M_{01}}{D \cdot (D_0 - C)^2} = \frac{1,78 \cdot 0,305 \cdot 8,059 \cdot 10^6}{400 \cdot (-2,8)^2} = 404,5 \text{ МПа.}$$

Меридіональні напружини в циліндричній обичайці при затягненні фланцевого з'єднання для плоских приварних фланців складають:

– на зовнішній поверхні втулки

$$\sigma_{21} = \sigma''_e = 404,5 \text{ МПа;}$$

– на внутрішній поверхні втулки

$$\sigma_{22} = -\sigma''_e = -404,5 \text{ МПа.}$$

Прирошення напружини, що виникає в меридіональному напрямку в циліндричній втулці в робочих умовах від дії зовнішніх навантажень  $\Delta\sigma''_m$ , визначаємо за формулою (5.82)

$$\Delta\sigma''_m = \frac{Q_0 + 4M/D_{cn} + F}{\pi \cdot D \cdot (D_0 - C)} = \frac{153400 + 4 \cdot 0 / 442 + 0}{3,14 \cdot 400 \cdot (-2,8)} = 23,5 \text{ МПа.}$$

Прирошення напружини  $\Delta\sigma_g''$ , що виникає в меридіональному напрямку в циліндричній втулці в робочих умовах від зміни згинального моменту, визначаємо за формулою (5.83)

$$\Delta\sigma_g'' = \frac{T \cdot \omega \cdot \Delta M_{01}}{D \cdot \underbrace{\sigma_0 - C}_{\approx}} = \frac{1,78 \cdot 0,305 \cdot 182520}{400 \cdot \underbrace{\sigma_0 - 2,8}_{\approx}} = 9,2 \text{ МПа.}$$

Прирошення меридіональних напружин у циліндричній обичайці в робочих умовах для плоских приварних фланців визначаємо за формулами:  
– на зовнішній поверхні обичайки (5.80)

$$\Delta\sigma_{21} = \Delta\sigma_m'' + \Delta\sigma_g'' = 23,5 + 9,2 = 32,7 \text{ МПа;}$$

– на внутрішній поверхні обичайки (5.81)

$$\Delta\sigma_{22} = \Delta\sigma_m'' - \Delta\sigma_g'' = 23,5 - 9,2 = 14,3 \text{ МПа.}$$

Окружні напружини в циліндричній обичайці при затяженні з'єднання для плоских приварних фланців визначаємо за формулами:

– на зовнішній поверхні обичайки (5.88)

$$\sigma_{23} = 0,3 \sigma_g'' = 0,3 \cdot 404,5 = 121,4 \text{ МПа;}$$

– на внутрішній поверхні обичайки (5.89)

$$\sigma_{24} = -0,3 \sigma_g'' = -0,3 \cdot 404,5 = -121,4 \text{ МПа.}$$

Прирошення окружних напружин в циліндричній обичайці в робочих умовах для плоских приварних фланців обчислюємо за формулами:

– на зовнішній поверхні обичайки (5.94)

$$\Delta\sigma_{23} = \frac{P \cdot D}{2 \underbrace{\sigma_0 - C}_{\approx}} + 0,3 \Delta\sigma_g'' = \frac{1 \cdot 400}{2 \underbrace{\sigma_0 - 2,8}_{\approx}} + 0,3 \cdot 9,2 = 41,2 \text{ МПа;}$$

– на внутрішній поверхні обичайки (5.95)

$$\Delta\sigma_{24} = \frac{P \cdot D}{2 \underbrace{\sigma_0 - C}_{\approx}} - 0,3 \Delta\sigma_g'' = \frac{1 \cdot 400}{2 \underbrace{\sigma_0 - 2,8}_{\approx}} - 0,3 \cdot 9,2 = 35,7 \text{ МПа.}$$

Меридіональну напружину в перерізі  $S_0$  на зовнішній поверхні втулки плоского приварного фланця в робочих умовах визначаємо за формулою (5.104)

$$\sigma_{21}^p = \sigma_{21} + \Delta\sigma_{21} = 404,5 + 32,7 = 437,2 \text{ МПа.}$$

Меридіональну напружину в перерізі  $S_0$  на внутрішній поверхні ступки плоского приварного фланця в робочих умовах визначаємо за формулою (5.105)

$$\sigma_{22}^p = \sigma_{22} + \Delta\sigma_{22} = -404,5 + 14,3 = -390,2 \text{ МПа.}$$

Окружну напружину в перерізі  $S_0$  на зовнішній поверхні ступки плоского приварного фланця в робочих умовах визначаємо за формулою (5.106)

$$\sigma_{23}^p = \sigma_{23} + \Delta\sigma_{23} = 121,4 + 41,2 = 162,6 \text{ МПа.}$$

Окружну напружину в перерізі  $S_0$  плоского приварного фланця на внутрішній поверхні ступки в робочих умовах визначаємо за формулою (5.107)

$$\sigma_{24}^p = \sigma_{24} + \Delta\sigma_{24} = -121,4 + 35,7 = -85,7 \text{ МПа.}$$

Умови статичної міцності фланця в перерізі  $S_0$ , що визначаються за формулами:

– при зтягненні з'єднання (5.102)

$$\begin{aligned} \sigma_{S0} &= \max \left\{ \frac{\sqrt{\sigma_{21}^2 + \sigma_{23}^2 - \sigma_{21} \cdot \sigma_{23}}}{\sqrt{\sigma_{22}^2 + \sigma_{24}^2 - \sigma_{22} \cdot \sigma_{24}}} \right\} = \\ &= \max \left\{ \frac{\sqrt{404,5^2 + 121,4^2 - 404,5 \cdot 121,4}}{\sqrt{(-390,2)^2 + (-85,7)^2 - (-390,2) \cdot (-85,7)}} \right\} = \\ &= 359,5 \text{ МПа} < \sigma_{S0}^{20} = 525,5 \text{ МПа} \end{aligned}$$

– і в робочих умовах (5.103)

$$\begin{aligned} \sigma_{S0} &= \max \left\{ \frac{\sqrt{(\sigma_{21}^p)^2 + (\sigma_{23}^p)^2 - \sigma_{21}^p \cdot \sigma_{23}^p}}{\sqrt{(\sigma_{22}^p)^2 + (\sigma_{24}^p)^2 - \sigma_{22}^p \cdot \sigma_{24}^p}} \right\} = \\ &= \max \left\{ \frac{\sqrt{437,2^2 + 162,6^2 - 437,2 \cdot 162,6}}{\sqrt{(-390,2)^2 + (-85,7)^2 - (-390,2) \cdot (-85,7)}} \right\} = \end{aligned}$$

$$= \max \left\{ \begin{array}{l} 382,8 \\ 355,2 \end{array} \right\} = 382,8 \text{ МПа} < \bar{\sigma}_{S0} = 512 \text{ МПа}$$

виконуються.

Допустимий кут повороту для плоских приварних фланців в робочих умовах складає  $\bar{\varphi} = 0,013 \text{ рад}$ .

Умова жорсткості фланцевого з'єднання (5.108)

$$\begin{aligned} \Theta + \Delta\Theta &= 3,44 \cdot 10^{-3} + 8,4 \cdot 10^{-5} = \\ &= 0,0035 < \bar{\varphi} = 0,013 \text{ рад} \end{aligned}$$

виконується.

### **Розрахунок фланцевого з'єднання на малоциклову втомленість**

Головні напружини для плоских приварних фланців визначаємо за формулами (5.113)-(5.115):

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= 0; \\ \sigma_2 &= 1,5 \max \left\{ \left| \sigma_{21} \right|; \left| \sigma_{23} \right|; \left| \sigma_{21} - \sigma_{23} \right| \right\} = \\ &= 1,5 \max \left\{ 404,5; 121,4; 404,5 - 121,4 \right\} = 606,8 \text{ МПа}; \\ \sigma_3 &= 1,5 \max \left\{ \left| \sigma_{22} \right|; \left| \sigma_{24} \right|; \left| \sigma_{22} - \sigma_{24} \right| \right\} = \\ &= 1,5 \max \left\{ 404,5; -121,4; -404,5 + 121,4 \right\} = 606,8 \text{ МПа}. \end{aligned}$$

Розрахункову амплітуду зведених умовних пружних напружин, що виникають у фланці при зтягненні з'єднання, визначаємо за формулою (5.109)

$$\sigma_a = 0,5 \max \left\{ \sigma_1; \sigma_2; \sigma_3 \right\} = 0,5 \max \left\{ 0; 606,8; 606,8 \right\} = 303,4 \text{ МПа}.$$

Прирошення напружин для плоских приварних фланців визначаємо за формулами (5.120)-(5.122):

$$\begin{aligned} \Delta\sigma_1 &= 0; \\ \Delta\sigma_2 &= 1,5 \max \left\{ \left| \Delta\sigma_{21} \right|; \left| \Delta\sigma_{23} \right|; \left| \Delta\sigma_{21} - \Delta\sigma_{23} \right| \right\} = \\ &= 1,5 \max \left\{ 2,7; 41,2; 32,7 - 41,2 \right\} = 61,8 \text{ МПа}; \\ \Delta\sigma_3 &= 1,5 \max \left\{ \left| \Delta\sigma_{22} \right|; \left| \Delta\sigma_{24} \right|; \left| \Delta\sigma_{22} - \Delta\sigma_{24} \right| \right\} = \\ &= 1,5 \max \left\{ 4,3; 35,7; 14,3 - 35,7 \right\} = 53,6 \text{ МПа}. \end{aligned}$$

Розрахункову амплітуду зведених умовних пружних напружин в робочих умовах визначаємо за формулою (5.116)

$$\sigma_a^p = 0,5 \max \left\{ \sigma_1; \Delta\sigma_2; \Delta\sigma_3 \right\} = 0,5 \max \left\{ 61,8; 53,6 \right\} = 30,9 \text{ МПа.}$$

Характеристику матеріалу (вуглецевої сталі) визначаємо за таблицею 5.7,  $A = 0,6 \cdot 10^5$  МПа. Характеристику  $B$  визначаємо за формулою, що наведена в таблиці 5.7

$$B = 0,66 R_m^{20} - 0,43 R_e^{20} = 0,66 \cdot 460 - 0,43 \cdot 250 = 196 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт запасу міцності по числу циклів навантаження складає  $n_N = 10$ ; коефіцієнт запасу міцності по напружинам –  $n_\sigma = 2$ .

Умовну амплітуду напружин при зтягненні фланцевого з'єднання визначаємо за формулою (5.124)

$$\bar{\sigma}_a = \max \left\{ \sigma_a^p; \frac{B}{n_\sigma} \right\} = \max \left\{ 30,9; \frac{196}{2} \right\} = 98 \text{ МПа.}$$

Виходячи із загальної кількості циклів навантаження за весь термін служби апарата, кількість збирань фланцевого з'єднання приймаємо рівною  $N_z = 1000$ , кількість циклів зміни режимів експлуатації –  $N_p = 1000$ .

Кількість допустимих збирань фланцевого з'єднання визначаємо при температурі збирання  $t_3 = 20$  °C за формулою (5.123)

$$N_z^- = \frac{1}{n_N} \cdot \left( \frac{A}{\bar{\sigma}_a - \frac{B}{n_\sigma}} \cdot \frac{2300 - t_3}{2300} \right)^2 = \frac{1}{10} \cdot \left( \frac{0,6 \cdot 10^5}{30,9 - \frac{196}{2}} \cdot \frac{2300 - 20}{2300} \right)^2 = 8,38 \cdot 10^3.$$

Умовну амплітуду напружин для робочих умов визначаємо за формулою (5.126)

$$\bar{\sigma}_a^p = \max \left\{ \sigma_a^p; \frac{B}{n_\sigma} \right\} = \max \left\{ 30,9; \frac{196}{2} \right\} = 98 \text{ МПа.}$$

Допустиме число циклів зміни режиму експлуатації визначаємо при розрахунковій температурі за формулою (5.125)

$$\bar{N}_{-p} = \frac{1}{n_N} \cdot \left( \frac{A}{\frac{-p}{\sigma_a} - \frac{B}{n_\sigma}} \cdot \frac{2300-t}{2300} \right)^2 = \frac{1}{10} \cdot \left( \frac{0,6 \cdot 10^5}{98 - \frac{196}{2}} \cdot \frac{2300-165}{2300} \right)^2 = \infty.$$

Умова малоциклової міцності для заданої кількості циклів навантажень (5.127)

$$\frac{N_3}{\bar{N}_3} + \frac{N_p}{\bar{N}_{-p}} = \frac{1000}{8,38 \cdot 10^3} + \frac{1000}{\infty} = 0,12 \leq 1$$

виконується.

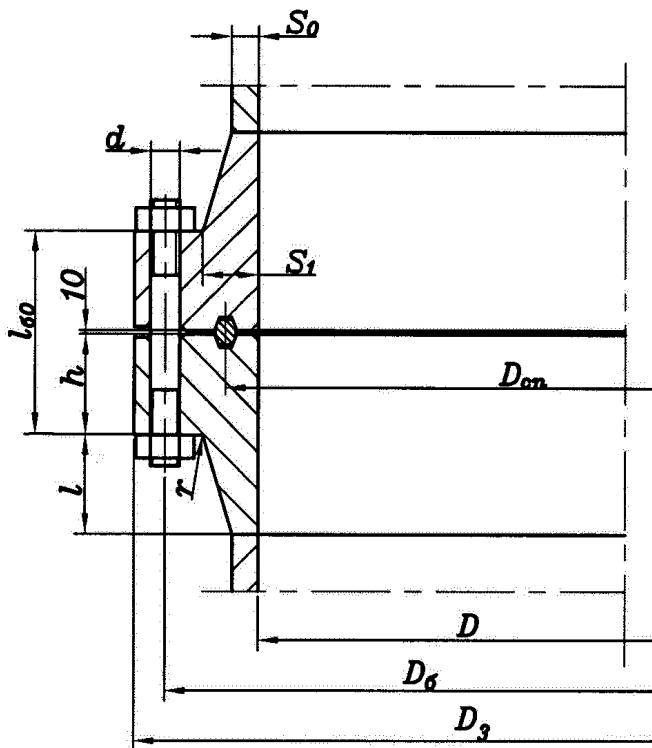
### Приклад 2

Розрахунок на міцність, жорсткість і герметичність фланцевого з'єднання апарата, що працює під внутрішнім надлишковим тиском

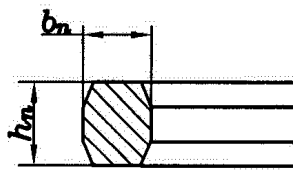
#### Вихідні дані

Розрахунковий тиск в апараті складає  $P = 7,0$  МПа, розрахункова температура стінки апарата  $t = 250^\circ\text{C}$ , внутрішній діаметр апарата  $D = 1000$  мм, матеріал фланців і обичайки – сталь марки 16ГС. Група апарата – 1. Додатку для компенсації корозії та ерозії прийняти рівною  $C_1 = 2$  мм. Розрахунковий тиск в умовах випробувань  $P_e = 11,04$  МПа. Загальна кількість циклів навантаження за весь строк служби апарата  $N = 3,5 \cdot 10^3$ . Зовнішнє осьове зусилля, що діє на фланцеве з'єднання, прийняти рівним  $F = 0$ , зовнішній згинальний момент –  $M = 0$ .

За таблицею 2.1 для заданих розрахункових параметрів приймаємо фланці приварні встик з металевою прокладкою восьмикутного перерізу (рисунок Б.28). Для фланців на умовний тиск PN 8,0 МПа, зі сталі марки 16ГС, при розрахунковій температурі  $t = 250^\circ\text{C}$  допустимий розрахунковий тиск складає  $\bar{P} = 7,25$  МПа [28], що більше розрахункового. Конструкція та розміри фланців відповідно до таблиці Б.б наведено на рисунку 5.6,а, конструкція та розміри прокладки відповідно до таблиці Е.4 додатку Е – на рисунку 5.6,б.



**a**



**б**

*a – фланцеве з'єднання; б – прокладка восьмикутного перерізу  
Рисунок 5.6 – Фланцеве з'єднання з металевою прокладкою*



Розміри елементів фланцевого з'єднання, мм:

Внутрішній діаметр фланця $D$ .....	1000
Діаметр болтової окружності $D_\delta$ .....	1255
Зовнішній діаметр фланця $D_3$ .....	1340
Товщина втулки в місці з'єднання з обичайкою $S_0$ .....	37
Товщина втулки в місці з'єднання з фланцем $S_1$ .....	76
Довжина конічної втулки $l$ .....	140
Товщина фланця $h$ .....	130
Середній діаметр прокладки $D_{cn}$ .....	1090
Ширина прокладки $b_n$ .....	28
Діаметр болтів $d$ .....	M42
Кількість болтів $n$ .....	40

Розрахункова температура апарата складає  $t = 250^\circ\text{C}$ , тому апарат і фланцеве з'єднання повинні бути теплоізовані.

За таблицею 5.1 визначаємо розрахункові температури фланця і шпильок:

$$t_\phi = t = 250^\circ\text{C};$$

$$t_\delta = 0,97 t = 0,97 \cdot 250 = 242,5^\circ\text{C}.$$

За таблицею 4.1 при заданих розрахункових параметрах для фланців зі сталі марки 16ГС як матеріал шпильок приймаємо сталь марки 40Х.

Допустиму напружину матеріалу шпильок  $\bar{\sigma}_\delta$ , МПа, при розрахунковій температурі  $t_\delta = 242,5^\circ\text{C}$  визначаємо за таблицею 5.2 методом лінійної інтерполяції,  $\bar{\sigma}_\delta = 222$  МПа.

Допустиму напружину для сталі марки 16ГС при розрахунковій температурі  $t = 250^\circ\text{C}$  за посібником [2] приймаємо рівною  $\bar{\sigma} = 145$  МПа, при температурі  $t = 20^\circ\text{C}$  –  $\bar{\sigma}_{20} = 183$  МПа. Мінімальне значення границі текучості для сталі марки 16ГС при розрахунковій температурі  $t = 250^\circ\text{C}$  приймаємо рівним  $R_e = 218$  МПа; при температурі  $t = 20^\circ\text{C}$  –  $R_e^{20} = 280$  МПа. Мінімальне значення тимчасового опору при розрахунковій температурі  $t = 250^\circ\text{C}$  приймаємо рівним  $R_m = 444$  МПа, при температурі  $t = 20^\circ\text{C}$  –  $R_m^{20} = 440$  МПа.

Визначаємо допустимі напружини для матеріалу приварних встик

фланців у перерізі  $S_1$  за формулами:

– в робочих умовах (5.3)

$$\sigma_{S1}^- = 1,5 \quad \sigma_-^- = 1,5 \cdot 145 = 217,5 \text{ МПа};$$

– в умовах затягнення фланцевого з'єднання (5.4)

$$\sigma_{S1}^{-20} = 1,5 \quad \sigma_-^{-20} = 1,5 \cdot 183 = 274,5 \text{ МПа};$$

– в умовах випробувань (5.5)

$$\sigma_{S1}^{-6} = 2,0 \quad \sigma_-^{-20} = 2,0 \cdot 183 = 366 \text{ МПа}.$$

Визначаємо допустимі напруження для матеріалу приварних встик фланців у перерізі  $S_0$  за формулами:

– в робочих умовах (5.6)

$$\sigma_{S0}^- = \left( 4,5 - 2,0 \frac{R_{p0,2}}{R_m} \right) \cdot \sigma_-^- = \left( 4,5 - 2,0 \cdot \frac{218}{444} \right) \cdot 145 = 510 \text{ МПа};$$

– в умовах затягнення фланцевого з'єднання (5.7)

$$\sigma_{S0}^{-20} = \left( 4,5 - 2,0 \frac{R_{p0,2}^{20}}{R_m^{20}} \right) \cdot \sigma_-^{-20} = \left( 4,5 - 2,0 \cdot \frac{280}{440} \right) \cdot 183 = 590,5 \text{ МПа};$$

– в умовах випробувань (5.8)

$$\sigma_{S0}^{-20} = \left( 6,0 - 2,7 \frac{R_{p0,2}^{20}}{R_m^{20}} \right) \cdot \sigma_-^{-20} = \left( 6,0 - 2,7 \cdot \frac{280}{440} \right) \cdot 183 = 783,5 \text{ МПа}.$$

Розрахунковий тиск  $P$  у робочих умовах, помножений на величину  $1,35 \sigma_{20}^- / \sigma_-^-$

$$P_6 = 11,04 < 1,35 P \cdot \frac{\sigma_{20}^-}{\sigma_-^-} = 1,35 \cdot 7,0 \cdot \frac{183}{145} = 11,92 \text{ МПа}$$

більше розрахункового  $P_6$  в умовах випробувань [2], тому розрахунок фланцевого з'єднання для умов випробувань не проводимо.

Ефективну ширину прокладки визначаємо за формулою (5.11)

$$b_0 = 0,25 b_n = 0,25 \cdot 28 = 7 \text{ мм}.$$

Лінійна податливість металевої прокладки  $u_n = 0$ .

Відстань між фланцями  $\delta$  визначаємо відповідно до рисунку 5.6 і розмірів фланця за таблицею Б.6 додатку Б і прокладки за таблицею Е.4 додатку Е,  $\delta = 10$  мм.

Відстань між опорними поверхнями гайок  $l_{60}$  визначаємо за формулою

$$l_{60} = 2h + \delta = 2 \cdot 130 + 10 = 270 \text{ мм.}$$

Розрахункову довжину шпильки визначаємо за формулою (5.16)

$$l_6 = l_{60} + 0,56d = 270 + 0,56 \cdot 42 = 293,52 \text{ мм.}$$

Площу поперечного перерізу шпильки по внутрішньому діаметру нарізі визначаємо за таблицею 5.5,  $f_6 = 1045 \text{ мм}^2$ . Модуль подовжньої пружності матеріалу шпильок (сталь марки 40Х) при температурі  $t = 20^\circ\text{C}$  визначаємо за посібником [2],  $E_6^{20} = 1,99 \cdot 10^5$  МПа.

Податливість шпильок визначаємо за формулою (5.15)

$$y_6 = \frac{l_6}{E_6^{20} \cdot f_6 \cdot n} = \frac{293,52}{1,99 \cdot 10^5 \cdot 1045 \cdot 40} = 3,529 \cdot 10^{-8} \text{ 1/Н}\cdot\text{мм.}$$

Коефіцієнти  $\beta$ ,  $X$ ,  $K_1$  обчислюємо за формулами (5.18)-(5.20):

$$\beta = \frac{S_1}{S_0} = \frac{76}{37} = 2,054;$$

$$X = \frac{l}{\sqrt{D \cdot S_0}} = \frac{140}{\sqrt{1000 \cdot 37}} = 0,728;$$

$$K_1 = 1 + \left( \beta - 1 \right) \cdot \frac{X}{X + 0,25 \left( 1 + \beta \right)} =$$

$$= 1 + \left( 2,054 - 1 \right) \cdot \frac{0,728}{0,728 + 0,25 \left( 1 + 2,054 \right)} = 1,514$$

Еквівалентну товщину втулки приварного встик фланця визначаємо за формулою (5.17)

$$S_e = K_1 \cdot S_0 = 1,514 \cdot 37 = 56,03 \text{ мм.}$$

Значення коефіцієнтів  $j$ ,  $\psi_1$ ,  $\psi_2$ ,  $\lambda$ ,  $\omega$  обчислюємо за формулами (5.22)-(5.26):

$$j = \frac{h}{S_0} = \frac{130}{37} = 3,514;$$

$$\psi_1 = 1,28 \lg \left( \frac{D_3}{D} \right) = 1,28 \cdot \lg \left( \frac{1340}{1000} \right) = 0,163;$$

$$\psi_2 = \frac{D_3 + D}{D_3 - D} = \frac{1340 + 1000}{1340 - 1000} = 6,882;$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{D \cdot S_0}} = \frac{130}{\sqrt{1000 \cdot 37}} = 0,676;$$

$$\omega = \frac{1}{1 + 0,9 \lambda \cdot \sqrt{1 + \psi_1 \cdot j^2}} = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot 0,676 \cdot \sqrt{1 + 0,163 \cdot 3,514^2}} = 0,353.$$

Модуль подовжньої пружності матеріалу фланця при температурі  $t = 20^\circ\text{C}$  визначаємо за посібником [2].

$$E^{20} = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа.}$$

Кутову податливість фланця визначаємо за формулою (5.21)

$$y_\phi = \frac{1 - \omega \cdot \sqrt{1 + \psi_1 \cdot j^2} \cdot \psi_2}{E^{20} \cdot h^3} = \frac{1 - 0,353 \cdot \sqrt{1 + 0,163 \cdot 3,514^2} \cdot 6,882}{1,99 \cdot 10^5 \cdot 130^3} = 6,796 \cdot 10^{-12} \text{ 1/Н} \cdot \text{мм.}$$

Плечі моментів сил визначаємо за формулами (5.34) і (5.35):

$$b = 0,5 \cdot \sqrt{D_{cn} - D} = 0,5 \cdot \sqrt{255 - 1090} = 82,5 \text{ мм;}$$

$$e = 0,5 \cdot \sqrt{D_{cn} - D - S_e} = 0,5 \cdot \sqrt{090 - 1000 - 56,03} = 16,98 \text{ мм.}$$

Коефіцієнт жорсткості фланцевого з'єднання з металевою прокладкою складає  $J = 1$ .

**Розрахунок навантажень, що діють у фланцевому з'єднанні**

Рівнодіючу внутрішнього надлишкового тиску визначаємо за формулою (5.44)

$$Q_0 = 0,785 D_{cn}^2 \cdot P = 0,785 \cdot 1090^2 \cdot 7,0 = 6,53 \cdot 10^6 \text{ Н.}$$

Реакцію прокладки в робочих умовах обчислюємо за формулою (5.45), визначивши за таблицею 5.4 коефіцієнт питомого тиску на прокладку,  $t = 5,5$

$$R_n = \pi \cdot D_{cn} \cdot b_0 \cdot t \cdot |P| = 3,14 \cdot 1090 \cdot 7 \cdot 5,5 \cdot 7,0 = 9,23 \cdot 10^6 \text{ Н.}$$

Коефіцієнти лінійного розширення матеріалу фланців і шпильок визначаємо за таблицею 5.6:

$$\alpha_{\phi} = 14,65 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C};$$

$$\alpha_{\sigma} = 13,60 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}.$$

Модулі подовжньої пружності матеріалів фланця і болта при розрахунковій температурі визначаємо за посібником [2]:

$$E = 1,76 \cdot 10^5 \text{ МПа};$$

$$E_{\sigma} = 1,77 \cdot 10^5 \text{ МПа}.$$

Коефіцієнт  $\eta_1$  визначаємо за формулою (5.49)

$$\begin{aligned} \eta_1 &= y_n + y_{\sigma} \cdot \frac{E_{\sigma}^{20}}{E_{\sigma}} + 2y_{\phi} \cdot \frac{E^{20}}{E} \cdot b^2 = \\ &= 0 + 3,529 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{1,99 \cdot 10^5}{1,77 \cdot 10^5} + 2 \cdot 6,796 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{1,99 \cdot 10^5}{1,76 \cdot 10^5} \cdot 82,5^2 = \\ &= 1,443 \cdot 10^{-7}. \end{aligned}$$

Навантаження  $Q_t$  від температурних деформацій фланцевого з'єднання, визначаємо за формулою (5.48)

$$\begin{aligned} Q_t &= \frac{1}{\eta_1} \cdot \left[ \alpha_{\phi} \cdot h \cdot \left( \phi - 20 \right) + \alpha_{\sigma} \cdot l_{\sigma 0} \cdot \left( \sigma - 20 \right) \right] = \\ &= \frac{1}{1,443 \cdot 10^{-7}} \cdot \left[ 14,65 \cdot 10^{-6} \cdot 130 \cdot \left( 50 - 20 \right) + 13,6 \cdot 10^{-6} \cdot \left( 70 - 20 \right) \right] = \\ &= 4,09 \cdot 10^5 \text{ Н.} \end{aligned}$$

Болтове навантаження  $P_{\sigma 1}$  визначаємо за формулою (5.54), при цьому температурне навантаження не враховуємо, тому що  $Q_t > 0$

$$P_{\sigma 1} = J \cdot Q_0 + R_n - Q_t = 1 \cdot 6,53 \cdot 10^6 + 9,23 \cdot 10^5 - 0 = 7,453 \cdot 10^6 \text{ Н.}$$

Болтове навантаження  $P_{\sigma 2}$ , необхідне для початкового змінання прокладки, визначаємо за формулою (5.55), прийнявши питомий тиск обтиснення прокладки за таблицею 5.4,  $q_{обт} = 125 \text{ МПа}$ .

$$P_{62} = 0,5 \pi \cdot D_{cn} \cdot b_0 \cdot q_{обт} = 0,5 \cdot 3,14 \cdot 1090 \cdot 7 \cdot 125 = 1,5 \cdot 10^6 \text{ Н.}$$

Болтове навантаження  $P_{63}$  за умови забезпечення міцності шпильок визначаємо за формулою (5.56)

$$P_{63} = 0,4 \cdot \frac{20}{b} \cdot n \cdot f_6 = 0,4 \cdot 230 \cdot 40 \cdot 1045 = 3,85 \cdot 10^6 \text{ Н.}$$

Болтове навантаження в умовах монтажу  $P_6$  визначаємо за формулою (5.52)

$$P_6 = \max \{ P_{61}; P_{62}; P_{63} \} = \{ 453 \cdot 10^6; 1,5 \cdot 10^6; 3,85 \cdot 10^6 \} \\ = 7,453 \cdot 10^6 \text{ Н.}$$

### Розрахунок шпильок

Умова міцності шпильок в умовах монтажу (5.58)

$$\sigma_{61} = \frac{P_6}{n \cdot f_6} = \frac{7,453 \cdot 10^6}{40 \cdot 1045} = 178,3 < \frac{20}{b} = 222,5 \text{ МПа}$$

виконується.

Прирощення болтового навантаження  $\Delta P_6$  визначаємо за формулою (5.61)

$$\Delta P_6 = (-J) \cdot Q_0 + Q_t = (-1) \cdot 6,53 \cdot 10^6 + 4,09 \cdot 10^5 = 4,09 \cdot 10^5 \text{ Н.}$$

Умова міцності шпильок в робочих умовах (5.59)

$$\sigma_{62} = \frac{P_{61} + \Delta P_6}{n \cdot f_6} = \frac{7,453 \cdot 10^6 + 4,09 \cdot 10^5}{40 \cdot 1045} = 188,1 \text{ МПа} < \frac{20}{b} = 230 \text{ МПа}$$

виконується

### Розрахунок фланця на міцність

Згинальний момент від болтового навантаження обчислюємо за формулою (5.65)

$$M_{01} = P_6 \cdot b = 7,453 \cdot 10^6 \cdot 82,5 = 6,15 \cdot 10^8 \text{ Н} \cdot \text{мм.}$$

Кут повороту фланця при затягненні з'єднання обчислюємо за формулою (5.64)

$$\Theta = M_{01} \cdot \frac{1 - \omega \cdot (+0,9 \lambda) \cdot \psi_2}{E^{20} \cdot h^3} =$$

$$= 615 \cdot 10^8 \cdot \frac{-0,353 \cdot (-0,9) \cdot 0,676 \cdot 6,882}{1,99 \cdot 10^5 \cdot 130^3} = 4,178 \cdot 10^{-3} \text{ рад.}$$

Прирошення згинального моменту від болтового навантаження  $\Delta M_{01}$  визначаємо за формулою (5.68)

$$\begin{aligned} \Delta M_{01} &= \Delta P_0 \cdot b + Q_0 \cdot e = \\ &= 4,09 \cdot 10^5 \cdot 82,5 + 6,53 \cdot 10^6 \cdot 16,98 = 1,45 \cdot 10^8 \text{ Н} \cdot \text{мм.} \end{aligned}$$

Прирошення кута повороту фланця в робочих умовах обчислюємо за формулою (5.66)

$$\begin{aligned} \Delta \theta &= \Delta M_{01} \cdot \frac{-\omega \cdot (-0,9) \cdot \lambda \cdot \psi_2}{E \cdot h^3} = \\ &= 1,45 \cdot 10^8 \cdot \frac{-0,353 \cdot (-0,9) \cdot 0,676 \cdot 6,882}{1,76 \cdot 10^5 \cdot 130^3} = 1,11 \cdot 10^{-3} \text{ рад.} \end{aligned}$$

Коефіцієнт  $f$  визначаємо за графіком, наведеним на рисунку 5.3 при  $\beta = S_1/S_0 = 76/37 = 2,054$  і  $1/\sqrt{D \cdot S_0} = 140/\sqrt{1000 \cdot 37} = 0,728$ ,  $f = 1$ .

Розрахунковий діаметр  $D^*$  визначаємо за формулою (5.71) при діаметрі фланцевого з'єднання  $D = 1000 \text{ мм} < 20S_1 = 20 \cdot 76 = 1520 \text{ мм}$  і  $f = 1$

$$D^* = D + S_1 = 1000 + 76 = 1076 \text{ мм.}$$

Коефіцієнт  $T$  обчислюємо за формулою (5.70)

$$\begin{aligned} T &= \frac{\left(\frac{D_3}{D}\right)^2 \cdot \left[1 + 8,55 \lg \left(\frac{D_3}{D}\right) - 1\right]}{\left[1,05 + 1,945 \left(\frac{D_3}{D}\right)^2\right] \cdot \left[\left(\frac{D_3}{D}\right) - 1\right]} = \\ &= \frac{\left(\frac{1340}{1000}\right)^2 \cdot \left[1 + 8,55 \lg \left(\frac{1340}{1000}\right) - 1\right]}{\left[1,05 + 1,945 \cdot \left(\frac{1340}{1000}\right)^2\right] \cdot \left[\left(\frac{1340}{1000}\right) - 1\right]} = 1,78. \end{aligned}$$

Максимальну напружину вигину  $\sigma'_b$  у перерізі товщиною  $S_1$  визначаємо за формулою (5.69)

$$\sigma'_e = \frac{T \cdot \omega \cdot M_{01}}{D \cdot \pi \cdot (r_1 - r_2)^2} = \frac{1,78 \cdot 0,353 \cdot 6,15 \cdot 10^8}{1076 \cdot (6 - 2)^2} = 65,6 \text{ МПа.}$$

Меридіональні напружини в перерізі  $S_1$  конічної втулки фланця при зтягненні фланцевого з'єднання складають:

– на зовнішній поверхні втулки

$$\sigma_{11} = \sigma'_e = 65,6 \text{ МПа;}$$

– на внутрішній поверхні втулки

$$\sigma_{12} = -\sigma'_e = -65,6 \text{ МПа.}$$

Меридіональні напружини в перерізі  $S_0$  конічної втулки фланця при зтягненні фланцевого з'єднання складають:

– на зовнішній поверхні втулки

$$\sigma_{21} = f \cdot \sigma'_e = 1 \cdot 65,6 = 65,6 \text{ МПа;}$$

– на внутрішній поверхні втулки

$$\sigma_{22} = -f \cdot \sigma'_e = -1 \cdot 65,6 = -65,6 \text{ МПа.}$$

Прирошення напружини, що виникає в меридіональному напрямку в перерізі  $S_1$  конічної втулки фланця від дії зовнішніх навантажень в робочих умовах, визначаємо за формулою (5.75)

$$\Delta\sigma'_m = \frac{Q_d + 4 M / D_{сн} + F}{\pi \cdot D \cdot (r_1 - r_2)^2} = \frac{6,53 \cdot 10^6 + 4 \cdot 0 / 1090 + 0}{3,14 \cdot 1000 \cdot (6 - 2)^2} = 28,08 \text{ МПа.}$$

Прирошення напружини, що виникає в меридіональному напрямку у перерізі конічної втулки товщиною  $S_1$  від зміни згинального моменту в робочих умовах, визначаємо за формулою (5.76)

$$\Delta\sigma'_e = \frac{T \cdot \omega \cdot \Delta M_{01}}{D \cdot \pi \cdot (r_1 - r_2)^2} = \frac{1,78 \cdot 0,353 \cdot 1,45 \cdot 10^8}{1076 \cdot (6 - 2)^2} = 15,43 \text{ МПа.}$$

Прирошення меридіональних напружин в робочих умовах у перерізі  $S_1$  конічної втулки фланця складають:

– на зовнішній поверхні втулки за формулою (5.73)

$$\Delta\sigma_{11} = \Delta\sigma'_m + \Delta\sigma'_e = 28,08 + 15,43 = 43,51 \text{ МПа;}$$

– на внутрішній поверхні втулки за формулою (5.74)



$$\Delta\sigma_{12} = \Delta\sigma'_m - \Delta\sigma'_e = 28,08 - 15,43 = 12,65 \text{ МПа.}$$

Прироцнення напружини, що виникає в меридіональному напрямку в перерізі  $S_0$  кінчної втулки фланця від дії зовнішніх навантажень в робочих умовах, визначаємо за формулою (5.79)

$$\Delta\sigma''_m = \frac{Q_d + 4M/D_{cn} + F}{\pi \cdot D \cdot (C_0 - C)} = \frac{6,53 \cdot 10^6 + 4 \cdot 0 / 1090 + 0}{3,14 \cdot 1000 \cdot (7 - 2)} = 59,37 \text{ МПа.}$$

Прироцнення меридіональних напружин в робочих умовах у перерізі  $S_0$  кінчної втулки фланця визначаємо за формулами:

– на зовнішній поверхні втулки (5.77)

$$\Delta\sigma_{21} = \Delta\sigma''_m + f \cdot \Delta\sigma'_e = 59,38 + 1 \cdot 15,43 = 74,81 \text{ МПа;}$$

– на внутрішній поверхні втулки (5.78)

$$\Delta\sigma_{22} = \Delta\sigma''_m - f \cdot \Delta\sigma'_e = 59,38 - 1 \cdot 15,43 = 43,95 \text{ МПа.}$$

Окружні напружини у перерізі  $S_1$  кінчної втулки фланця при за-тягненні з'єднання визначаємо за формулами:

– на зовнішній поверхні втулки (5.84)

$$\begin{aligned} \sigma_{13} &= \frac{E^{20} \cdot h \cdot \Theta}{D} + 0,3 \sigma'_e = \\ &= \frac{199 \cdot 10^3 \cdot 130 \cdot 4,178 \cdot 10^{-3}}{1000} + 0,3 \cdot 65,6 = 127,75 \text{ МПа;} \end{aligned}$$

– на внутрішній поверхні втулки (5.85)

$$\begin{aligned} \sigma_{14} &= \frac{E^{20} \cdot h \cdot \Theta}{D} - 0,3 \sigma'_e = \frac{199 \cdot 10^3 \cdot 130 \cdot 4,178 \cdot 10^{-3}}{1000} - 0,3 \cdot 65,6 = \\ &= 88,40 \text{ МПа.} \end{aligned}$$

Окружні напружини у перерізі  $S_0$  кінчної втулки фланця при за-тягненні з'єднання визначаємо за формулами:

– на зовнішній поверхні втулки (5.86)

$$\sigma_{23} = 0,3 f \cdot \sigma'_e = 0,3 \cdot 1 \cdot 65,6 = 19,67 \text{ МПа;}$$

– на внутрішній поверхні втулки (5.87)

$$\sigma_{24} = -0,3 f \cdot \sigma'_e = -0,3 \cdot 1 \cdot 65,6 = -19,67 \text{ МПа.}$$

Прирошення окружних напружин у перерізі  $S_1$  конічної втулки фланця в робочих умовах визначаємо за формулами:

– на зовнішній поверхні втулки (5.90)

$$\begin{aligned}\Delta\sigma_{13} &= \frac{E \cdot h \cdot \Delta\Theta}{D} + \frac{P \cdot D}{D_3 - D} + 0,3 \Delta\sigma'_e = \\ &= \frac{1,76 \cdot 10^5 \cdot 130 \cdot 1,11 \cdot 10^{-3}}{1000} + \frac{7,0 \cdot 1000}{1340 - 1000} + 0,3 \cdot 15,43 = \\ &= 53,97 \text{ МПа};\end{aligned}$$

– на внутрішній поверхні втулки (5.91)

$$\begin{aligned}\Delta\sigma_{14} &= \frac{E \cdot h \cdot \Delta\Theta}{D} + \frac{P \cdot D}{D_3 - D} - 0,3 \Delta\sigma'_e = \\ &= \frac{1,76 \cdot 10^5 \cdot 130 \cdot 1,11 \cdot 10^{-3}}{1000} + \frac{7,0 \cdot 1000}{1340 - 1000} - 0,3 \cdot 15,43 = 44,71 \text{ МПа}.\end{aligned}$$

Прирошення окружних напружин у перерізі  $S_0$  конічної втулки фланця в робочих умовах обчислюємо за формулами:

– на зовнішній поверхні втулки (5.92)

$$\begin{aligned}\Delta\sigma_{23} &= \frac{P \cdot D}{2 \cdot \underbrace{C_0 - C}_7} + 0,3 f \cdot \Delta\sigma'_e = \frac{7,0 \cdot 1000}{2 \cdot \underbrace{7 - 2}_7} + 0,3 \cdot 15,43 = \\ &= 104,63 \text{ МПа};\end{aligned}$$

– на внутрішній поверхні втулки (5.93)

$$\Delta\sigma_{24} = \frac{P \cdot D}{2 \cdot \underbrace{C_0 - C}_7} - 0,3 f \cdot \Delta\sigma'_e = \frac{7,0 \cdot 1000}{2 \cdot \underbrace{7 - 2}_7} - 0,3 \cdot 15,43 = 95,37 \text{ МПа}.$$

Меридіональні та окружні напружини у перерізі  $S_1$  конічної втулки фланця в робочих умовах за формулами (5.98)-(5.101) складають:

$$\overline{\sigma}_{11}^p = \sigma_{11} + \Delta\sigma_{11} = 65,6 + 43,51 = 109,11 \text{ МПа};$$

$$\overline{\sigma}_{12}^p = \sigma_{12} + \Delta\sigma_{12} = -65,6 + 12,65 = -52,95 \text{ МПа};$$

$$\overline{\sigma}_{13}^p = \sigma_{13} + \Delta\sigma_{13} = 127,75 + 53,97 = 181,72 \text{ МПа};$$

$$\overline{\sigma}_{14}^p = \sigma_{14} + \Delta\sigma_{14} = 88,40 + 44,71 = 133,11 \text{ МПа}.$$

Умови статичної міцності фланця в перерізі  $S_1$ , які визначаються за формулами:

– при зтягненні з'єднання (5.96)

$$\begin{aligned} \sigma_{S1} &= \max \left\{ \frac{\sqrt{\sigma_{11}^2 + \sigma_{13}^2 - \sigma_{11} \cdot \sigma_{13}}}{\sqrt{\sigma_{12}^2 + \sigma_{14}^2 - \sigma_{12} \cdot \sigma_{14}}} \right\} = \\ &= \max \left\{ \frac{\sqrt{65,6^2 + 127,75^2 - 65,6 \cdot 127,75}}{\sqrt{\langle 65,6 \rangle^2 + \langle 8,40 \rangle^2 - \langle 65,6 \rangle \cdot \langle 8,40 \rangle}} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 110,6 \\ 133,8 \end{matrix} \right\} = \\ &= 133,8 \text{ МПа} < \bar{\sigma}_{S1}^{20} = 274,5 \text{ МПа} \end{aligned}$$

– і в робочих умовах (5.97)

$$\begin{aligned} \sigma_{S1} &= \max \left\{ \frac{\sqrt{\langle \sigma_{11}^p \rangle^2 + \langle \sigma_{13}^p \rangle^2 - \sigma_{11}^p \cdot \sigma_{13}^p}}{\sqrt{\langle \sigma_{12}^p \rangle^2 + \langle \sigma_{14}^p \rangle^2 - \sigma_{12}^p \cdot \sigma_{14}^p}} \right\} = \\ &= \max \left\{ \frac{\sqrt{109,11^2 + 181,72^2 - 109,11 \cdot 181,72}}{\sqrt{\langle 52,95 \rangle^2 + \langle 33,11 \rangle^2 - \langle 2,95 \rangle \cdot \langle 33,11 \rangle}} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 158,4 \\ 166,0 \end{matrix} \right\} = \\ &= 166,0 \text{ МПа} < \bar{\sigma}_{S1}^p = 217,5 \text{ МПа} \end{aligned}$$

виконуються.

Меридіональні та окружні напружини в перерізі товщиною  $S_0$  конічної втулки фланця в робочих умовах визначаємо за формулами (5.104)-(5.107):

$$\bar{\sigma}_{21}^p = \sigma_{21} + \Delta\sigma_{21} = 65,6 + 74,81 = 140,41 \text{ МПа};$$

$$\bar{\sigma}_{22}^p = \sigma_{22} + \Delta\sigma_{22} = -65,6 + 43,94 = -21,56 \text{ МПа};$$

$$\bar{\sigma}_{23}^p = \sigma_{23} + \Delta\sigma_{23} = 19,67 + 104,63 = 124,30 \text{ МПа};$$

$$\bar{\sigma}_{24}^p = \sigma_{24} + \Delta\sigma_{24} = -19,67 + 95,37 = 75,70 \text{ МПа}.$$

Умови статичної міцності приварних встик фланців у перерізі  $S_0$ :

– при зтягненні з'єднання (5.102)

$$\begin{aligned} \sigma_{S0} &= \max \left\{ \frac{\sqrt{\sigma_{21}^2 + \sigma_{23}^2 - \sigma_{21} \cdot \sigma_{23}}}{\sqrt{\sigma_{22}^2 + \sigma_{24}^2 - \sigma_{22} \cdot \sigma_{24}}} \right\} = \\ &= \max \left\{ \frac{\sqrt{65,6^2 + 19,67^2 - 65,6 \cdot 19,67}}{\sqrt{65,6^2 + 19,67^2 - 65,6 \cdot 19,67}} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 58,28 \\ 58,28 \end{matrix} \right\} = \\ &= 58,28 \text{ МПа} < \bar{\sigma}_{S0} = 590,5 \text{ МПа} \end{aligned}$$

– і в робочих умовах (5.103)

$$\begin{aligned} \sigma_{S0} &= \max \left\{ \frac{\sqrt{\sigma_{21}^p{}^2 + \sigma_{23}^p{}^2 - \sigma_{21}^p \cdot \sigma_{23}^p}}{\sqrt{\sigma_{22}^p{}^2 + \sigma_{24}^p{}^2 - \sigma_{22}^p \cdot \sigma_{24}^p}} \right\} = \\ &= \max \left\{ \frac{\sqrt{140,41^2 + 124,30^2 - 140,41 \cdot 124,30}}{\sqrt{21,56^2 + 75,70^2 - 21,56 \cdot 75,70}} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 133,07 \\ 88,52 \end{matrix} \right\} = \\ &= 133,07 \text{ МПа} \leq \bar{\sigma}_{S0} = 510 \text{ МПа} \end{aligned}$$

виконуються.

Допустимий кут повороту для приварних встик фланців в робочих умовах при діаметрі  $D \leq 2000$  мм складає  $\bar{\varphi} = 0,009$  рад.

Умова жорсткості фланцевого з'єднання (5.108)

$$\Theta + \Delta\Theta = 4,178 \cdot 10^{-3} + 1,11 \cdot 10^{-3} = 5,288 \cdot 10^{-3} < \bar{\varphi} = 0,013 \text{ рад}$$

виконується.

### Розрахунок фланцевого з'єднання на малоциклову утомленість

За графіком, наведеним на рисунку 5.4, при відношенні  $r/S_1 = 7/76 = 0,092$ , визначаємо коефіцієнт  $\alpha_\sigma = 3,25$ .

Головні напружини для приварних встик фланців визначаємо за формулами (5.110)-(5.112):

$$\sigma_1 = \alpha_\sigma \cdot \sigma_{11} = 3,25 \cdot 65,6 = 213,1 \text{ МПа};$$

$$\begin{aligned} \sigma_2 &= \max \left\{ \left| \frac{\sigma_{21}}{\sigma_{23}} \right|; \left| \sigma_{21} - \sigma_{23} \right| \right\} \max \left\{ \left| \frac{\sigma_{22}}{\sigma_{24}} \right|; \left| \sigma_{22} - \sigma_{24} \right| \right\} = \\ &= 65,6 \text{ МПа}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_3 &= \max \left\{ \left| \frac{1}{2} \sigma_{22} \right|; \left| \sigma_{24} \right|; \left| \sigma_{22} - \sigma_{24} \right| \right\} \\ &= \max \left\{ \frac{1}{2} 65,6; \left| -19,67 \right|; \left| -45,93 \right| \right\} = 65,6 \text{ МПа.}\end{aligned}$$

Розрахункову амплітуду зведених умовних пружних напружин при зтягненні фланцевого з'єднання визначаємо за формулою (5.109)

$$\sigma_a = 0,5 \max \left\{ \frac{1}{2} \sigma_1; \sigma_2; \sigma_3 \right\} = 0,5 \max \left\{ \frac{1}{2} 13,1; 65,6; 65,6 \right\} = 106,55 \text{ МПа.}$$

Прирошення напружин для приварних встик фланців визначаємо за формулами (5.117)-(5.119):

$$\Delta \sigma_1 = \alpha_\sigma \cdot \Delta \sigma_{11} = 3,25 \cdot 43,51 = 141,5 \text{ МПа;}$$

$$\begin{aligned}\Delta \sigma_2 &= \max \left\{ \left| \frac{1}{2} \Delta \sigma_{21} \right|; \left| \Delta \sigma_{23} \right|; \left| \Delta \sigma_{21} - \Delta \sigma_{23} \right| \right\} \\ &= \max \left\{ \frac{1}{2} 4,81; \left| 104,63 \right|; \left| -29,82 \right| \right\} = 104,63 \text{ МПа;}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta \sigma_3 &= \max \left\{ \left| \frac{1}{2} \Delta \sigma_{22} \right|; \left| \Delta \sigma_{24} \right|; \left| \Delta \sigma_{22} - \Delta \sigma_{24} \right| \right\} \\ &= \max \left\{ \frac{1}{2} 3,95; \left| 95,37 \right|; \left| -51,42 \right| \right\} = 95,37 \text{ МПа.}\end{aligned}$$

Розрахункову амплітуду зведених умовних пружних напружин в робочих умовах визначаємо за формулою (5.116)

$$\begin{aligned}\sigma_a^p &= 0,5 \max \left\{ \frac{1}{2} \sigma_1; \Delta \sigma_2; \Delta \sigma_3 \right\} \\ &= 0,5 \max \left\{ \frac{1}{2} 41,5; 104,63; 95,37 \right\} = 70,75 \text{ МПа.}\end{aligned}$$

Характеристики матеріалу А і Б (низьколегованої сталі марки 16ГС) визначаємо за таблицею 5.7:

$$A = 0,45 \cdot 10^5 \text{ МПа;}$$

$$B = 0,66 R_m^{20} - 0,43 R_e^{20} = 0,66 \cdot 440 - 0,43 \cdot 280 = 170 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт запасу міцності по числу циклів навантаження складає  $n_N = 10$ ; коефіцієнт запасу міцності по напружинах –  $n_\sigma = 2$ .

Умовну амплітуду напружин при зтягненні фланцевого з'єднання визначаємо за формулою (5.124)

$$\bar{\sigma}_a = \max \left\{ \sigma_a; \frac{B}{n_\sigma} \right\} = \max \left\{ 106,55; \frac{170}{2} \right\} = 106,55 \text{ МПа.}$$

Кількість збирань фланцевого з'єднання за весь термін служби

платуції –  $N_p = 2 \cdot 10^3$ .

Допустиму кількість збирань фланцевого з'єднання визначаємо при температурі збирання  $t_3 = 20^\circ\text{C}$  за формулою (5.123)

$$\begin{aligned} N_z^- &= \frac{1}{n_N} \cdot \left( \frac{A}{\frac{\bar{\sigma}_a}{n_\sigma} - \frac{B}{n_\sigma}} \cdot \frac{2300-t}{2300} \right)^2 = \\ &= \frac{1}{10} \cdot \left( \frac{0,45 \cdot 10^5}{106,55 - \frac{170}{2}} \cdot \frac{2300-20}{2300} \right)^2 = 4,28 \cdot 10^7. \end{aligned}$$

Умовну амплітуду напружин для робочих умов визначаємо за формулою (5.126)

$$\bar{\sigma}_a^p = \max \left\{ \sigma_a^p; \frac{B}{n_\sigma} \right\} = \max \left\{ 70,75; \frac{170}{2} \right\} = 85 \text{ МПа.}$$

Допустиме число циклів зміння режимів експлуатації при розрахунковій температурі визначаємо за формулою (5.125)

$$N_p^- = \frac{1}{n_N} \cdot \left( \frac{A}{\frac{\bar{\sigma}_a^p}{n_\sigma} - \frac{B}{n_\sigma}} \cdot \frac{2300-t}{2300} \right)^2 = \frac{1}{10} \cdot \left( \frac{0,45 \cdot 10^5}{85 - \frac{170}{2}} \cdot \frac{2300-250}{2300} \right)^2 = \infty$$

Умова міцності для заданої кількості циклів навантажень (5.127)

$$\frac{N_z}{N_z^-} + \frac{N_p}{N_p^-} = \frac{1,5 \cdot 10^3}{4,19 \cdot 10^7} + \frac{2 \cdot 10^3}{\infty} = 4,2 \cdot 10^{-4} \leq 1$$

виконується.

## ДОДАТОК А

### Межі застосування фланців посудин і апаратів

Таблиця А.1

Тиск номінальний $P_N$ , МПа	Марка сталі фланця	Розрахунковий тиск $P$ , МПа, при температурі $t$ , °С											
		до 100	200	250	300	350	400	425	450	475	500	520	540
0,3	20, 20К	0,3	0,29	0,25	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-
	09Г2С, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 10Г2С1, 10Г2, 09Г2		0,28	0,27	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-
	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т					0,26	-	-	-	-	-	-	-
	08Х22Н6Т, 06ХН28МДТ,		0,27	0,25	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-
					0,24	-	-	-	-	-	-	-	
0,6	20, 20К	0,6	0,57	0,51	0,46	0,45	0,38	0,35	0,26	0,20	-	-	-
	09Г2С, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 10Г2С1		0,55	0,54	0,50	0,46	0,39	0,33					
	10Г2, 09Г2						0,34						
	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т		0,53	0,52	0,50	0,49	0,45	0,43	0,41	0,37	0,34	0,30	

Продовження таблиці А.1

Тиск номінальний $P_N$ , МПа	Марка сталі фланця	Розрахунковий тиск $P$ , МПа, при температурі $t$ , °С											
		до 100	200	250	300	350	400	425	450	475	500	520	540
0,6	08Х22Н6Т	0,6	0,56	0,51	0,46	-	-	-	-	-	-	-	-
	06ХН28МДТ		0,48		0,47	0,45							
	15ХМ		0,60	0,58	0,57	0,55	0,53	0,52	0,51	0,41	0,39	0,39	0,22
	15Х5М		0,57	0,54	0,51	0,48	0,45	0,43	0,40	0,37	0,34	0,28	0,23
1,0	20, 20К	1,0	0,95	0,85	0,77	0,73	0,63	0,58	0,43	0,33	-	-	-
	09Г2С, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 10Г2С1		0,93	0,91	0,84	0,77	0,66	0,56					
	10Г2, 09Г2						0,58	0,54					
	12Х18Н10Т 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т		0,92	0,88	0,86	0,84	0,82	0,76	0,72	0,69	0,62	0,56	0,50
	08Х22Н6Т		0,94	0,85	0,77	-	-	-	-	-	-	-	-
	06ХН28МДТ		0,90		0,80	0,78	0,75	-	-	-	-	-	-
	15ХМ		0,99	0,96	0,95	0,92	0,89	0,86	0,85	0,75	0,65	0,64	0,37
	15Х5М		0,95	0,90	0,85	0,81	0,74	0,71	0,67	0,62	0,57	0,47	0,38
1,6	20, 20К	1,6	1,52	1,40	1,33	1,17	1,01	0,94	0,69	0,53	-	-	-
	09Г2С, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 10Г2С1		1,48	1,45	1,34	1,23	1,05	0,89	-	-	-	-	-



Продовження таблиці А.1

Тиск номінальний $P_N$ , МПа	Марка сталі фланця	Розрахунковий тиск $P$ , МПа, при температурі $t$ , °С											
		до 100	200	250	300	350	400	425	450	475	500	520	540
1,6	10Г2, 09Г2	1,6	1,48	1,45	1,34	1,23	0,92	0,87	-	-	-	-	-
	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т		1,47	1,44	1,36	1,32	1,29	1,20	1,15	1,10	0,99	0,90	0,80
	08Х22Н6Т		1,51	1,36	1,23	-	-	-	-	-	-	-	-
	06ХН28МДТ		1,44	1,36	1,28	1,24	1,19	-	-	-	-	-	-
	15ХМ		1,60	1,49	1,43	1,35	1,42	1,40	1,37	1,15	0,96	0,72	0,59
	15Х5М		1,52	1,44	1,36	1,29	1,19	1,15	1,07	1,01	0,91	0,78	0,53
2,5	20, 20К	2,5	2,38	2,32	2,09	1,87	1,60	1,46	-	-	-	-	-
	09Г2С, 16ГС		2,31	2,26		1,90	1,64	1,40	1,08	0,83			
	10Г2, 09Г2						1,44	1,36					
	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т		2,32	2,25	2,15	2,10	2,05	1,90	1,80	1,72	1,55	1,40	1,25
	08Х22Н6Т		2,36	2,12	1,92	-	-	-	-	-	-	-	-
	06ХН28МДТ		2,25		1,99	1,94	1,87						
	15ХМ		2,50	2,49	2,40	2,32	2,25	2,12	1,95	1,80	1,50	1,12	0,83
	15Х5М		2,38	2,25	2,13	2,00	1,80	1,67	1,57	1,43	1,22	-	-

## Продовження таблиці А.1

Тиск номінальний $P_N$ , МПа	Марка сталі фланця	Розрахунковий тиск $P$ , МПа, при температурі $t$ , °С												
		до 100	200	250	300	350	400	425	450	475	500	520	540	
4,0	20, 20К	4,0	3,83	3,72	3,35	2,99	2,59	2,34	1,73	1,33	-	-	-	
	09Г2С, 16ГС		3,70	3,60		3,07	2,62	2,25						
	10Г2, 09Г2						2,30	2,17						
	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т		3,70	3,52	3,40	3,25	3,00	2,88	2,68	2,52	2,28	1,96	1,32	
	08Х22Н6Т		3,77	-	3,08	-	-	-	-	-	-	-	-	
	06ХН28МДТ		3,59		3,20	3,10	2,98							
	15ХМ		4,00	4,00	3,90	3,67	3,55	3,45	3,12	2,28	2,40	1,80	1,32	
	15Х5М		3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,88	2,68	2,52	2,28	1,96		
6,3	20, 20К	6,0	6,00	5,76	5,38	4,69	4,06	3,75	2,78	2,13	-	-	-	
	09Г2С, 16ГС		5,83	5,80	5,33		4,13	3,50						
	10Г2, 09Г2						-	-						
	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т		5,94	5,76	5,55	5,37	5,25	4,86	4,61	4,42	3,97	3,58	3,20	
	08Х22Н6Т			5,35	4,85	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15ХМ		6,26	6,26	6,23	5,95	5,76	5,44	5,00	4,60	3,84	2,88	2,10	
	15Х5М		6,08	5,76	5,45	5,12	4,80	4,60	4,28	4,03	3,65	3,14		

Закінчення таблиці А.1

Тиск номінальний $P_N$ , МПа	Марка сталі фланця	Розрахунковий тиск $P$ , МПа, при температурі $t$ , °С											
		До 100	200	250	300	350	400	425	450	475	500	520	540
8,0	20, 20К	8,0	7,00	6,80	6,00	5,50	5,00	4,20	3,20	-	-	-	-
	16ГС		7,40	7,25	6,50	6,00	5,25	4,40					
	10Г2						4,60	4,30					
	15ХМ		8,00	8,00	7,60	7,34	7,00	6,40	6,00	5,60	4,50	3,90	2,50
	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т		7,00	6,80	6,50	6,40	6,00	6,0	5,84	5,75	5,6	5,2	4,8
10,0	20, 20К	10,0	9,0	8,6	7,7	7,0	6,3	5,2	4,1	-	-	-	-
	16ГС												
	10Г2		10,0	10,0	9,5	8,8	8,5	8,0	7,5	7,0	6,0	4,5	3,2
	15ХМ												
	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т												
16,0	20, 20К	16,0	15,3	14,9	13,4	12,0	10,9	6,2	8,6	-	-	-	-
	16ГС		14,8	14,5	-	12,3	9,2	8,7	-	-	-	-	-
	10Г2		16,0	16,0	15,9	14,0	13,6	12,5	12,0	11,2	9,1	7,8	5,1
	15ХМ												
	12Х18Н10Т, 08Х18Н10Т												

**ДОДАТОК Б**  
**Конструкція і розміри сталевих фланців посудин та апаратів**  
**Фланці плоскі приварні [29]**

Конструкція та розміри фланців наведені на рисунках Б.1-Б.15 і в таблиці Б.1.

Позначення на рисунках Б.1-Б.15:

$H = 150$  мм;

$h = S$ , але не менше 15 мм.

Для фланців з пазом (виповнення 2, 7, 12) при застосуванні прокладки з фторопласту-4 розмір  $D_3$  дорівнює  $D_5$ , а розмір  $a = a_1 + 0,6$  мм.

Маса фланців наведена в таблиці Б.2.

Приклад умовного позначення фланця виповнення 1 діаметром  $D = 1200$  мм на умовний тиск  $PN 0,6$  МПа при висоті втулки  $H = 150$  мм зі сталі марки 20:

**Фланець 1-1200-0,6-150 Ст 20 ГОСТ 28759.2-90.**

Те ж, для фланця з прокладкою з фторопласту:

**Фланець 1-1200-0,6-150 Ф Ст 20 ГОСТ 28759.2-90.**

При замовленні фланця без втулки висота втулки в позначенні не вказується.

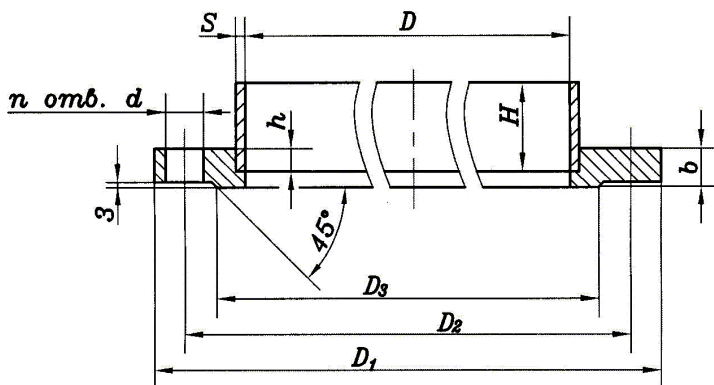


Рисунок Б.1 – Фланець плоский приварний з гладкою ущільнювальною поверхнею (виповнення 1)

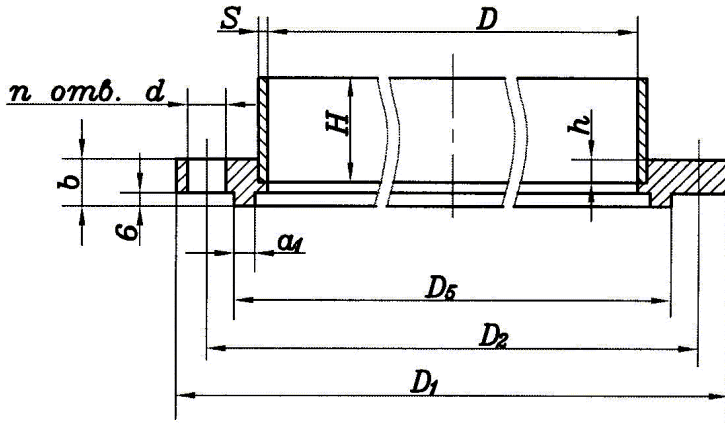


Рисунок Б.2 – Фланец плоский приварный с шипом (выполнения 3)

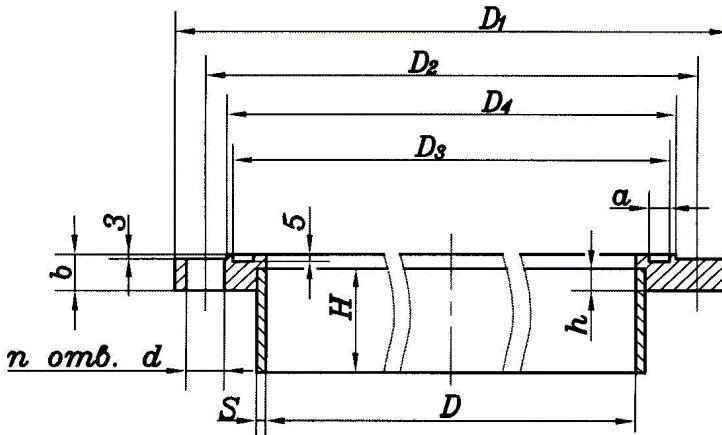


Рисунок Б.3 – Фланец плоский приварный с пазом (выполнения 2)

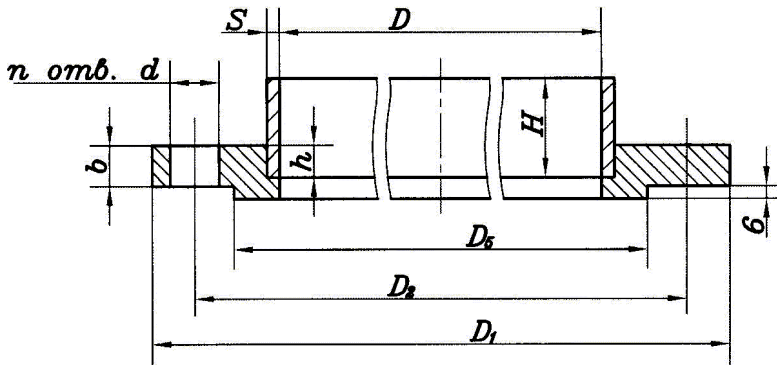


Рисунок Б.4 – Фланец плоский приварный з виступом (виповнення 5)

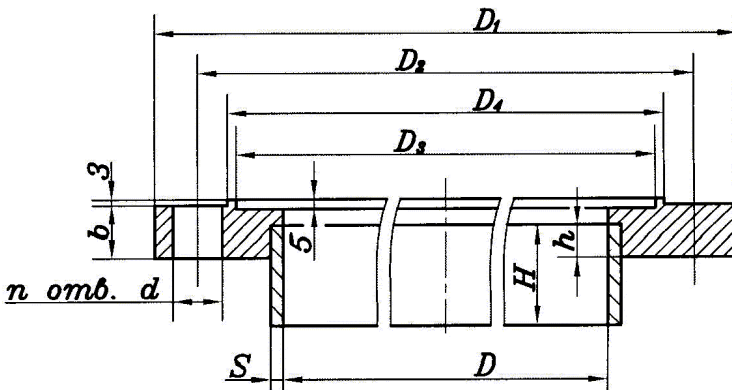


Рисунок Б.5 – Фланец плоский приварний із западиною (виповнення 4)

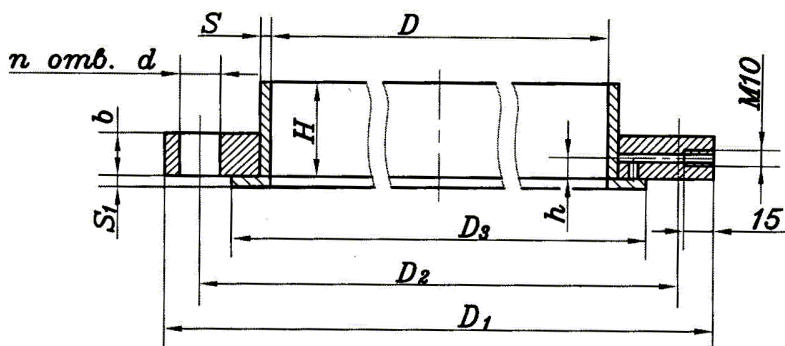


Рисунок Б.6 – Фланец плоский приварный з гладкою ущільнювальною поверхню, облицьований листом з корозійностійкої сталі (випонення б)

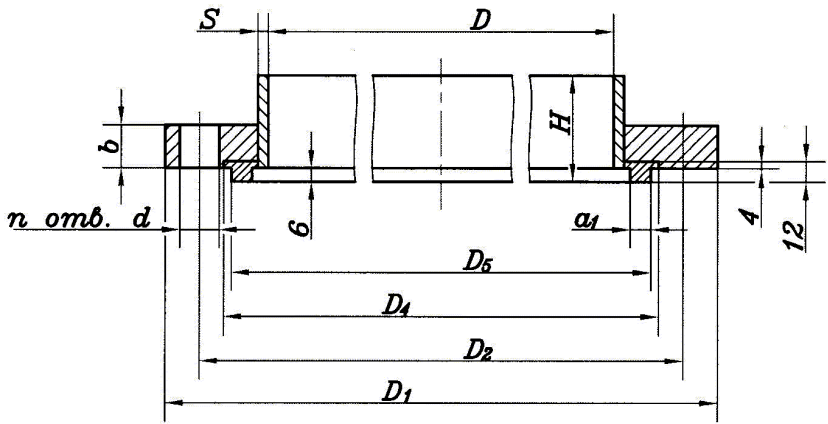


Рисунок Б.7 – Фланец плоский приварный із шипом, облицюваний листом з корозійностійкої сталі (виповнення 8)

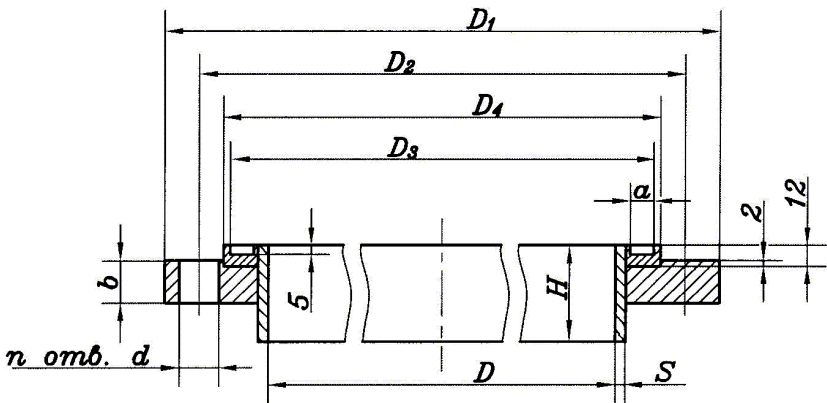


Рисунок Б.8 – Фланец плоский приварний з пазом, облицюваний листом з корозійностійкої сталі (виповнення 7)



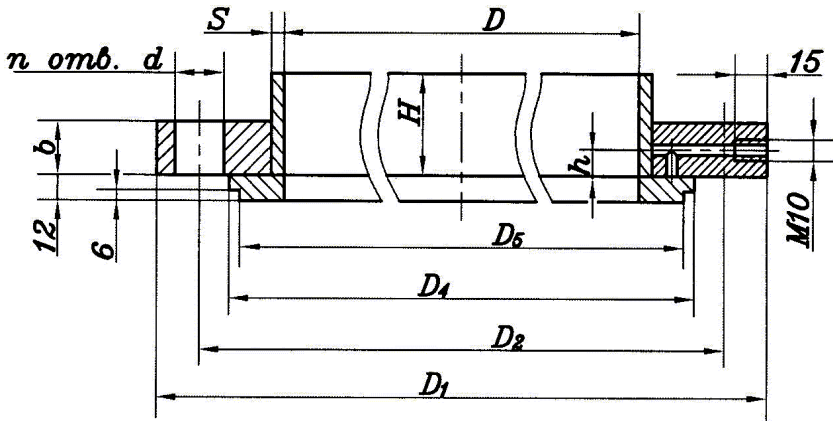


Рисунок Б.9 – Фланец плоский приварний з виступом, облицьований листом з корозійностійкої сталі (виповнення 10)

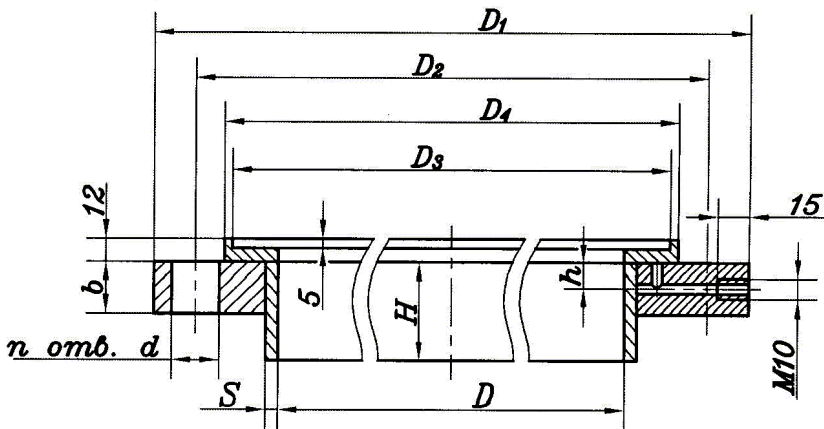


Рисунок Б.10 – Фланец плоский приварний із западиною, облицьований листом з корозійностійкої сталі (виповнення 9)

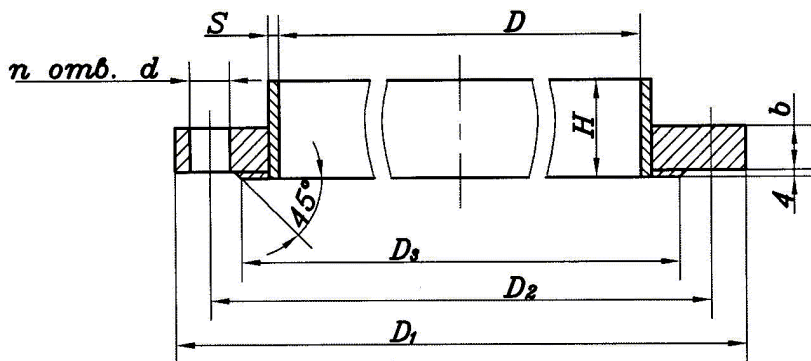


Рисунок Б.11 – Фланец плоский приварный з гладкою ущільнювальною поверхнею, наплавлений корозійностійкою сталлю (виповнення 11)

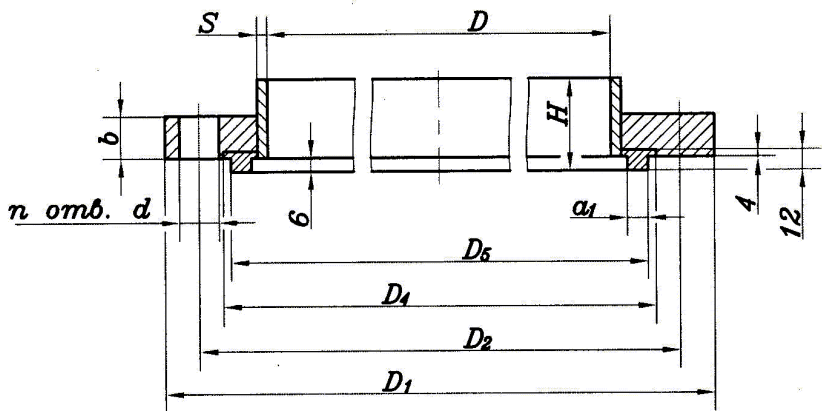


Рисунок Б.12 – Фланец плоский приварный з шипом, наплавлений корозійностійкою сталлю (виповнення 13)

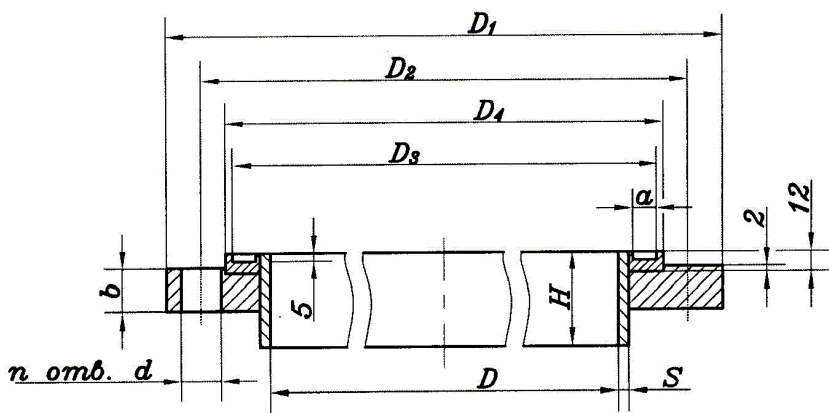


Рисунок Б.13 – Фланец плоский приварний з пазом, наплавлений корозійностійкою сталлю (виповнення 12)

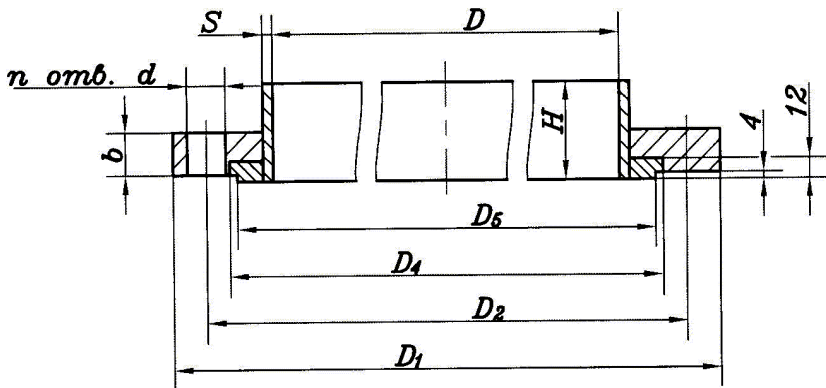


Рисунок Б.14 – Фланец плоский приварный з виступом, наплавлений корозійностійкою сталлю (виповнення 15)

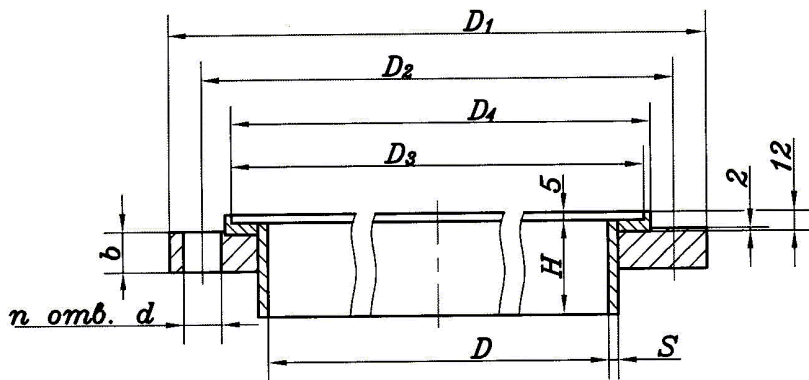


Рисунок Б.15 – Фланец плоский приварный із западиною, наплавлений корозійностійкою сталлю (виповнення 14)

Таблиця Б.1 – Розміри сталевих плоских приварних фланців посудин та апаратів

Розміри в міліметрах

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$a$	$D_5$	$a_1$	$b$	$S$	$d$	Болти (шпильки)		Тиск номінальний $P_N$ , МПа
											діаметр	кількість	
400	520	480	444	452	13,5	443	12	25	6	23	M20	16	0,6
	535	495	458	466		457		30	8			20	1,0
								35				1,6	
500	620	580	544	552	14	543	12	25	8	23	M20	20	0,6
	640	600	564	572		663		35	10			24	1,0
								40				1,6	
600	720	680	644	652	14	643	12	25	8	23	M20	20	0,3
	740	700	664	672		663		30	10			24	0,6
								35				1,0	
800	920	880	842	852	14	841	12	40	10	23	M20	28	1,6
	945	905	866	876		865		50	12			28	0,3
								25				8	32
1000	1130	1090	1052	1062	15,5	1050	13	30	8	23	M20	36	0,3
	1145	1105	1066	1076		1064		40	12			40	0,6
								50				1,0	
1200	1330	1290	1248	1260	15,5	1246	13	65	12	23	M20	44	1,6
								35	8			44	0,3
								45				0,6	

## Продовження таблиці Б.1

Розміри в міліметрах

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$a$	$D_5$	$a_1$	$b$	$S$	$d$	Болти (шпильки)		Тиск номінальний $P_N$ , МПа
											діаметр	кількість	
1200	1350	1310	1268	1280	15,5	1266	13	60	12	23	M20	56	1,0
								75	14				1,6
1400	1530	1490	1448	1460	15,5	1446	13	35	8	23	M20	68	0,3
								50	10				0,6
	1550	1510	1470	1484		1468		60	14				1,0
								80	14				1,6
1600	1730	1690	1648	1660	17,5	1645	14	35	10	27	M24	60	0,3
								55	10				0,6
	1780	1730	1682	1696		1679		70	16				1,0
								85	16				1,6
1800	1930	1890	1848	1860	17,5	1845	14	40	10	23	M20	68	0,3
								60	10				0,6
	1980	1930	1882	1896		1879		80	16				1,0
								95	16				1,6
2000	2130	2090	2046	2060	21,5	2043	18	50	10	27	M24	84	0,3
								70	12				0,6
	2185	2135	2086	2100		2083		85	16				1,0
								100	18				1,6
2200	2330	2290	2246	2260	17,5	2243	14	55	10	23	M20	72	0,3
								70	12				0,6

## Закінчення таблиці Б.1

Розміри в міліметрах

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$a$	$D_5$	$a_1$	$b$	$S$	$d$	Болти (шпильки)		Тиск номінальний $P_N$ , МПа
											діаметр	кількість	
2200	2385	2335	2286	2300	21,5	2283	18	90	18	27	M24	88	1,0
								100	20			104	1,6
2400	2530	2490	2446	2460	17,5	2443	14	60	10	23	M20	80	0,3
								80	12			88	0,6
	2595	2540	2490	2505	21,5	2487	18	100	18	30	M27	92	1,0
	2610	2550	2496	2510				130	20			33	M30
2600	2750	2705	2656	2670	22	2653	18	65	10	27	M24	84	0,3
								95	12			88	0,6
	2800	2745	2695	2710	2692	115	18	30	M27	96	1,0		
2800	2950	2905	2856	2870	22	2853	18	65	12	27	M24	88	0,3
								105	12			92	0,6
3000	3000	2945	2895	2910	22	2852	18	120	20	30	M27	108	1,0
								70	12			27	M24
	3150	3105	3066	3070	3053	115	12	27	M24	100	0,6		
3200	3220	3160	3106	3120	22	3103	18	135	20	33	M30	96	1,0
								80	12			27	M24
	3350	3305	3256	3270	3253	130	12	27	M24	108	0,6		
	3420	3360	3306	3320	27	3303	23	145	20	33	M30	104	1,0
3400	3580	3580	3466	3480	22	3463	18	95	12	33	M30	88	0,3
3600	3780	3780	3666	3680		3663		105				92	
3800	3980	3980	3866	3880		3863		115				96	
4000	4180	4180	4066	4080		23		4063				125	

Таблиця Б.2 – Маса сталевих плоских приварних фланцев и втулки посудин та апаратів

Розміри в міліметрах

Діаметр апарата <i>D</i>	Тиск номінальний <i>P<sub>N</sub></i> , МПа	Виповнення фланця															Втулка
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		Маса, кг															
400	0,6	13,4	12,9	15,6	14,9	12,1	15,6	16,8	16,6	16,3	17,2	12,4	15,6	15,4	15,5	15,5	9,0
	1,0	18,7	18,1	20,9	20,3	17,3	21,4	22,5	21,9	21,7	22,9	17,1	20,9	20,3	20,5	20,7	12,0
	1,6	22,3	21,7	24,5	23,9	20,9	24,6	25,6	25,0	24,8	26,0	20,2	24,1	23,4	23,7	23,9	
500	0,6	15,9	15,2	18,5	17,7	14,3	18,8	19,7	19,5	19,2	20,3	14,4	18,1	18,0	18,0	18,0	15,0
	1,0	28,5	27,7	31,2	30,3	26,7	31,5	33,0	32,0	31,8	33,5	25,9	31,0	29,9	30,3	30,7	
	1,6	32,6	31,9	35,3	34,5	30,9	35,4	36,0	35,0	34,8	36,5	28,9	33,8	32,8	33,2	33,5	18,8
600	0,3	19,0	18,2	22,1	21,2	17,1	22,5	23,5	23,3	22,9	24,2	17,2	21,5	21,4	21,5	21,4	17,9
	0,6	23,2	22,3	26,3	25,3	21,3	26,0	27,1	26,9	26,5	27,7	20,8	25,1	25,0	25,1	25,0	
	1,0	33,0	32,1	36,2	35,2	31,0	37,0	37,6	36,5	36,3	38,3	29,4	35,0	34,0	34,4	34,7	22,5
	1,6	38,3	37,4	41,5	40,5	36,3	41,5	42,2	41,1	40,8	42,9	33,9	39,6	38,6	39,0	39,3	
800	0,3	24,6	23,5	28,6	27,4	22,0	28,9	30,4	30,2	29,8	31,2	22,1	27,8	27,7	27,9	27,6	23,8
	0,6	35,9	34,8	39,9	38,8	33,3	38,7	40,2	39,9	39,5	40,9	31,9	37,6	37,5	37,7	37,3	
	1,0	51,5	50,4	55,7	54,5	48,8	55,9	57,1	55,4	55,2	57,9	45,6	53,5	51,8	52,6	52,9	29,9
	1,6	72,3	71,2	76,5	75,3	69,6	73,5	73,3	71,6	71,4	74,1	61,8	69,3	68,0	68,6	68,8	36,0
1000	0,3	41,5	39,9	46,7	45,1	38,2	47,0	49,2	48,4	47,9	50,2	37,5	45,6	44,9	45,3	45,2	29,8
	0,6	56,7	55,1	61,8	60,2	53,4	60,2	61,1	60,3	59,8	62,1	49,4	57,0	56,7	56,9	56,7	37,3
	1,0	80,9	79,3	86,2	84,6	77,5	83,8	83,4	81,5	81,2	84,4	69,4	78,4	77,1	77,7	77,8	44,9
	1,6	107,5	105,9	112,8	111,2	104,2	105,9	105,5	103,6	103,3	106,5	91,5	100,5	99,2	99,8	99,9	
1200	0,3	58,4	56,6	64,7	62,9	54,3	63,4	66,1	65,4	64,9	67,2	52,4	61,9	61,3	61,8	61,2	35,7
	0,6	76,4	74,6	82,6	80,8	72,3	78,6	79,9	79,1	78,6	80,9	66,1	75,1	74,9	75,3	74,2	44,7
	1,0	121,1	119,3	127,5	125,6	117,0	121,4	121,2	118,7	118,5	122,3	103,7	115,2	113,1	114,2	114,1	53,8
	1,6	152,8	151,0	159,2	157,4	148,7	146,1	143,9	141,4	141,2	145,0	126,4	137,3	135,7	136,6	136,3	62,8



Продовження таблиці Б.2

Розміри в міліметрах

Діаметр апарата <i>D</i>	Тиск номінальний <i>PN</i> , МПа	Виповнення фланця															Втулка
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		Маса, кг															
1400	0,3	68,0	65,9	75,3	73,2	63,3	73,7	76,9	76,1	75,4	78,1	60,9	72,0	71,3	71,9	71,2	41,6
	0,6	99,2	97,1	106,4	104,3	94,4	99,9	101,5	100,6	100,0	102,7	85,5	95,9	95,7	96,1	95,2	52,0
	1,0	138,5	136,5	145,8	143,7	133,8	138,4	136,2	132,8	132,7	137,2	115,1	128,3	125,8	127,3	126,7	73,2
	1,6	188,6	186,6	195,9	193,8	183,9	178,7	176,5	173,1	173,1	177,5	155,4	168,6	166,2	167,7	167,1	
1600	0,3	75,4	72,7	83,9	81,3	70,0	82,2	83,6	83,2	82,3	85,3	65,8	77,2	77,6	77,9	76,6	59,5
	0,6	124,9	122,1	133,4	130,7	119,4	123,7	125,1	124,7	123,8	126,8	107,3	118,7	119,1	119,4	118,2	
	1,0	225,2	225,5	234,9	232,4	218,6	223,0	216,2	211,6	211,5	217,7	188,1	206,0	202,5	204,5	204,1	95,6
	1,6	273,8	271,1	283,5	281,0	267,2	262,0	255,3	250,6	250,6	256,7	227,1	245,0	241,5	243,5	243,1	
1800	0,3	98,7	95,6	108,3	105,3	92,6	104,1	105,6	105,2	104,2	107,5	85,7	98,4	98,2	99,2	97,8	66,9
	0,6	153,6	150,4	163,1	160,1	147,4	150,0	151,5	151,1	150,1	153,4	131,6	144,3	144,8	145,1	143,7	
	1,0	287,5	284,4	298,3	295,5	280,1	277,7	270,1	264,9	264,9	271,8	238,6	258,6	254,7	256,9	256,5	107,4
	1,6	344,7	341,7	355,6	352,7	337,3	324,2	316,6	311,4	311,4	318,3	285,1	305,1	301,2	303,4	303,0	
2000	0,3	140,4	137,1	151,1	148,0	133,5	141,0	143,2	142,8	141,8	145,0	120,9	135,2	135,8	136,4	134,2	74,3
	0,6	199,7	196,4	210,4	207,3	192,8	187,3	187,1	186,7	185,8	188,9	164,9	178,2	179,5	179,8	177,3	89,2
	1,0	353,7	349,4	367,0	362,6	345,4	340,5	330,8	326,5	325,4	333,6	295,4	317,7	314,8	316,3	316,2	119,3
	1,6	414,5	410,1	427,8	423,4	406,2	385,2	371,1	366,9	367,7	373,9	335,8	357,1	355,0	356,2	355,8	134,3
2200	0,3	171,4	167,8	183,1	179,7	163,8	169,3	171,7	171,2	170,2	173,7	147,2	162,9	163,5	164,2	161,8	81,7
	0,6	218,8	215,2	230,6	227,1	211,2	205,1	204,9	204,5	203,4	206,9	180,5	195,1	196,6	196,9	194,1	98,1
2200	1,0	411,5	406,7	426,1	421,3	402,5	389,1	373,5	368,9	367,7	376,7	334,9	358,2	355,9	357,2	356,7	147,6
	1,6	451,0	446,2	465,6	460,7	441,9	414,1	393,8	389,2	387,9	396,9	355,1	377,3	375,9	376,9	376,1	164,0

## Продовження таблиці Б.2

Розміри в міліметрах

Діаметр апарата $D$	Тиск номінальний $P_N$ , МПа	Виповнення фланця															Втулка
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		Маса, кг															
2400	0,3	204,7	200,7	217,4	213,7	196,4	199,4	202,0	201,5	200,4	204,1	175,4	192,5	193,1	193,8	191,2	89,1
	0,6	274,6	270,6	287,3	283,6	266,3	252,4	252,2	251,7	250,6	154,4	225,6	241,5	243,1	243,5	240,5	107,0
	1,0	570,4	565,2	587,8	582,5	559,1	542,2	523,4	516,0	515,5	526,8	475,7	506,0	501,1	503,5	503,9	160,9
	1,6	737,4	732,1	754,8	749,4	726,1	668,9	644,3	637,5	636,4	647,8	596,6	625,8	621,8	623,8	623,9	178,9
2600	0,3	277,9	272,1	294,3	288,6	267,9	273,2	275,3	275,7	273,3	279,0	242,6	264,2	265,4	265,5	263,7	96,5
	0,6	411,2	405,5	427,7	422,0	401,3	380,6	378,0	379,5	377,0	382,8	346,3	366,7	368,8	368,6	366,4	115,8
	1,0	676,0	670,3	693,8	688,2	664,8	626,3	606,5	599,3	598,2	610,1	556,3	587,7	582,5	585,2	582,3	174,2
2800	0,3	297,2	291,0	314,8	308,8	286,5	289,1	287,4	287,9	285,3	291,5	252,2	274,2	276,5	276,2	273,8	124,8
	0,6	492,1	485,9	509,7	503,7	481,4	450,8	449,0	449,6	446,9	453,1	413,9	435,8	438,1	437,9	435,4	
	1,0	753,6	747,4	772,7	766,7	741,5	685,8	657,7	649,9	648,9	661,7	603,8	636,1	631,7	634,2	633,8	
3000	0,3	344,8	338,2	363,7	357,2	333,4	331,7	329,8	330,4	327,6	334,2	292,2	315,7	318,2	317,9	315,3	133,6
	0,6	577,9	571,3	596,8	590,3	566,5	254,7	522,8	523,4	520,6	527,2	485,2	508,7	511,1	510,9	508,3	
	1,0	1016	1009	1037	1031	1002	930,2	896,4	885,8	884,8	900,8	832,6	872,4	864,7	868,3	869,5	
3200	0,3	442,7	415,6	442,8	435,8	410,5	399,1	397,1	397,8	394,8	401,8	357,1	382,0	384,7	384,4	381,7	142,5
	0,6	698,3	691,2	718,4	711,4	686,1	627,2	625,2	625,8	622,8	629,9	585,2	610,1	612,8	612,5	609,7	
	1,0	1162	1153	1188	1178	1147	1055	1017	1010	1007	1024	951,1	991,4	987,6	989,0	990,3	
3400	0,3	649,4	641,9	673,4	666,1	633,8	617,0	614,9	613,1	610,3	619,9	563,7	598,0	597,5	598,4	596,8	151,4
3600	0,3	763,0	755,0	788,4	780,6	746,5	718,0	715,7	713,7	710,8	721,0	661,6	697,8	697,3	698,3	696,5	160,3
3800	0,3	884,9	876,4	911,6	903,4	867,5	826,1	823,7	821,6	818,5	829,2	766,6	804,8	804,2	805,3	803,4	169,1
4000	0,3	1012	1003	1040	1031	993,5	937,9	935,4	933,2	930,0	941,3	875,4	915,6	914,9	916,1	914,1	178,0

### **Фланці приварні встик [30]**

Конструкція та розміри фланців наведені на рисунках Б.16-Б.27 і в таблицях Б.3-Б.4.

При застосування прокладки з фторопласту-4 (таблиця Б.3) розмір  $D_3$  слід приймати рівним  $D_5$ , а розмір  $a = a_1 + 6$  мм.

Приклад умовного позначення фланця виповнення 1, діаметром 1200 мм на номінальний (умовний) тиск  $PN$  5 МПа зі сталі марки 12Х18Н10Т:

***Фланець 1-1200-2,5-12Х18Н10Т ГОСТ 28759.3-90.***

Те ж, для фланця з прокладкою з фторопласту:

***Фланець 1-1200-2,5-Ф-12Х18Н10Т ГОСТ 28759.3-90.***

Приклад умовного позначення фланця апарата із зовнішнім базовим діаметром 720 мм, виповнення 1 на номінальний (умовний) тиск 2,5 МПа зі сталі марки 12Х18Н10Т:

***Фланець 1-720-2,5-12Х18Н10Т ГОСТ 28759.3-90.***

Маса фланців наведена в таблиці Б.5.

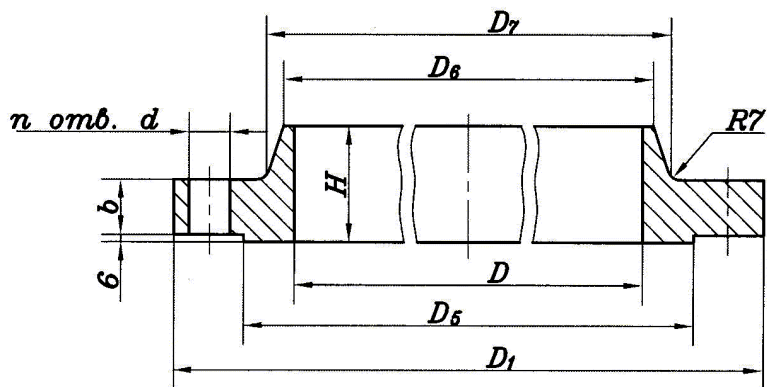


Рисунок Б.16 – Фланец приварний встик з виступом (виповнення 2)

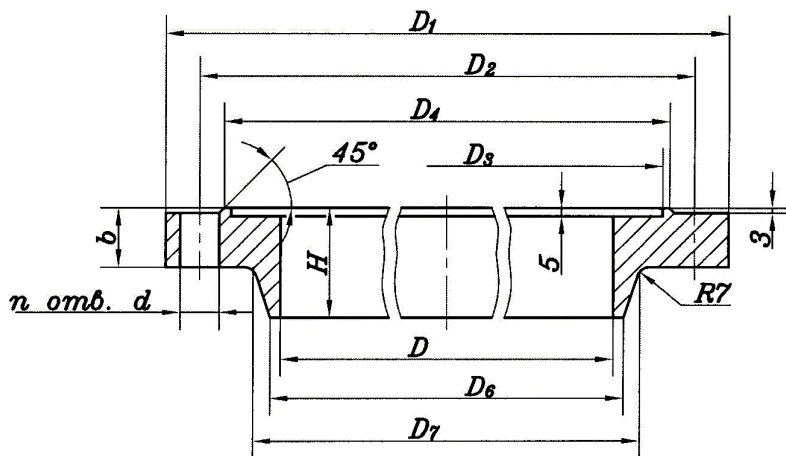


Рисунок Б.17 – Фланец приварний встик із западиною (виповнення 1)

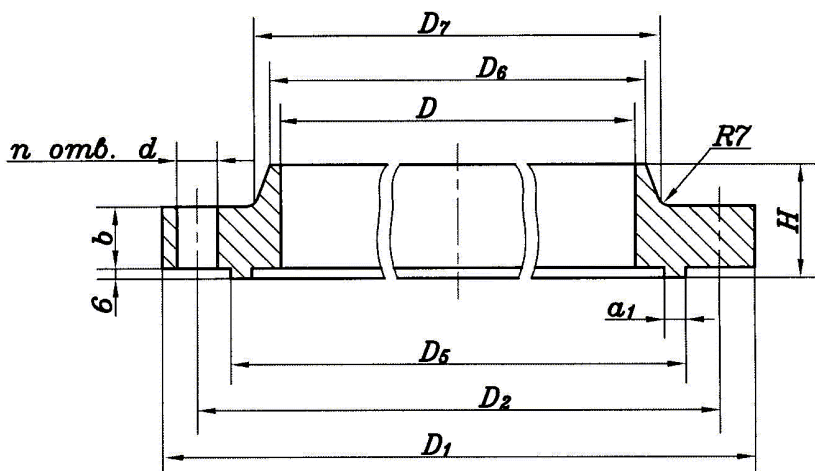


Рисунок Б.18 – Фланец приварный встик з шипом (виповнення 4)

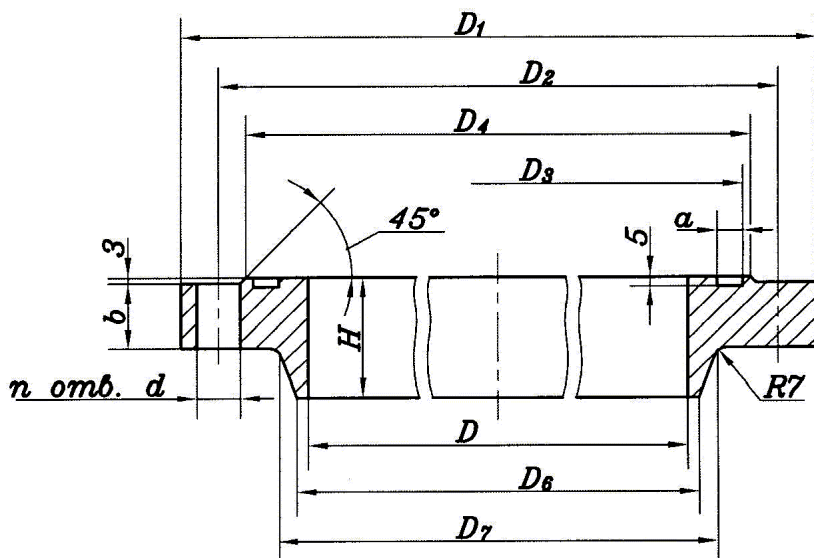


Рисунок Б.19 – Фланец приварний встик з пазом (виповнення 3)

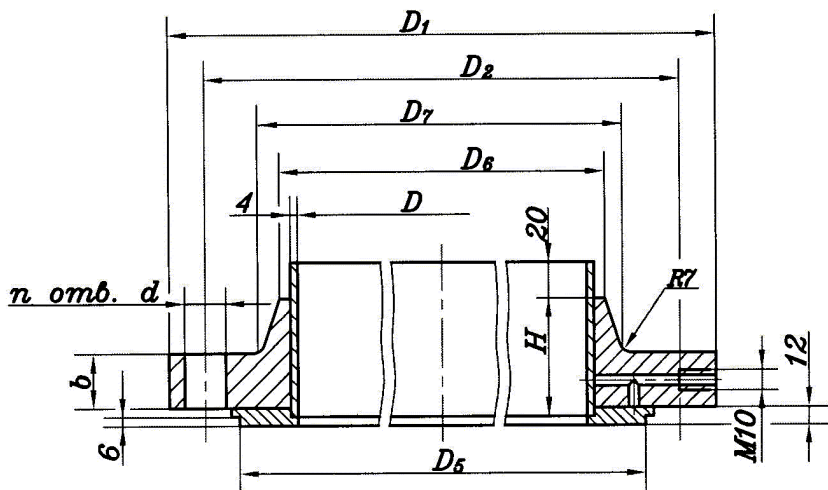


Рисунок Б.20 – Фланец приварний встик з виступом, облицьований листом з корозійностійкої сталі (виповнення 6)

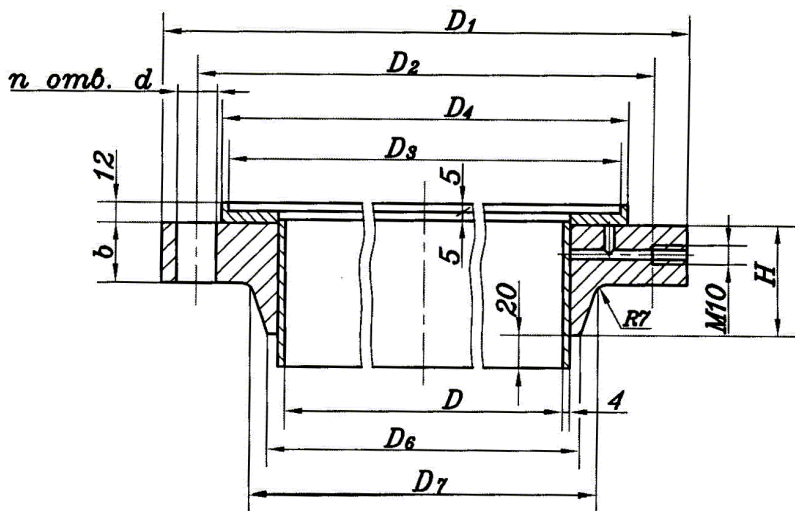


Рисунок Б.21 – Фланец приварний встик із западиною, облицьований листом з корозійностійкої сталі (виповнення 5)

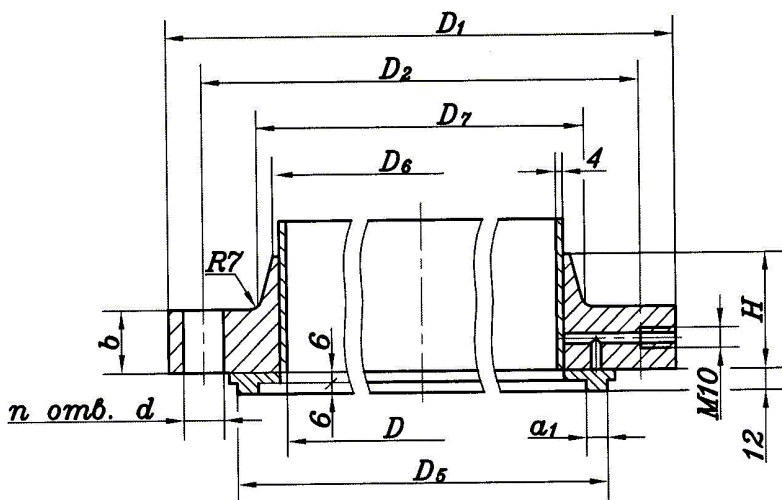


Рисунок Б.22 – Фланец приварний встик з шипом, облицований листом із корозійностійкої сталі (виповнення 8)

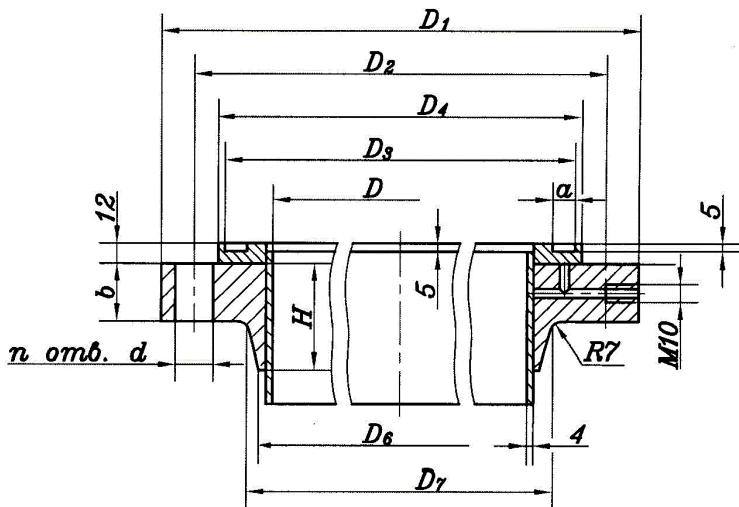


Рисунок Б.23 – Фланец приварний встик з пазом, облицований листом із корозійностійкої сталі (виповнення 7)

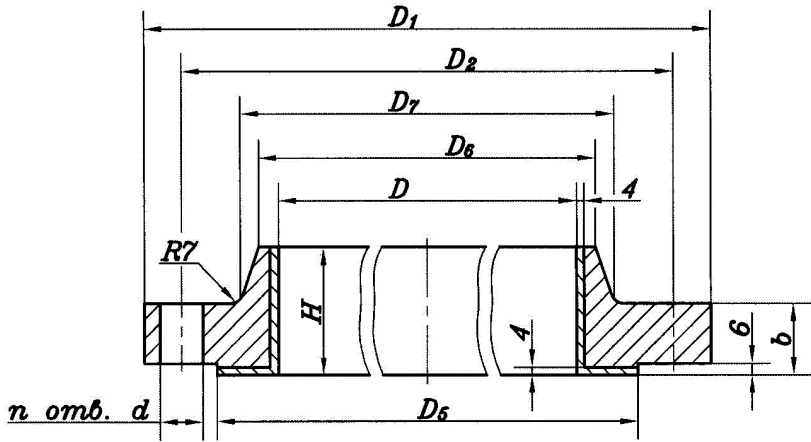


Рисунок Б.24 – Фланец приварний встик з виступом, наплавлений корозійностійкою сталлю (виповнення 10)

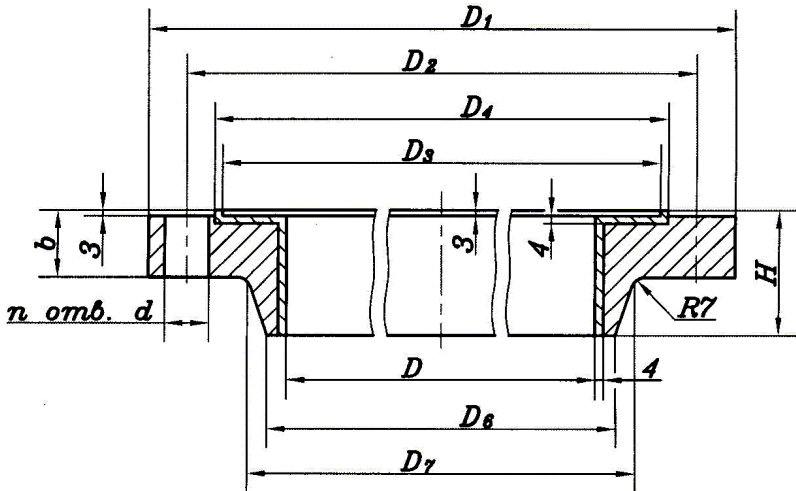


Рисунок Б.25 – Фланец приварний встик із западиною, наплавлений корозійностійкою сталлю (виповнення 9)



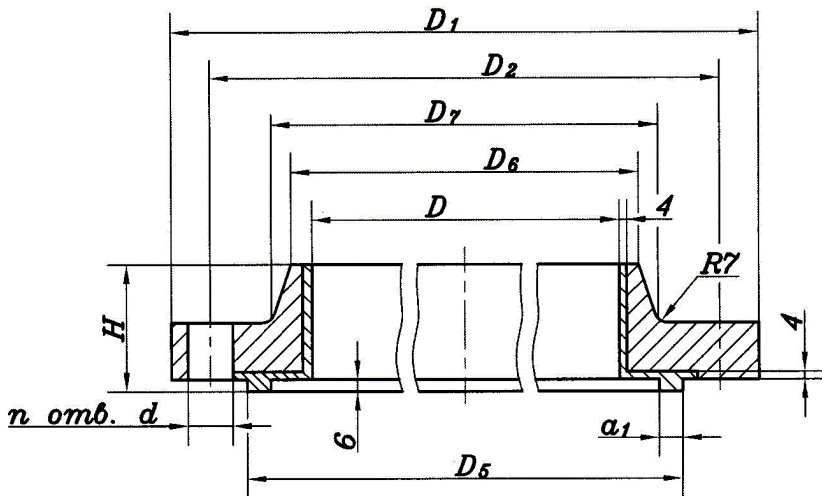


Рисунок Б.26 – Фланец приварний встик з шипом, наплавлений корозійнстійкою сталлю (виповнення 12)

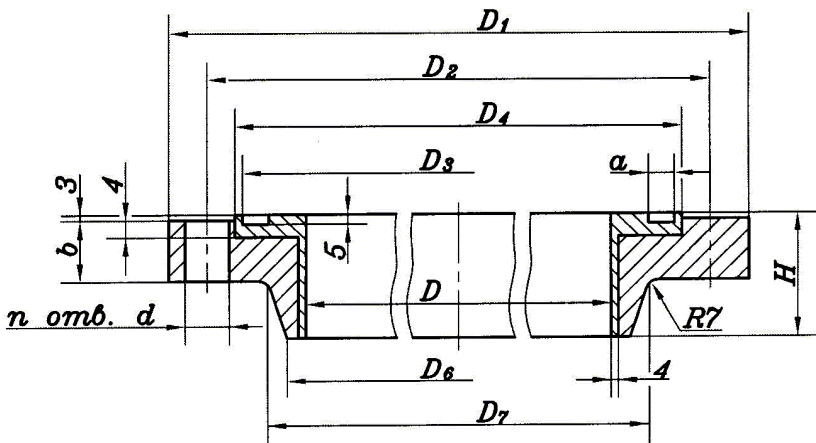


Рисунок Б.27 – Фланец приварний встик з пазом, наплавлений корозійнстійкою сталлю (виповнення 11)

Таблиця Б.3 – Розміри сталевих приварних встик фланців

Розміри в міліметрах

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$a$	$D_5$	$a_1$	$D_6$	$D_7$	$b$	$H$	$d$	Болти (шпильки)		Тиск номінальний $PN$ , МПа
													діаметр	кількість	
400	535	495	458	466	13,5	457	12	412	432	35	65	23	M20	20	1,0
									436		70				1,6
	590	530	15,5	14	418	440	40	75	33	M30	20	2,5			
					424	454	50	95				4,0			
								428	460	70	120			6,3	
500	640	600	564	572	13,5	563	12	514	532	35	65	23	M20	24	1,0
									536		70				1,6
	695	635	558	15,5	557	14	522	544	45	80	33	M30	20	2,5	
							524	560	60	115				4,0	
								532	568	75	130			6,3	
600	740	700	664	672	14	663	12	614	634	35	65	23	M20	28	1,0
								616	640		70				1,6
	795	735	658	685	16	657	14	624	648	50	85	33	M30	28	2,5
								630	664	65	115				4,0
					669		640	680	85	145			6,3		
800	945	905	866	876	14	865	12	818	838	40	70	23	M20	40	1,0
									846		45				85
	1005	945	870	886	20,5	875	18	830	860	55	100	33	M30	36	2,5
								838	876	75	130				4,0
					883		848	904	95	180	40	M36		6,3	
1000	1145	1105	1066	1076	15,5	1064	13	1020	1044	50	85	23	M20	44	1,0

Продовження таблиці Б.3

Розміри в міліметрах

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$a$	$D_5$	$a_1$	$D_6$	$D_7$	$b$	$H$	$d$	Болти (шпильки)		Тиск номінальний $P_N$ , МПа
													діаметр	кількість	
1000	1145	1105	1066	1076	15,5	1064	13	1024	1050	55	95	23	M20	44	1,6
	1175	1125	1080	1092		1078		1036	1066	60	105	27	M24	52	2,5
	1240	1170	1075		20,5	1073	1042	1088	90	160	40	M36	40	4,0	
	1300	1220	1095	1110		1093	1056	1126	115	220	46	M42		6,3	
1200	1350	1310	1268	1280	15,5	1266	13	1220	1248	50	95	23	M20	56	1,0
	1400	1345	1296	1310		1294		1238	1276	70	130				30
					28	1287	1248	1302	105	185	40	M36	4,0		
	1520	1440	1310	1326		1307	1268	1346	120	235	46	M42	48	6,3	
1400	1550	1510	1470	1484	15,5	1468	13	1420	1452	55	105	23	M20	68	1,0
	1610	1555	1506	1520		1430		1460	65	110	1,6				
					28	1504	1438	1484	75	145	30	M27	64	2,5	
	1670	1600	1495	1545		1492	1454	1516	105	200	40	M36	56	4,0	
1600	1780	1730	1682	1696	17,5	1679	14	1626	1660	55	105	27	M24	68	1,0
	1820	1760	1708	1720				1705	1634	1668	65				115
					28,5	1729	1642		1690	80	155	33	M30	68	2,5
	1915	1830	1732	1750			1664	1732	125	225	46	M42	60	4,0	
1800	1980	1930	1882	1896	17,5	1879	14	1686	1784	155	300	58	M52	56	6,3
	2025	1965	1910	1928				1828	1864	60	115	27	M24	84	1,0
					1836	1872	70			125	1,6				
	1842	1896	90	170	33	M30	80	2,5							

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$a$	$D_5$	$a_1$	$D_6$	$D_7$	$b$	$H$	$d$	Болти (шпильки)		Тиск номінальний $PN$ , МПа
													діаметр	кількість	
2000	2185	2135	2086	2100	21,5	2083	18	2028	2064	65	130	27	M24	84	1,0
						2113		2036	2074	80	140			92	1,6
	2235	2175	2116	2130	2113	2044		2104	105	195	33	M30	80	2,5	
2200	2385	2335	2286	2300	21,5	2283	18	2228	2270	70	135	27	M24	88	1,0
						2487		2236	2278	85	150			104	1,6
2400	2595	2540	2490	2505	21,5	2487		2432	2470	80	135	30	M27	92	1,0
	2610	2550	2496	2510		2493		2440	2480	110	170	33	M30	88	1,6
2600	2800	2745	2695	2710	22	2692		2632	2676	85	150	30	M27	96	1,0
	2815	2755	2700	2715		2697		2644	2684	115	175	33	M30		1,6
2800	3000	2945	2895	2910	22	2892		2836	2876	90	150	30	M27	108	1,0
	3020	2960	2906	2920		2903		2848	2884	125	180	33	M30	104	1,6
3000	3220	3160	3106	3120	27,5	3103		3036	3080	100	160			33	M30
						3103		3048	30 90	135	200	116	1,6		
3200	3420	3360	3306	3320	27	3303	3236	3284	105	175	33	M30	104	1,0	
						3483	3252	3292	145	205			124	1,6	
3400	3600	3540	3486	3500	27	3503	3440	3466	75	115	33	M30	100	0,6	
	3620	3560	3506	3520		3503	3486	115	185	108			1,0		
3600	3800	3740	3686	3700	27	3683	3640	3666	75	115	33	M30	104	0,6	
	3820	3760	3706	3720		3703	3644	3686	125	190			112	1,0	
3800	4010	3950	3896	3910	27,5	3893	3840	3870	85	130	40	M36	108	0,6	
	4050	3980	3916	3930		3913	3548	3890	125	190			100	1,0	
4000	4220	4160	4106	4120	27,5	4103	4040	4080	90	150	33	M30	112	0,6	
	4250	4180	4116	4130	28	4113	4050	4096	125	195	40	M36	108	1,0	

Таблиця Б.4– Розміри сталевих приварних встик фланців для апаратів із зовнішнім базовим діаметром  
Розміри в міліметрах

Розміри труби $d \times S$	$D$	$d_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$a$	$D_5$	$a_1$	$D_6$	$D_7$	$b$	$H$	$d$	Болти (шпильки)		Тиск номінальний $PN$ , МПа
														діаметр	кількість	
426×10	406	535	495	458	466	13,5	457	12	426	444	40	70	23	M20	24	2,5
		590	530			15,5		14	432	460	50	90	33	M30	20	4,0
426×12	402	590	530	458	466	15,5	457	14	432	462	70	115				33
480×12	456	590	550	514	522	13,5	513	12	480	494	45	70	23	M20	24	2,5
		640	580	508	516	15,5	507	14	482	510	55	100	33	M30	20	4,0
530×10	510	640	600	564	572	13,5	563	12	532	550	45	70	23	M20	28	2,5
530×12	506	695	635	558		15,5	557	14	535	566	60	105	33	M30	24	4,0
630×10	610	740	700	664	672	14	663	12	632	650	50	75	23	M20	32	2,5
630×14	602	795	735	658		16	657	14	635	662	70	115	33	M30	28	4,0
720×10	700	840	800	762	772	14	763	12	720	740	45	75	23	M20	32	1,6
720×14	696	850	810	774	782		773		724	750	50	95	23	M20	40	2,5

Таблиця Б.5 – Маса приварних встик фланців з внутрішнім базовим діаметром

Діаметр апарата <i>D</i> , мм	Тиск номінальний <i>P<sub>N</sub></i> , МПа	Виповнення фланця											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Маса, кг											
400	1,0	25,4	25,4	26,3	24,4	34,3	35,8	35,4	34,5	28,0	30,0	34,3	34,3
	1,6	26,4	26,3	27,2	25,3	35,4	36,9	36,6	35,6	29,2	31,4	36,4	35,4
	2,5	30,3	30,3	31,2	29,3	39,6	41,0	40,6	39,8	33,3	35,6	39,6	39,6
	4,0	56,4	55,2	57,1	54,3	67,5	69,0	68,5	67,8	60,1	63,2	66,3	67,6
	6,3	79,2	78,0	80,0	77,2	91,4	92,9	92,3	91,7	84,0	88,1	90,2	91,5
500	1,0	32,4	32,6	33,6	31,1	43,8	45,9	45,3	44,0	35,6	38,6	44,3	44,1
	1,6	33,6	33,8	34,8	32,3	45,2	47,3	46,8	46,4	37,1	40,0	46,7	45,5
	2,5	43,9	44,1	45,1	42,6	56,0	58,1	57,5	56,2	47,8	50,8	56,5	56,3
	4,0	86,6	85,0	87,5	83,9	101,8	103,4	103,0	101,9	92,3	96,0	100,6	102,1
	6,3	108,7	107,1	109,6	106,0	124,6	126,2	125,8	124,8	115,1	118,8	123,4	124,9
600	1,0	38,4	38,7	39,9	36,9	52,0	54,4	53,8	52,2	42,3	45,8	52,5	52,9
	1,6	40,4	40,7	41,9	38,9	54,3	56,7	56,1	54,5	44,6	48,0	54,8	55,2
	2,5	57,9	58,2	59,4	56,4	72,6	75,1	74,5	72,9	63,0	66,4	73,0	73,6
	4,0	109,3	107,4	110,3	106,1	127,3	129,0	128,8	127,5	116,1	120,5	120,0	128,2
	6,3	169,2	167,4	170,7	161,5	190,7	193,1	192,7	190,8	177,8	183,0	190,1	191,3
800	1,0	59,9	60,2	61,9	57,8	78,7	81,9	81,3	78,9	65,4	70,1	79,8	81,1
	1,6	71,5	71,9	73,6	69,4	91,5	94,7	94,1	91,7	78,2	82,9	92,6	93,9
	2,5	97,9	98,8	100,5	95,7	120,4	124,2	123,5	120,5	105,1	111,0	122,6	122,5
	4,0	177,3	175,5	178,8	173,6	203,9	206,9	206,0	204,4	187,6	193,7	203,3	206,4
	6,3	300,5	297,9	302,8	295,0	335,4	338,6	338,2	335,2	314,8	322,5	336,1	336,7
1000	1,0	95,7	96,1	98,0	93,3	120,5	124,5	123,5	120,9	104,1	109,8	101,6	121,6
	1,6	109,2	109,6	111,4	106,7	135,0	138,9	137,9	135,8	118,6	124,3	136,1	139,9
	2,5	147,2	147,8	150,4	143,8	177,2	181,9	181,1	177,3	157,6	164,7	179,9	181,4

Продовження таблиці Б.5

Діаметр апарата $D$ , мм	Тиск номінальний $P_N$ , МПа	Виповнення фланця											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Маса, кг											
1000	4,0	309,7	306,6	311,9	303,8	347,9	351,9	350,8	348,4	325,5	334,4	346,8	352,6
	6,3	538,1	534,4	541,6	530,1	587,3	592,8	591,5	587,7	559,9	571,7	586,9	591,5
1200	1,0	123,3	123,7	126,1	120,1	154,9	159,6	158,6	155,2	134,6	141,5	156,7	162,6
	1,6	152,2	152,6	155,0	149,0	185,6	190,3	189,3	185,8	165,2	172,2	187,4	193,3
	2,5	242,4	244,1	247,8	237,9	285,4	292,0	291,2	285,0	248,3	268,1	291,1	291,5
	4,0	466,0	463,3	468,6	460,0	518,0	523,6	521,4	519,4	488,0	499,6	518,4	526,0
	6,3	740,8	737,3	744,9	732,1	804,6	812,1	809,6	806,1	768,7	784,0	805,4	812,2
1400	1,0	159,6	160,6	163,1	156,0	198,5	204,1	202,9	198,5	174,2	182,2	201,4	209,5
	1,6	188,7	189,1	192,2	185,0	228,2	233,8	232,7	228,5	203,9	212,0	231,1	239,3
	2,5	326,7	329,1	333,3	320,8	380,5	389,1	388,1	379,8	346,8	359,1	389,1	389,6
	4,0	605,4	601,9	608,8	597,5	670,4	676,7	674,2	671,4	633,1	647,1	672,2	681,2
	6,3	1170,6	1164,9	1176,5	1157,6	1256,6	1265,6	1263,4	1257,3	1208,7	1228,9	1258,7	1266,2
1600	1,0	219,1	219,9	223,9	213,7	267,5	274,8	273,5	267,6	235,7	246,9	271,9	282,8
	1,6	259,3	260,1	264,1	253,9	309,3	316,6	315,2	309,4	277,5	288,7	313,8	324,4
	2,5	417,2	419,7	424,6	410,4	480,7	490,9	489,3	408,5	441,5	456,5	489,7	494,5
	4,0	931,2	927,2	936,4	920,6	1012,3	1022,6	1018,7	1014,8	966,8	986,6	1012,6	1028,9
	6,3	1550,0	1544,1	1557,9	1534,5	1654,7	1666,5	1663,5	1656,0	1597,7	1622,7	1657,4	1668,8
1800	1,0	272,1	273,0	277,5	266,1	328,3	336,4	334,9	328,3	292,6	305,2	333,2	348,3
	1,6	319,2	320,1	324,6	313,2	377,1	385,3	383,8	377,2	341,4	354,0	382,1	397,2
	2,5	535,1	537,6	543,7	526,8	611,1	621,9	620,9	609,9	666,3	581,9	622,8	628,5
2000	1,0	343,4	344,9	348,9	337,9	410,0	419,6	416,9	411,2	369,1	383,6	415,5	436,8
	1,6	413,3	415,8	419,8	408,7	482,8	492,4	489,7	484,0	442,0	456,5	488,4	509,6
	2,5	732,9	736,5	742,2	724,9	823,4	836,8	834,1	823,8	771,5	791,2	835,8	848,0

Закінчення таблиці Б.5

Діаметр апарата $D$ , мм	Тиск номінальний $PN$ , МПа	Виповнення фланця											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Маса, кг											
2200	1,0	407,3	409,0	413,4	401,2	481,5	492,0	489,1	432,8	436,7	452,6	487,6	514,9
	1,6	488,1	489,1	494,2	482,1	565,6	576,1	573,1	566,9	520,7	536,7	571,7	599,0
2400	1,0	502,2	503,9	509,4	494,8	586,4	597,3	694,2	586,5	534,2	552,5	593,0	625,4
	1,6	733,2	735,1	741,3	724,8	827,5	840,5	837,2	828,6	775,5	793,5	836,0	867,3
2600	1,0	610,9	613,6	619,4	602,7	706,7	720,4	717,1	707,8	649,2	670,0	716,8	754,3
	1,6	850,3	852,8	859,7	840,9	995,6	970,2	966,8	956,5	895,2	917,4	966,5	1002,7
2800	1,0	681,6	684,5	690,8	672,8	784,7	799,5	795,9	785,8	723,0	745,2	795,6	840,9
	1,6	997,9	1001,6	1008,7	987,5	1114,8	1131,3	1127,5	1115,0	1047,0	1077,2	1128,3	1169,7
3000	1,0	878,8	883,2	890,8	868,1	998,0	1016,1	1012,1	999,0	926,2	952,9	1012,8	1062,6
	1,6	1170,5	1177,9	1184,4	1180,6	1305,0	1325,0	1320,9	1035,0	1229,0	1257,0	1325,2	1368,5
3200	1,0	1004,9	1009,5	1015,7	995,9	1136,7	1156,0	1149,6	1140,2	1060,2	1083,6	1150,5	1213,6
	1,6	1360,8	1325,9	1332,7	1312,3	1502,0	1481,9	1476,1	1466,0	1425,5	1414,5	1476,9	1539,6
3400	0,6	656,3	657,1	663,5	647,7	765,7	781,9	773,2	770,2	694,9	720,7	770,9	856,0
	1,0	1164,5	1169,5	1175,9	1155,0	1307,8	1328,2	1321,5	1311,5	1226,6	1256,8	1322,4	1359,6
3600	0,6	694,9	695,7	702,5	685,8	810,6	827,7	820,7	815,4	735,8	763,0	816,1	912,6
	1,0	1317,6	1322,8	1329,6	1307,5	1470,9	1492,6	1485,5	1474,8	1385,1	1418,9	1486,4	1770,3
3800	0,6	878,9	882,1	889,9	868,8	1012,4	1032,5	1023,4	1016,9	927,6	958,8	1023,4	1125,4
	1,0	1442,7	1450,7	1457,8	1431,7	1608,5	1633,7	1626,2	1612,1	1512,4	1548,1	1630,1	1718,7
4000	0,6	937,1	943,0	950,5	926,0	1076,6	1100,7	1092,8	1080,9	981,3	1016,7	1093,7	1201,1
	1,0	1523,3	1535,6	1543,2	1515,7	1701,6	1728,2	1720,3	1705,5	1600,3	1638,2	1724,4	1824,7



### Фланці під прокладку восьмикутного перерізу [31]

Конструкція і розміри фланців на номінальний (умовний) тиск  $PN$  6,3 МПа наведені на рисунках Б.28-Б.29 і в таблиці Б.6.

Конструкція і розміри фланців на номінальний (умовний) тиск  $PN$  8,0-16,0 МПа наведені на рисунках Б.30-Б.31 і в таблиці Б.6.

Маса фланців наведена в таблиці Б.7.

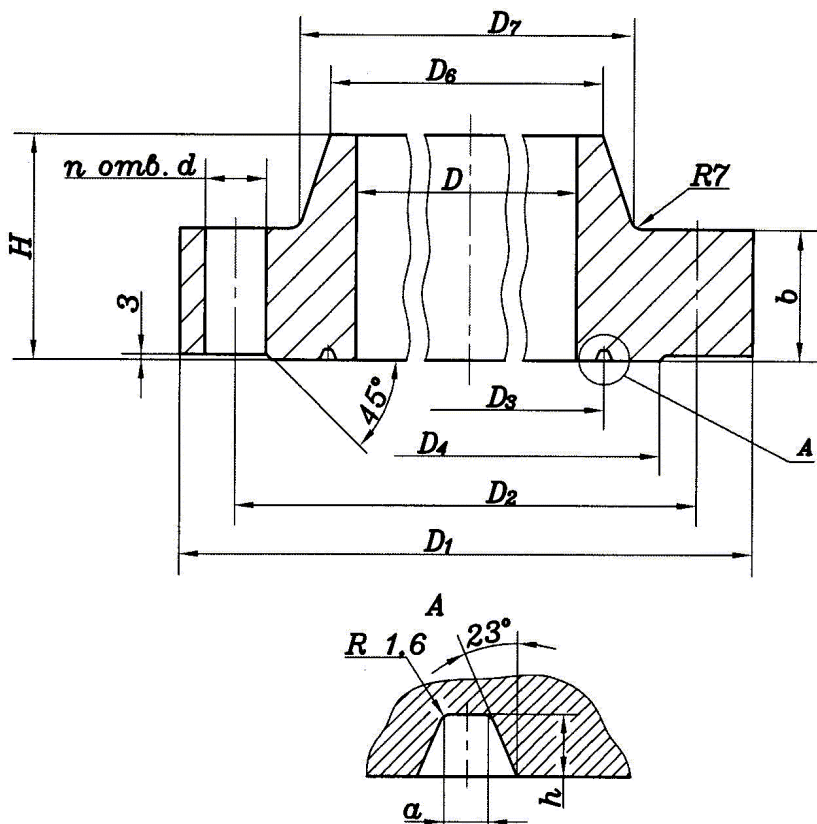


Рисунок Б.28 – Монометалевий приварний встик фланець під прокладку восьмикутного перерізу на номінальний тиск  $PN$  6,3 МПа

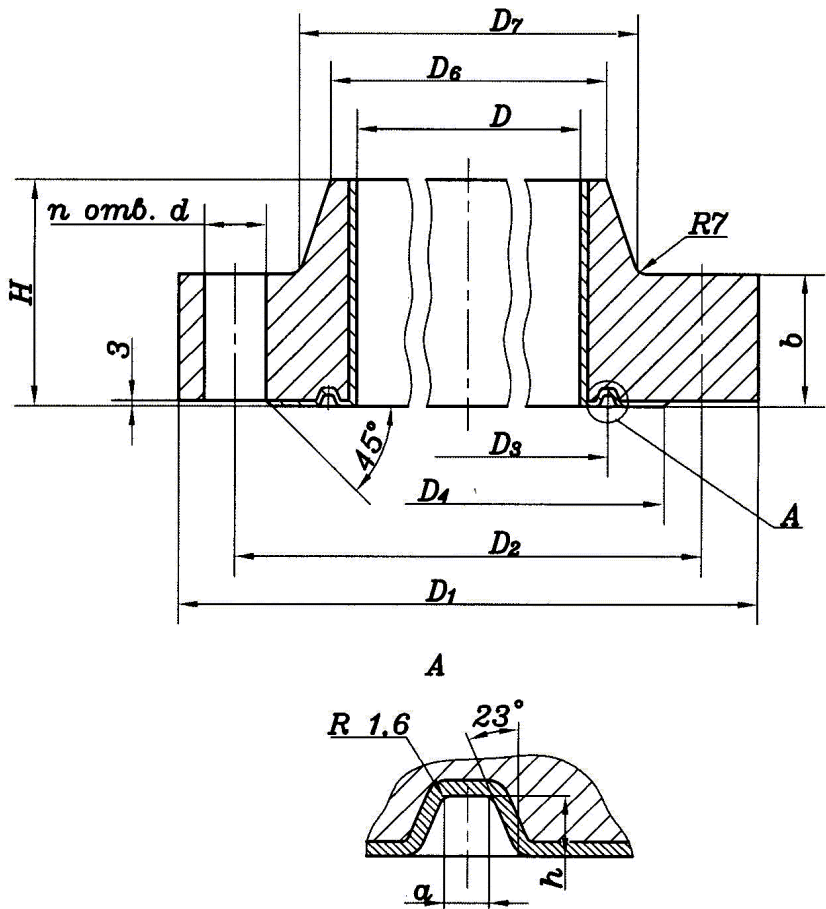


Рисунок Б.29 – Приварний встик фланець під прокладку восьмикутного перерізу, наплавлений корозійностійкою сталлю, на номінальний (умовний) тиск  $PN 6,3$  МПа

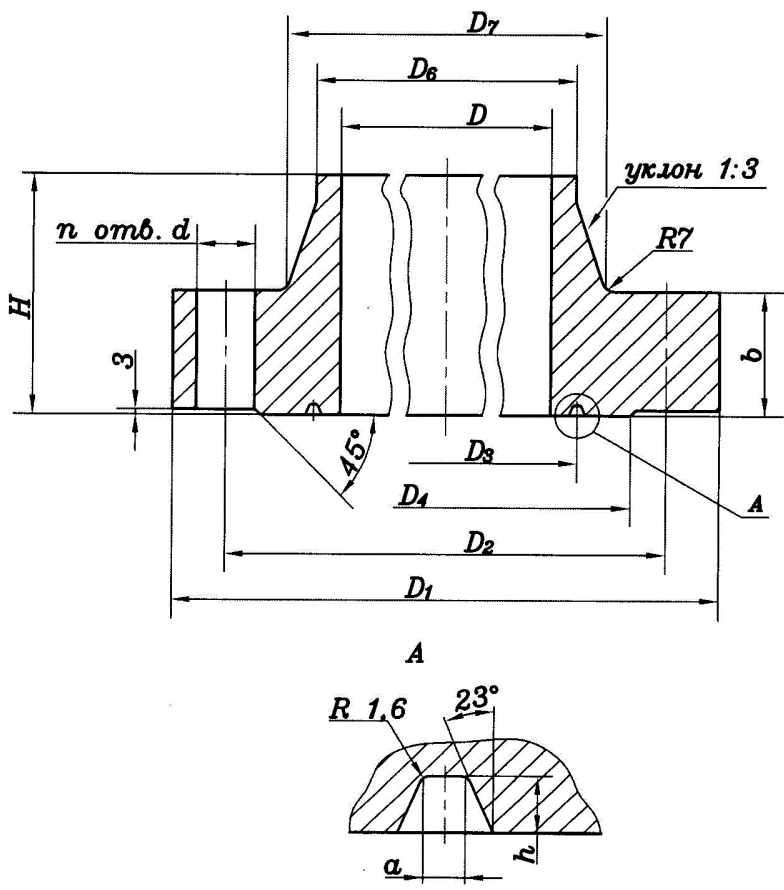


Рисунок Б.30 – Монометалевий приварний встик фланець під прокладку восьмикутного перерізу на номінальний (умовний) тиск  $P_N$  8,0-16,0 МПа

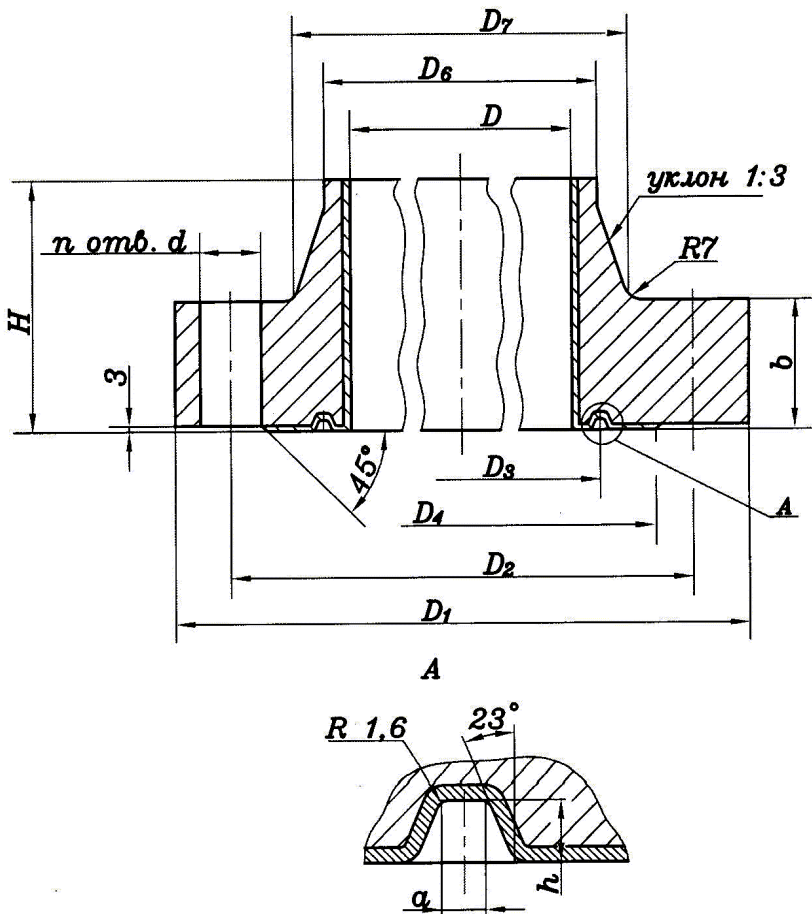


Рисунок Б.31 – Приварний встик фланець під прокладку восьмикутного перерізу, наплавлений корозійностійкою сталлю, на номінальний (умовний) тиск  $PN$  8,0-16,0 МПа

Приклад умовного позначення приварного встик апаратного фланця з внутрішнім базовим діаметром 1200 мм, виповнення 1, на номінальний (умовний) тиск  $PN$  6,3 МПа, зі сталі марки 12X18H10T:

**Фланець 1-1200-63-12X18H10T ГОСТ 28759.4-90.**

Таблиця Б.6 – Розміри сталевих приварних встик фланців під прокладку восьмикутного перерізу  
Розміри в міліметрах

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_6$	$D_7$	$b$	$H$	$h$	$a$	$R$	$d$	Болти (шпильки)		Тиск номінальний $P_N$ , МПа	
													діаметр	кількість		
400	590	530	430	490	428	460	70	120	8	7	1,6	33	M30	20	6,3	
	620	555		516	436	472		135						8,0		
	630	565	475	526	442	484	76	155					24	10,0		
	715	630		578	462	526	104	220	12	10			46	M42	20	16,0
500	895	635	560	590	532	568	75	130	8	7	1,6	33	M30	24	6,3	
	735	670	575	631	542	586	76	155	10	9				28	8,0	
	750	685		646	550	602	88	185					2,4	46	M42	24
	840	755	703	576	652	115	255	15	13	24						16,0
600	820	750	685	710	640	680	85	145	8	9	1,6	33	M30	28	6,3	
	845	780	741	648	698	175		12	12					9	32	8,0
	885	810	675	762	658	718	102			210			2,4		52	M48
	985	890		832	688	776	130	290	15	15				24		
800	1055	985	890	935	848	904	95	180	12	9	1,6	2,4	40	M36	36	6,3
	1095	1020	875	974	860	924	106	225	13	12	9				8,0	
	1140	1055		1003	874	950	125	265					70	M64	24	16,0
	1290	1170	910	1094	914	1030	175	390	19	23	24				16,0	
1000	1300	1220	1070	1163	1056	1126	115	220	13	12	2,4	46	M42	40	6,3	
	1340	1255	1090	1203	1074	1152	130	270	16	16				8,0		
	1390	1295		1237	1090	1180	156	325					52	M48	36	10,0
	1550	1425	1120	1345	1140	1280	200	460	22	26					74	M68

## Закінчення таблиці Б.6

Розміри в міліметрах

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_6$	$D_7$	$b$	$H$	$h$	$a$	$R$	$d$	Болти (шпильки)		Тиск номінальний $PN$ , МПа		
													діаметр	кількість			
1200	1520	1440	1280	1385	1268	1346	130	245	15	13	2,4	46	M42	48	6,3		
	1590	1495	1290	1437	1286	1376	148	310	17	20		52	M48	44	8,0		
	1645	1535		1469	1304	1408	180	370				60	M56	40	10,0		
	1840	1695	1350	1603	1366	1532	238	545	25	31		86	M80	32	16,0		
1400	1770	1675	1460	1610	1476	1562	155	285	16	16		2,4	58	M52	44	6,3	
	1825	1720	1500	1658	1498	1598	172	355	20	24					48	8,0	
	1890	1775		1703	1520	1640	205	425					66	M60	44	10,0	
1600	1990	1900		1705	1835	1686	1784	160					305	16	19	2,4	58
	2060	1950	1710	1884	1710	1820	196	410	22	26			60	M56	52		8,0

Таблиця Б.7 – Маса приварних встик фланців під прокладку восьмикутного перерізу

Діаметр апарата <i>D</i> , мм	Тиск номінальний <i>PN</i> , МПа	Маса, кг	Діаметр апарата <i>D</i> , мм	Тиск номінальний <i>PN</i> , МПа	Маса, кг
400	6,3	80,2	1000	6,3	541,0
	8,0	99,4		8,0	761,3
	10,0	108,6		10,0	1087,8
	16,0	253,0		16,0	2230,5
500	6,3	109,7	1200	6,3	791,5
	8,0	158,4		8,0	1194,7
	10,0	197,4		10,0	1690,2
	16,0	389,4		16,0	3716,0
600	6,3	170,8	1400	6,3	1236,9
	8,0	213,2		8,0	1744,2
	10,0	307,2		10,0	2491,5
	16,0	601,1	1600	6,3	1604,9
800	6,3	302,3		8,0	2482,6
800	8,0	433,0			
	10,0	612,1			
	16,0	1363,1			

### Фланці перехідні

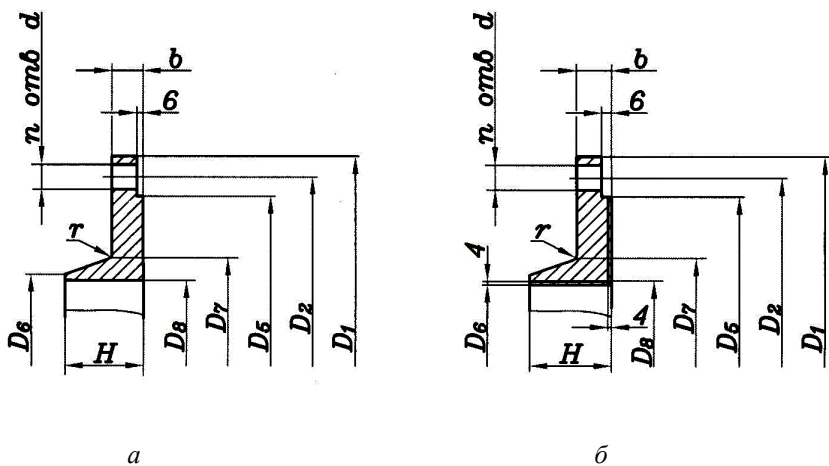
Конструкції та розміри перехідних фланців з ущільнювальною поверхнею типу “виступ” наведені на рисунку Б.32 і в таблиці Б.8, а фланців з ущільнювальною поверхнею під прокладку восьмикутного перерізу – на рисунку Б.33 і в таблиці Б.9.

Приклад умовного позначення перехідного фланця з виступом виповнення 1 з внутрішнім діаметром 1200 мм, на номінальний (умовний) тиск *PN* 2,5 МПа:

***Фланець П-1-1200-25 ОСТ 26-02-1370-61.***

Приклад умовного позначення перехідного фланця під прокладку восьмикутного перерізу виповнення 1 з внутрішнім діаметром 1200 мм, на номінальний (умовний) тиск *PN* 6,4 МПа:

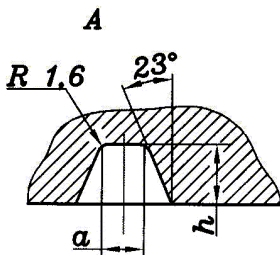
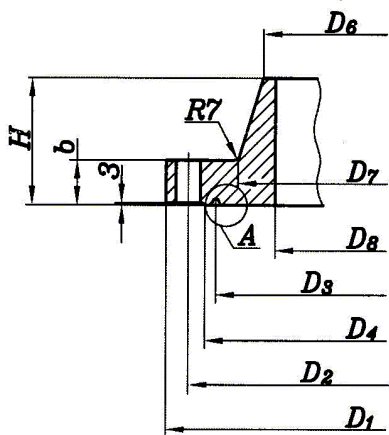
***Фланець ПВ-1-1200-64 ОСТ 26-02-1371-61.***



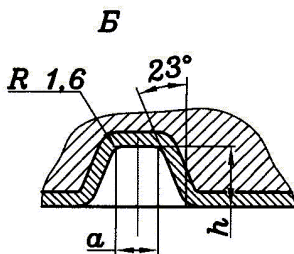
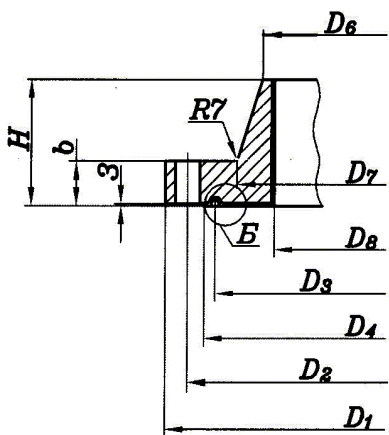
*a* – виповнення 1; *б* – виповнення 3

Рисунок Б.32 – Фланці перехідні з ущільнювальною поверхнею з виступом





a



б

a – виповнення 1; б – виповнення 2

Рисунок Б.33 – Фланці перехідні із ущільнювальною поверхнею під металеву прокладку восьмикутного перерізу

Таблиця Б.8 – Розміри та параметри перехідних фланців з виступом

Розміри в міліметрах

$D$	$D_e$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_5$	$D_7$	$b$	$H$	$d$	Болти (шпильки)		Тиск номинальний $P_N$ , МПа										
										діаметр	число											
400	500	640	600	563	412	444	30	75	23	M20	24	1,0										
						452	35	95				1,6										
						418	50	105				2,5										
		695	635	557	424	480	55	140	33	M30	24	4,0										
												432	65	170	6,4							
												544	35	80	1,0							
500	600	740	700	663	514	556	40	105	23	M20	28	1,6										
						522	50	115				2,5										
						795	735	657				528	584	65	150	33	M30	28	4,0			
		820	750	669	538	610	80	190	6,4													
		614	652	35	95	23	M20	32	1,0													
		616	656	50	110				1,6													
850	810	773	624	670	55				125	2,5												
600	700	840	800	763	614	652	35	95	23	M20	32	1,0										
												616	656	50	110	1,6						
												850	810	773	624	670	55	125	2,5			
	800	1055	985	883	644	750	115	275	40	M36	36	6,4										
895												835	757	630	688	70	155	33	M30	32	4,0	
800	900	1045	1005	965	818	866	40	115	23	M20	40	1,0										
												820	868	55	130	1,6						
												1070	1020	977	830	880	65	140	27	M24	48	2,5
		1110	1050	968	838	902	85	180	33	M30	40	4,0										
												1000	1300	1220	1093	852	960	145	310	46	M42	6,4

## Закінчення таблиці Б.8

Розміри в міліметрах

$D$	$D_e$	$D_1$	$D_2$	$D_5$	$D_5$	$D_7$	$b$	$H$	$d$	Болти (шпильки)		Тиск номінальний $PN$ , МПа
										діаметр	число	
1000	1100	1250	1210	1166	1020	1072	45	125	23	M20	52	1,0
					1024	1080	60	145				1,6
		1285	1235	1188	1036	1100	65	160	27	M24	56	2,5
	1345	1275	1185	1044	1120	95	210	40	M36	44	4,0	
1200	1400	1550	1510	1468	1220	1294	55	165	23	M20	68	1,0
					1228	1312	85	210				1,6
		1610	1555	1504	1238	1332	100	240	30	M27	64	2,5
		1670	1600	1492	1250	1352	145	300	40	M36	56	4,0
		1770	1675	1519	1272	1410	185	390	58	M52	44	6,4

Таблиця Б.9 – Розміри та параметри перехідних фланців під металеву прокладку восьмикутного перерізу  
Розміри в міліметрах

$D$	$D_B$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_6$	$D_7$	$b$	$H$	$h$	$a$	$R$	$d$	Болти (шпильки)		Тиск номінальний $P_N$ , МПа
														діаметр	число	
400	500	695	635	560	590	432	500	60	170	8	6	1,	33	М30	24	6,4
500	600	820	750	685	710	538	610	80	195	8	8		33	М30	28	6,4
	700	980	905	775	859	542	650	130	300	12	10		40	М36	32	8,0
600	800	1055	985	890	935	644	750	120	280	12	9	2,4	40	М36	36	6,4
		1095	1020	875	974	648	770	140	340	13	12					8,0
800	900	1180	1110	1025	1060	852	922	145	250	12	9	1,6	40	М36	40	6,4
	1000	1300	1220	1070	1165		960	150	315	13	12	2,4	46	М42		8,0
		1348	1255	1090	1203	860	1000	155	385	16	16					
1000	1200	1520	1440	1280	1385	1060	1170	185	325	15	13				58	М52
1200	1400	1770	1675	1460	1610	1272	1410		390	16	16	6,4				

**ДОДАТОК В**  
**Конструкції та розміри фланців арматури,**  
**з'єднувальних частин і трубопроводів**

**Фланці сталеві плоскі приварні [22]**

Конструкція та розміри фланців наведені на рисунках В.1-В.3, В.6 і в таблиці В.1.

Допускається виготовлення фланців з ущільнювальними поверхнями виповнень 4, 5, 8 і 9 (рисунки В.4, В.5).

Розміри ущільнювальних поверхонь для фланців виповнень 8, 9 під фторопластові прокладки наведені в таблиці В.2.

Маса фланців наведена в таблиці В.8.

Приклад умовного позначення круглого сталевого плоского приварного фланця на номінальний розмір (умовний прохід)  $DN$  50 мм і номінальний (умовний) тиск  $PN$  1,0 МПа, зі сталі 25, виповнення 1 (зі з'єднувальним виступом):

**Фланець 1-50-10 ст. 25 ГОСТ 12820-80.**

Те ж, квадратного:

**Фланець квадратний 1-50-10 ст. 25 ГОСТ 12820-80.**

Для фланців типу „шип-паз” під фторопластові прокладки до умовного позначення слід додавати букву  $\Phi$  після позначення умовного тиску.

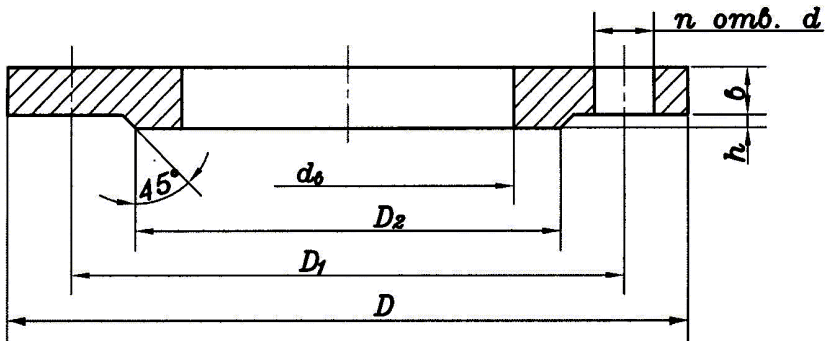


Рисунок В.1 – Фланець сталевий арматури і трубопроводів плоский приварний зі з'єднувальним виступом (виповнення 1)

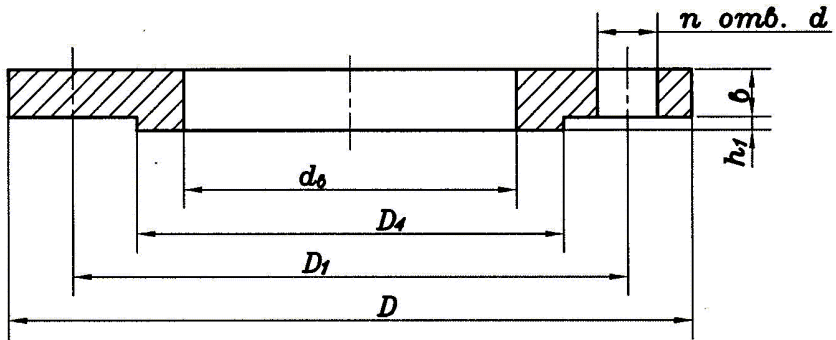


Рисунок В.2 – Фланец сталевий для арматури і трубопроводів плоский приварний з виступом (виповнення 2)

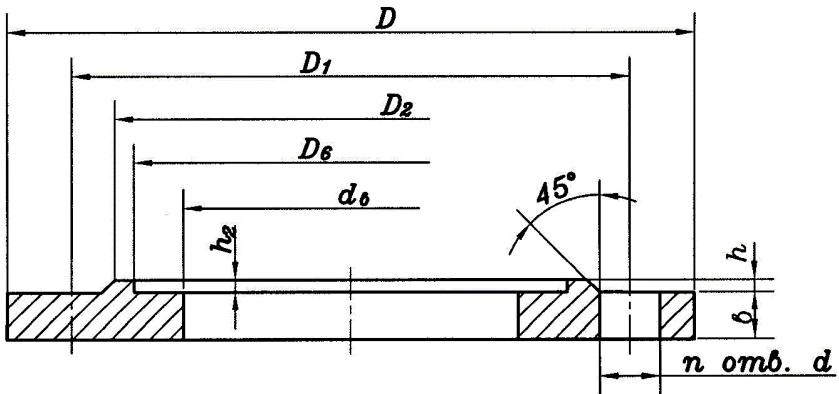


Рисунок В.3 – Фланец сталевий для арматури і трубопроводів плоский приварний із западиною (виповнення 3)

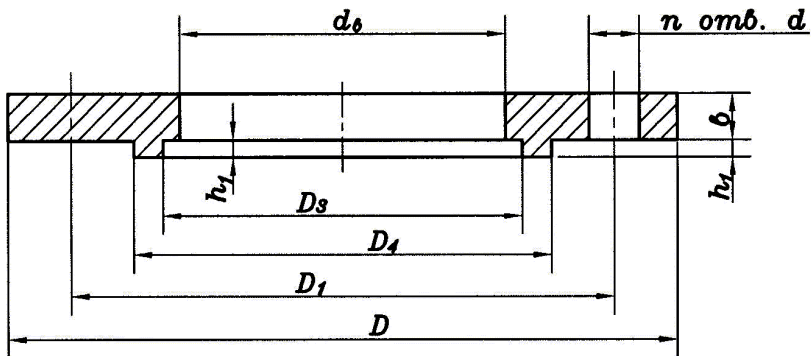


Рисунок В.4 – Фланец сталевий для арматури і трубопроводів плоский приварний з шипом (виповнення 4 і 8)

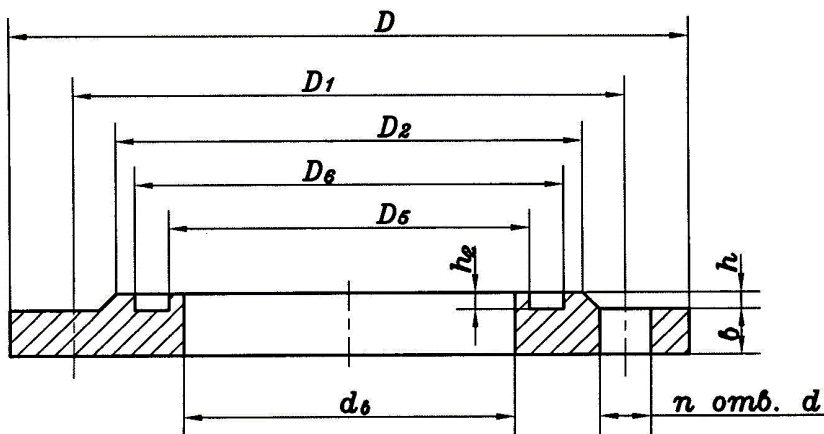


Рисунок В.5 – Фланец сталевий для арматури і трубопроводів плоский приварний з пазом (виповнення 5 і 9)

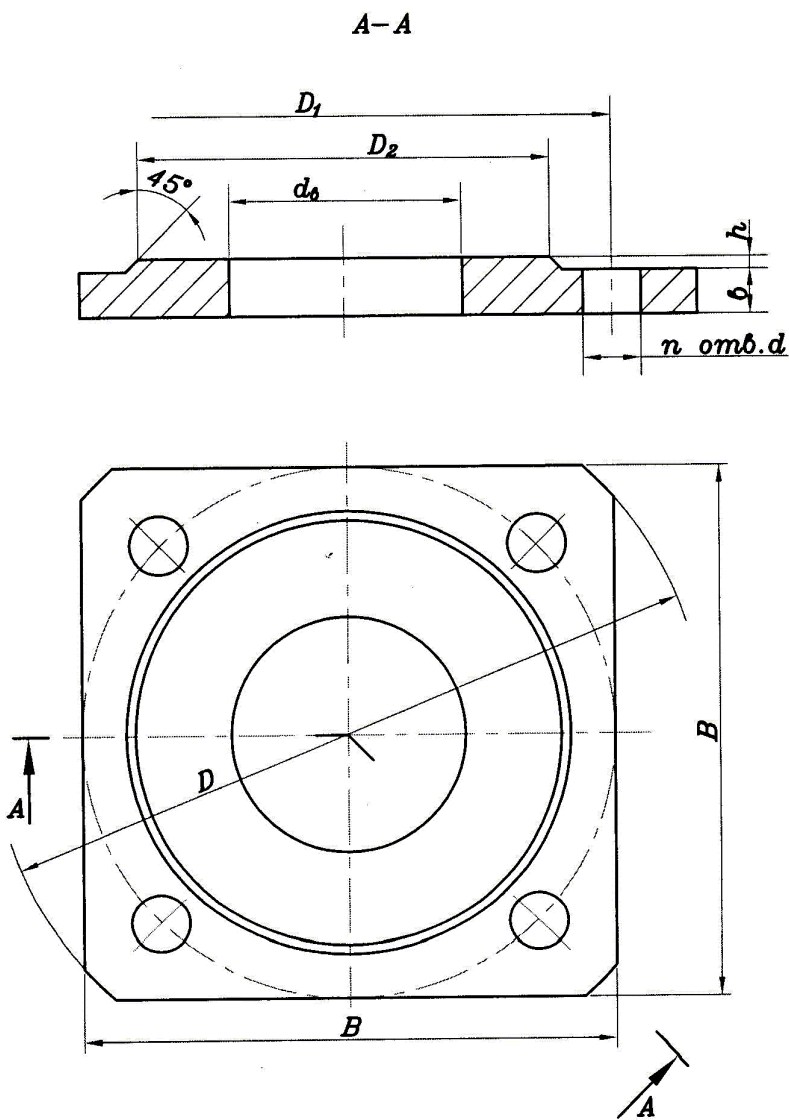


Рисунок В.6 – Фланець для арматури і трубопроводів квадратний



Таблиця В.1 – Фланці сталеві плоскі приварні для арматури і трубопроводів

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Зовнішній діаметр труби $d_n$	$d_o$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_4$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$b$	$h$	$h_1$	$h_2$	$B$	$d$	Болти (шпильки)	
																діаметр	кількість
Тиск номінальний (умовний) $PN 0,25$ МПа																	
10	14	15	75	50	35	19	29	18	30	8	2			60	11	M10	4
15	18	19	80	55	40	23	33	22	34								
20	25	26	90	65	50	33	43	32	44	10			70	14	M12		
25	32	33	100	75	60	41	51	40	52								
32	38	39	120	90	70	49	59	48	60	11	3	4	3	95	18	M16	
40	45	46	130	100	80	55	69	54	70								
50	57	59	140	110	90	66	80	65	81	13				110			
65	76	78	160	130	110	86	100	85	101								
80	89	91	185	150	128	101	115	100	116	15				125			
100	108	110	205	170	148	117	137	116	138								
125	133	135	235	200	178	146	166	145	167	18				140			
150	159	161	260	225	202	171	191	170	192								
200	219	222	315	280	258	229	249	228	250	18	4	5	4	-	22	M20	
250	273	273	370	335	312	283	303	282	304								
300	325	325	435	395	365	336	356	335	357	18				155			
350	377	377	485	445	415	386	406	385	407								
400	426	426	535	495	465	436	456	435	457	20				16			
500	530	530	640	600	570	541	561	540	562								
600	630	630	755	705	670	635	661	634	662	20	5	6	5	26	M24	20	

## Продовження таблиці В.1

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Зовнішній діаметр труби $d_n$	$d_g$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_4$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$b$	$h$	$h_1$	$h_2$	$B$	$d$	Болти (шпильки)	
																діаметр	кількість
Тиск номінальний (умовний) $PN 0,25$ МПа																	
800	820	820	975	920	880	841	867	840	868	21	5	6	5	-	30	M27	24
1000	1020	1020	1175	1120	1080	-	-	-	-	25		-	-		-	30	M27
1200	1220	1220	1375	1320	1280	-	-	-	-	25		-	-	-	30	M27	32
Тиск номінальний (умовний) $PN 0,6$ МПа																	
10	14	15	75	50	35	19	29	18	30	10	2			60	11	M10	4
15	18	19	80	55	40	23	33	22	34								
20	25	26	90	65	50	33	43	32	44	13		4	3	75	14	M12	
25	32	33	100	75	60	41	51	40	52					95			
32	38	39	120	90	70	49	59	48	60	15				100	14		
40	45	46	130	100	80	55	69	54	70					110			
50	57	59	140	110	90	66	80	65	81	17				110	18	M16	
65	76	78	160	130	110	86	100	85	101					125			
80	89	91	185	150	128	101	115	100	116	19				140			
100	108	110	205	170	148	117	137	116	138					155			
125	133	135	235	200	178	146	166	145	167	20				-	18	M16	
150	159	161	260	225	202	171	191	170	192								17
200	219	222	315	280	258	229	249	228	250	19	4	5	4		18	M16	
250	273	273	370	335	312	283	303	282	304	20							
300	325	325	435	395	365	336	356	335	357	20	4	5	4	-	22	M20	12

Продовження таблиці В.1

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Зовнішній діаметр труби $d_n$	$d_g$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_4$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$b$	$h$	$h_1$	$h_2$	$B$	$d$	Болти (шпильки)								
																діаметр	кількість							
Тиск номінальний (умовний) $PN 0,6$ МПа																								
350	377	377	485	445	415	386	406	385	407	22	4	5	4	-	22	M20	12							
400	426	426	535	495	465	436	456	435	457	24											16			
500	530	530	640	600	570	541	561	540	562	25									26	M24	20			
600	630	630	755	705	670	635	661	634	662	27	5	6	5		30	M27	24							
800	820	820	975	920	880	841	867	840	868															28
1000	1020	1020	1175	1120	1080	-	-	-	-								31							
1200	1220	1220	1400	1340	1295	-	-	-	-	34					33	M30	32							
Тиск номінальний (умовний) $PN 1,0$ МПа																								
10	14	15	90	60	42	24	34	23	35	10	2	4	3		14	M12	70							
15	18	19	95	65	47	29	39	28	40															75
20	25	26	105	75	58	36	50	35	51								12							80
25	32	33	115	85	68	43	57	42	58	14	3	4	3		18	M16	90							
32	38	39	135	100	78	51	65	50	66															105
40	45	46	145	110	88	61	75	60	76								15							110
50	57	59	160	125	102	73	87	72	88	15	3	4	3		18	M16	125							
65	76	78	180	145	122	95	109	94	110	17													140	
80	89	91	195	160	133	106	120	105	121														150	
100	108	110	215	180	158	129	149	128	150	19					-			8						

## Продовження таблиці В.1

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Зовнішній діаметр труби $d_n$	$d_e$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_4$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$b$	$h$	$h_1$	$h_2$	$B$	$d$	Болти (шпильки)						
																діаметр	кількість					
Тиск номінальний (умовний) $PN 1,0$ МПа																						
125	133	135	245	210	184	155	175	154	176	21	3	4	3	-	18	M16	8					
150	159	161	280	240	212	183	203	182	204						21	3		4	3	-	22	M20
200	219	222	335	295	268	239	259	238	260													
250	273	273	390	350	320	292	312	291	313	23	4	5	4	-	22	M20	12					
300	325	325	440	400	370	343	363	342	364	24							4	5	4	-	26	M24
350	377	377	500	460	430	395	421	394	422	24												
400	426	426	565	515	482	447	473	446	474	26	5	6	5	-	30	M27	16					
500	530	530	670	620	585	549	575	548	576	28							30	M27	20			
600	630	630	780	725	685	651	677	650	678	31					5	6			5	-	33	M30
800	820	820	1010	950	905	851	877	850	878	37	43	-	-	39			M36	28				
1000	1020	1020	1220	1160	1110	-	-	-	-	51								32				
1200	1220	1220	1455	1380	1330	-	-	-	-	51												
Тиск номінальний (умовний) $PN 1,6$ МПа																						
10	14	15	90	60	42	24	34	23	35	12	2	4	3	-	70	14	M12	4				
15	18	19	95	65	47	29	39	28	40						75							
20	25	26	105	75	58	36	50	35	51	14					80							
25	32	33	115	85	68	43	57	42	58	16					90							
32	38	39	135	100	78	51	65	50	66						105							
40	45	46	145	110	88	61	75	60	76	17	3	110	18	M16								

Продовження таблиці В.1

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $D_N$	Зовніш- ній діаметр труби $d_n$	$d_g$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_4$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$b$	$h$	$h_1$	$h_2$	$B$	$d$	Болти (шпильки)														
																діа- метр	кіль- кість													
Тиск номінальний (умовний) $PN 1,6$ МПа																														
50	57	59	160	125	102	73	87	72	88	19	4	4	3	-	125		4													
65	76	78	180	145	122	95	109	94	110	21					140															
80	89	91	195	160	133	106	120	105	121	23					150															
100	108	110	215	180	158	129	149	128	150	25					4	5	4	-	26	M24	8									
125	133	135	245	210	184	155	175	154	176	25																				
150	159	161	280	240	212	183	203	182	204	25											22	M20								
200	219	222	335	295	268	239	259	238	260	27											22	M20								
250	273	273	405	355	320	292	312	291	313	28											5	6	5	-	39	M36	12			
300	325	325	460	410	370	343	363	342	364	30																				
350	377	377	520	470	430	395	421	394	422	34																	5	-	-	-
400	426	426	580	525	482	447	473	446	474	34																				
500	530	530	710	650	585	549	575	548	576	44	30	M27																		
600	630	630	840	770	685	651	677	650	678	45	33	M30																		
800	820	820	1020	950	905	851	877	850	878	49	39	M36																		
1000	1020	1020	1255	1170	1110	-	-	-	-	58	5	-	-	-	45	M42	20													
1200	1220	1220	1485	1390	1330	-	-	-	-	71							45	M48	28											
Тиск номінальний (умовний) $PN 2,5$ МПа																														
10	14	15	90	60	42	24	34	23	35	14	2	4	3	-	70	14	M12	4												
15	18	19	95	65	47	29	39	28	40						75															



Таблиця В.2 – Фланці сталеві для арматури і трубопроводів під фторопластові прокладки (виповнення 8 і 9)

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір $DN$	Тиск номінальний (умовний) $P_N$ , МПа	$D_3, D_5$	$D_4, D_6$	$h_1$	$h_2$
10	до 0,63	18	30	4	3
	понад 0,63 до 10	23	35		
15	до 0,63	22	34		
	понад 0,63 до 20	28	40		
20	до 0,63	32	44		
	понад 0,63 до 20	35	51		
25	до 0,63	40	52		
	понад 0,63 до 20	42	58		
32	до 0,63	48	60		
	понад 0,63 до 20	50	66		
40	до 0,63	54	70		
	понад 0,63 до 20	60	76		
50	до 0,63	65	81		
	понад 0,63 до 20	72	88		
65	до 0,63	85	101		
	понад 0,63 до 20	94	110		
80	до 0,63	100	116		
	понад 0,63 до 20	105	121		
100	до 0,63	116	138	6	5
	понад 0,63 до 20	150	150		
125	до 0,63	145	167		
	понад 0,63 до 20	154	176		
150	до 0,63	170	192		
	понад 0,63 до 20	182	204		

## Закінчення таблиці В.2

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	$D_3, D_5$	$D_4, D_6$	$h_1$	$h_2$
200	до 0,63	228	250	6	5
	понад 0,63 до 20	238	260		
250	до 0,63	282	304		
	понад 0,63 до 20	291	313		
300	до 0,63	335	357		
	понад 0,63 до 16	342	364		
350	до 0,63	385	407		
	понад 0,63 до 10	394	422		
400	до 0,63	435	457		
	понад 0,63 до 10	446	474		
450	до 0,63	488	510		
	понад 0,63 до 4,0	496	524		
500	до 0,63	540	562		
	понад 0,63 до 6,3	548	576		
600	до 0,63	634	662		
	понад 0,63 до 6,3	650	678		
800	до 0,63	840	868		
	понад 0,63 до 4,0	850	878		
Примітка – Решта розмірів фланців наведена в таблиці В.1.					



### Фланці сталеві приварні встик [23]

Конструкції та розміри фланців наведені на рисунках В.7-В.13 і в таблицях В.3-В.7.

Розміри ущільнювальних поверхонь для фланців виповнень 8, 9 під фторопластові прокладки наведені в таблиці В.2.

Приклад умовного позначення круглого сталевого приварного встик фланця на номінальний розмір (умовний прохід)  $DN$  50 мм і номінальний (умовний) тиск  $PN$  1,0 МПа, зі сталі 25, виповнення 1 (зі з'єднувальним виступом):

**Фланець 1-50-10 Ст 25 ГОСТ 12821-80.**

Те ж, квадратного:

**Фланець квадратний 1-50-10 Ст 25 ГОСТ 12821-80.**

Для фланців типу „шип-паз” під фторопластові прокладки до умовного позначення слід додавати букву  $\Phi$  після позначення номінального (умовного) тиску.

Маса фланців наведена в таблицях В.8-В.11.

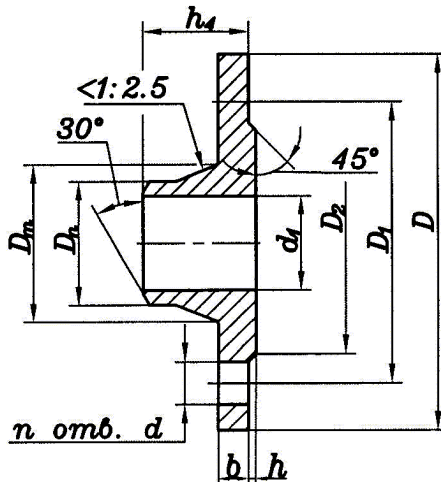


Рисунок В.7 – Фланець сталевий приварний встик зі з'єднувальним виступом (виповнення 1)

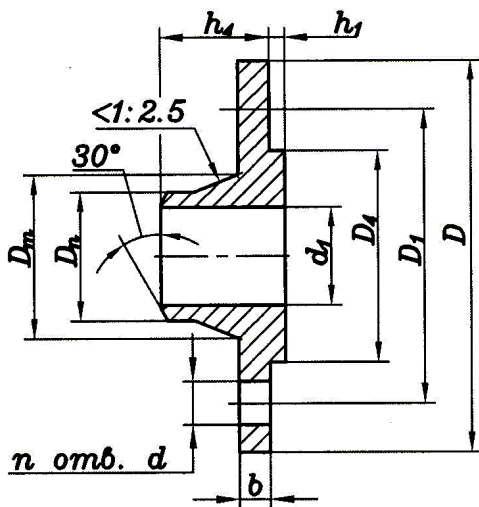


Рисунок В.8 – Фланец сталевий приварний встик з виступом (виповнення 2)

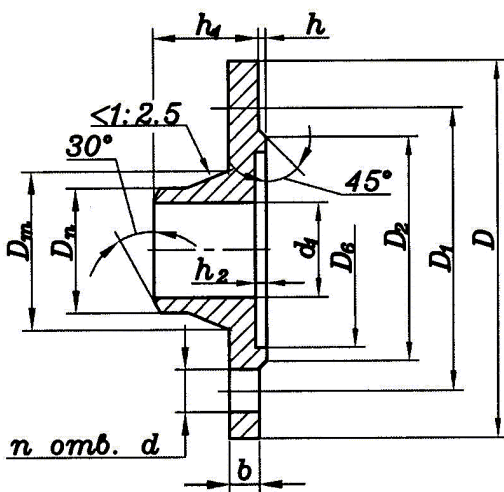


Рисунок В.9 – Фланец сталевий приварний встик із западиною (виповнення 3)

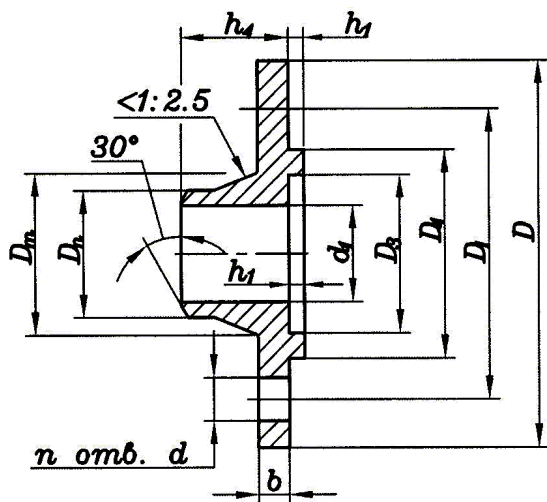


Рисунок В.10 – Фланец стальной приварный встик з шипом (виповнення 4 і 8)

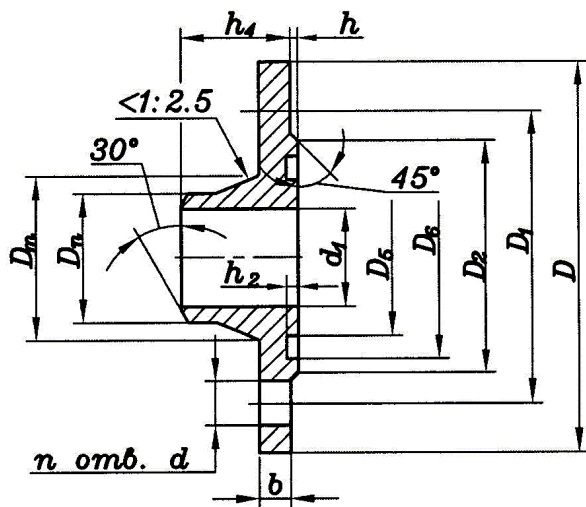


Рисунок В.11 – Фланец стальной приварный встик з пазом (виповнення 5 і 9)

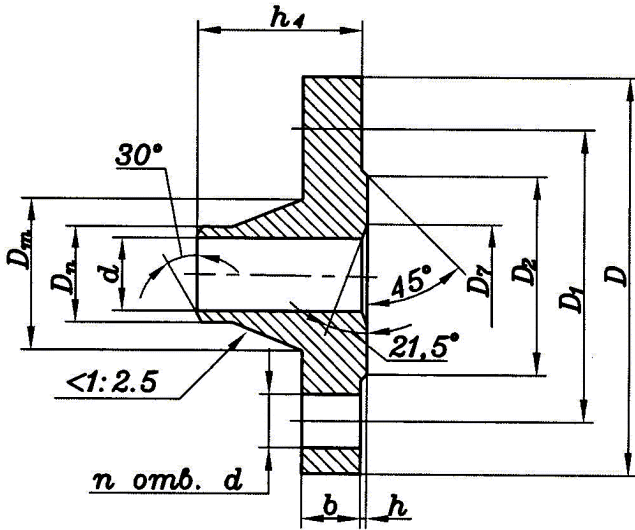


Рисунок В.12 – Фланец сталевий приварний встик під лінзову прокладку (виповнення 6)

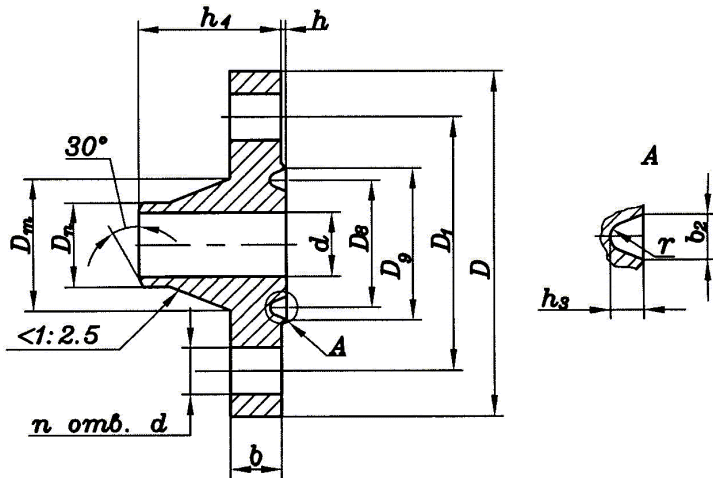


Рисунок В.13 – Фланец сталевий приварний встик під прокладку овального перерізу (виповнення 7)

Таблиця В.3 – Фланці сталеві приварні встик для арматури і трубопроводів

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	$d_1$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_m$	$D_n$	$b$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_4$	$B$	$d$	Болти (шпильки)					
																		діа-метр	кіль-кість				
Тиск номінальний (умовний) $PN 0,25$ МПа																							
10	8	75	50	35	19	29	18	30	22	15	8	2							23	60	11	M10	4
15	12	80	55	40	23	33	22	34	28	19													
20	18	90	65	50	33	43	32	44	36	26								28	70	14	M12		
25	25	100	75	60	41	51	40	52	42	33								28	75				
32	31	120	90	70	49	59	48	60	50	39	9		4	3				33	100	18	M16		
40	38	130	100	80	55	69	54	70	60	46													
50	49	140	110	90	66	80	65	81	70	58	11	3						33	110	18	M16		
65	66	160	130	110	86	100	85	101	88	77													
80	78	185	150	128	101	115	100	116	102	90	13							35	140	22	M20		
100	96	205	170	148	117	137	116	138	122	110													
125	121	235	200	178	146	166	145	167	148	135	16	4	5	4				37	-	22	M20		
150	146	260	225	202	171	191	170	192	172	161													
200	202	315	280	258	229	249	228	250	235	222	19	5	6	5				38		30	M27		
250	254	370	335	312	283	303	282	304	288	278													
300	303	435	395	365	336	356	335	357	340	330	19	5	6	5				45	-	26	M24		
350	351	485	445	415	386	406	385	407	390	382													
400	398	535	495	465	436	456	435	457	440	432	19	5	6	5				50	-	30	M27		
500	501	640	600	570	541	561	540	562	545	535													
600	602	755	705	670	635	661	634	662	650	636	19	5	6	5				55	-	26	M24		
800	792	975	920	880	841	867	840	868	844	826													
																			60		30	M27	

## Продовження таблиці В.3

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	$d_1$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_m$	$D_n$	$b$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_4$	$B$	$d$	Болти (шпильки)	
																		діа- метр	кіль- кість
Тиск номінальний (умовний) $PN 0,25$ МПа																			
1000	992	1175	1120	1080	-	-	-	-	1044	1028	21	5	6	5	60	-	30	M27	28
1200	1192	1375	1320	1280					1244	1228	23				65				32
Тиск номінальний (умовний) $PN 0,6$ МПа																			
10	8	75	50	35	19	29	18	30	22	15	10	2	4	3	27	60	11	M10	4
15	12	80	55	40	23	33	22	34	28	19					28	65			
20	18	90	65	50	33	43	32	44	36	26	30	70	14	M12					
25	25	100	75	60	41	51	40	52	42	33	33	75							
32	31	120	90	70	49	59	48	60	50	39	35	95	18	M16					
40	38	130	100	80	55	69	54	70	60	46	35	100							
50	49	140	110	90	66	80	65	81	70	58	35	110	18	M16					
65	66	160	130	110	86	100	85	101	88	77	35	125							
80	78	185	150	128	101	115	100	116	102	90	37	140	18	M16					
100	96	205	170	148	117	137	116	138	122	110	38	155							
125	121	235	200	178	146	166	145	167	148	135	40	-	18	M16					
150	146	260	225	202	171	191	170	192	172	161	43								
200	202	315	280	258	229	249	228	250	235	222	17	50	-	18	M16				
250	254	370	335	312	283	303	282	304	288	278									
300	303	435	395	365	336	356	335	357	340	330	18	4	5	4	50	-	22	M20	12
350	351	485	445	415	386	406	385	407	390	382									

Продовження таблиці В.3

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір DN	$d_1$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_m$	$D_n$	$b$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_4$	$B$	$d$	Болти (шпильки)		
																		діаметр	кількість	
Тиск номінальний (умовний) PN 0,6 МПа																				
400	398	535	495	465	436	456	435	457	440	432	18	4	5	4	50		22	M20	16	
500	501	640	600	570	541	561	540	562	545	535										
600	602	755	705	670	635	661	634	662	650	636	19	5	6	5	55		26	M24	20	
800	792	975	920	880	841	867	840	868	844	826										
1000	992	1175	1120	1080					1044	1028	23				60		30	M27	24	
1200	1192	1400	1340	1295	-	-	-	-	1248	1228										
Тиск номінальний (умовний) PN 1,0 МПа																				
10	8	90	60	42	24	34	23	35	25	15	10	2					70	14	M12	4
15	12	95	65	47	29	39	28	40	30	19										
20	18	105	75	58	36	50	35	51	38	26	12						33			
25	25	115	85	68	43	57	42	58	45	33										
32	31	135	100	78	51	65	50	66	55	39	13						40	105		
40	38	145	110	88	61	75	60	76	62	46										
50	49	160	125	102	73	87	72	88	76	58		4	3				42	110	18	M16
65	66	180	145	122	95	109	94	110	94	77										
80	78	195	160	133	106	120	105	121	105	90	15						45	140		
100	96	215	180	158	129	149	128	150	128	110										
125	121	245	210	184	155	175	154	176	156	135	17						48	150		
150	146	280	240	212	183	203	182	204	180	161										
200	202	335	295	268	239	259	238	260	240	222	19						57	-	22	M20

## Продовження таблиці В.3

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір DN	$d_1$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_m$	$D_n$	$b$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_4$	$B$	$d$	Болти (шпильки)																																																																									
																		діаметр	кількість																																																																								
Тиск номінальний (умовний) PN 1,0 МПа																																																																																											
250	254	390	350	320	292	312	291	313	290	278	21	3	4	3	60	-	22	M20	12																																																																								
300	303	440	400	370	343	363	342	364	345	330	22	4	5	4					-	26	M24	16																																																																					
350	351	500	460	430	395	421	394	422	400	382												24	5	6	5	-	30	M27	20																																																														
400	398	565	515	482	447	473	446	474	445	432	27	5	6	5															-	33	M30	24																																																											
500	501	670	620	585	549	575	548	576	550	535												29	5	6	5							-	39	M36	28																																																								
600	602	780	725	685	651	677	650	678	650	636	33	5	6	5																					-	39	M36	32																																																					
800	792	1010	950	905	851	877	850	878	850	826												33	5	6	5													-	39	M36	32																																																		
1000	992	1220	1160	1110	-	-	-	-	1050	1028	33	5	6	5																											-	39	M36	32																																															
1200	1192	1455	1380	1330	-	-	-	-	1256	1228												33	5	6	5																			-	39	M36	32																																												
Тиск номінальний (умовний) PN 1,6 МПа																																																																																											
10	8	90	60	42	24	34	23	35	26	15	12	2	4	3	33	70	14	M12				4																																																																					
15	12	95	65	47	29	39	28	40	30	19									13	3	4		3	40	75																						18	M16	8																																										
20	18	105	75	58	36	50	35	51	38	26																15	3	4																						3	36	80	18	M16	8																																				
25	25	115	85	68	43	57	42	58	45	33																			17	3	4																									3	38	90	18	M16	8																														
32	31	135	100	78	51	65	50	66	55	39																						17	3	4																												3	42	105	18	M16	8																								
40	38	145	110	88	61	75	60	76	64	46																									17	3	4																															3	44	110	18	M16	8																		
50	49	160	125	102	73	87	72	88	76	58																												17	3	4																																		3	45	125	18	M16	8												
65	66	180	145	122	95	109	94	110	94	77																															17	3	4																																					3	47	140	18	M16	8						
80	78	195	160	133	106	120	105	121	110	90																																		17	3	4																																								3	50	150	18	M16	8
100	96	215	180	158	129	149	128	150	130	110																																																																																	



Продовження таблиці В.3

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір DN	d1	D	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Dm	Dn	b	h	h1	h2	h4	B	d	Болти (шпильки)	
																		діаметр	кількість
Тиск номінальний (умовний) PN 1,6 МПа																			
125	121	245	210	184	155	175	154	176	156	135	19	3	4	3	57	-	18	M16	8
150	146	280	240	212	183	203	182	204	180	161									
200	202	335	295	268	239	259	238	260	240	222	21	4	5	4	66	-	22	M20	12
250	254	405	355	320	292	312	291	313	292	278	23								
300	303	460	410	370	343	363	342	364	346	330	24	5	6	5	70	-	26	M24	16
350	351	520	470	430	395	421	394	422	400	382	28								
400	398	580	525	482	447	473	446	474	450	432	32	5	6	5	75	-	30	M27	16
500	501	710	650	585	549	575	548	576	559	535	38								
600	602	840	770	685	651	677	650	678	660	636	41	5	6	5	90	-	33	M30	20
800	792	1020	950	905	851	877	850	878	850	826	45								
1000	992	1255	1170	1110	-	-	-	-	1060	1028	49	5	6	5	110	-	39	M36	24
1200	1192	1485	1390	1330	-	-	-	-	1268	1228	51								
Тиск номінальний (умовний) PN 2,5 МПа																			
10	8	90	60	42	24	34	23	35	26	15	14	2	4	3	33	-	14	M12	4
15	12	95	65	47	29	39	28	40	30	19									
20	18	105	75	58	36	50	35	51	38	26	16	3	4	3	36	-	18	M16	4
25	25	115	85	68	43	57	42	58	45	33									
32	31	135	100	78	51	65	50	66	56	39	17	3	4	3	43	-	45	M16	4
40	38	145	110	88	61	75	60	76	64	46									
50	49	160	125	102	73	87	72	88	76	58	17	3	4	3	45	-	18	M16	4

## Продовження таблиці В.3

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	$d1$	$D$	$D1$	$D2$	$D3$	$D4$	$D5$	$D6$	$Dm$	$Dn$	$b$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_4$	$B$	$d$	Болти (шпильки)			
																		діа- метр	кіль- кість		
Тиск номінальний (умовний) $PN 2,5$ МПа																					
65	66	180	145	122	95	109	94	110	96	77	19	3	4	3	50	-	18	M16	8		
80	78	195	160	133	106	120	105	121	110	90	19				52						
100	96	230	190	158	129	149	128	150	132	110	21				58			22		M20	
125	121	270	220	184	155	175	154	176	160	135	23				65			26		M24	12
150	146	300	250	212	183	203	182	204	186	161	25				68						
200	202	360	310	278	239	259	238	260	245	222	27	4	5	4	75	-	30	M27	16		
250	254	425	370	335	292	312	291	313	300	278	29				80						
300	303	485	430	390	343	363	342	364	352	330	32				85			33		M30	20
350	351	550	490	450	395	421	394	422	406	382	36				100						
400	398	610	550	505	447	473	446	474	464	432	40				5						
500	501	730	660	615	549	575	548	576	570	535	44	135	45	M42		28					
600	602	840	770	720	651	677	650	678	670	636	49	150					56	M52	32		
800	792	1075	990	930	851	877	850	878	874	826	55	160									
1000	992	1315	1210	1140	-	-	-	-	1084	1028	59	14	2	4	3	33	14	M12	4		
1200	1192	1525	1420	1350	-	-	-	-	1288	1228	62					70				75	
Тиск номінальний (умовний) $PN 4,0$ МПа																					
10	8	90	60	42	24	34	23	35	26	15	14	2	4	3	33	14	M12	4			
15	12	95	65	47	29	39	28	40	30	19					70				75		
20	18	105	75	58	36	50	35	51	38	26					34				80		

Закінчення таблиці В.3

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір <i>DN</i>	<i>d1</i>	<i>D</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	<i>D4</i>	<i>D5</i>	<i>D6</i>	<i>Dm</i>	<i>Dn</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>h1</i>	<i>h2</i>	<i>h4</i>	<i>B</i>	<i>d</i>	Болти (шпильки)					
																		діаметр	кількість				
Тиск номінальний (умовний) <i>PN 4,0</i> МПа																							
25	25	115	85	68	43	57	42	58	45	33	14	2							36	90	14	M12	4
32	31	135	100	78	51	65	50	66	56	39	16								43	105	18	M16	
40	38	145	110	88	61	75	60	76	64	46	16	45	110	M16									
50	48	160	125	102	73	87	72	88	76	58	17	50	125		8								
65	66	180	145	122	95	109	94	110	96	77	19	55	22	M20									
80	78	195	160	133	106	120	105	121	112	90	21	65			26	M24							
100	96	230	190	158	129	149	128	150	138	110	23	68	30	M27									
125	120	270	220	184	155	175	154	176	160	135	25	85			33	M30							
150	145	300	250	212	183	203	182	204	186	161	27	98	12										
200	200	375	320	285	239	259	238	260	250	222	35	112		16									
250	252	445	385	345	292	312	291	313	310	278	39	116	39		M36								
300	301	510	450	410	343	363	342	364	368	330	42	135		20									
350	351	570	510	465	395	421	394	422	418	382	48	140	24										
400	398	655	585	535	447	473	446	474	480	432	54	190		28									
500	495	755	670	615	549	575	548	576	580	535	58	235	32										
600	595	890	795	735	651	677	650	678	686	636	58	250											
800	795	1135	1030	960	851	877	850	878	908	826	71	190	56	M52	24								
1000	995	1360	1250	1180	-	-	-	-	1140	1028	77	235	62	M56	28								
1200	1195	1575	1460	1380	-	-	-	-	1350	1228	80	250	62	M56	32								

Таблиця В.4 – Фланці сталеві приварні встик для арматури і трубопроводів на номінальний (умовний) тиск  $PN$  6,3 МПа

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір $DN$	$d_1$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$	$D_8$	$D_9$
10	8	100	70	42	24	34	23	35	18	35	50
15	12	105	75	47	29	39	28	40	24		55
20	18	125	90	58	36	50	35	51	30	45	58
25	25	135	100	68	43	57	42	58	35	50	68
32	31	150	110	78	51	65	50	66	42	65	78
40	37	165	125	88	61	75	60	76	52	75	88
50	47	175	135	102	73	87	72	88	63	85	102
65	64	200	160	122	95	109	94	110	85	110	132
80	77	210	170	133	106	120	105	121	97	115	133
100	94	250	200	158	129	149	128	150	124	145	170
125	118	295	240	184	155	175	154	176	153	175	205
150	142	340	280	212	183	203	182	204	181	205	240
200	198	405	345	285	239	259	238	260	243	265	285
250	246	470	400	345	292	312	291	313	298	320	345
300	294	530	460	410	343	363	342	364	345	375	410
350	342	595	525	465	395	421	394	422	394	420	460
400	386	670	585	535	447	473	446	474	445	480	535
500	485	800	705	615	549	575	548	576	-	-	-
600	585	925	820	735	651	677	650	678			
800	785	1165	1050	960	-	-	-	-			
1000	985	1415	1290	1180	-	-	-	-			
1200	1185	1665	1530	1380	-	-	-	-			

Продовження таблиці В.4

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір $DN$	$D_m$	$D_n$	$b$	$b_2$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$r$	$d$	Шпильки		
												діаметр	кількість	
10	34	15	16	9	2	4	3	6,5	46	2,8	14	M12	4	
15	38	19												
20	48	26												18
25	52	33												20

Закінчення таблиці В.4

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	$D_m$	$D_n$	$b$	$b_2$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$r$	$d$	Шпильки		
												діаметр	кількість	
32	64	39	21	9	2			6,5	65	2,8	22	M20	4	
40	74	46												
50	86	58	12		3	4	3	8	4	4	33	M30	8	
65	106	77												
80	120	90												
100	140	110												
125	172	135												
150	206	161												
200	264	222			4	5	4		155	39	M36	45	M42	16
250	316	278												
300	370	330												
350	430	382												
400	484	432												
500	594	535												
600	704	636	-	-	-	-	-	-	-	62	M56	24		
800	920	826												
1000	1160	1028												
1200	1386	1228												

Таблиця В.5 – Фланці сталеві приварні встик для арматури і трубопроводів на номінальний (умовний) тиск  $PN 10,0$  МПа

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	$d_1$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$	$D_8$	$D_9$
10	8	100	70	42	24	34	23	35	18	35	50
15	12	105	75	47	29	39	28	40	24		55
20	18	125	90	58	36	50	35	51	30	45	58
25	25	135	100	68	43	57	42	58	35	50	68
32	31	150	110	78	51	65	50	66	42	65	78
40	37	165	125	88	61	75	60	76	52	75	88
50	45	195	145	102	73	87	72	88	63	85	102
65	62	220	170	122	95	109	94	110	85	110	140

Продовження таблиця В.5

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $D_N$	$d_1$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$	$D_8$	$D_9$
80	75	230	180	133	106	120	105	121	97	115	150
100	92	265	210	158	129	149	128	150	124	145	175
125	112	310	250	184	155	175	154	176	153	175	210
150	136	350	290	212	183	203	182	204	181	205	250
200	190	430	360	285	239	259	238	260	243	265	285
250	236	500	430	345	292	312	291	313	298	320	345
300	284	585	500	410	343	363	342	364	345	375	410
350	332	655	560	465	395	421	394	422	394	420	465
400	376	715	620	535	447	473	446	474	445	480	535

Закінчення таблиці В.5

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $D_N$	$D_m$	$D_n$	$b$	$b_2$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$r$	$d$	Шпильки		
												діаметр	кількість	
10	34	15	16	9	2	4	3	6,5	43	2,8	14	M12	4	
15	38	19	18						46					
20	48	26	20						51					
25	52	33	22						56					
32	64	39							60					
40	76	46	23						67					
50	86	58	25	12	3	5	8	68	4	26	M24	8		
65	110	77	29					80						
80	124	90	31					87						
100	146	110	35					97					30	M27
125	180	135	39					112				33		
150	214	161	43					125					39	M36
200	276	222	51					140				45		
250	340	278	57					160					52	M48
300	400	330	66					180				16		
350	460	382	72					195						
400	510	432	76	17	4	5	4	11	5,8	52	M48	16		

Таблиця В.6 – Фланці сталеві приварні встик для арматури і трубопроводів на номінальний (умовний) тиск  $PN 16,0$  МПа

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір $DN$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$	$D_8$	$D_9$
15	105	75	47	29	39	28	40	24	35	55
20	125	90	58	36	50	35	51	30	45	58
25	135	100	68	43	57	42	58	35	50	68
32	150	110	78	51	65	50	66	42	65	78
40	165	125	88	61	75	60	76	52	75	88
50	195	145	102	73	87	72	88	63	95	115
65	220	170	122	95	109	94	110	85	110	140
80	230	180	133	106	120	105	121	97	130	150
100	265	210	158	129	149	128	150	124	145	175
125	310	250	184	155	175	154	176	153	190	210
150	350	290	212	183	203	182	204	181	205	250
200	430	360	285	239	259	238	260	243	275	315
250	500	430	345	292	312	291	313	298	330	380
300	585	500	410	343	363	342	364	345	380	410

Продовження таблиці В.6

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір $DN$	$D_m$	$D_n$	$b$	$b_2$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$r$	$d$	Шпильки	
												діаметр	кількість
15	38	19	18	9	2	4	3	6,5	50	2,8	14	M12	4
20	48	26	20						56		18	M16	
25	52	33	22						65		22	M20	
32	64	39	25						72				
40	76	46	25	12	3	4	3	75	4	26	M24	8	
50	86	58	27					85					
65	110	77	31					90		30	M27		
80	124	90	33					100		33	M30		
100	146	110	37	14	3	4	3	115	4,2	39	M36	12	
125	180	135	41					10		130			
150	214	161	47					11		145	5,8		
200	276	222	57					17					

Закінчення таблиці В.6

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $D_N$	$D_m$	$D_n$	$b$	$b_2$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$r$	$d$	Шпильки	
												діаметр	кількість
250	340	278	65	17	3	4	3	11	165	5,8	39	M36	12
300	400	330	74	23	4	5	4	14	185	8,5	45	M42	16

Таблиця В.7 – Фланці сталеві приварні встик для арматури і трубопроводів на номінальний (умовний) тиск  $PN 20,0$  МПа

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $D_N$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$	$D_8$	$D_9$
15	120	82	47	29	39	28	40	24	40	55
20	130	90	58	36	50	35	51	30	45	58
25	150	102	68	43	57	42	58	35	50	68
32	160	115	78	51	65	50	66	42	65	78
40	170	124	88	61	75	60	76	52	75	91
50	210	160	102	73	87	72	88	63	95	129
65	260	203	122	95	109	94	110	85	130	167
80	290	230	133	106	120	105	121	97	160	190
100	360	292	158	129	149	128	150	124	190	245
125	385	318	184	155	175	154	176	153	205	271
150	440	360	212	183	203	182	204	181	240	306
200	535	440	285	239	259	238	260	243	305	380
250	670	572	345	292	312	291	313	-	-	-

Продовження таблиці В.7

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $D_N$	$D_m$	$D_n$	$b$	$b_2$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$r$	$d$	Шпильки	
												діаметр	кількість
15	40	23	24	9	2	4	3	6,5	52	2,8	22	M20	4
20	46	29	26						55				
25	54	36	28						60				



Закінчення таблиці В.7

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	$D_m$	$D_n$	$b$	$b_2$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$r$	$d$	Шпильки	
												діаметр	кількість
32	64	43	30	9	2	4	3	6,5	65	2,8	26	M24	4
40	74	49	31	12	3			8	72	4			
50	105	61	37					95	30		M27		
65	138	90	45					118				33	
80	162	110	51			132	39	M36					
100	208	135	63	14	4,5	3,5			10	175	4,2	45	M42
125	234	170	73				17	11	190	5,8	52		
150	266	196	79	-	-	-	300	-	-	56	M52	16	
200	340	248	89										230
250	460	330	107	-	-	-	-	-	-	-	56	M52	16

**Маса сталевих плоских приварних і приварних встик фланців**

Таблиця В.8 – Маса сталевих плоских приварних і приварних встик фланців на номінальній (умовній) тиск від  $PN 0,25$  до  $PN 2,5$  МПа

Маса, кг

Номинальний розмір $DN$ , мм	Плоскі приварні			Приварні встик					
	зі з'єднувальним виступом	з виступом	із западиною	зі з'єднувальним виступом	з виступом	із западиною	з шипом	з пазом	
Тиск номінальній (умовний) $PN 0,25$ МПа									
10	0,25	0,25	0,24	0,29	0,28	0,27	0,28	0,28	
15	0,29	0,29	0,27	0,34	0,34	0,32	0,34	0,33	
20	0,45	0,45	0,42	0,46	0,45	0,41	0,44	0,44	
25	0,55	0,55	0,52	0,55	0,55	0,50	0,54	0,53	
32	0,79	0,79	0,75	0,78	0,78	0,72	0,76	0,77	
40	0,95	0,93	0,90	1,09	1,04	1,02	1,03	1,04	
50	1,04	1,02	0,98	1,26	1,21	1,14	1,18	1,21	
65	1,39	1,37	1,32	1,62	1,57	1,46	1,53	1,55	
80	1,84	1,79	1,74	2,43	2,30	2,26	2,29	2,30	

## Продовження таблиці В.8

Маса, кг

Номинальний розмір $DN$ , мм	Плоскі приварні			Приварні встик				
	зі з'єднувальним виступом	з виступом	із западиною	зі з'єднувальним виступом	з виступом	із западиною	з шипом	з пазом
Тиск номінальний (умовний) $PN 0,25$ МПа								
100	2,14	2,11	2,01	2,98	2,70	2,65	2,67	2,71
125	2,60	2,56	2,42	3,72	3,65	3,41	3,52	3,57
150	3,43	3,39	3,23	4,30	5,22	3,95	4,04	4,13
200	4,73	4,69	4,48	6,92	6,75	6,33	6,55	6,63
250	6,95	6,92	6,62	9,88	9,61	9,18	9,32	9,43
300	9,33	9,22	8,79	13,38	13,35	12,35	11,59	12,67
350	10,45	10,33	9,87	15,97	15,93	14,90	14,63	15,00
400	11,64	11,51	9,96	18,56	18,53	17,30	16,84	17,33
500	16,01	15,86	15,15	26,76	26,60	25,00	23,11	23,76
600	21,35	21,03	20,08	35,79	35,70	33,00	32,90	33,37
800	36,63	36,15	34,14	46,15	55,50	52,20	51,49	52,60
1000	52,58	-	-	73,44	-	-	-	-
1200	62,36	-	-	92,92	-	-	-	-
Тиск номінальний (умовний) $PN 0,6$ МПа								
10	0,31	0,31	0,30	0,34	0,34	0,32	0,34	0,33
15	0,33	0,33	0,32	0,40	0,40	0,38	0,40	0,40
20	0,53	0,53	0,51	0,53	0,53	0,50	0,53	0,52
25	0,64	0,64	0,62	0,76	0,77	0,72	0,75	0,75
32	1,01	1,02	0,98	1,10	1,08	1,04	1,08	1,08
40	1,21	1,19	1,16	1,36	1,37	1,28	1,30	1,34
50	1,33	1,30	1,27	1,53	1,51	1,44	1,46	1,47
65	1,63	1,60	1,55	1,97	2,06	1,83	1,72	1,75
80	2,44	2,40	2,35	2,76	2,76	2,80	2,65	2,72
100	2,85	2,81	2,72	3,35	3,04	3,03	3,03	3,04
125	3,88	3,84	3,70	4,66	4,24	3,66	4,50	4,55
150	4,39	4,36	4,19	5,37	5,85	4,93	5,29	5,35
200	5,89	5,86	5,65	8,37	9,35	7,75	7,98	8,05
250	7,67	7,64	7,34	10,99	10,69	10,14	12,20	12,30
300	10,28	10,18	9,74	14,82	14,28	14,10	13,81	14,11
350	12,58	12,45	12,00	17,69	18,65	17,64	16,35	16,72

## Продовження таблиці В.8

Маса, кг

Номинальний розмір $DN$ , мм	Плоскі приварні			Приварні встик				
	зі з'єднувальним виступом	з виступом	із западиною	зі з'єднувальним виступом	з виступом	із западиною	з шипом	з пазом
Тиск номінальний (умовний) $PN 0,6$ МПа								
400	15,20	15,07	14,53	20,55	19,69	19,30	18,83	19,31
500	19,72	19,57	18,86	26,63	29,10	25,90	24,44	25,10
600	26,24	25,91	24,96	35,79	35,60	33,40	37,49	33,67
800	46,14	45,66	43,65	56,17	55,20	52,20	51,67	53,36
1000	64,36	-	-	73,51	-	-	-	-
1200	99,03			111,43				
Тиск номінальний (умовний) $PN 1,0$ МПа								
10	0,46	0,46	0,44	0,50	0,50	0,48	0,50	0,49
15	0,51	0,51	0,49	0,58	0,58	0,54	0,57	0,56
20	0,74	0,75	0,71	0,87	0,87	0,81	0,87	0,83
25	0,89	0,89	0,84	1,05	1,05	0,98	1,03	1,02
32	1,40	1,39	1,34	1,54	1,53	1,45	1,50	1,49
40	1,71	1,72	1,67	1,83	1,78	1,71	1,74	1,78
50	2,06	2,03	1,99	2,26	2,23	2,15	2,15	2,21
65	2,80	2,77	2,69	3,17	3,11	2,92	3,06	3,14
80	3,19	3,13	3,08	3,67	3,60	3,46	3,54	3,65
100	3,96	3,94	3,76	4,70	4,70	4,49	4,50	4,54
125	5,40	5,38	5,18	6,71	6,58	6,27	6,12	6,23
150	6,62	6,62	6,33	8,17	8,20	7,77	8,80	8,90
200	8,05	8,04	7,71	11,35	11,00	10,47	10,28	10,32
250	10,65	10,66	10,22	14,64	14,39	13,86	13,64	13,83
300	12,90	12,89	12,21	18,66	19,30	17,70	18,52	18,90
350	15,85	15,79	14,96	24,00	24,70	22,56	22,70	23,00
400	21,56	21,51	20,49	30,00	30,35	27,65	28,00	28,50
500	22,70	28,02	26,86	39,20	40,00	37,00	36,91	37,60
600	39,40	39,26	37,48	48,80	50,00	46,60	45,52	48,70
800	79,16	77,89	76,08	87,24	86,10	80,40	81,25	84,28
1000	118,43	-	-	119,19	-	-	-	-
1200	197,44			179,91				

## Продовження таблиці В.8

Маса, кг

Номинальний розмір $DN$ , мм	Плоскі приварні			Приварні встик				
	зі з'єднувальним виступом	з виступом	із западиною	зі з'єднувальним виступом	з виступом	із западиною	з шипом	з пазом
Тиск номінальний (умовний) $PN$ 1,6 МПа								
10	0,54	0,54	0,53	0,59	0,60	0,58	0,59	0,58
15	0,61	0,61	0,58	0,68	0,68	0,65	0,67	0,66
20	0,86	0,86	0,83	0,87	0,87	0,82	0,85	0,84
25	1,17	1,17	1,13	1,05	1,05	0,99	1,03	1,02
32	1,58	1,58	1,53	1,54	1,54	1,48	1,50	1,50
40	1,96	1,93	1,89	1,85	1,81	1,77	1,77	1,81
50	2,58	2,54	2,50	2,28	2,24	2,16	2,17	2,23
65	3,42	3,38	3,30	3,19	3,17	3,05	3,06	3,14
80	3,71	3,71	3,70	4,21	4,15	4,04	4,06	4,17
100	4,73	4,72	4,53	4,90	4,80	4,65	4,72	4,78
125	6,38	6,38	6,15	6,75	6,76	6,47	6,55	6,66
150	7,81	7,81	7,52	8,30	8,28	7,88	7,96	8,08
200	10,10	10,21	9,88	11,79	11,72	11,28	11,04	11,20
250	14,49	14,48	14,06	17,36	15,00	14,30	16,67	16,86
300	17,78	17,59	17,12	22,76	22,65	20,83	21,60	22,10
350	22,88	22,65	21,99	32,04	32,00	29,43	30,60	33,10
400	31,00	30,76	29,94	43,00	42,64	41,10	41,00	41,70
500	57,01	56,17	55,74	70,97	70,32	69,00	68,00	69,90
600	80,03	79,03	78,80	99,30	97,81	96,73	94,50	96,60
800	104,41	103,15	101,34	130,57	118,79	115,00	124,80	127,60
1000	179,37	-	-	203,39	-	-	-	-
1200	297,78			284,94				
Тиск номінальний (умовний) $PN$ 2,5 МПа								
10	0,63	0,64	0,61	0,68	0,69	0,66	0,68	0,67
15	0,70	0,71	0,68	0,79	0,78	0,75	0,80	0,78
20	0,98	0,97	0,94	0,97	0,99	0,93	0,97	0,95
25	1,17	1,17	1,13	1,18	1,19	1,13	1,16	1,15
32	1,77	1,76	1,72	1,83	1,85	1,78	1,81	1,80
40	2,18	2,15	2,11	2,19	2,16	2,10	2,11	2,15
50	2,71	2,80	2,76	2,78	2,76	2,47	2,69	2,75

Продовження таблиці В.8

Маса, кг

Номинальний розмір $DN$ , мм	Плоскі приварні			Приварні встик				
	зі з'єднувальним виступом	з виступом	із западиною	зі з'єднувальним виступом	з виступом	із западиною	з шипом	з пазом
Тиск номінальний (умовний) $PN$ 2,5 МПа								
65	3,22	3,21	3,14	3,71	3,62	3,60	3,55	3,62
80	4,06	4,00	3,95	4,44	4,32	4,27	4,26	4,48
100	5,92	5,89	5,72	6,51	6,58	6,27	6,41	6,49
125	8,26	8,25	8,23	9,41	9,45	9,14	9,27	9,37
150	10,12	10,07	9,83	12,52	12,56	11,90	12,01	12,17
200	13,34	13,24	13,01	17,44	17,21	16,86	16,36	16,62
250	18,90	18,78	18,52	24,40	24,08	23,27	25,37	25,74
300	23,95	23,53	23,29	33,29	32,40	31,94	32,42	33,16
350	34,35	34,57	34,18	46,57	45,60	44,68	45,40	46,23
400	44,62	44,01	43,56	64,81	63,58	62,41	63,48	64,59
500	67,30	66,63	66,36	88,91	88,20	86,50	86,48	88,08
600	90,87	89,13	88,91	123,70	122,00	105,70	119,50	122,17
800	181,43	174,52	174,15	213,90	211,00	209,00	210,00	214,68
1000	-	-	-	312,12	-	-	-	-
1200				387,50				

Таблиця В.9 – Маса приварних встик фланців на номінальний (умовний) тиск  $PN$  4,0 МПа

Маса, кг

Номинальний розмір $DN$ , мм	зі з'єднувальним виступом	з виступом	із западиною	з шипом	з пазом
10	0,68	0,69	0,66	0,68	0,67
15	0,79	0,78	0,75	0,80	0,78
20	0,97	0,99	0,93	0,97	0,95
25	1,18	1,19	1,13	1,16	1,15
32	1,83	1,85	1,78	1,81	1,80

## Закінчення таблиці В.9

Маса, кг

Номинальний розмір $DN$ , мм	зі з'єднувальним виступом	з виступом	із западиною	з шипом	з пазом
40	2,19	2,16	2,10	2,11	2,15
50	2,81	2,79	2,68	2,72	2,78
65	3,71	3,72	3,59	3,60	3,68
80	4,80	4,81	4,60	4,69	4,80
100	7,40	7,06	6,82	7,20	7,28
125	10,00	10,17	9,48	9,97	10,08
150	13,03	13,20	12,60	12,86	13,03
200	24,44	24,00	23,57	24,20	24,00
250	37,59	37,30	36,50	36,90	37,40
300	57,10	50,60	50,30	51,10	52,20
350	70,34	69,60	68,00	68,10	68,80
400	106,76	105,50	105,00	103,80	106,00
500	132,33	128,00	126,00	128,00	130,00
600	180,95	195,08	165,78	182,02	179,81
800	343,69	367,40	319,93	345,08	342,20
1000	540,75	-	-	-	-
1200	690,59	-	-	-	-

Таблиця В.10 – Маса приварних встик фланців на номінальний (умовний) тиск  $PN$  6.3 МПа

Маса, кг

Номинальний розмір $DN$ , мм	зі з'єднувальним виступом	з виступом	із западиною	з шипом	з пазом	під прокладку овального перерізу	під лінзову прокладку
10	1,03	1,02	0,98	0,99	0,99	0,99	1,03
15	1,15	1,14	1,11	1,12	1,13	1,11	1,15
20	1,80	1,81	1,76	1,78	1,80	1,75	1,80
25	2,30	2,28	2,22	2,26	2,27	2,25	2,30
32	2,94	2,94	2,88	2,91	2,92	2,87	2,94
40	3,75	3,71	3,67	3,67	3,74	3,67	3,75

## Закінчення таблиці В.10

Маса, кг

Номинальний розмір DN, мм	зі з'єднувальним виступом	з виступом	із западиною	з шипом	з пазом	під прокладку овального пере-різу	під лінзову прокладку
50	4,63	4,59	4,50	4,51	4,60	4,50	4,63
65	6,29	6,16	6,05	6,06	6,19	6,09	6,26
80	7,22	7,17	7,00	7,05	7,18	6,87	7,05
100	10,71	10,70	10,50	10,53	10,67	10,48	10,71
125	17,13	16,94	16,60	16,66	16,91	16,67	16,98
150	24,60	25,40	24,10	24,06	24,44	24,18	24,60
200	36,60	38,50	36,11	35,74	36,27	36,03	36,45
250	50,89	53,80	50,30	49,45	50,16	50,08	50,58
300	68,15	74,60	68,30	65,04	62,52	67,00	67,59
350	98,68	106,00	98,50	94,71	96,27	96,42	97,08
400	135,80	151,00	137,00	128,90	130,85	134,93	135,70
500	192,74	200,89	184,56	193,46	191,96		
600	269,27	283,40	255,10	270,34	268,12		
800	463,87					-	-
1000	980,60	-	-	-	-		
1200	1263,72						

Таблиця В.11 – Маса приварних встик фланців на номінальний (умовний) тиск  $P_N$  від 10,0 до 20,0 МПа

Маса, кг

Номинальний розмір DN, мм	з виступом	із западиною	з шипом	з пазом	під прокладку овального пере-різу	під лінзову прокладку
Тиск номінальний (умовний) $P_N$ 10,0 МПа						
10	1,02	0,99	1,01	1,02	0,99	1,03
15	1,26	1,23	1,24	1,25	1,23	1,27
20	1,98	1,90	1,95	1,95	2,02	1,97
25	2,48	2,42	2,45	2,46	2,45	2,50
32	3,05	3,00	3,03	3,03	2,99	3,06

## Продовження таблиці В.11

Маса, кг

Номинальний розмір DN, мм	з виступом	із западиною	з шипом	з пазом	під прокладку овального пере-різу	під лінзову прокладку
Тиск номінальний (умовний) <i>PN 10,0 МПа</i>						
40	4,06	4,00	4,00	4,07	3,95	4,05
50	6,03	5,60	5,94	6,05	5,95	6,08
65	8,52	8,48	8,41	8,84	8,40	8,57
80	9,91	9,85	9,77	9,95	9,80	9,98
100	14,65	14,40	14,47	14,65	14,44	14,67
125	23,32	19,30	23,00	23,30	23,04	23,34
150	32,87	31,90	31,73	32,22	31,87	32,19
200	54,24	54,07	51,14	53,90	53,81	54,23
250	85,24	85,12	83,37	84,51	85,40	85,26
300	127,78	127,73	125,24	127,41	127,76	128,35
350	170,94	170,00	167,22	169,56	169,55	171,60
400	216,44	211,86	207,25	210,24	211,10	212,90
Тиск номінальний (умовний) <i>PN 16,0 МПа</i>						
15	1,27	1,24	1,24	1,21	1,23	1,27
20	1,98	1,94	1,95	1,90	2,03	2,08
25	2,48	2,44	2,45	2,38	2,44	2,50
32	3,07	3,01	3,04	2,96	2,98	3,06
40	4,01	3,98	4,28	4,20	3,97	4,06
50	6,43	6,40	6,49	5,95	6,30	6,49
65	9,38	8,64	8,36	8,23	8,88	9,10
80	10,40	10,30	10,16	10,02	10,20	10,46
100	15,40	15,22	15,18	14,93	15,09	15,41
125	24,87	23,10	23,89	23,59	23,82	24,19
150	35,04	34,40	31,84	31,65	33,92	34,48
200	60,10	60,00	58,24	57,80	57,86	58,90
250	94,40	94,20	92,48	91,93	92,16	93,41
300	141,00	140,00	136,69	136,06	136,56	139,20



## Закінчення таблиці В.11

Маса, кг

Номинальний розмір $DN$ , мм	з виступом	із западиною	з шипом	з пазом	під прокладку овального перерізу	під літзову прокладку
Тиск номінальний (умовний) $PN 20,0$ МПа						
15	1,92	1,92	2,11	2,08	1,88	1,93
20	2,54	2,53	2,49	2,44	2,46	2,50
25	3,53	3,33	3,54	3,50	3,50	3,59
32	4,42	4,42	4,42	4,34	4,35	4,43
40	5,32	5,36	5,31	5,22	5,27	5,46
50	11,11	11,25	9,95	9,85	9,86	10,05
65	19,01	19,20	18,61	18,48	18,97	19,23
80	27,30	27,50	27,28	27,03	27,23	27,55
100	53,22	53,60	53,14	52,89	53,26	53,64
125	73,15	65,20	64,05	63,75	65,37	64,74
150	90,19	90,60	90,11	89,76	90,02	90,92
200	158,60	159,00	158,27	157,83	158,53	159,69
250	314,50	315,70	318,03	317,49	-	-

## ДОДАТОК Г

### Заглушки фланцеві сталеві [42]

Фланцеві заглушки [42] виготовляють п'яти виповнень:

– виповнення 1 – заглушки зі з'єднувальним виступом на номінальний (умовний) тиск  $PN$  від 0,6 до 4,0 МПа (рисунок Г.1, таблиці Г.1-Г.5);

– виповнення 2 – заглушки з виступом на номінальний (умовний) тиск  $PN$  від 1,0 до 6,3 МПа (рисунок Г.2, таблиці Г.6-Г.10);

– виповнення 3 – заглушки з шипом на номінальний (умовний) тиск  $PN$  від 0,6 до 6,3 МПа (рисунок Г.3, таблиці Г.11-Г.16), крім розмірів ущільнювальних поверхонь під фторопластові прокладки, які наведені в таблиці Г.17;

– виповнення 4 – заглушки під прокладку овального перерізу на номінальний (умовний) тиск  $PN$  від 6,3 до 16,0 МПа (рисунок Г.4, таблиці Г.18-Г.20);

– виповнення 5 – заглушки з западиною на номінальний (умовний) тиск  $PN$  від 0,6 до 4,0 МПа (рисунок Г.5, таблиця Г.21).

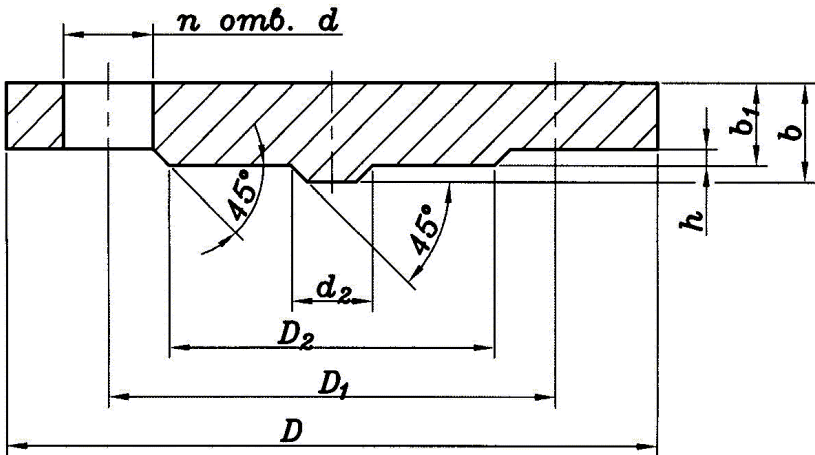


Рисунок Г.1 – Заглушка фланцева зі з'єднувальним виступом (виповнення 1)

Таблиця Г.1 – Заглушки фланцеві сталеві зі з'єднувальним виступом на номінальний (умовний) тиск  $P_N 0,6$  МПа (виповнення 1)

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_2$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг	
10	75	50	35	12	10	2	6	11	4	M10	0,3	
15	80	55	40				10				0,4	
20	90	65	50				16				0,5	
25	100	75	60				22				0,6	
32	120	90	70				28				1,0	
40	130	100	80	14	12	3	36	14	M12	1,1		
50	140	110	90				46			1,3		
65	160	130	110				60			1,7		
80	185	150	128				76			2,3		
100	205	170	148				94			2,8		
125	235	200	178	16	14	4	118	18	M16	4,4		
150	260	225	202				142			5,5		
200	315	280	258				196			8,3		
250	370	335	312				244			11,6		
300	435	395	365				294			12	M20	17,4
350	485	445	415	344	4	22	12	16	M20	22,1		
400	535	495	465	20						17	390	30,6
450	590	550	520	22						19	440	41,8
500	640	600	570								490	49,7
600	755	705	670	24						20	590	26
800	975	920	880	30	26	780	30	24	M27	159,3		
1000	1175	1120	1080	36	32	980		28		28	285,5	
1200	1400	1340	1295	40	36	1180		33		32	M30	454,2

Таблиця Г.2 – Заглушки фланцеві сталеві зі з'єднувальним виступом на номінальний (умовний) тиск  $P_N 1,0$  МПа (виповнення 1)

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_2$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг	
200	335	295	268	16	14	3	196	22	8	M20	9,2	
250	390	350	320	18	16		244		12		12	14,4
300	440	400	370	20	17		294		16		16	20,1
350	500	460	430	22	19	344	29,3					
400	565	515	482	24	21	390	26	16	M24	41,0		

Закінчення таблиці Г.2

Розміри в міліметрах

<i>DN</i>	<i>D</i>	<i>D<sub>1</sub></i>	<i>D<sub>2</sub></i>	<i>b</i>	<i>b<sub>1</sub></i>	<i>h</i>	<i>d<sub>2</sub></i>	<i>d</i>	<i>n</i>	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
450	615	565	532	24	21	4	440	26	20	M24	48,9
500	670	620	585	26	23		490				64,0
600	780	725	685	30	26	5	590	30	24	M27	99,6
800	1010	950	905	40	36		780	33		M30	230,4
1000	1220	1160	1110	45	41		980		28	385,5	
1200	1455	1380	1330	55	51		1180	39	32	M36	675,7

Примітка – Заглушки з номінальним розміром (умовним проходом) *DN* 10-50 мм слід приймати на номінальний (умовний) тиск *PN* 4,0 МПа за таблицею Г.5, а на номінальний розмір *DN* 65-150 мм – за таблицею Г.3 на номінальний (умовний) тиск *PN* 1,6 МПа.

Таблиця Г.3 – Заглушки фланцеві сталеві зі з'єднувальним виступом на номінальний (умовний) тиск *PN* 1,6 МПа (виповнення 1)

Розміри в міліметрах

<i>DN</i>	<i>D</i>	<i>D<sub>1</sub></i>	<i>D<sub>2</sub></i>	<i>b</i>	<i>b<sub>1</sub></i>	<i>h</i>	<i>d<sub>2</sub></i>	<i>d</i>	<i>n</i>	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
65	180	145	122	16	14	3	60	18	4	M16	2,5
80	195	1160	133	16	14	3	76	18	4	M16	3,0
100	215	180	158				94		8		3,6
125	245	210	184	18	16	3	118	22	8	M20	4,8
150	280	240	212				142				7,1
200	335	295	268	18	16	4	196	26	12	M24	10,4
250	405	355	320	22	20		244				19,0
300	460	410	370	24	21	4	294	30	16	M27	26,4
350	520	470	430	26	23		344				37,3
400	580	525	482	30	27	4	390	33	20	M30	54,3
450	640	585	532				440				66,2
500	710	650	585	36	33	5	490	39	24	M36	99,2
600	840	770	685	40	36		590				152,2
800	1020	950	905	50	46	5	780	45	28	M42	294,2
1000	1255	1170	1110	60	56		980				339,3
1200	1485	1390	1330	70	66		1180	52	32	M48	885,9

Примітка – Заглушки з номінальним розміром *DN* 10-50 мм слід приймати на номінальний (умовний) тиск *PN* 4,0 МПа за таблицею Г.5.

Таблиця Г.4 – Заглушки фланцеві сталеві зі з'єднувальним виступом на номінальний (умовний тиск)  $PN 2,5$  МПа (виповнення 1)

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_2$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг	
200	360	310	278	24	22	3	196	26	12	M24	16,2	
250	425	370	335	30	27		244	30		M27	29,1	
300	485	430	390			4	33		294	33	16	M30
350	550	490	450	36	33			344	58,3			
400	610	550	505	40	37			390	81,4			
450	660	600	555					440	95,5			
500	730	660	615	45	42	490	39	20	M36	131,6		
600	840	770	750	50	46	590	45			24	195,4	
800	1075	990	930	60	56	5	780	45	24	M42	389,9	

Примітка – Заглушки з номінальним розміром  $DN 10-150$  мм слід приймати за таблицею Г.5 на номінальний (умовний) тиск  $PN 4,0$  МПа.

Таблиця Г.5 – Заглушки фланцеві сталеві зі з'єднувальним виступом на номінальний (умовний тиск)  $PN 4,0$  МПа

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_2$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
10	90	60	42	14	12	2	6	14	4	M12	0,5
15	95	65	47				10				0,6
20	105	75	58	16	14		16				0,8
25	115	85	68				22				1,0
32	135	100	78	18	16	3	28	18	M16	1,6	
40	145	110	88				36			1,8	
50	160	125	102				46			2,2	
65	180	145	122				60			3,1	
80	195	160	133	20	18	76	3,7				
100	230	190	158	22	20	3	94	22	8	M20	5,8
125	270	220	184	24	22		118	26		M24	8,8
150	300	250	212	26	24		142				12,1
200	375	320	285	28	28	4	196	30	12	M27	22,1
250	445	385	345	36	34		244	33		M30	38,4
300	510	450	410	40	37		294				55,2
350	510	570	465	45	42		344	39		16	M36
400	655	585	535	50	47	390	117,3				

Закінчення таблиці Г.5

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_2$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
450	680	610	560	50	47	4	440	39	20	M36	125,9
500	755	670	615	55	52		490	45		M42	170,6

Приклад умовного позначення круглої заглушки виповнення 1 на номінальний розмір (умовний прохід)  $DN$  100 мм і номінальний (умовний) тиск  $PN$  0,6 МПа зі сталі марки 16ГС категорії 6:

*Заглушка 1-100-0,6-16ГС-6 АТК 24.200.09-90.*

Теж, квадратної:

*Заглушка квадратная 1-100-0,6-16ГС-6 АТК 24.200.09-90.*

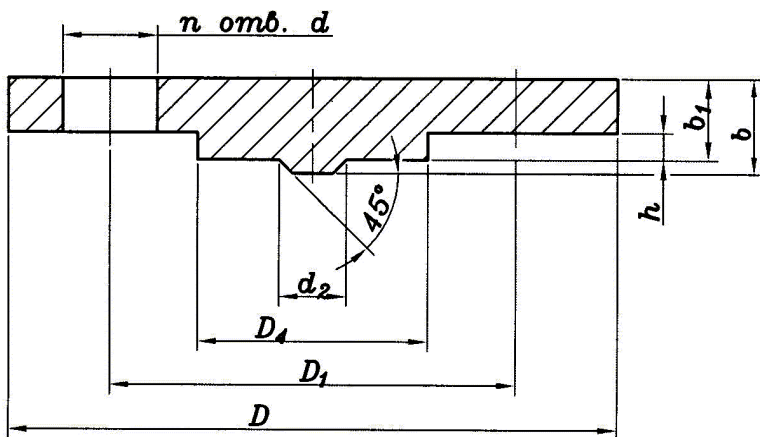


Рисунок Г.2 – Заглушка фланцева з виступом (виповнення 2)

Таблиця Г.6 – Заглушки фланцеві сталеві з виступом на номінальний (умовний) тиск  $PN$  1,0 МПа (виповнення 2)

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_2$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
200	335	295	259	16	14	4	196	22	8	M20	8,8
250	390	350	312	18	16		244		12		14,0
300	440	400	363	20	17	294	24	19,4			
350	500	460	421	22	19	344		27	28,4		
400	565	515	473	24	21	5	390	26	24	M24	39,6
450	615	565	523				440				47,7
500	670	620	575	26	23	490	27	64,1			
600	780	725	677	30	25	6	590	30	M27	96,0	
800	1010	950	877	40	35		780	33	30	M30	223,7

Примітка – Заглушки на номінальний розмір  $DN$  10-50 мм слід приймати на номінальний тиск  $PN$  4,0 МПа за таблицею Г.9, а на номінальний розмір  $DN$  65-150 мм – за таблицею Г.7 на номінальний (умовний) тиск  $PN$  1,6 МПа.

Таблиця Г.7 – Заглушки фланцеві сталеві зі з'єднувальним виступом на номінальний (умовний) тиск  $PN$  1,6 МПа (виповнення 2)

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_2$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
65	180	145	109	16	14	4	60	18	4	M16	2,3
80	195	160	120				76				2,7
100	215	180	149				94		3,4		
125	245	210	175				118		4,5		
150	280	240	203	18	16	4	142	22	8	M20	6,8
200	335	295	259				196				10,0
250	405	355	312	22	20	244	12	12	M24		18,6
300	460	410	363	24	21	294	26	16		25,8	
350	520	470	421	26	23	344				16	16
400	580	525	473	30	27	5	390	30	20	M27	53,4
450	640	585	523				440				65,1
500	710	650	575	36	33	490	33	20	M30		97,9
600	840	770	677	40	36	6	590	39	24	M36	148,3
800	1020	950	877	50	46		780				24

Примітка – Заглушки на номінальний розмір  $DN$  10-50 мм слід приймати за таблицею Г.9 на номінальний (умовний) тиск  $PN$  4,0 МПа.

Таблиця Г.8 – Заглушки фланцеві сталеві з виступом на номінальний (умовний) тиск  $PN 2,5$  МПа (виповнення 2)

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_2$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
200	360	310	259	24	22	4	196	26	12	M24	15,7
250	425	370	312	30	28		244	30		M27	28,3
300	485	430	363		27		294		16	M30	35,6
350	550	490	421	36	33	344	33	M30		56,9	
400	610	550	473	40	37	390		M30		79,7	
450	660	600	523		42	440		20		M36	93,6
500	730	660	575	45	45	490	39		M36	129,3	
600	840	770	677	50	45	590		24	M42	189,9	
800	1075	990	877	60	55	780	45		M42	381,4	

Примітка – Заглушки на номінальний розмір  $DN 10-150$  мм слід приймати на номінальний (умовний) тиск  $PN 4,0$  МПа за таблицею Г.9.

Таблиця Г.9 – Заглушки фланцеві сталеві з виступом на номінальний (умовний) тиск  $PN 4,0$  МПа (виповнення 2)

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_2$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
10	90	60	34	14	12	4	6	14	4	M12	0,4
15	95	65	39				10				0,5
20	105	75	50	16	14		0,7				
25	115	85	57		22		0,8				
32	135	100	65	18	16		28	18	8	M16	1,4
40	145	110	75		17		36				1,8
50	160	125	87	20	18		46				2,2
65	180	145	108		60		3,0				
80	195	160	120	22	20		76	3,5			
100	230	190	149		22		20	94	22	M20	5,5
125	270	220	175	24	22	118	26	8	M24	8,5	
150	300	250	203	26	24	142				26	11,7
200	375	320	259	30	28	196	30	12	M27	21,4	
250	445	385	312	36	34	244	33		16	M30	37,4
300	540	450	363	40	37	294		33			53,5
350	570	510	421	45	42	344		39			77,8
400	655	585	473	50	47	390	39	M36	114,5		



Закінчення таблиці Г.9

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_2$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
450	680	610	523	50	47	5	440	39	16	M36	123,9
500	755	670	575	55	50		490	45	20		

Таблиця Г.10 – Заглушки фланцеві сталеві з виступом на номінальний (умовний) тиск  $PN$  6,3 МПа (виповнення 2)

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_2$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг		
10	100	70	34	18	16	4	6	14	4	M12	0,7		
15	105	75	39				10				0,8		
20	125	90	50	20	18		16	18		M16	1,3		
25	135	100	57	22	1,8								
32	150	110	65	24	22		28	22		M20	2,2		
40	165	125	75				36				3,0		
50	175	135	87	46	3,4								
65	200	160	109	60	5,3								
80	210	170	120	28	26		76				5,9		
100	250	200	149	4	30		94				26	8	M24
125	295	240	175			32	30		118		30	M27	13,8
150	340	280	203			36	34		142		33	M30	21,1
200	405	345	259			40	38		196				33,8
250	470	400	312			45	43		244		39	M36	51,9
300	530	460	363			50	47	294	72,1				
350	595	525	421			55	52	344	45	M42	103,2		
400	670	585	473			60	57	390			143,2		
500	800	705	575			70	65	490	52	20	M48	234,2	
600	925	820	677			80	75	6	590	56	M52	364,9	

Приклад умовного позначення круглої заглушки виповнення 2 на номінальний розмір (умовний прохід)  $DN$  80 мм і номінальний (умовний) тиск  $PN$  1,6 МПа зі сталі 16ГС категорії 6:

***Заклушка 2-80-1,6-16ГС-6 АТК 24.200.02-90.***

Те ж, квадратної:

***Заклушка квадратная 2-80-1,6-16ГС-6 АТК 24.200.02-90.***

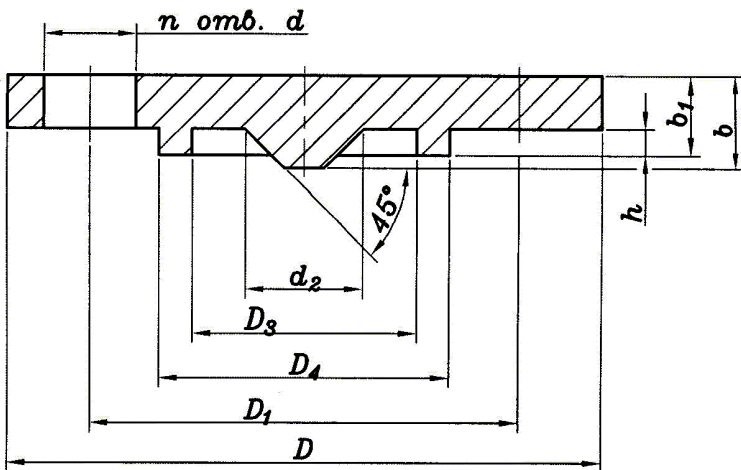


Рисунок Г.3 – Заглушка фланцева з шипом виповнення 3

Таблиця Г.11 – Заглушки фланцеві сталеві з шипом на номінальний (умовний) тиск  $PN 0,6$  МПа (виповнення 3)

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_3$	$D_4$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
10	75	50	19	29	14	13	4	6	11	4	M10	0,3
15	80	55	23	33				10				
20	90	65	33	43				16				
25	100	75	41	51				22				0,5
32	120	90	49	59				28				0,7
40	130	100	55	69	16	14	4	36	18	8	M12	0,9
50	140	110	66	80				46				1,1
65	160	130	86	100				60				1,4
80	185	150	101	115				76				1,9
100	205	170	117	137				94				2,9
125	235	200	146	166	16	14	4	118	18	8	M16	3,9
150	260	225	171	191				142				4,9
200	315	280	229	249				196				7,5
250	370	335	283	303				244				10,6
300	435	395	336	356				294				16,4
350	485	445	386	406	18	16	5	344	22	12	M20	20,9

Закінчення таблиці Г.11

Розміри в міліметрах

<i>DN</i>	<i>D</i>	<i>D<sub>1</sub></i>	<i>D<sub>3</sub></i>	<i>D<sub>4</sub></i>	<i>b</i>	<i>b<sub>1</sub></i>	<i>h</i>	<i>d<sub>2</sub></i>	<i>d</i>	<i>n</i>	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
400	535	495	436	456	20	17	5	390	22	16	M20	28,4
450	590	550	489	509	22	19		440				39,2
500	640	600	541	561				490				46,8
600	755	705	635	661	24	21	6	590	26	20	M24	71,5
800	975	920	841	867	30	27		780	30	24	M27	151,9

Таблиця Г.12 – Заглушки фланцеві сталеві з шипом на номінальний (умовний) тиск *PN* 1,0 МПа (виповнення 3)

Розміри в міліметрах

<i>DN</i>	<i>D</i>	<i>D<sub>1</sub></i>	<i>D<sub>3</sub></i>	<i>D<sub>4</sub></i>	<i>b</i>	<i>b<sub>1</sub></i>	<i>h</i>	<i>d<sub>2</sub></i>	<i>d</i>	<i>n</i>	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
200	335	295	239	259	16	14	4	196	22	8	M20	8,3
250	390	350	292	312	18	16		244				13,3
300	440	400	343	363	20	17	5	294	26	12	M24	18,4
350	500	460	395	421	22	19		344				27,2
400	565	515	447	473	24	21		390				38,1
450	615	565	497	523			440	46,0				
500	670	620	549	575	26	23	6	490	30	20	M27	60,2
600	780	725	651	677	30	25		590				93,2
800	1010	950	851	877	40	35		780				33

Примітка – Заглушки на номінальний розмір *DN* 10-50 мм слід приймати за таблицею Г.15 на номінальний (умовний) тиск *PN* 4,0 МПа, а на номінальний розмір *DN* 65-150 мм – за таблицею Г.13 на номінальний тиск *PN* 1,6 МПа.

Таблиця Г.13 – Заглушки фланцеві сталеві з шипом на номінальний (умовний) тиск *PN* 1,6 МПа (виповнення 3)

Розміри в міліметрах

<i>DN</i>	<i>D</i>	<i>D<sub>1</sub></i>	<i>D<sub>3</sub></i>	<i>D<sub>4</sub></i>	<i>b</i>	<i>b<sub>1</sub></i>	<i>h</i>	<i>d<sub>2</sub></i>	<i>d</i>	<i>n</i>	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
65	180	145	95	109	16	14	4	60	18	4	M16	2,2
80	195	160	106	120				76				2,6
100	215	180	129	149				94				3,2
125	245	210	155	175				118				4,5
						15				8		

Закінчення таблиці Г.13

Розміри в міліметрах

<i>DN</i>	<i>D</i>	<i>D<sub>1</sub></i>	<i>D<sub>3</sub></i>	<i>D<sub>4</sub></i>	<i>b</i>	<i>b<sub>1</sub></i>	<i>h</i>	<i>d<sub>2</sub></i>	<i>d</i>	<i>n</i>	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
150	280	240	183	203	18	16	4	142	22	8	M20	6,4
200	335	295	239	259	20	18		196				10,8
250	405	355	292	312	22	20		244	26	12	M24	17,8
300	460	410	343	363	24	21	294	24,6				
350	520	470	395	421	26	23	5	344	30	16	M27	35,1
400	580	525	447	473	30	27		390				51,6
450	640	585	497	523				440	63,1			
500	710	650	549	575	36	33	6	490	33	20	M30	95,6
600	840	770	651	677	40	35		590	39	24	M36	144,8
800	1020	950	851	877	50	45		780				283,1

Примітка – Заглушки на номінальний розмір *DN* 10-50 мм слід приймати за таблицею Г.15 на номінальний (умовний) тиск *PN* 4,0 МПа.

Таблиця Г.14 – Заглушки фланцеві сталеві з шипом на номінальний (умовний) тиск *PN* 2,5 МПа (виповнення 3)

Розміри в міліметрах

<i>DN</i>	<i>D</i>	<i>D<sub>1</sub></i>	<i>D<sub>3</sub></i>	<i>D<sub>4</sub></i>	<i>b</i>	<i>b<sub>1</sub></i>	<i>h</i>	<i>d<sub>2</sub></i>	<i>d</i>	<i>n</i>	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
200	360	318	239	259	24	22	4	196	26	12	M24	15,1
250	425	370	292	312	30	28		244				27,5
300	485	430	343	363		27		294	30	34,5		
350	550	490	395	421	36	33	5	344	33	16	M30	55,5
400	610	550	447	473	40	37		390				77,9
450	660	600	497	523				440	91,7			
500	730	660	549	575	45	42	6	490	39	20	M36	127,0
600	840	770	651	677	50	45		590	190,0			
800	1075	990	851	877	60	55		780	45	24	M42	382,6

Примітка – Заглушки на номінальний розмір *DN* 10-150 мм слід приймати за таблицею Г.15 на номінальний (умовний) тиск *PN* 4,0 МПа.

Таблиця Г.15 – Заглушки фланцеві сталеві з шипом на номінальний (умовний) тиск  $PN$  4,0 МПа (виповнення 3)

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_3$	$D_4$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг	
10	90	60	24	34	14	12	4	6	14	4	M12	0,4	
15	95	65	29	39				10				0,5	
20	105	75	36	50	16	14		16	0,7				
25	115	85	43	57				22	0,8				
32	135	100	51	65	18	16		28	18	4	M16	1,4	
40	145	110	61	75				36				1,6	
50	160	125	73	87				46				1,9	
65	180	145	95	109	20	18		60	22	8		M20	2,8
80	195	160	106	120				76			3,3		
100	230	190	129	149	22	20		94	26	12	M24		5,3
125	270	220	155	175	24	22		118					8,2
150	300	250	183	203	26	24		142	30	12	M27	11,3	
200	375	320	239	259	30	28	196	20,8					
250	445	385	292	312	36	34	244	33	16	M30	36,6		
300	510	450	343	363	40	37	294				52,4		
350	570	510	395	421	45	42	344	39	20	M36	76,4		
400	655	585	447	473	50	45	390				112,8		
450	680	610	497	523			440	123,5					
500	755	670	549	575	55	50	490	45	M42	162,0			

Таблиця Г.16 – Заглушки фланцеві сталеві з шипом на номінальний (умовний) тиск  $PN$  6,3 МПа (виповнення 3)

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_3$	$D_4$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг	
10	100	70	24	34	18	16	4	6	14	4	M12	0,7	
15	105	75	29	39				10				0,8	
20	125	90	36	50	20	18		16	18		4	M16	1,3
25	135	100	43	57				22					1,8
32	150	110	51	65	24	22		28	22	8	M20	2,0	
40	165	125	61	75				36				2,9	
50	175	135	73	87				46				3,3	
65	200	160	95	109	28	26		60	22	8		M20	5,1
80	210	170	106	120				76			5,8		

Закінчення таблиці Г.16

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_3$	$D_4$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр болтів (шпильок)	Маса, кг
100	250	200	129	149	32	30	4	94	26	8	M24	8,2
125	295	240	155	175				118	30		M27	13,5
150	340	280	183	203	36	34		142	33			12
200	405	345	239	259	40	38		196	39	M36	33,3	
250	470	400	292	312	45	43		244		16	M36	51,2
300	530	460	343	363	50	47		294	39			70,9
350	595	525	395	421	55	52	344	45	101,8			
400	670	585	447	473	60	57	390	52	20	M42	141,5	
500	800	705	549	575	70	65	490			M48	231,9	
600	925	820	651	677	80	75	6	590	56	M52	361,3	

Приклад умовного позначення круглої заглушки виповнення 3 на номінальний розмір  $DN$  100 мм та номінальний (умовний) тиск  $PN$  0,6 МПа зі сталі 16ГС категорії 6:

***Заглушка 3-100-0,6-16ГС-6 АТК 24.200.02-90.***

Те ж, квадратної:

***Заглушка квадратная 3-100-0,6-16ГС-6 АТК 24.200.02-90.***

Те ж, під фторопластову прокладку:

***Заглушка 3-100-0,6 Ф-16ГС-6 АТК 24.200.02-90.***

Таблиця Г.17 – Розміри ущільнювальних поверхонь під фторопластові прокладки

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір $DN$	$D_3$		$D_4$		$h$
	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа				
	0,6	$\geq 1,0$	0,6	$\geq 1,0$	
10	18	23	30	35	4
15	22	28	34	40	
20	32	35	44	51	
25	40	42	52	58	
32	48	50	60	66	
40	54	60	70	76	
50	65	72	81	83	

Номинальний розмір $DN$	$D_3$		$D_4$		$h$
	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа				
	0,6	$\geq 1,0$	0,6	$\geq 1,0$	
65	85	94	101	110	4
80	100	105	116	121	
100	116	128	138	150	
125	145	154	167	176	6
150	170	182	192	204	
200	228	238	250	260	
250	282	291	304	313	
300	335	342	357	364	
350	385	394	407	422	
400	435	446	457	474	
450	488	496	510	524	
500	540	548	562	576	
600	630	650	662	678	

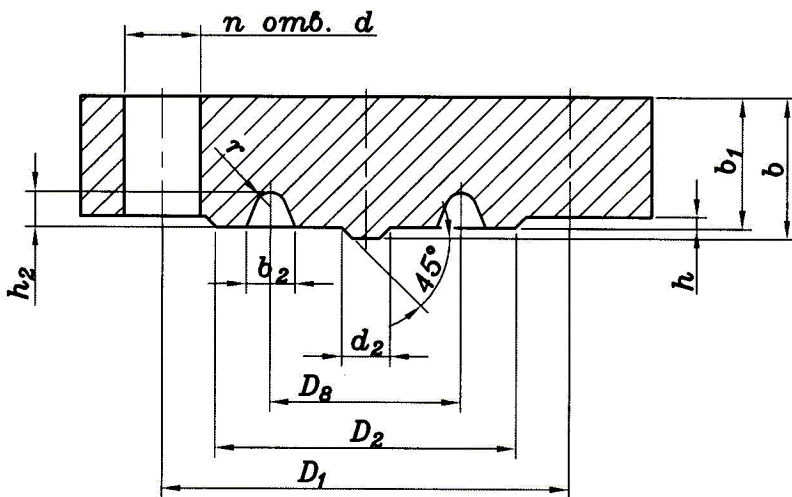


Рисунок Г.4 – Заглушка фланцева під прокладку овального перерізу (виповнення 4)

Таблиця Г.18 – Заглушки фланцеві сталеві під прокладку овального перерізу на номінальний (умовний) тиск  $PN$  6,3 МПа (виповнення 4)

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_2$	$b$	$b_1$	$h$	$D_8$	$b_2$	$h_2$	$r$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр шпильок	Маса, кг	
50	175	135	102	26	24	3	85	12	8	4	46	22	4	M20	3,8	
65	200	160	132				110								60	4,9
80	210	170	133	28	28		115				76	8	26		M24	6,4
100	250	200	170				145				94					9,3
125	295	240	205	32	30		175				118	30	33		M27	14,0
150	340	280	240	36	34		205				142	12				M30
200	405	345	285	40	38		265				196		39	M36	34,2	
250	470	400	345	45	43		320				244	16			M36	51,6
300	530	460	410				42				375		294	45		20
350	595	525	465	50	47		420				344	M42	94,3			
400	670	585	535			55	52	480	390	132,4						
500	800	705	615	60	57	520	440	172,3								

Примітка – Заглушки  $DN$  10-40 мм приймати по таблиці Г.20 на номінальний (умовний) тиск  $PN$  16,0 МПа.



Таблиця Г.19 – Заглушки фланцеві сталеві під прокладку овального перерізу на номінальний (умовний) тиск *PN* 10,0 МПа (виповнення 4)

Розміри в міліметрах

<i>DN</i>	<i>D</i>	<i>D<sub>1</sub></i>	<i>D<sub>2</sub></i>	<i>b</i>	<i>b<sub>1</sub></i>	<i>h</i>	<i>D<sub>8</sub></i>	<i>b<sub>2</sub></i>	<i>h<sub>2</sub></i>	<i>r</i>	<i>d<sub>2</sub></i>	<i>d</i>	<i>n</i>	Діаметр шпильок	Маса, кг					
50	195	145	102	30	28	3	85	12	8	4,0	46	26	4	M24	5,5					
65	220	170	140	36	34		110				60				8,5					
80	230	180	150				115				76				9,4					
100	265	210	175	40	38		145				33	30	12	94	39	8	M27	12,5		
125	310	250	210				175							118				19,6		
150	350	290	250				45							43	205	142	28,1			
200	430	360	285				50							48	265	196	47,8			
250	500	430	345				55							53	320	244		73,7		
300	585	500	410				60							57	375	294	45	16	M42	106,4
350	655	560	465				70							67	420	344	52			M48
400	715	620	535			75	72	480	390	204,6										
Примітка – Заглушки на номінальний розмір (умовний прохід) <i>DN</i> 10-40 мм слід приймати за таблицею Г.20 на номінальний (умовний) тиск <i>PN</i> 16,0 МПа.																				

Таблиця Г.20 – Заглушки фланцеві сталеві під прокладку овального перерізу на номінальний (умовний) тиск *PN* 16,0 МПа (виповнення 4)

Розміри в міліметрах

<i>DN</i>	<i>D</i>	<i>D<sub>1</sub></i>	<i>D<sub>2</sub></i>	<i>b</i>	<i>b<sub>1</sub></i>	<i>h</i>	<i>D<sub>8</sub></i>	<i>b<sub>2</sub></i>	<i>h<sub>2</sub></i>	<i>r</i>	<i>d<sub>2</sub></i>	<i>d</i>	<i>n</i>	Діаметр шпильок	Маса, кг				
15	105	75	55	26	24	2	35	9	6,5	2,8	10	14	4	M12	1,4				
20	125	90	58	28	26		45				16	18							
25	135	100	68	30	28		50				22	22		M16	2,8				
32	150	110	78		28		65				28			M20	3,4				
40	165	125	88		36		34				75			36	4,0				
50	195	145	115	36	34	3	95	12	8,0	4,0	46	26	8	M24	6,9				
65	220	170	140	40	38		110				60			9,6					
80	230	180	150		130		76				10,6								
100	265	210	175		160		94				30	M27	14,1						
125	310	250	210	45	43		190				118	33	M30	22,3					
150	350	290	250	55	53		205				14	10,0		4,2	142	33	34,7		
200	430	360	315	60	58		4				275	17	11,0	5,8	196	39	12	M36	58,0
250	500	430	380	70	68						330				244				95,3
300	585	500	410	80	77						380				294				45
350	700	560	520	95	92		5				420	23	14,0	8,5	344	52	20	M48	249,6
400	770	660	595	100	97	480		390	315,9										

Приклад умовного позначення круглої заглушки виповнення 4 з номінальним розміром (умовним проходом) *DN* 100 мм на номінальний (умовний) тиск *PN* 6,3 МПа зі сталі марки 16ГС категорії 6:

***Заклушка 4-100-6,3-16ГС-6 АТК 24.200.02-90.***

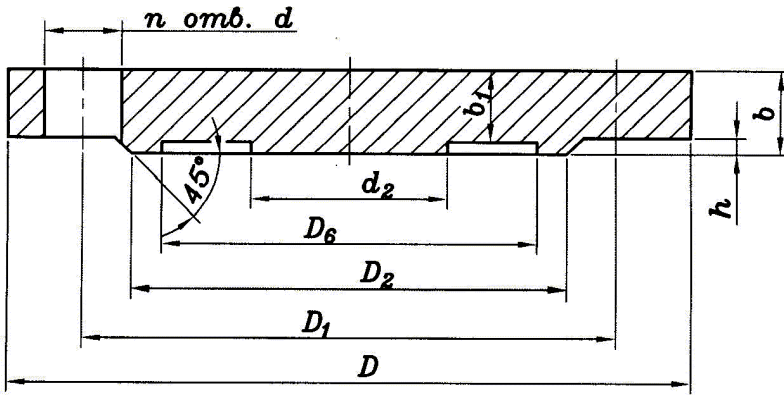


Рисунок Г.5 – Заглушки фланцеві із западиною (виповнення 5)

Таблиця Г.21 – Заглушки фланцеві сталеві із западиною на номінальний (умовний) тиск  $PN\ 4,0$  МПа (виповнення 5)

Розміри в міліметрах

$DN$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_6$	$b$	$b_1$	$h$	$d_2$	$d$	$n$	Діаметр шпильок	Маса, кг
50	160	125	102	88	20	17	4	46	18	4	M16	2,6
80	195	160	133	121	22	19		76				4,3
100	200	190	158	150				94				22
125	300	250	212	204	26	23		142	26	M24	12,5	
150	375	320	285	260	30	27		196	30	M27	22,5	
200	445	385	345	313	33	33		244	33	12	M30	38,8
250	510	450	410	364	40	36		294				56,6
300	755	670	615	576	55	51	490	45				20

Приклад умовного позначення заглушки виконання 5 з номінальним розміром (умовним проходом)  $DN\ 80$  мм на номінальний (умовний) тиск  $PN\ 4,0$  МПа зі сталі марки 16ГС категорії 6:

**Заглушка 5-80-4,0-16ГС-6 АТК 24.200.02-90.**

**ДОДАТОК Д**  
**Матеріали прокладок фланцевих з'єднаннях**

Таблиця Д.1 – Вибір матеріалів прокладок

Прокладки		Гранична температура, °С		Граничний тиск $P$ , МПа, при ущільнювальній поверхні фланців			Середовище
Матеріал	ГОСТ, ТУ	від	до	гладкій	„виступ-западина”	„шип-паз”	
Пластини гумові і гумовотканинні тепло-, морозо-, кислото-, лугостійкі	ГОСТ 7338-77 класи:			0,1	1,0	1,0	Вода технічна і стічна, розчини солей з концентраціями до межі насичення, луги вмістом розчиненої речовини не більше 20 %, кислота концентрацією не більше 20 %, повітря, інертні гази та азот
	М	мінус 45	плюс 90				
	С, П	мінус 30	плюс 80				
	С <sub>1</sub> , П <sub>1</sub>	мінус 45					
С <sub>2</sub> , П <sub>2</sub>	мінус 60						
Пластини гумові і гумовотканинні маслостійкі (МС)	ГОСТ 7338-77 класи:			0,1	1,0	1,0	Жири, масла, емульсії, гази, пари
	М, С, П	мінус 30	плюс 80				
	М <sub>1</sub> , С <sub>1</sub> , П <sub>1</sub>	мінус 40					
Пластини гумові і гумовотканинні маслобензостійкі (МБС)	ГОСТ 7338-77 класи:			0,1	1,0	1,0	Жири, масла, емульсії, рідкі вуглеводні, бензин, гази, пари
	М, С, П	мінус 30	плюс 80				
	М <sub>1</sub> , С <sub>1</sub> , П <sub>1</sub>	мінус 40					

Продовження таблиці Д.1

Прокладки		Гранична температура, °С		Граничний тиск $P$ , МПа, при ущільнювальній поверхні фланців			Середовище
Матеріал	ГОСТ, ТУ	від	до	гладкій	„виступ-западина”	„шип-паз”	
Пароніт загально-го призначення ПОН	ГОСТ 481-80	плюс 20	плюс 250	2,5	6,4	-	Прісна перегріта вода
			плюс 450				Насичена і перегріта пара
		мінус 50	плюс 100	1,0	-		Повітря
		мінус 50	плюс 450	2,5	6,4		Сухі нейтральні і інертні гази
		мінус 15	плюс 100				-
		мінус 40	плюс 150	1,6	2,5		Рідкий і газоподібний аміак
		-	Спирт				
Пароніт маслобен-зостійкий ПМБ	ГОСТ 481-80	плюс 20	плюс 200	2,5	6,4	Вакуум	Важкі нафтопродукти (дизельне паливо, мазут, парафін, гудрон, асфальт, бітум)
			плюс 150		-		-
		мінус 182	-	0,25	-	-	Рідкий кисень і азот
		плюс 20	плюс 150	2,5	5,0	5,0	Газоподібний кисень і азот
			плюс 50		4,0	-	Морська вода
мінус 40	плюс 150		10,0	10,0	Розсоли		

## Продовження таблиці Д.1

Прокладки		Гранична температура, °С		Граничний тиск $P$ , МПа, при ущільнювальній поверхні фланців			Середовище	
Матеріал	ГОСТ, ТУ	від	до	гладкій	„виступ-западина”	„шип-паз”		
Пароніт маслобензостійкий ПМБ	ГОСТ 481-80	мінус 40	плюс 150	1,6	2,5	2,5	Аміак рідкий і газоподібний	
		плюс 20	плюс 490	2,5	6,4	6,4	Коксовий газ	
		мінус 40	плюс 60	1,6				Зріджені і газоподібні вуглеводні (C1-C5)
		плюс 20	плюс 150	1,0				Розплав воску
плюс 300			2,0				Важкі нафтопродукти (дизельне паливо, мазут, парафін, гудрон, асфальт, бітум)	
плюс 250			4,5				Прісна перегріта вода	
плюс 450		Насичена і перегріта пара						
Пароніт загального призначення ПОН-1		мінус 40	плюс 150	2,5				Аміак рідкий і газоподібний
	плюс 20	плюс 200	Вакуум					Легкі нафтопродукти (газойль, бензин, гас)

Продовження таблиці Д.1

Прокладки		Гранична температура, °С		Граничний тиск $P$ , МПа, при ущільнювальній поверхні фланців			Середовище
Матеріал	ГОСТ, ТУ	від	до	гладкій	„виступ-западина”	„шип-паз”	
Пароніт загального призначення ПОН-1		плюс 20	плюс 150	2,5	-	Вакуум	Масла (дизельне, автомобільне, авіаційне, індустріальне, турбінне, трансформаторне)
		мінус 182	-			-	Рідкий кисень
		мінус 15	плюс 100			-	Водні розчини солей
Пароніт маслобензостійкий ПМБ-1	ГОСТ 481-80	мінус 40	плюс 150	2,5	16,0	16,0	Важкі нафтопродукти (дизельне паливо, мазут, парафін, гудрон, асфальт, бітум)
							Легкі нафтопродукти (газойль, бензин, гас)
		мінус 50		-	2,5	-	Хладони 12, 22, 114В-2

## Продовження таблиці Д.1

Прокладки		Гранична температура, °С		Граничний тиск $P$ , МПа, при ущільнювальній поверхні фланців			Середовище
Матеріал	ГОСТ, ТУ	від	до	гладкій	„виступ-западина”	„шип-паз”	
Пароніт кислотостійкий ПК	ГОСТ 481-80	плюс 20	плюс 200	2,5	2,5	-	Мінеральні кислоти (сірчана, азотна, соляна)
			плюс 150	1,0	-		Органічні розчинники (скипидар, дихлоретан, бензол, толуол, ксилол)
плюс 450			4,0	10,0	-		Пара водяна насичена та перегріта
плюс 250							Сухі гази (нейтральні, інертні), повітря
Пароніт армований сіткою ПА			плюс 400	2,5	7,5	Вакуум	Важкі нафтопродукти (дизельне паливо)
			плюс 200				Легкі нафтопродукти (газойль, бензин, гас)
		плюс 180	-				
Пароніт електролізерний ПЕ		мінус 15	плюс 150	1,6	2,5	-	Луги концентрацією 300-400 г/л, водень, кисень
		плюс 20	плюс 200	0,6	-		Аміак рідкий і газоподібний
		плюс 20	плюс 100	2,5	2,5		Азотна кислота, 10%-вий розчин



Продовження таблиці Д.1

Прокладки		Гранична температура, °С		Граничний тиск $P$ , МПа, при ущільнювальній поверхні фланців			Середовище		
Матеріал	ГОСТ, ТУ	від	до	гладкій	„виступ-западина”	„шип-паз”			
Картон просочений прокладковий марки А	ГОСТ 9347-74	плюс 20	плюс 40	1,0	-	-	Вода		
Картон азбестовий	ГОСТ 2850-80	мінус 15	плюс 450	0,3			1,6	Вакуум	Вуглеводні рідкі та газоподібні, у тому числі мазут, масла, смоли та ін.
Фібра листова технічна	ГОСТ 14613-83		плюс 80	1,0	4,0	-			Нейтральні газові середовища
Пластикат полівілхлоридний	ОСТ 6-19-503-79		плюс 40						Жирні кислоти, аміак, метиловий спирт, кислоти: азотна 56%, сірчана 75%, фосфорна 100%, а також сірчиста і соляна будь-якої концентрації; гідроксид натрію 40–60%
Фторопласт-4	ГОСТ 10007-80	мінус 269	плюс 250	-	-	2,5	Кислоти та луги будь-якої концентрації, розчинники		
Прокладки азбодні гофровані і плоскі	ОСТ 26-844-73	мінус 70	плюс 315	2,5	6,4	-	Фенол, ацетон, бензол, толуол, волога водяна пара		

Продовження таблиці Д.1

Прокладки		Гранична температура, °С		Граничний тиск $P$ , МПа, при ущільнювальній поверхні фланців			Середовище
Матеріал	ГОСТ, ТУ	від	до	гладкій	„виступ-западина”	„шип-паз”	
Прокладки азбо-алюмінієві гофровані і плоскі	ОСТ 26-844-73	мінус 70	плюс 425	2,5	6,4	-	Легкі і важкі нафтопродукти, вуглеводні газоподібні, нафтопродукти, що містять сірководень і меркаптани, суха водяна пара, двоокис вуглецю, доменні і димові гази
Листи з алюмінієвого сплаву марки АМц відпалені	ГОСТ 21631-76	мінус 196	плюс 250	1,6	4,0	Вакуум	Вуглеводні рідкі і газоподібні, у тому числі мазут, масла, смоли і інші неагресивні середовища
Алюміній марки АЗ	ГОСТ 11069-74			2,5	10,0		
Мідь листова м'яка марки М2	ГОСТ 495-77			0,6	-		
Свинець марки С2	ГОСТ 3778-77	мінус 15	плюс 50	0,6	-		Морська вода, розчини сірчаної кислоти 0,5-80 %, сірчистої кислоти, оцтової кислоти (1-60), хлор чистий газоподібний і зріджений

Закінчення таблиці Д.1

Прокладки		Гранична температура, °С		Граничний тиск $P$ , МПа, при ущільнювальній поверхні фланців			Середовище
Матеріал	ГОСТ, ТУ	від	до	гладкої	„виступ-западина”	„шип-паз”	
Прокладки зубчасті з низьковуглецевої сталі	За спеціальними кресленнями	мінус 40	плюс 470	-	10,0	-	Вуглеводні рідкі і газоподібні (бензин, масла, смоли і ін.), водяна пара, газу і пари нейтральні
Прокладки зубчасті із сталі марки 12Х18Н10Т	За спеціальними кресленнями	мінус 196	плюс 250				
Прокладки зубчасті мідні			плюс 475				
Прокладки кільцеві овального перерізу з низьковуглецевої сталі марки 08кп. Робочий тиск $P_{роб} = 16,0$ МПа	ОСТ 26-845-73	мінус 40	плюс 475	-	-	-	Вуглеводні рідкі і газоподібні (бензин, масла, смоли і ін.), водяна пара, газу і пари нейтральні
Прокладки кільцеві овального перерізу з низьковуглецевої сталі марки 08Х18Н10Т. Робочий тиск $P_{роб} = 16,0$ МПа	ОСТ 26-845-73	мінус 196	плюс 700	-	-	-	

Таблиця Д.2 – Хімічна стійкість фольги ГРАФЛЕКС

Назва середовища	Концентрація
Мінеральні кислоти	
Сірчана кислота	до 60 %
Азотна кислота	до 10 %
Бромистоводнева кислота	будь-яка
Борна кислота	будь-яка
Соляна кислота	36 %
Кремнієфториста кислота	будь-яка
Сірчана кислота	будь-яка
Фосфорна кислота	будь-яка
Фтористоводнева кислота	будь-яка
Органічні кислоти	
Бензойна кислота	будь-яка
Бензолсульфонова кислота	будь-яка
Галова кислота	будь-яка
Дігалова кислота	будь-яка
Жирні кислоти	будь-яка
Малеїнова кислота	будь-яка
Молочна кислота	будь-яка
Пікринова кислота	будь-яка
Стеаринова кислота	будь-яка
Фенолсульфонова кислота	будь-яка
Оцтова кислота	будь-яка
Щавелєва кислота	будь-яка
Монохлороцтова кислота	будь-яка
Спирти, альдегіди, ефіри і інші органічні продукти	
Ацетон	100 %
Бензол	будь-яка
Бутиловий спирт	100 %
Гліцерин	100 %
Діоксан	100 %
Ізопропіловий спирт	100 %
Метилакрилат	100 %
Мурашиний альдегід	будь-яка
Оцтовий ангідрид	до 100 %
Етиловий спирт	100 %
Метиловий спирт	100 %
Хлорат алюмінію	будь-яка
Дихлорид заліза	будь-яка

## Закінчення таблиці Д.2

Назва середовища	Концентрація
Хлорнеорганічні і хлорорганічні середовища	
Хлорид літію	будь-яка
Сульфурилхлорид	100 %
Тетрахлорид титана	100 %
Трихлорид фосфору	100 %
Хлоргаз	будь-яка
Хлорсульфонова кислота	будь-яка
Алилхлорид	100 %
Бензилхлорид	100 %
Вінілхлорид	100 %
Дихлорбензол	100 %
Дихлоретан	100 %
Дихлоретилен	100 %
Тетрахлоретан	100 %
Трихлороцтова кислота	будь-яка
Трихлоретан	100 %
Хлорбензол	100 %
Хлороформ	100 %
Оцтова кислота	будь-яка
Епихлоргидрин	100 %

**ДОДАТОК Е**  
**Прокладки фланцевих з'єднань посудин та апаратів**  
**Прокладки з неметалевих матеріалів [33]**

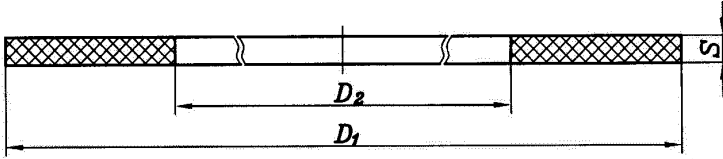


Рисунок Е.1 – Прокладка з неметалевих матеріалів

Товщина прокладок  $S$  приймається рівною:

- для прокладок з гуми – 3 мм;
- для прокладок з пароніту і картону при  $D < 1400$  мм – 2 мм, при  $D \geq 3$  мм;
- для прокладок з фторопласту – до 3 мм.

Таблиця Е.1 – Прокладки з неметалевих матеріалів

Розміри в міліметрах

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$		Тиск номінальний $PN$ , МПа	Маса, кг		
		Виповнення			Виповнення		
		1	2		1	2	
400	443	418	413	0,3	0,068	0,081	
				0,6			
	457	432	427	1,0	0,070	0,083	
				1,6			
		428	-	2,5	0,081	-	
			-	4,0			
500	543	518	513	0,3	0,083	0,100	
				0,6			
	563	538	533	1,0	0,086	0,103	
				1,6			
		557	528	-	2,5	0,099	-
				-	4,0		
600	643	617	613	6,3	0,103	0,118	
				0,3			
				0,6			

Продовження таблиці Е.1

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$		Тиск номінальний $P_N$ , МПа	Маса, кг	
		Виповнення			Виповнення	
		1	2		1	2
600	663	637	633	1,6	0,106	0,122
			-	2,5		-
	657	627	-	4,0	0,121	-
	669	639	-	6,3	0,123	-
800	841	815	811	0,3	0,135	0,156
				0,6		
	865	839	835	1,0	0,139	0,160
				1,6		
	875	849	-	2,5	0,141	-
869	831	-	4,0	0,203	-	
884	846	-	6,3	0,207	-	
1000	1051	1022	1021	0,3	0,189	0,195
				0,6		
	1065	1036	1029	1,0	0,191	0,237
				1,6		
	1079	1050	-	2,5	0,194	-
1074	1036	-	4,0	0,252	-	
1094	1056	-	6,3	0,257	-	
1200	1247	1218	1217	0,3	0,225	0,232
				0,6		
	1267	1238	1230	1,0	0,228	0,290
1,6						
1200	1295	1265	-	2,5	0,241	-
	1289	1235	-	4,0	0,428	-
	1309	1255	-	6,3	0,435	-
1400	1446	1418	1417	0,3	0,378	0,391
				0,6		
	1468	1439	1434	1,0	0,397	0,465
				1,6		
	1504	1477	-	2,5	0,379	-
1493	1441	-	4,0	0,719	-	
1520	1468	-	6,3	0,732	-	
1600	1646	1615	1607	0,3	0,476	0,598
				0,6		
	1680	1649	1638	1,0	0,486	0,657
1,6						
1706	1675	-	2,5	0,494	-	

Продовження таблиці Е.1

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$		Тиск но- мінальний $P_N$ , МПа	Маса, кг	
		Виповнення			Виповнення	
		1	2		1	2
1600	1730	1653	-	4,0	0,839	-
		1677		6,3	0,851	
1800	1846	1815	1807	0,3	0,535	0,671
				0,6		
	1880	1849	1837	1,0	0,545	0,753
				1,6		
1908	1877	-	2,5	0,553	-	
2000	2044	2013	2005	0,3	0,593	0,744
				0,6		
	2084	2045	2040	1,0	0,759	0,855
				1,6		
2114	2075	-	2,5	0,770	-	
2200	2244	2213	2205	0,3	0,651	0,818
				0,6		
	2284	2245	2240	1,0	0,832	0,938
				1,6		
2400	2444	2413	2405	0,3	0,710	0,891
				0,6		
	2488	2449	2444	1,0	0,907	1,023
	2494	2455		1,6	0,910	1,163
2600	2654	2614	2610	0,3	0,993	1,091
				0,6		
	2693	2653	2655	1,0	1,008	0,958
				2698	2658	1,6
2800	2854	2814	2810	0,3	1,068	1,174
				0,6		
	2893	2853	2851	1,0	1,083	1,137
				2902	2862	1,6
3000	3054	3014	3010	0,3	1,144	1,257
				0,6		
	3104	3064	3060	1,0	1,163	1,278
				1,6		
3200	3254	3214	3210	0,3	1,219	1,340
				0,6		
	3304	3254	3260	1,0	1,545	1,361
				1,6		



Закінчення таблиці Е.1

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$		Тиск номінальний $PN$ , МПа	Маса, кг	
		Виповнення			Виповнення	
		1	2		1	2
3400	3464	3424	3415	0,3	1,298	1,588
	3484	3434	-	0,6	1,630	-
	3504	3454	-	1,0	1,639	-
3600	3664	3624	3615	0,3	1,374	1,681
	3684	3634	-	0,6	1,724	-
	3704	3654	-	1,0	1,734	-
3800	3864	3824	3815	0,3	1,449	1,773
	3894	3844	-	0,6	1,823	-
	3914	3864	-	1,0	1,833	-
4000	4064	4024	4015	0,3	1,525	1,865
	4104	4053	-	0,6	1,960	-
	4114	4063	-	1,0	1,965	-

Приклад умовного позначення прокладки виповнення 1 для апаратного фланця діаметром 600 мм на номінальний (умовний) тиск  $PN$  1,6 МПа:

**Прокладка 1-600-1,6 ГОСТ 28759.6-90.**

**Прокладки азбобеталеві [34]**

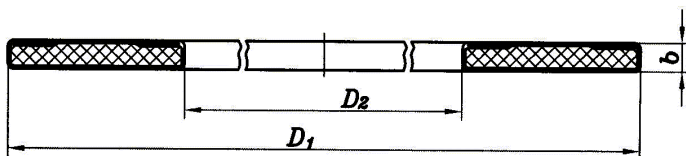


Рисунок Е.2 – Прокладка азбобеталева

Для прокладок з оболонкою зі сталі товщина прокладки  $b$  дорівнює 3,4 мм., а для прокладок з оболонкою з латуні або алюмінію – 3,6 мм.

Таблиця Е.2 – Прокладки азбобеталеві

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$	Тиск номінальний $PN$ , МПа	Маса, кг		
				Матеріал оболонки		
				сталь	алюміній	латунь
400	457	433	1,0	0,117	0,087	0,145
			1,6			

Продовження таблиці Е.2

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$	Тиск номінальний $P_N$ , МПа	Маса, кг		
				Матеріал оболонки		
				сталь	алюміній	латунь
400	457	433	2,5	0,117	0,087	0,145
		429	4,0	0,124	0,094	0,160
6,3						
500	563	539	1,0	0,146	0,108	0,181
			1,6			
			2,5			
	557	529	4,0	0,150	0,112	0,187
6,3						
600	663	639	1,0	0,171	0,128	0,213
			1,6			
			2,5			
	657	629	4,0	0,180	0,140	0,240
669	641	6,3				
800	865	841	1,0	0,225	0,168	0,280
			1,6			
	875	851	2,5	0,229	0,170	0,285
	869	833	4,0	0,270	0,202	0,337
884	846	6,3	0,300	0,221	0,370	
1000	1065	1037	1,0	0,324	0,241	0,402
			1,6			
	1079	1051	2,5	0,327	0,248	0,410
	1074	1038	4,0	0,385	0,288	0,478
1094	1058	6,3	0,401	0,198	0,509	
1200	1267	1237	1,0	0,384	0,288	0,479
			1,6			
	1295	1267	2,5	0,391	0,233	0,487
	1289	1239	4,0	0,515	0,388	0,647
1309	1259	6,3	0,567	0,422	0,703	
1400	1468	1442	1,0	0,448	0,338	0,560
			1,6			
	1504	1476	2,5	0,455	0,348	0,625
	1493	1443	4,0	0,669	0,498	0,829
1520	1470	6,3	0,778	0,609	0,876	
1600	1680	1648	1,0	0,601	0,456	0,756
			1,6			
	1706	1674	2,5	0,611	0,463	0,748
1706	1656	4,0	0,611	0,463	0,748	

Закінчення таблиці Е.2

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$D_2$	Тиск номінальний $PN$ , МПа	Маса, кг		
				Матеріал оболонки		
				сталь	алюміній	латунь
1600	1730	1680	6,3	0,723	0,575	0,794
1800	1881	1849	1,0	0,673	0,511	0,825
			1,6			
	1908	1876	2,5	0,683	0,518	0,837
2000	2084	2044	1,0	0,908	0,677	1,130
			1,6			
			2,5			
	2114	2074	2,5	0,919	0,689	1,156
2200	2284	2244	1,0	0,993	0,742	1,245
			1,6			
2400	2488	2448	1,0	1,066	0,791	1,318
			1,6			
2600	2693	2657	1,0	1,174	0,880	1,469
	2698	2662	1,6			
2800	2693	2857	1,0	1,285	0,949	1,572
	2902	2866	1,6			
3000	3104	3064	1,0	1,380	1,015	1,686
			1,6			
3200	3304	3264	1,0	1,464	1,080	1,798
			1,6			
3400	3504	3464	1,0	1,529	1,144	1,908
3600	3704	3664	1,0	1,630	1,218	2,020
3800	3914	3874	1,0	1,714	1,282	2,144
4000	4114	4074	1,0	1,800	1,356	2,242

Таблиця Е.3 – Матеріал оболонок прокладок

Шифр	Оболонка прокладки		Розрахункова температура, °С
	Матеріал	Товщина, мм	
1	Стрічка АД0М или АД1М ГОСТ 13726-78	0,3	до плюс 425
2	Стрічка НМЛ63 ГОСТ 2208-75		
3	Стрічка М-НТ-12Х13 ГОСТ 4986-79	0,2	до плюс 450 до плюс 475
4	Стрічка М-НТ-08Х18Н10Т ГОСТ 4986-79		

Приклад умовного позначення прокладки з оболонкою із алюмінію діаметром 600 мм на номінальний (умовний) тиск  $PN$  1,6 МПа:

***Прокладка 600-1,6-1 ГОСТ 28759.7-90.***

### Прокладки металеві восьмикутного перерізу [35]

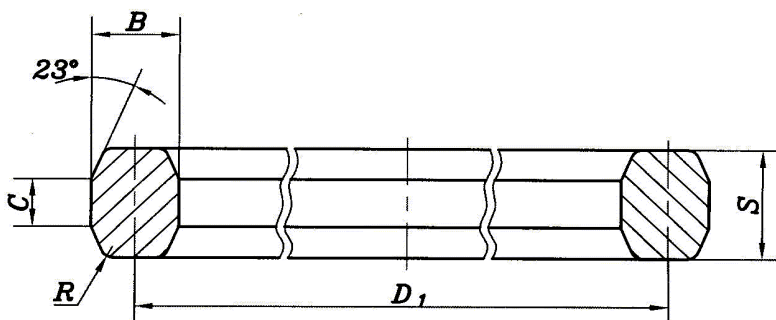


Рисунок Е.3 – Прокладка металева восьмикутного перерізу

Таблиця Е.4 – Прокладки металеві восьмикутного перерізу

Розміри в міліметрах

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$B$	$S$	$C$	$R$	Тиск номінальний $PN$ , МПа	Маса, кг	
400	430	12	16	7	1,6	6,3	2,00	
	475					8,0	2,05	
		10,0						
	16,0	5,20						
500	560	12	16	7	2,4	6,3	2,40	
	575	16	20	8		8,0	4,10	
		10,0						
	24	30	12	16,0		9,25		
600	685	14	18	8	1,6	6,3	4,00	
	675	18	23			8,0	6,10	
		10,0						
	26	32	13	16,0		12,55		
800	890	18	23	8	2,4	6,3	8,10	
	875	22	26	10		1,6	8,0	11,15
		10,0						
	910	36	42	16		16,0	30,70	
1000	1070	22	26	10	1,6	6,3	14,30	
	1090	28	34	14	2,4	8,0	23,30	
						10,0		
	1120	42	50	18		16,0	52,00	

Закінчення таблиці Е.4

Розміри в міліметрах

Діаметр апарата $D$	$D_1$	$B$	$S$	$C$	$R$	Тиск номінальний $PN$ , МПа	Маса, кг
1200	1280	24	30	12	2,4	6,3	21,50
	1290	32	38	16		8,0	35,40
	1350	50	58	20		10,0	86,30
1400	1460	27	34	14		6,3	47,25
	1500	38	44	16		8,0	55,65
						10,0	
1600	1705	30	36	15		6,3	43,50
	1710	42	50	18		8,0	79,40
						10,0	

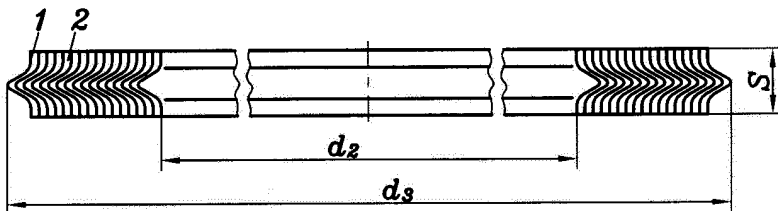
Таблиця Е.5 – Матеріали металевих прокладок восьмикутного перерізу

Шифр	Матеріал прокладки
1	Сталь 08кп за ГОСТ 1577-81 або ГОСТ 11036-75
2	Сталь 08X13 за ГОСТ 7350-77 або ГОСТ 5949-75
3	Сталь 08X18Н10 за ГОСТ 7350-77 або ГОСТ 5949-75

Приклад умовного позначення прокладки для фланця діаметром 800 мм на номінальний (умовний) тиск  $PN$  8,0 МПа зі сталі марки 08X13:

**Прокладка 800-8,0-2 ГОСТ 28759.8-90.**

**Прокладки спірально-навиті [38]**



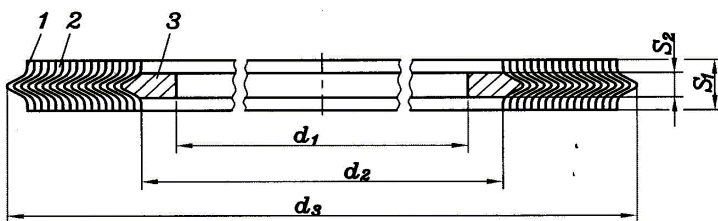
1 – стрічка металева; 2 – стрічка наповнювача

Рисунок Е.4 – Прокладка спірально-навіта типу А (NF)

Таблиця Е.6 – СНП типу А (NF) для фланців посудин та апаратів з ущільнювальними поверхнями типу “шип-паз”

Розміри в міліметрах

Діаметр апарата $D$	$d_2$	$d_3$	$d_2$	$d_3$	$d_2$	$d_3$	$d_2$	$d_3$
	при номінальному (умовному) тиску $PN$ , МПа							
	1,6		2,5		4,0		6,3	
400	453	457	433	457	429	457	429	457
500	539	563	539	563	529	557	529	557
600	639	663	639	663	629	657	641	669
800	841	865	851	875	833	869	848	884
1000	1037	1065	1051	1079	1038	1074	1058	1094



1 – стрічка металева; 2 – стрічка наповнювача; 3 – внутрішнє кільце

Рисунок Е.5 – Прокладка спіраль-навіта типу В (VRI)

Таблиця Е.7 – СНП типу В (VRI) для фланців посудин та апаратів з ущільнювальними поверхнями типу “виступ-западина”

Розміри в міліметрах

Діаметр апарата $D$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_1$	$d_2$	$d_3$
	при номінальному (умовному) тиску $PN$ МПа											
	1,6			2,5			4,0			6,3		
400	408	433	457	408	433	457	404	429	457	404	429	457
500	514	539	563	514	539	563	504	529	557	504	529	557
600	614	639	663	614	639	663	604	629	657	616	641	669
800	811	841	865	821	851	875	803	833	869	818	848	884
1000	1002	1037	1065	1016	1051	1079	1003	1038	1074	1023	1058	1094

Приклад умовного позначення прокладки з номінальним розміром  $DN$  500 мм типу В з видом наповнювача 1, з внутрішнім діаметром каркаса 539 мм, на номінальний тиск  $PN$  1,6 МПа, товщиною металевого каркаса 4,5 мм:

**СНП В-1-539-1,6-4,5 ОСТ 26.260.454-99.**

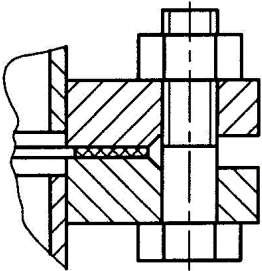
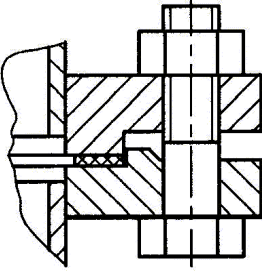
**ДОДАТОК Ж**  
**Прокладки фланцевих з'єднань арматури, з'єднувальних частин та трубопроводів**

**Прокладки плоскі еластичні [25]**

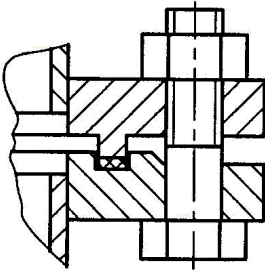
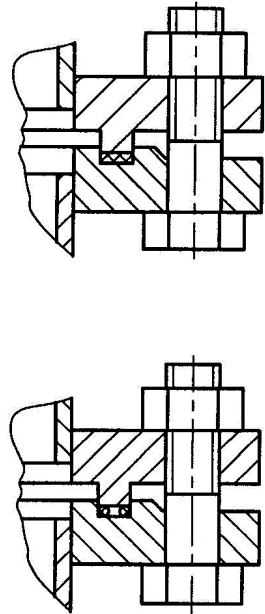
Виповнення прокладок залежно від виповнення ущільнювальних поверхонь фланців наведені в таблиці Ж.1.

Вибір прокладок залежно від номінального розміру (умовного проходу) та номінального (умовного) тиску наведено в таблиці Ж.2.

Таблиця Ж.1 – Виповнення прокладок

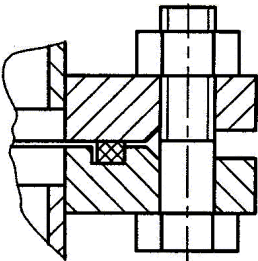
Виповнення прокладок	Виповнення ущільнювальних поверхонь за ГОСТ 12815-80	Рисунки фланцевих з'єднань
А	1	
Б	2; 3	

Продовження таблиці Ж.1

Виповнення прокладок	Виповнення ущільнювальних поверхонь за ГОСТ 12815-80	Рисунки фланцевих з'єднань
В	4; 5	
Г	8; 9	



Закінчення таблиці Ж.1

Виповнення прокладок	Виповнення ущільнювальних поверхонь за ГОСТ 12815-80	Рисунок фланцевого з'єднання
Д	1; 5	

Таблиця Ж.2 – Вибір прокладок

Виповнення прокладки	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	Номінальний розмір (умовний прохід) $DN$ , мм
А	0,1; 0,25	10-3000
	0,63	10-2400
	1,0	10-2000
	1,6	10-1600
	2,5	10-1400
	4,0	10-1200
Б, В, Г	0,1-4,0	10-800
	6,3	10-600
	10	10-400
	16	15-300
Г	20	15-250
Д	0,1-0,63	40-800
	1,0-4,0	25-800
	6,3	25-600
	10	25-400
	16	25-300
	20	25-250

Примітка – Марку матеріалу і межі застосування прокладок залежно від властивостей робочого середовища, тиску та температури слід вибирати за таблицями Д.1 і Д.2 додатку Д.

Конструкції та розміри прокладок, які виготовляються з пароніту, гуми та картону, наведені на рисунку Ж.1 і в таблицях Ж.3-Ж.5 і Ж.8.

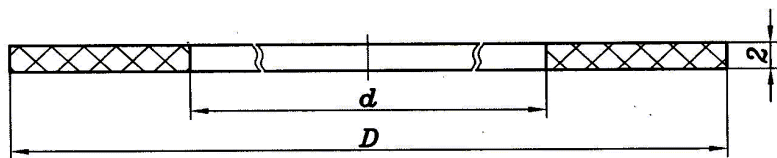


Рисунок Ж.1 – Прокладки плоскі еластичні виповнень А, Б, В

Таблиця Ж.3 – Прокладки виповнення А

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	Зовнішній діаметр прокладки $D$	Внутрішній діаметр прокладки $d$	Маса 1000 шт., кг
10	0,1-0,63	38	14	4,0
	1,0-4,0	45		6,0
15	0,1-0,63	43	20	5,0
	1,0-4,0	50		7,0
20	0,1-0,63	53	25	7,0
	1,0-4,0	60		9,0
25	0,1-0,63	63	29	10,0
	1,0-4,0	69		13,0
32	0,1-0,63	75	38	13,0
	1,0-4,0	81		16,0
40	0,1-0,63	85	45	17,0
	1,0-4,0	91		20,0
50	0,1-0,63	95	57	18,0
	1,0-4,0	106		26,0
65	0,1-0,63	115	75	24,0
	1,0-4,0	126		33,0
80	0,1-0,63	132	87	32,0
	1,0-4,0	141		40,0
100	0,1-0,63	151	106	37,0
	1,0; 1,6	161		47,0
	2,5-4,0	166		52,0
125	0,1-0,63	181	132	49,0
	1,0; 1,6	191		61,0
	2,5-4,0	222		75,0
150	0,1-0,63	206	161	53,0

## Продовження таблиці Ж.3

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	Зовнішній діаметр прокладки $D$	Внутрішній діаметр прокладки $d$	Маса 1000 шт., кг
150	1,0-1,6	216	161	66,0
	2,5-4,0	222		75,0
200	0,1-0,63	261	216	69,0
	1,0; 1,6	271		86,0
	2,5	282		105,0
	4,0	288		116,0
250	0,1-0,63	318	264	101,0
	1,0-1,6	327		120,0
	2,5	338		143,0
	4,0	350		170,0
300	0,1-0,63	372	318	119,0
	1,0	376		129,0
	1,6	382		144,0
	2,5	398		183,0
	4,0	415		228,0
350	0,1-0,63	421	372	125,0
	1,0	436		166,0
	1,6	442		183,0
	2,5	455		220,0
	4,0	475		280,0
400	0,1-0,63	473	421	149,0
	1,0	487		192,0
	1,6	495		211,0
	2,5	515		282,0
	4,0	543		377,0
450	0,1-0,63	528	473	173,0
	1,0	537		203,0
	1,6	553		258,0
	2,5	565		300,0
	4,0	568		311,0
500	0,1-0,63	576	528	165,0
	1,0	592		210,0
	1,6	615		312,0
	2,5-4,0	620		332,0
600	0,1-0,63	677	620	232,0
	1,0	693		301,0
	1,6	728		457,0

## Закінчення таблиці Ж.3

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	Зовнішній діаметр прокладки $D$	Внутрішній діаметр прокладки $d$	Маса 1000 шт., кг
600	2,5-4,0	739	.620	508,0
800	0,1-0,63	888	820	365,0
	1,0	915		517,0
	1,6	908		478,0
	2,5	942		675,0
	4,0	970		843,0
1000	0,1-0,63	1088	1020	450,0
	1,0	1125		707,0
	1,6	1122		686,0
	2,5	1150		886,0
	4,0	1190		1180,0
1200	0,1-0,25	1288	1220	536,0
	0,63	1305		674,0
	1,0	1338		948,0
	1,6	1334		914,0
	2,5	1360		1134,0
	4,0	1394		1428,0

Таблиця Ж.4 – Прокладки виповнення Б

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	Зовнішній діаметр прокладки $D$	Внутрішній діаметр прокладки $d$	Маса 1000 шт., кг
10	0,1-0,63	29	14	2,0
	1,0-10,0	34		3,0
15	0,1-0,63	33	20	2,0
	1,0-16,0	39		4,0
20	0,1-0,63	43	25	4,0
	1,0-16,0	50		6,0
25	0,1-0,63	51	29	6,0
	1,0-16,0	57		8,0
32	0,1-0,63	59	38	7,0
	1,0-16,0	65		9,0
40	0,1-0,63	69	45	9,0
	1,0-16,0	75		11,0
50	0,1-0,63	80	57	10,0

Закінчення таблиці Ж.4

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	Зовнішній діаметр прокладки $D$	Внутрішній діаметр прокладки $d$	Маса 1000 шт., кг
50	1,0-16,0	87	57	14,0
65	0,1-0,63	100	75	14,0
	1,0-16,0	109		20,0
80	0,1-0,63	115	87	18,0
	1,0-16,0	120		22,0
100	0,1-0,63	137	106	24,0
	1,0-16,0	149		35,0
125	0,1-0,63	166	132	33,0
	1,0-16,0	175		42,0
150	0,1-0,63	191	161	34,0
	1,0-16,0	203		49,0
200	0,1-0,63	249	216	49,0
	1,0-16,0	259		66,0
250	0,1-0,63	303	264	72,0
	1,0-16,0	312		89,0
300	0,1-0,63	356	318	82,0
	1,0-16,0	363		98,0
350	0,1-0,63	406	372	85,0
	1,0-10,0	421		125,0
400	0,1-0,63	456	421	98,0
	1,0-10,0	473		149,0
500	0,1-0,63	561	528	113,0
	1,0-6,3	575		163,0
600	0,1-0,63	661	620	165,0
	1,0-6,3	677		232,0
800	0,1-0,63	867	820	249,0
	1,0-4,0	877		304,0

Таблиця Ж.5 – Прокладки виповнення В

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	Зовнішній діаметр прокладки $D$	Внутрішній діаметр прокладки $d$	Маса 1000 шт., кг
10	0,1-0,63	29	19	2,0
	1,0-10,0	34	24	
15	0,1-0,63	33	23	

Закінчення таблиці Ж.5

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	Зовнішній діаметр прокладки $D$	Внутрішній діаметр прокладки $d$	Маса 1000 шт., кг
15	1,0-16,0	39	29	2,0
20	0,1-0,63	43	33	3,0
	1,0-16,0	50	36	4,0
25	0,1-0,63	51	41	3,0
	1,0-16,0	57	43	4,0
32	0,1-0,63	59	49	3,0
	1,0-16,0	65	51	5,0
40	0,1-0,63	69	55	6,0
	1,0-16,0	75	61	
50	0,1-0,63	80	66	7,0
	1,0-16,0	87	73	
65	0,1-0,63	100	86	8,0
	1,0-16,0	109	95	9,0
80	0,1-0,63	115	101	10,0
	1,0-16,0	120	106	
100	0,1-0,63	137	117	16,0
	1,0-16,0	149	129	18,0
125	0,1-0,63	166	146	20,0
	1,0-16,0	175	155	21,0
150	0,1-0,63	191	171	23,0
	1,0-16,0	203	183	25,0
200	0,1-0,63	249	229	31,0
	1,0-16,0	259	239	32,0
250	0,1-0,63	303	283	37,0
	1,0-16,0	312	292	39,0
300	0,1-0,63	356	336	44,0
	1,0-16,0	363	343	45,0
350	0,1-0,63	406	386	51,0
	1,0-10,0	421	395	68,0
400	0,1-0,63	456	436	57,0
	1,0-10,0	473	447	77,0
500	0,1-0,63	561	541	69,2
	1,0-6,3	575	549	92,0
600	0,1-0,63	661	635	106,0
	1,0-6,3	677	651	108,4
800	0,1-0,63	867	841	140,0
	1,0-4,0	877	851	141,0

Конструкції та розміри прокладок, які виготовляються з фторопласту-4 і композиційних матеріалів на його основі, наведені на рисунках Ж.2, Ж.3 і в таблицях Ж.6, Ж.7.

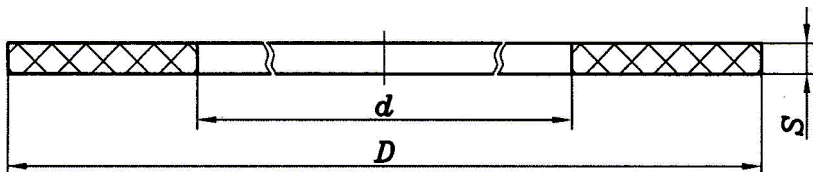


Рисунок Ж.2 – Прокладки плоскі з фторопласту-4 і прокладкової стрічки марки ПН

Таблиця Ж.6 – Прокладки виповнення Г

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір $DN$	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	Розміри прокладки			Маса 1000 шт., кг	
		зовнішній діаметр $D$	внутрішній діаметр $d$	товщина $S$		
10	0,1-0,63	30	18	1,0	1,0	
	1,0-10,0	35	23		1,2	
15	0,1-0,63	34	22		1,1	
	1,0-20,0	40	28		1,4	
20	0,1-0,63	44	32		1,6	
	1,0-20,0	51	35		2,4	
25	0,1-0,63	52	40		1,9	
	1,0-20,0	58	42		2,8	
32	0,1-0,63	60	48		2,2	
	1,0-20,0	66	50		3,2	
40	0,1-0,63	70	54		2,0	6,9
	1,0-20,0	76	60			7,5
50	0,1-0,63	81	65			8,1
	1,0-20,0	88	72			8,8
65	0,1-0,63	101	85	10,3		
	1,0-20,0	110	94	11,3		
80	0,1-0,63	116	100	11,9		
	1,0-20,0	121	105	12,5		
100	0,1-0,63	138	116	19,4		
	1,0-20,0	150	128	21,0		
125	0,1-0,63	167	145	23,7		
	1,0-20,0	176	154	25,0		

## Закінчення таблиці Ж.6

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	Розміри прокладки			Маса 1000 шт., кг	
		зовнішній діаметр $D$	внутрішній діаметр $d$	товщина $S$		
150	0,1-0,63	192	170	2	27,5	
	1,0-20,0	204	182		29,3	
200	0,1-0,63	250	228		36,3	
	1,0-20,0	260	238		37,8	
250	0,1-0,63	304	282		44,5	
	1,0-20,0	313	291		46,0	
300	0,1-0,63	357	335		52,6	
	1,0-16,0	364	342		53,6	
350	0,1-0,63	407	385		3,0	86,1
	1,0-10,0	422	394		122,8	
400	0,1-0,63	457	435	3,0	101,7	
	1,0-10,0	474	446		133,5	
500	0,1-0,63	562	540		126,0	
	1,0-6,3	576	548		163,0	

Приклад умовного позначення прокладки для фланця на номінальний розмір (умовний прохід)  $DN$  250 мм і номінальний (умовний) тиск  $PN$  4,0 МПа з фторопласту-4:

***Прокладка Г-250-40-Ф ГОСТ 15180-86.***

Те ж, із прокладкової стрічки марки ПН:

***Прокладка Г-250-40-ПН ГОСТ 15180-86.***

Розміри заготовок прокладок із фторопластового ущільнювального матеріалу марки В (ФУМ-В) наведені на рисунку Ж.3 і в таблиці Ж.7.



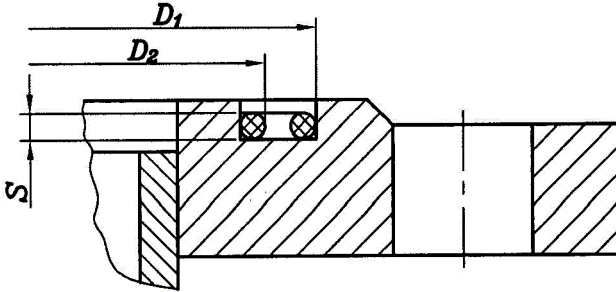


Рисунок Ж.3 – Прокладки плоскі із фторопластового ущільнювального матеріалу марки В (ФУМ-В).

Таблиця Ж.7 – Прокладки виповнення Г із фторопластового ущільнювального матеріалу марки В (ФУМ-В)

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Тиск номінальний $PN$ , МПа	Діаметр прокладки		Довжина заготовки		Діаметр перерізу заготовки $S$	Маса 1000 шт., кг
		$D_1$	$D_2$	$L_1$	$L_2$		
10	0,1-0,63	30	18	94	57	2	1,1
	1,0-6,3	35	23	100	72		1,3
15	0,1-0,63	34	22	107	69		1,2
	1,0-6,3	40	28	126	88		1,5
20	0,1-0,63	44	32	138	101		1,7
	1,0-6,3	51	35	160	110		1,9
25	0,1-0,63	52	40	163	126		2,0
	1,0-6,3	58	42	182	132		2,2
32	0,1-0,63	60	48	188	151		2,3
	1,0-6,3	66	50	207	157		2,5
40	0,1-0,63	70	54	220	170		2,7
	1,0-6,3	76	60	239	188		3,0
50	0,1-0,63	81	65	254	204		3,2
	1,0-6,3	88	72	276	226		3,5
65	0,1-0,63	101	85	317	267		4,0
	1,0-6,3	110	94	345	295		4,4
80	0,1-0,63	116	100	364	314	4,7	
	1,0-6,3	121	105	380	330	4,9	
100	0,1-0,63	138	116	433	364	3	12,4
	1,0-6,3	150	128	471	402		3,6

## Закінчення таблиці Ж.7

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$	Тиск номінальний $PN$ , МПа	Діаметр прокладки		Довжина заготовки		Діаметр перерізу заготовки $S$	Маса 1000 шт., кг	
		$D_1$	$D_2$	$L_1$	$L_2$			
125	0,1-0,63	167	145	524	455	3	15,2	
	1,0-6,3	176	154	553	484		16,1	
150	0,1-0,63	192	170	603	534		17,7	
	1,0-6,3	204	182	641	572		18,9	
200	0,1-0,63	250	228	785	716		23,3	
	1,0-6,3	260	238	816	746		24,3	
250	0,1-0,63	304	282	955	886		28,6	
	1,0-6,3	313	291	983	914		29,5	
300	0,1-0,63	357	335	1121	1052		33,8	
	1,0-6,3	364	342	1143	1074		34,5	
350	0,1-0,63	407	385	1278	1209		38,7	
	1,0-6,3	422	394	1325	1237		40,0	
400	0,1-0,63	457	435	1435	1366		43,5	
	1,0-6,3	474	446	1488	1400		45,0	
500	0,1-0,63	562	540	1765	1696		53,8	
	1,0-6,3	576	548	1807	1721		55,0	
600	0,1-0,63	662	634	2079	1991		63,3	
	1,0-6,3	678	650	2129	2041		65,0	
700	0,1-0,63	764	736	2399	2311		4	130,1
	1,0-4,0	778	750	2443	2355			132,6
800	0,1-0,63	864	840	2713	2638	148,0		
	1,0-4,0	878	850	2757	2669	150,0		

При монтажі складеної прокладки із фторопластового ущільнювального матеріалу ФУМ заготовки довжиною  $L_1$  укладаються по діаметру  $D_1$ , довжиною  $L_2$  – по діаметру  $D_2$ .

Приклад умовного позначення прокладки для фланця на умовний прохід (номінальний розмір)  $DN$  350 мм і номінальний (умовний) тиск  $PN$  4,0 МПа із матеріалу ФУМ марки В:

***Прокладка Г-350-40-ФУМ-В ГОСТ 15180-86.***

Розміри прокладок з пластини гумової листової типу 1 за ГОСТ 7338-77 наведені на рисунку Ж.2 і в таблиці Ж.8.

Таблиця Ж.8 – Прокладки виповнення Д

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір <i>DN</i>	Тиск номінальний (умовний) <i>PN</i> , МПа	Зовнішній діаметр прокладки <i>D</i>	Внутрішній діаметр прокладки <i>d</i>	Товщина прокладки <i>S</i>	Маса 1000 шт., кг
25	1,0-20,0	58	48	4	5,75
32	1,0-20,0	66	56		6,62
40	0,1-0,63	70	60		7,06
	1,0-20,0	76	66		7,70
50	0,1-0,63	81	71		8,25
	1,0-20,0	88	78		9,01
65	0,1-0,63	101	91		10,40
	1,0-20,0	110	100		11,00
80	0,1-0,63	116	106		12,05
	1,0-20,0	121	111		12,6
100	0,1-0,63	138	124		19,90
	1,0-20,0	150	136		21,70
125	0,1-0,63	167	153		24,32
	1,0-20,0	176	162		25,70
150	0,1-0,63	192	178		28,12
	1,0-20,0	204	190		30,00
200	0,1-0,63	250	236		36,94
	1,0-20,0	260	246		38,50
250	0,1-0,63	304	290		45,15
	1,0-20,0	313	299		46,50
300	0,1-0,63	357	345	68,60	
	1,0-16,0	364	352	70,00	
350	0,1-0,63	407	395	78,40	
	1,0-10,0	422	406	107,90	
400	0,1-0,63	457	445	88,2	
	1,0-10,0	474	458	121,4	
500	0,1-0,63	562	550	108,7	
	1,0-6,3	576	560	148,0	
600	0,1-0,63	662	644	223,34	
	1,0-6,3	678	660	228,8	
700	0,1-0,63	764	746	258,2	
	1,0-4,0	778	760	263,0	
800	0,1-0,63	868	850	293,8	
	1,0-4,0	878	860	297,2	

Приклад умовного позначення прокладки для фланця на номінальний розмір (умовний прохід)  $DN\ 100\text{ мм}$  і номінальний (умовний) тиск  $PN\ 4,0\text{ МПа}$  із гуми марки ТКМЦ середньої твердості:

**Прокладка Д-100-40-ТМКЦ-С ГОСТ 15180-86.**

**Прокладки азбобеталеві [39]**

Прокладки азбобеталеві для фланців арматури за конструкцією та розмірами виготовляють двох типів:

- тип 1 (плоскі, рисунок Ж.4, таблиця Ж.9);
- тип 2 (гофровані, рисунок Ж.5, таблиця Ж.10).

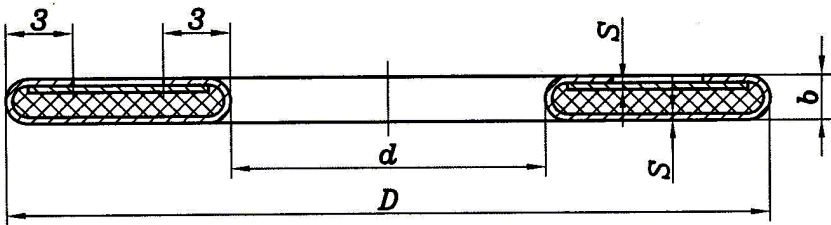


Рисунок Ж.4 – Прокладка плоска азбобеталева (тип 1)

Товщина прокладки складає:

$b = 1,6\text{ мм}$  – для прокладки з оболонкою зі сталі;

$b = 2\text{ мм}$  – для прокладки з оболонкою з кольорових металів (міді, латуні, алюмінію).

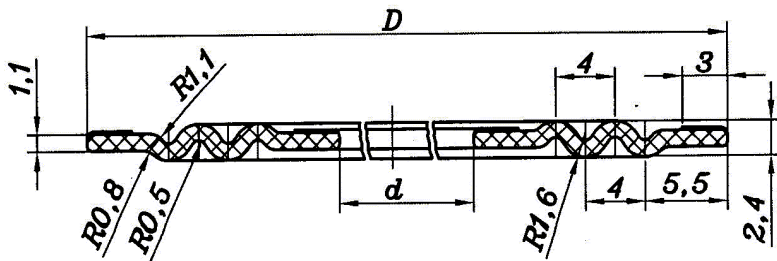


Рисунок Ж.5 – Прокладка гофрована азбобеталева (тип 2)

Таблиця Ж.9 – Прокладки азбометалеві плоскі для фланців арматури (тип 1)

Номинальний розмір $DN$ , мм	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	Тип ущільнювальної поверхні фланцевого з'єднання	Номер прокладки	$D$ , мм	$d$ , мм	Маса прокладок, кг			
						азбосталевих	азбоалюмінієвих	азбомідних	азболатунних
10	2,5; 4,0; 6,3	„виступ-западина”	1	34	14	0,005	0,003	0,006	0,006
	2,5	з'єднувальний виступ	2	39	20	0,007	0,004	0,008	0,008
15	2,5; 4,0; 6,3	„виступ-западина”	3	45	25	0,008	0,005	0,010	0,010
	2,5	з'єднувальний виступ							
20	2,5; 4,0; 6,3	„виступ-западина”	4	50	25	0,010	0,006	0,013	0,013
	2,5	з'єднувальний виступ							
25	2,5; 4,0; 6,3	„виступ-западина”	5	57	30	0,012	0,007	0,015	0,014
	2,5	з'єднувальний виступ							
32	2,5; 4,0; 6,3	„виступ-западина”	6	65	38	0,015	0,009	0,020	0,019
	2,5	з'єднувальний виступ							
40	2,5; 4,0; 6,3	„виступ-западина”	7	75	45	0,018	0,011	0,024	0,023
	2,5	з'єднувальний виступ							
50	1,0-6,3	„виступ-западина”	8	88	58	0,022	0,013	0,028	0,027
	1,0; 1,6; 2,5	з'єднувальний виступ							
65	2,5; 4,0; 6,3	„виступ-западина”	10	109	79	0,032	0,019	0,040	0,038
	2,5	з'єднувальний виступ							
80	2,5; 4,0; 6,3	„виступ-западина”	11	120	90	0,034	0,020	0,45	0,043
	2,5	з'єднувальний виступ							
100	1,0-6,3	„виступ-западина”	13	149	119	0,042	0,025	0,055	0,053
	1,0; 1,6; 2,5	з'єднувальний виступ							
125	1,0-6,3	„виступ-западина”	15	175	145	0,050	0,030	0,065	0,063
	1,0; 1,6; 2,5	з'єднувальний виступ							

Закінчення таблиці Ж.9

Номінальний розмір $DN$ , мм	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	Тип ущільнювальної поверхні фланцевого з'єднання	Номер прокладки	$D$ , мм	$d$ , мм	Маса, кг			
						азбоста-левих	азбоалю-мінієвих	азбомід-них	азбола-тунних
150	1,0-6,3	„виступ-западина”	17	203	173	0,059	0,035	0,075	0,072
	1,0; 1,6; 2,5	з'єднувальний виступ	18	212	182	0,060	0,036	0,078	0,074
200	1,0-6,3	„виступ-западина”	19	259	229	0,076	0,045	0,095	0,090
	1,0; 1,6; 2,5	з'єднувальний виступ	20	268	238	0,079	0,047	0,100	0,095
250	1,0-6,3	„виступ-западина”	21	312	282	0,090	0,055	0,118	0,112
	1,0; 1,6; 2,5	з'єднувальний виступ	22	320	290	0,094	0,056	0,120	0,115
300	1,0-6,3	„виступ-западина”	23	363	333	0,108	0,064	0,135	0,130
	1,0; 1,6; 2,5	з'єднувальний виступ	24	370	340	0,112	0,066	0,140	0,135
350	1,0-6,3	„виступ-западина”	25	421	391	0,126	0,075	0,160	0,153
	1,0; 1,6; 2,5	з'єднувальний виступ	26	430	400	0,129	0,077	0,165	0,158
400	1,0-6,3	„виступ-западина”	27	473	443	0,143	0,085	0,180	0,173
	1,0; 1,6; 2,5	з'єднувальний виступ	28	482	452	0,144	0,086	0,185	0,178
500	1,0-6,3	„виступ-западина”	29	575	545	0,174	0,103	0,215	0,206
	1,0	з'єднувальний виступ	30	585	555	0,177	0,105	0,220	0,210
	1,6; 2,5		31	610	580	0,185	0,110	0,230	0,220
600	1,0	з'єднувальний виступ	32	685	655	0,209	0,124	0,260	0,250
	1,6		33	720	690	0,220	0,131	0,275	0,264

Таблиця Ж.10 – Прокладки азбOMETалеві гофровані для фланців арматури (тип 2)

Номінальний розмір $DN$ , мм	Номінальний (умовний) тиск $PN$ , МПа	Тип ущільнювальної поверхні фланцевого з'єднання	Номер прокладки	$D$ , мм	$d$ , мм	Маса, кг			
						азбоста-левих	азбоалю-мінієвих	азбомід-них	азбола-тунних
40	2,5	„виступ-западина”	8	88	54	0,023	0,015	0,032	0,031
50	1,6-6,3	з'єднувальний виступ							
50	2,5	„виступ-западина”	9	102	64	0,028	0,019	0,040	0,039
	2,5; 4,0; 6,3	з'єднувальний виступ	10	109	68	0,031	0,021	0,045	0,043
65	2,5	„виступ-западина”	11	120	82	0,037	0,025	0,053	0,051
	2,5; 4,0; 6,3	з'єднувальний виступ							
80	2,5	„виступ-западина”	12	138	92	0,045	0,031	0,065	0,063
	2,5; 4,0; 6,3	з'єднувальний виступ	13	149	100	0,050	0,034	0,072	0,069
100	1,6; 2,5	„виступ-западина”	14	158	118	0,049	0,033	0,070	0,067
	2,5; 4,0; 6,3	з'єднувальний виступ	15	175	126	0,059	0,041	0,085	0,082
125	2,5	„виступ-западина”	16	188	145	0,056	0,039	0,080	0,077
	1,6-6,3	з'єднувальний виступ	17	203	148	0,078	0,054	0,112	0,110
150	1,6; 2,5	„виступ-западина”	18	212	172	0,069	0,047	0,100	0,096
	1,6-6,3	з'єднувальний виступ	19	259	206	0,100	0,074	0,154	0,148
200	1,6; 2,5	„виступ-западина”	20	268	224	0,098	0,067	0,140	0,135
	1,6-6,3	з'єднувальний виступ	21	312	258	0,133	0,093	0,190	0,183
250	1,6; 2,5	„виступ-западина”	22	320	278	0,112	0,077	0,160	0,154
	1,6-6,3	з'єднувальний виступ	23	363	308	0,160	0,110	0,230	0,220
300	1,6; 2,5	„виступ-западина”	24	370	330	0,126	0,086	0,180	0,173

Матеріал обolonок прокладок вибирають у кожному окремому випадку залежно від умов експлуатації.

Матеріал наповнювача прокладок – картон азбестовий за ГОСТ 2850-80 або папір азбестовий за ГОСТ 23779-79.

Матеріал обolonок прокладок наведено в таблиці Ж.11.

Таблиця Ж.11 – Матеріал обolonок прокладок

Шифр матеріалу	Оболонка		
	Матеріал	Товщина $S$ , мм	Розрахункова температура, °C
1	Стрічка АД0М або АД1М ГОСТ 13726-97	0,3	до плюс 425
2	Стрічка АД0М або АД1М ГОСТ 21631-76		
3	Стрічка НМЛ63 ГОСТ 2208-91		
4	Стрічка М1 або М3 ГОСТ 1173-93		
5	Стрічка М-НТ-12Х13 ГОСТ 4986-79	0,2	до плюс 450
6	Стрічка М-НТ-08Х18Н10Т ГОСТ 4986-79		до плюс 475

Приклад умовного позначення прокладки типу 1 №11 з оболонкою з алюмінію (шифр 1):

***Прокладка 1-11-1 ОСТУ 26.260.463-99.***

Те ж, з оболонкою із міді (шифр 4):

***Прокладка 1-11-4 ОСТ 26.260.463-99.***

Приклад умовного позначення прокладки типу 2 № 11 з оболонкою з алюмінію (шифр 1):

***Прокладка 2-11-1 ОСТУ 26.260.463-99.***

Те ж, з оболонкою з міді (шифр 4):

***Прокладка 2-11-4 ОСТ 26.260.463-99.***

### **Прокладки спірально-навиті [38]**

Товщина СНП по металевому каркасу  $S_1$  дорівнює 4,5 і 3,2 мм.

Товщина внутрішніх і зовнішніх обмежувальних кілець  $S_2$  дорівнює 3,0 і 2,4 мм.



Конструкція спірально-навитих прокладок типу А (NF) наведена на рисунку Ж.6 і в таблиці Ж.12

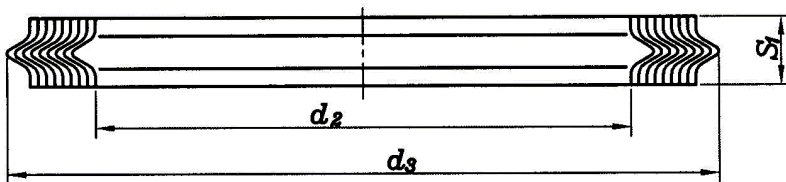


Рисунок Ж.6 – Прокладка спірально-навіта типів А (NF) і Б (VR)

Таблиця Ж.12 – СНП типу А (NF) для фланцевих з'єднань арматури і трубопроводів з ущільнювальними поверхнями типу „шип-паз”

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір <i>DN</i> , мм	<i>d</i> <sub>2</sub>		<i>d</i> <sub>3</sub>					
	при номінальному (умовному) тиску <i>PN</i> , МПа							
	0,6	1,6-20,0	0,6	1,6-4,0	6,3	10,0	16,0	20,0
10	19	24	29	34	34	34	-	-
15	23	29	33	39	39	39	39	39
20	33	36	43	50	50	50	50	50
25	41	43	51	57	57	57	57	57
32	49	51	59	65	65	65	65	65
40	55	61	69	75	75	75	75	75
50	66	73	80	87	87	87	87	87
65	86	95	100	109	109	109	109	109
80	101	106	115	120	120	120	120	120
100	117	129	137	149	149	149	149	149
125	146	155	166	175	175	175	175	175
150	171	183	191	203	203	203	203	203
200	229	239	249	259	259	259	259	259
250	283	292	303	312	312	312	312	312
300	336	343	356	363	363	363	363	-
350	386	395	406	421	421	421	-	-
400	436	447	456	473	473	473	-	-
500	541	549	561	575	575	-	-	-
600	635	651	661	677	677	-	-	-
800	841	851	867	877	-	-	-	-

Конструкція спірально-навитих прокладок типу Б (VR) наведена на рисунку Ж.6 і в таблиці Ж.13.

Таблиця Ж.13 – СНП типу Б (VR) для фланцевих з'єднань арматури і трубопроводів з ущільнювальною поверхнею типу „виступ-западина”

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір $DN, \text{ мм}$	$d_2$	$d_3$					
	при номінальному (умовному) тиску $PN, \text{ МПа}$						
	0,6-20,0	0,6	1,6-4,0	6,3	10,0	16,0	20,0
10	16	29	34	34	34	-	-
15	21	33	39	39	39	39	39
20	28	43	50	50	50	50	50
25	35	51	57	57	57	57	57
32	43	59	65	65	65	65	65
40	53	69	75	75	75	75	75
50	61	80	87	87	87	87	87
65	83	100	109	109	109	109	109
80	94	115	120	120	120	120	120
100	117	137	149	149	149	149	149
125	143	166	175	175	175	175	175
150	171	191	203	203	203	203	203
200	227	249	259	259	259	259	259
250	280	303	312	312	312	312	312
300	323	356	363	363	363	363	-
350	375	406	421	421	421	-	-
400	427	456	473	473	473	-	-
500	529	561	575	575	-	-	-
600	629	661	677	677	-	-	-
800	821	867	877	-	-	-	-

Конструкція спірально-навитих прокладок типу В (VRI) наведена на рисунку Ж.7 і в таблиці Ж.14.

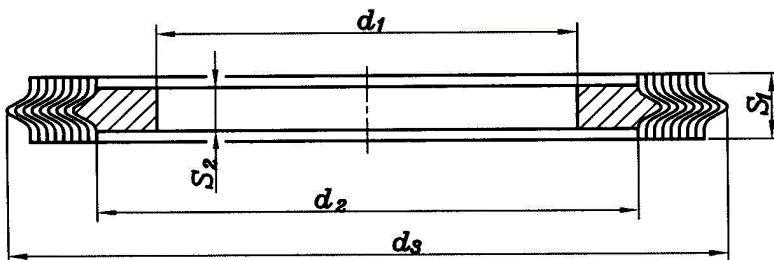


Рисунок Ж.7 – Прокладка спірально-навіта типу В (VRI)

Таблиця Ж.14 – СНП типу В (VR1) для фланцевих з'єднань арматури і трубопроводів з ущільнювальними поверхнями „виступ-западина”

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір <i>DN</i> , мм	<i>d</i> <sub>1</sub>		<i>d</i> <sub>2</sub>		<i>d</i> <sub>3</sub>				
	при номінальному (умовному) тиску <i>PN</i> , МПа								
	0,6-20,0	0,6	1,6-20,0	0,6	1,6-4,0	6,3	10,0	16,0	20,0
10	16	23	24	30	34	34	34	-	-
15	21	28	29	35	39	39	39	39	39
20	28	35	36	46	50	50	50	50	50
25	35	43	43	53	57	57	57	57	57
32	43	51	51	63	65	65	65	65	65
40	53	61	61	70	75	75	75	75	75
50	61	73	74	83	87	87	87	87	87
65	83	94	94	103	109	109	109	109	109
80	94	106	106	117	120	120	120	120	120
100	117	129	129	143	149	149	149	149	149
125	143	155	155	169	175	175	175	175	175
150	171	183	183	196	203	203	203	203	203
200	227	239	239	251	259	259	259	259	259
250	280	292	292	306	312	312	312	312	312
300	323	343	343	356	363	363	363	363	-
350	375	395	395	407	421	421	421	-	-
400	427	447	447	457	473	473	473	-	-
500	529	549	549	557	575	575	-	-	-
600	629	649	649	657	677	677	-	-	-
800	821	841	851	867	877	-	-	-	-

Конструкція спірально-навитих прокладок типу Г (GA) наведена на рисунку Ж.8 і в таблиці Ж.15

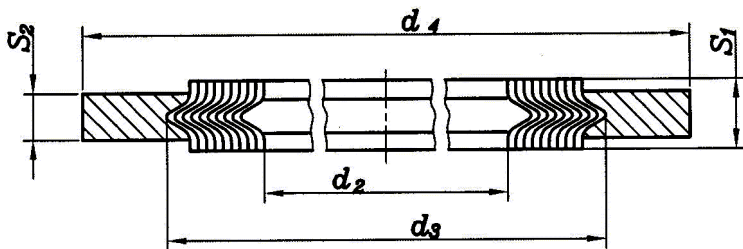


Рисунок Ж.8 – Прокладка спірально-навіта типу Г (GA)

Таблиця Ж.15 – СНП типу Г (GA) для фланцевих з'єднань арматури і трубопроводів з гладкими ущільнювальними поверхнями

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір <i>DN</i> , мм	$d_2$		$d_3$		$d_4$					
	при номінальному (умовному) тиску <i>PN</i> , МПа									
	1,6- 20,0	1,6- 6,3	10,0- 20,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10,0	16,0	20,0
10	24	36	36	45	45	45	55	55	-	-
15	28	40	40	50	50	50	60	60	60	61
20	36	50	50	60	60	60	71	71	71	69
25	43	57	57	70	70	70	81	81	81	75
32	51	67	67	81	81	81	87	87	87	88
40	58	74	74	91	91	91	102	102	102	97
50	73	91	91	106	106	106	112	118	118	133
65	89	109	111	126	126	126	137	143	143	172
80	102	122	126	141	141	141	147	153	153	196
100	127	147	151	161	167	167	173	179	179	251
125	152	174	178	191	193	193	209	216	216	277
150	179	201	205	217	222	222	245	255	255	313
200	227	253	259	271	282	288	307	322	322	386
250	279	307	315	327	338	350	362	389	389	514
300	330	358	366	382	398	415	422	456	456	-
350	380	410	418	442	455	472	484	520	-	-
400	430	462	470	493	512	544	540	580	-	-
500	530	566	-	615	619	626	653	-	-	-
600	630	666	-	729	729	745	762	-	-	-
800	840	884	-	909	937	972	986	-	-	-
900	940	989	-	1009	1036	1082	1106	-	-	-
1000	1037	1082	-	1126	1152	1192	1218	-	-	-

Конструкція спірально-навитих прокладок типу Д (GIA) наведена на рисунку Ж.9 і в таблиці Ж.16.

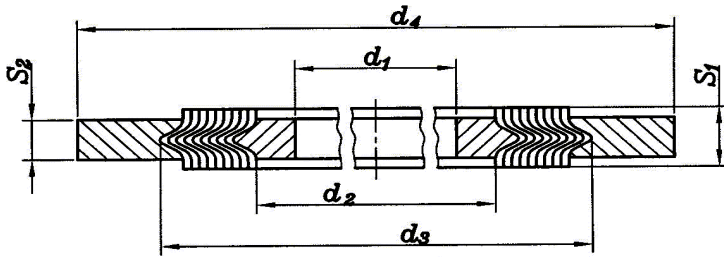


Рисунок Ж.9 – Спирально-навіта прокладка типу Д (GIA) для фланців арматури і трубопроводів з гладкими ущільнювальними поверхнями

Таблиця Ж.16 – СНП типу Д (GIA) для фланців арматури і трубопроводів з гладкими ущільнювальними поверхнями

Розміри в міліметрах

Номинальний розмір <i>DN</i> , мм	<i>d</i> <sub>1</sub>		<i>d</i> <sub>2</sub>		<i>d</i> <sub>3</sub>				<i>d</i> <sub>3</sub>			
	при номінальному (умовному) тиску <i>PN</i> , МПа											
	1,6-20,0	1,6-20,0	1,6-6,3	10,0-20,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10,0	16,0	20,0	
10	16	24	36	36	45	45	45	55	55	-	-	
15	20	28	40	40	50	50	50	60	60	60	61	
20	28	36	50	50	60	60	60	71	71	71	69	
25	35	43	57	57	70	70	70	81	81	81	75	
32	43	51	67	67	81	81	81	87	87	87	88	
40	50	58	74	74	91	91	91	102	102	102	97	
50	61	73	91	91	106	106	106	112	118	118	133	
65	77	89	109	111	126	126	126	137	143	143	172	
80	90	102	122	126	141	141	141	147	153	153	196	
100	115	127	147	151	161	167	167	173	179	179	251	
125	140	152	174	178	191	193	193	209	216	216	277	
150	167	179	201	205	217	222	222	245	255	255	313	
200	215	227	253	259	271	282	288	307	322	322	386	
250	267	279	307	315	327	338	350	362	389	389	514	
300	318	330	358	366	382	398	415	422	456	456	-	
350	360	380	410	418	442	455	472	484	520	-	-	
400	410	430	462	470	493	512	544	540	580	-	-	
500	510	530	566	-	615	619	626	653	-	-	-	
600	610	630	666	-	729	729	745	762	-	-	-	
800	811	840	884	-	909	937	972	986	-	-	-	
900	911	940	989	-	1009	1036	1082	1106	-	-	-	
1000	1002	1037	1082	-	1126	1152	1192	1218	-	-	-	

### Прокладки металеві овального і восьмикутного перерізу [43]

Стандартом передбачено 2 типи прокладок:

- тип 1 (овального перерізу);
- тип 2 (восьмикутного перерізу).

Прокладки виготовляються зі сталі 08кп за ГОСТ 1050-88, легованих сталей марок 08X13, 08X18H10 або 08X18H10Т за ГОСТ 5632-72.

Розміри прокладок типу 1 наведені на рисунку Ж.10 і в таблиці Ж.17.

Розміри прокладок типу 2 наведені на рисунку Ж.11 і в таблиці Ж.18.

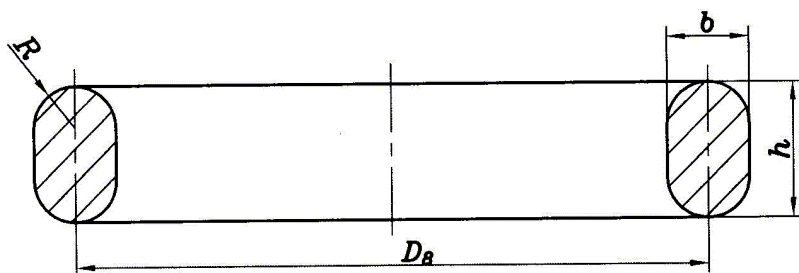


Рисунок Ж.10 – Прокладка металева овального перерізу (тип 1)

Таблиця Ж.17 – Розміри прокладок овального перерізу

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір $DN$ , мм	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	$D_8$	$b$	$h$	$R$	Маса, кг
15	6,4; 10,0; 16,0	35	8	14	4,0	0,085
20		45				0,109
25		50				0,121
32		65				0,157
40		75				0,182
50	6,4; 10,0	86	11	18	5,5	0,363
	16,0	96				0,406
65	6,4; 10,0; 16,0	110	11	18	5,5	0,470
80	6,4; 10,0	115				0,491
	16,0	130	0,551			

Закінчення таблиці Ж.17

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір $DN$ , мм	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	$D_8$	$b$	$h$	$R$	Маса, кг			
100	6,4; 10,0	145	11	18	5,5	0,619			
	16,0	160				0,683			
125	6,4; 10,0	175				0,747			
	16,0	190				0,811			
150	6,4; 10,0	205				13	20	6,5	0,845
	16,0								1,13
200	6,4; 10,0	265	11	18	5,5	2,02			
	16,0	275	16	22	8,0	2,02			
250	6,4; 10,0	320	11	18	5,5	1,37			
	16,0	330	16	22	8,0	2,42			
300	6,4; 10,0	375	11	18	5,5	1,80			
	16,0	380	22	30	11	4,85			
350	6,4	420	11	18	5,5	1,79			
	10,0		16	22	8,0	3,08			
	16,0		22	30	11	5,35			
400	6,4	480	11	18	5,5	2,05			
	10,0		16	22	8,0	3,52			
	16,0		22	30	11	6,12			

Приклад умовного позначення прокладки типу 1 на умовний прохід  $DN$  300 мм, номінальний (умовний) тиск  $PN$  16,0 МПа зі сталі марки 08кп за ГОСТ 1050-88:

**Прокладка 1-300-160-08кп АТК 26-18-6-93.**

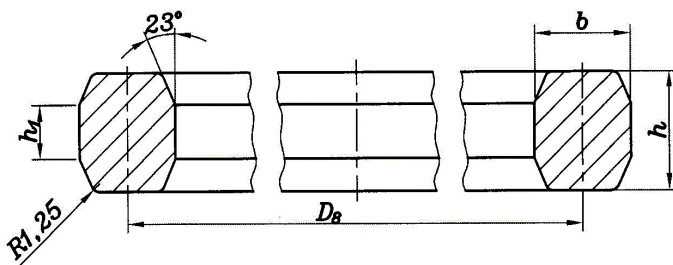


Рисунок Ж.11 – Прокладка металева восьмикутного перерізу (тип 2)

Таблиця Ж.18 – Розміри прокладок восьмикутного перерізу

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір $DN$ , мм	Тиск номінальний (умовний) $PN$ , МПа	$D_8$	$b$	$h$	$h_1$	Маса, кг
200	16,0	275	16	22	10	2,02
250		330				2,42
300	10,0	375	11	18	8	1,60
	16,0	380	22	30	12	5,08
350	10,0	420	16	22	10	3,08
	16,0		22	30	12	5,60
400	10,0	480	15	22	10	3,52
	16,0		22	30	12	6,40

Приклад умовного позначення прокладки типу 2 на умовний прохід  $DN$  300 мм, номінальний (умовний) тиск  $PN$  16,0 МПа зі сталі марки 08кп за ГОСТ 1050-88:

**Прокладка 2-300-160-08кп АТК 26-18-6-93.**

### Прокладки лінзові [17]

Конструкція та розміри жорстких лінз виповнення 1 наведені на рисунку Ж.12 і в таблиці Ж.19.

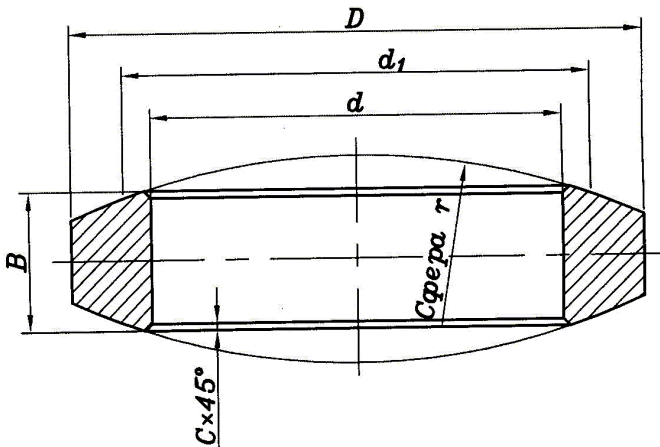


Рисунок Ж.12 – Лінза жорстка виповнення 1



Таблиця Ж.19 – Розміри лінз типу Ж виповнення 1

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір $DN$ , мм	$D$	$d$	$d_1$	$B$	$r$	$C$	Маса, кг
6	14	6	8,2	8,5	12	0,2	0,010
10	22	11	13,7	10	20		0,017
15	30	15	20,5	11	30		0,030
25	44	25	30,8	14	45	0,5	0,080
32	60	32	41,0	18	60		0,180
40	65	40	49,9		73		0,200
50	82	60	67,0	20	98		0,300
65	100	70	78,7	25	115	1,0	0,600
80	125	90	95,7	30	140		1,050
100	133	100	109,4		160		1,300
125	175	120	136,8	35	200		2,300
150	210	155	166,2	40	243		3,300
200	270	195	212,0	45	310	6,100	

Приклад умовного позначення лінзи типу Ж виповнення 1 з діаметром умовного проходу  $DN$  40 мм зі сталі марки 18Х3МВ:

**Линза Ж1-40-18Х3МВ ГОСТ 10493-81.**

Конструкція та розміри жорстких лінз виповнення 2 наведена на рисунку Ж.13 і в таблиці Ж.20.

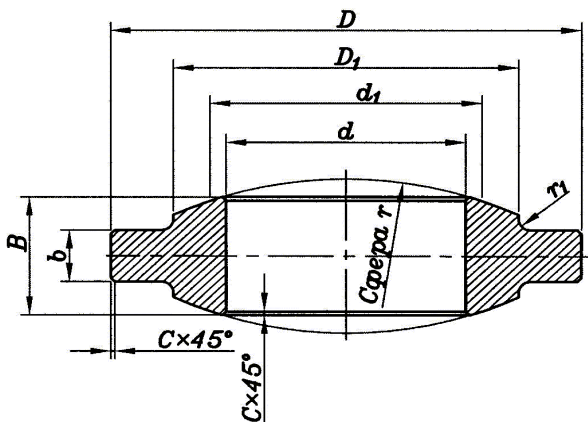


Рисунок Ж.13 – Лінза жорстка виповнення 2

Таблиця Ж.20 – Розміри лінз типу Ж виповнення 2

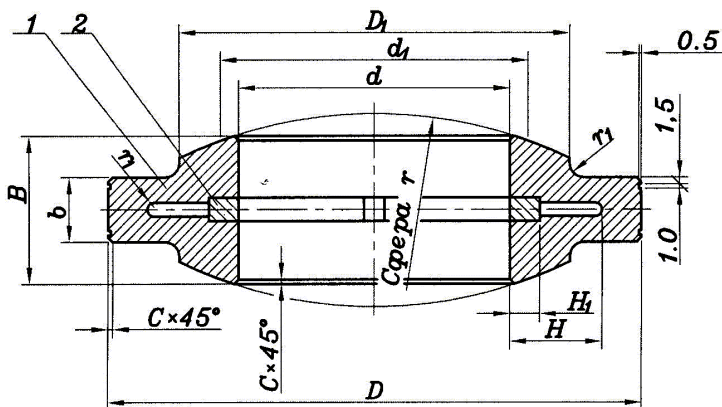
Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$ , мм	$D$	$D_1$	$d$	$d_1$	$B$	$b$	$r$	$r_1$	$C$	Маса, кг
40	85	65	40	49,9	30	12	73	3	0,5	0,70
50	116	85	60	67,0	32	14	98			1,30
65	132	100	70	78,7	38	16	115			1,90
80	155	125	90	95,7	42	17	140			2,55
100	168	135	100	109,4	45	19	160	5	1,0	3,35
125	200	165	120	136,8		200	243			4,60
150	245	195	150	166,2	60	26	243			8,45
200	295	245	195	212,0		25	310			11,45

Приклад умовного позначення лінзи типу Ж виповнення 2 з діаметром умовного проходу  $DN$  40 мм зі сталі марки 18Х3МВ:

*Линза Ж2-40-18Х3МВ ГОСТ 10493-81.*

Конструкція компенсувальних лінз виповнення 1 і 2 наведена на рисунку Ж.14 і в таблиці Ж.21.



1 – лінза; 2 – вставне кільце

Рисунок Ж.14 – Лінза компенсувальна виповнення 2

Конструкція вставних кілець компенсувальних лінз виповнення 1 і 2 наведена на рисунку Ж.15 і в таблиці Ж.22.

Таблиця Ж.21 – Розміри лінз типу К виповнень 1 і 2

Розміри в міліметрах

Номінальний розмір $DN$ , мм	Тип і виповнення лінзи	$D$	$D_1$	$d$	$d_1$	$H$	$H_1$	$B$	$b$	$b_1$	$r$	$r_1$	$r_2$	$l$	$l_1$	Маса, кг
40	K1	82	60	40	49,9	16	5,5	25	10	5	73	3	1,5	11,0	1,0	0,45
	K2	85	65					30	12					13,5		0,65
50	K1	110	85	60	67,0	20	6,5	28	10	5	98	3	1,5	12,5	1,0	0,80
	K2	110						32	14					14,5		1,25
65	K1	125	95	70	78,7	22	7,0	30	12	6	115	4	2	13,0	1,5	1,06
	K2	132	100					23	38					16		17,0
80	K1	146	120	90	95,7	22	8,0	32	12	7	140	5	2,5	14,0	1,5	1,60
	K2	155	125					24	42					17		19,0
100	K1	155	130	100	109,4	22	9,0	35	13	7	160	5	2,5	15,5	1,5	4,00
	K2		168					135	25					45		19
125	K1	192	160	120	136,8	27,5	10,5	38	13	7	200	5	2,5	17,0	1,5	2,70
	K2	200	165					45	19					20,5		4,25
150	K1	235	195	150	166,2	32,5	12,5	48	17	8	243	5	2,5	21,5	1,5	5,25
	K2	245						60	26					27,5		7,95
200	K1	285	245	195	212,0	35	14,5	48	17	8	310	5	2,5	21,5	1,5	7,30
	K2	295						60	25					27,5		10,80

Приклад умовного позначення лінзи типу К виповнення 1 з діаметром умовного проходу  $DN$  100 мм зі сталі марки 18Х3МВ:

***Линза К1-100-18Х3МВ ГОСТ 10493-81.***

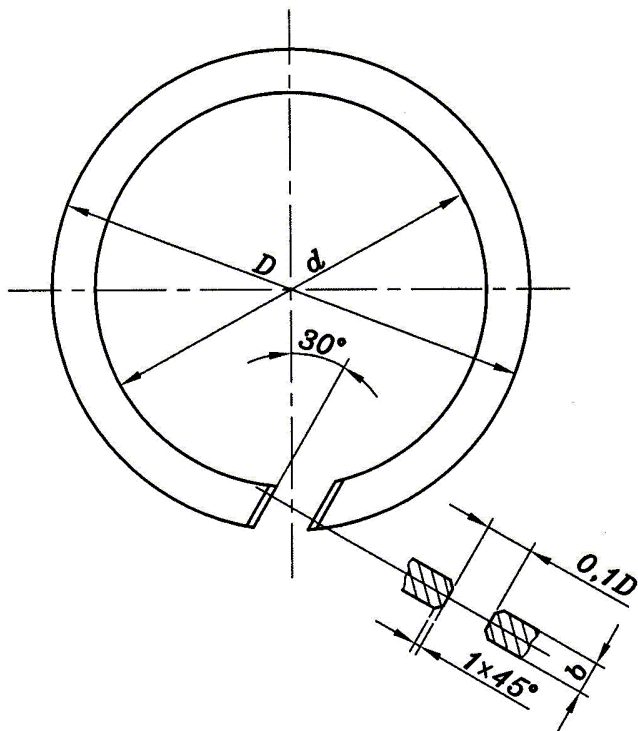


Рисунок Ж.15 – Кільце вставне

Таблиця Ж.22 – Розміри вставних кілець до лінз типу К виконань 1 і 2  
Розміри в міліметрах

Номинальний розмір $DN$ , мм	$d$	$D$	$b$	Маса, кг
40	40	51	4,9	0,03
50	60	73		0,06
65	70	84	5,9	0,08
80	90	106	6,9	0,15
100	100	118		0,17
125	120	142		0,23
150	150	176	7,9	0,39
200	195	225		0,58

## ДОДАТОК И

### Кріпильні вироби для фланцевих з'єднань

#### Болти [12]

Конструкція та розміри болтів із шестигранною голівкою нормальної точності наведені на рисунку И.1 і в таблицях И.1, И.2.

Маса болтів наведена в таблиці И.3.

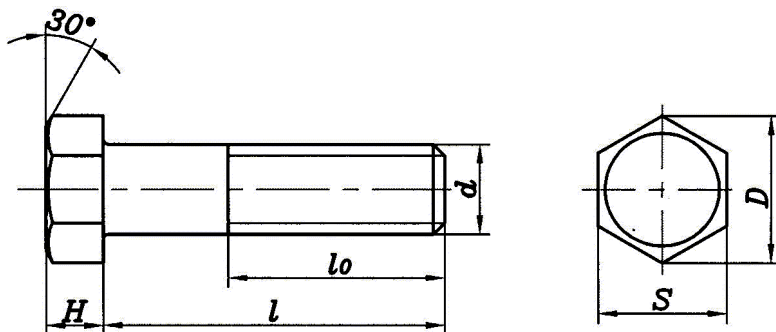


Рисунок И.1 – Болт із шестигранною голівкою

Таблиця И.1 – Розміри болтів з шестигранною голівкою

Розміри в міліметрах

Номінальний діаметр нарізі $d$	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48
Крок нарізі (крупний)	1,5	1,75	2	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
Розмір "під ключ" $S$	17	19	24	30	36	41	46	55	65	75
Висота голівки $H$	7	8	10	13	15	17	19	23	26	30
Діаметр описаної окружності $D$	18,7	20,9	26,5	33,3	39,6	45,2	50,9	60,8	72,1	83,4

Таблица И.2 – Довжина нарізі болтів

Розміри в міліметрах

Довжина болта $l$	Довжина нарізі $l_0$ при номінальному діаметрі нарізі $d$ (знаком + помічені болти з нарізю по всій довжині стержня)									
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48
25	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
30	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
35	26	30	+	+	+	+	-	-	-	-
40	26	30	+	+	+	+	+	-	-	-
45	26	30	38	+	+	+	+	-	-	-
50	26	30	38	+	+	+	+	+	-	-
55	26	30	38	46	+	+	+	+	+	-
60	26	30	38	46	54	+	+	+	+	-
65	26	30	38	46	54	+	+	+	+	+
70	26	30	38	46	54	60	+	+	+	+
75	26	30	38	46	54	60	66	+	+	+
80	26	30	38	46	54	60	66	+	+	+
90	26	30	38	46	54	60	66	78	+	+
100	26	30	38	46	54	60	66	78	+	+
110	26	30	38	46	54	60	66	78	90	+
120	26	30	38	46	54	60	66	78	90	102
130	26	30	38	46	54	60	66	78	90	102
140	26	30	38	46	54	60	66	78	90	102
150	26	30	38	46	54	60	66	78	90	102
160	32	36	44	52	60	66	72	84	96	108
170	32	36	44	52	60	66	72	84	96	108
180	32	36	44	52	60	66	72	84	96	108
190	32	36	44	52	60	66	72	84	96	108
200	32	36	44	52	60	66	72	84	96	108
220	-	36	44	52	60	66	72	84	96	108
240	-	36	44	52	60	66	72	84	96	108
260	-	36	44	52	60	66	72	84	96	108
280	-	-	44	52	60	66	72	84	96	108
300	-	-	44	52	60	66	72	84	96	108

Умовне позначення болтів, шпильок та гайок записуються за наступною схемою:

- найменування виробу;
- клас точності;
- виповнення;
- номінальний діаметр нарізі;

- крок нарізі, перед яким ставиться знак ×;
- напрямок нарізі;
- поле допуску нарізі;
- довжина виробу (крім гайок), перед якою ставиться знак ×;
- клас міцності або умовне позначення групи;
- вказівка про застосування спокійної (С) або автоматної (А) сталі;
- марка матеріалу для виробів класів міцності 06, 8, 8.8 і вище,

груп 21-26 і 31-35;

- вид і товщина покриття;
- номер стандарту на виріб.

В умовному позначенні не указують:

- виповнення 1;
- крупний крок нарізі;
- правий наріз;
- відсутність покриття, а також параметри, які однозначно визначаються стандартом на продукцію;
- клас точності В, якщо стандартом на конкретний кріпильний виріб передбачається 2 клас точності ( А і В).

Якщо застосовується покриття, яке не передбачається даним стандартом, його позначення указується за ГОСТ 9.306-85.

Приклад умовного позначення болта з діаметром нарізі 12 мм, крупним кроком і полем допуску 6g, довжиною 60 мм, класу міцності 5.8, без покриття:

***Болт М12-6g×60.58 ГОСТ 7798-70.***

Приклад умовного позначення болта з діаметром нарізі 12 мм, крупним кроком і полем допуску 6g, довжиною 60 мм класу міцності 10.9, зі сталі марки 40Х, з покриттям 01 товщиною 6 мкм:

***Болт М12-6g×60.109.40Х.016 ГОСТ 7798-70.***

Таблиця И.3 – Маса болтів

Довжина болта $l$ , мм	Теоретична маса 1000 шт. болтів, кг, при номінальному діаметрі нарізі $d$ , мм									
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48
25	27,82	39,95	75,87	136,4	-	-	-	-	-	-
30	30,66	44,05	83,14	147,9	-	-	-	-	-	-
35	33,88	48,43	90,62	159,4	246,9	340,6	-	-	-	-
40	36,96	52,87	97,99	170,9	263,5	361,8	479,1	-	-	-
45	40,05	57,31	105,7	182,5	280,1	373,0	505,2	-	-	-
50	43,13	61,76	113,6	194,0	296,7	404,1	531,2	844,8	-	-
55	46,22	66,20	121,5	206,8	313,3	425,3	557,3	882,4	1304	-

Закінчення таблиці И.3

Довжина болта $l$ , мм	Теоретична маса 1000 шт. болтів, кг, при номінальному діаметрі нарізі $d$ , мм									
60	49,30	70,64	129,4	219,1	329,9	446,5	583,3	920,1	1356	-
65	52,39	75,08	137,3	231,5	348,8	467,7	609,4	957,7	1407	2009
70	55,47	79,53	145,2	243,8	366,5	491,1	635,4	995,3	1458	2076
75	58,56	83,97	153,1	256,1	384,3	513,6	664,0	1033	1509	2143
80	61,64	88,42	161,0	268,1	402,1	536,1	691,8	1071	1561	2211
90	67,81	97,29	176,8	293,2	437,6	581,0	747,3	1151	1663	2345
100	73,98	106,2	192,6	317,8	473,2	626,0	802,8	1231	1766	2479
110	80,15	115,1	208,4	342,5	508,7	671,0	858,4	1311	1880	2614
120	86,32	124,0	224,2	367,2	544,2	716,0	913,9	1391	1989	2760
130	92,49	132,8	240,0	391,9	579,8	761,0	969,5	1471	2098	2903
140	98,66	141,7	255,8	416,6	615,3	806,0	1025	1551	2207	3045
150	104,8	150,6	271,6	441,2	65,8	850,1	1080	1631	2315	3187
160	111,0	159,5	287,4	465,9	686,4	895,9	1136	1711	2424	3329
170	117,2	168,4	303,2	490,6	721,9	940,9	1192	1790	2533	3471
180	123,3	177,3	319,0	515,3	757,5	985,9	1247	1870	2642	3614
190	129,5	186,2	333,8	540,0	793,0	1031	1303	1950	2751	3756
200	135,7	195,0	350,6	564,6	828,6	1076	1358	2030	2860	3898
220	-	212,8	382,2	614,0	899,6	1166	1469	2190	3077	4182
240	-	230,6	413,8	663,4	970,8	1256	1580	2350	3295	4466
260	-	248,3	445,4	712,7	1042	1346	1691	2510	3513	4751
280	-	-	476,9	762,1	1113	1436	1802	2670	3730	5035
300	-	-	508,5	811,4	1184	1526	1914	2830	3948	5319

Гайки [11]

Конструкція та розміри гайок шестигранних нормальної точності наведені на рисунку И.2 і в таблиці И.4.

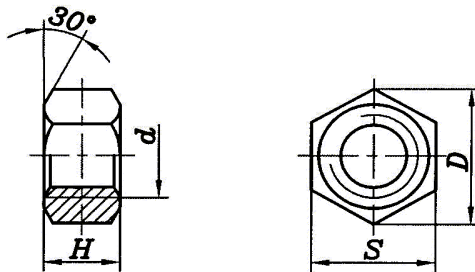


Рисунок И.2 – Гайка шестигранна



Таблиця И.4 – Розміри шестигранних гайок

Розміри в міліметрах

Номінальний діаметр нарізі $d$	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48
Крок нарізі (крупний)	1,5	1,75	2	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
Розмір "під ключ" $S$	17	19	24	30	36	41	46	55	65	75
Висота $H$	8	10	13	16	19	22	24	29	34	38
Діаметр описаної окружності $D$	18,7	20,9	26,5	33,3	39,6	45,2	50,9	60,8	72,1	83,4

Приклад умовного позначення гайки з діаметром нарізі 12 мм і крупним кроком, полем допуску 6Н, класу міцності 5, без покриття:

***Гайка M12-6H.5 ГОСТ 5915-70.***

Приклад умовного позначення гайки з діаметром нарізі 12 мм і крупним кроком, полем допуску 6Н, класу міцності 10, зі сталі марки 40Х, з покриттям 01 товщиною 6 мкм:

***Гайка M12-6H.10.40X.016 ГОСТ 5915-70.***

Маса гайок наведена в таблиці И.5.

Таблиця И.5 – Маса шестигранних гайок

Номінальний діаметр нарізі $d$ , мм	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48
Теоретична маса 1000 шт. гайок, кг	11,37	15,4	33,17	62,6	107,0	161,4	224,5	376,9	632,9	956,2

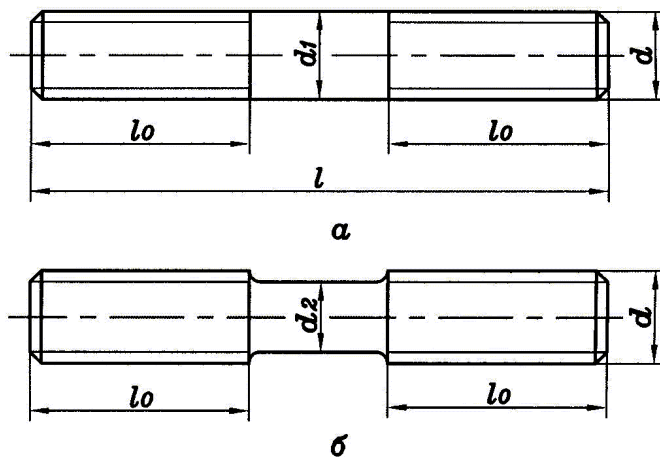
### **Шпильки для деталей з гладкими отворами [27]**

Шпильки виготовляють двох виповнень:

- виповнення 1 (з однаковим номінальним діаметром нарізі та гладкої частини);
- виповнення 2 (з діаметром гладкої частини, який приблизно дорівнює середньому діаметру нарізі).

Конструкція та розміри шпильок з двома однаковими по довжині нарізними кінцями для деталей з гладкими отворами наведені на рисунку И.3 і в таблицях И.6, И.7.

Маса шпильок наведена в таблицях И.8 і И.9.



*a* – шпилька виповнення 1; *б* – шпилька виповнення 2

Рисунок И.3 – Шпилька з двома однаковими по довжині нарізними кінцями для деталей з гладкими отворами

Таблиця И.6 – Розміри шпильок

Розміри в міліметрах

Номінальний діаметр нарізі $d$	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48
Крок нарізі (крупний)	1,5	1,75	2	2,5	3	3	3,5	4	4,5	5
Діаметр $d_1$	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48
Діаметр $d_2$	9	11	15	18	22	25	28	33	39	45

Таблиця И.7 – Довжина нарізного кінця шпильок

Розміри в міліметрах

Довжина шпильки $l$	Довжина нарізного кінця $l_0$ при номінальному діаметрі нарізі $d$ (знаком + помічені шпильки з нарізю по всій довжині стержня)									
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48
30	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
50	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
55	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
60	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
65	26	+	+	-	-	-	-	-	-	-
70	26	+	+	-	-	-	-	-	-	-
75	26	30	+	-	-	-	-	-	-	-
80	26	30	+	+	-	-	-	-	-	-
90	26	30	+	+	-	-	-	-	-	-
100	26	30	38	+	-	-	-	-	-	-
110	26	30	38	46	-	-	-	-	-	-
120	26	30	38	46	-	-	-	-	-	-
130	32	36	44	52	60	-	-	-	-	-
140	32	36	44	52	60	-	-	-	-	-
150	32	36	44	52	60	66	-	-	-	-
160	32	36	44	52	60	66	-	-	-	-
170	32	36	44	52	60	66	72	-	-	-
180	32	36	44	52	60	66	72	-	-	-
190	32	36	44	52	60	66	72	84	-	-
200	32	36	44	52	60	66	72	84	-	-
220	45	49	57	65	73	79	85	97	-	-
240	45	49	57	65	73	79	85	97	109	-
260	45	49	57	65	73	79	85	97	109	121
280	45	49	57	65	73	79	85	97	109	121
300	45	49	57	65	73	79	85	97	109	121
320	-	49	57	65	73	79	85	97	109	121
340	-	49	57	65	73	79	85	97	109	121
360	-	49	57	65	73	79	85	97	109	121
380	-	-	57	65	73	79	85	97	109	121
400	-	-	57	65	73	79	85	97	109	121
420	-	-	57	65	73	79	85	97	109	121
450	-	-	57	65	73	79	85	97	109	121
480	-	-	57	65	73	79	85	97	109	121
500	-	-	57	65	73	79	85	97	109	121

Приклад умовного позначення шпильки з діаметром нарізі 12 мм, крупним кроком і полем допуску 6g, довжиною 200 мм, класу міцності 5.8, без покриття:

**Шпилька M10-6g×200.58 ГОСТ 22042-76.**

Те ж, з діаметром стержня, який приблизно дорівнює середньому діаметру нарізі, крупним кроком і полем допуску 6g, класу міцності 8.8, зі стали марки 35X, з покриттям 02 товщиною 6 мкм:

**Шпилька 2 M10-6g×200.88.35X.026 ГОСТ 22042-76.**

Таблиця И.8 – Маса шпильок для деталей з гладкими отворами виповнення 1

Довжина шпильки $l$ , мм	Теоретична маса 1000 шт. сталевих шпильок, кг, при номінальному діаметрі нарізі $d$ , мм									
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48
30	15,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	17,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	20,09	29,10	-	-	-	-	-	-	-	-
45	22,60	32,74	-	-	-	-	-	-	-	-
50	25,11	36,38	-	-	-	-	-	-	-	-
55	27,63	40,01	73,28	-	-	-	-	-	-	-
60	30,14	43,65	79,95	-	-	-	-	-	-	-
65	34,13	47,29	86,61	-	-	-	-	-	-	-
70	37,22	50,93	93,27	-	-	-	-	-	-	-
75	40,30	56,97	99,93	-	-	-	-	-	-	-
80	43,38	61,41	106,6	166,6	-	-	-	-	-	-
90	49,55	70,98	119,9	187,4	-	-	-	-	-	-
100	55,71	79,16	139,1	208,2	-	-	-	-	-	-
110	61,88	88,04	154,9	235,9	-	-	-	-	-	-
120	68,04	96,92	170,7	260,6	-	-	-	-	-	-
130	74,21	105,8	186,5	285,2	401,9	-	-	-	-	-
140	80,37	114,7	202,3	309,9	437,4	-	-	-	-	-
150	86,54	123,5	218,1	334,6	472,9	599,1	-	-	-	-
160	91,33	130,5	230,9	354,6	501,8	636,6	-	-	-	-
170	97,50	139,4	246,7	379,3	537,3	681,5	826,8	-	-	-
180	103,7	148,3	262,5	403,9	572,8	726,5	882,3	-	-	-
190	109,8	157,1	278,2	428,6	608,3	771,4	937,8	1331	-	-
200	116,0	166,0	294,0	453,3	643,8	816,3	993,3	1411	-	-
220	128,3	183,8	325,6	502,6	714,9	906,2	1104	1571	-	-
240	140,6	201,5	357,2	551,9	785,9	996,1	1215	1731	2330	-
260	152,9	219,3	388,7	601,2	856,9	1036	1326	1891	2547	3292
280	165,3	237,0	420,3	650,6	927,9	1176	1437	2050	2765	3576

Закінчення таблиці И.8

Довжина шпильки $l$ , мм	Теоретична маса 1000 шт. сталевих шпильок, кг, при номінальному діаметрі нарізі $d$ , мм									
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48
300	177,6	254,8	451,8	699,9	999,0	1266	1548	2210	2982	3860
320	-	272,6	483,4	749,3	1070	1356	1659	2370	3200	4144
340	-	290,3	515,0	798,5	1141	1445	1770	2529	3417	4428
360	-	308,1	546,6	847,8	1212	1535	1881	2689	3635	4713
380	-	-	578,1	897,2	1283	1625	1992	2849	3852	4997
400	-	-	609,7	946,5	1354	1715	2103	3009	4070	5281
420	-	-	641,3	995,8	1425	1805	2214	3169	4287	5565
450	-	-	688,6	1070	1532	1940	2380	3409	4613	5991
480	-	-	736,0	1144	1638	2075	2547	3649	4939	6417
500	-	-	767,5	1193	1709	2165	2658	3808	5157	6701

Таблиця И.9 – Маса шпильок з діаметром стержня, який приблизно дорівнює середньому діаметру нарізі

Довжина шпильки $l$ , мм	Теоретична маса 1000 шт. сталевих шпильок, кг, при номінальному діаметрі нарізі $d$ , мм									
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48
30	15,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	17,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	20,08	29,09	-	-	-	-	-	-	-	-
45	22,59	32,72	-	-	-	-	-	-	-	-
50	25,10	36,36	-	-	-	-	-	-	-	-
55	27,61	40,00	73,25	-	-	-	-	-	-	-
60	30,12	43,63	79,91	-	-	-	-	-	-	-
65	32,63	47,27	86,57	-	-	-	-	-	-	-
70	35,14	50,90	93,23	-	-	-	-	-	-	-
75	37,65	54,54	99,88	-	-	-	-	-	-	-
80	40,16	58,17	106,5	166,5	-	-	-	-	-	-
90	45,18	65,45	119,9	187,3	-	-	-	-	-	-
100	50,20	72,72	133,2	208,1	-	-	-	-	-	-
110	55,22	79,99	146,5	228,9	-	-	-	-	-	-
120	60,24	87,26	159,8	249,7	-	-	-	-	-	-
130	65,26	94,53	173,1	270,5	389,5	-	-	-	-	-
140	70,28	101,8	186,5	291,3	419,5	-	-	-	-	-
150	75,31	109,1	199,8	312,1	449,5	580,1	-	-	-	-
160	83,33	116,4	213,1	332,9	479,4	618,7	-	-	-	-
170	85,35	123,6	226,4	353,7	509,4	657,4	805,4	-	-	-
180	90,37	130,9	239,7	374,6	539,4	696,1	852,7	-	-	-

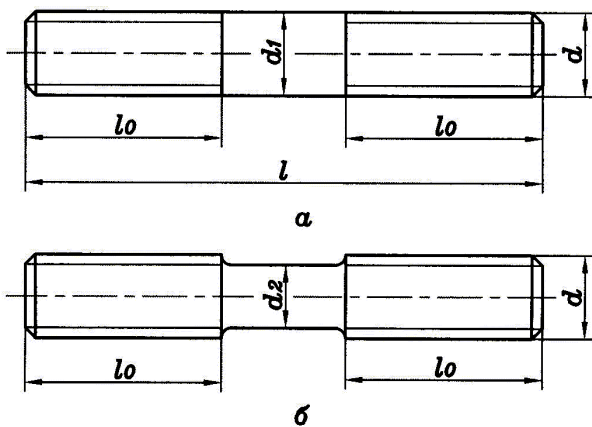
Закінчення таблиці И.9

Довжина шпильки $l$ , мм	Теоретична маса 1000 шт. сталевих шпильок, кг, при номінальному діаметрі нарізі $d$ , мм									
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48
190	95,39	138,2	253,0	395,4	569,3	734,8	900,1	1306	-	-
200	100,4	145,4	266,4	416,2	599,3	773,4	947,5	1513	-	-
220	110,5	160,0	293,0	457,8	659,2	850,8	1042	1571	-	-
240	120,5	174,5	319,6	499,4	719,1	928,1	1137	1650	2258	-
260	130,5	189,1	346,3	541,0	779,1	1006	1232	1788	2447	3209
280	140,6	203,6	372,9	582,6	839,0	1083	1327	1925	2635	3456
300	150,6	218,2	399,5	624,3	898,9	1160	1421	2063	2823	3702
320	-	232,7	426,2	665,9	958,8	1238	1516	2200	3011	3949
340	-	247,2	452,8	707,5	1019	1315	1611	2338	3199	4196
360	-	261,8	479,4	749,1	1079	1393	1706	2475	3388	4443
380	-	-	506,3	790,7	1139	1470	1800	2613	3576	4690
400	-	-	533,0	832,3	1199	1547	1895	2750	3764	4937
420	-	-	559,6	874,0	1259	1624	1990	2888	3952	5183
450	-	-	599,6	936,4	1348	1740	2132	3094	4234	5554
480	-	-	636,6	998,8	1438	1856	2274	3300	4517	5924
500	-	-	666,2	1040	1498	1934	2369	3438	4705	6171

**Шпильки для фланцевих з'єднань на номінальний  
(умовний) тиск  $PN \geq 4$  МПа [15]**

Конструкція та розміри шпильок наведені на рисунку И.4 і в таблицях И.10, И.11.

Маса шпильок виповнення А наведена в таблиці И.12, виповнення Б – в таблиці И.13.



*a* – шпилька типу А; *б* – шпилька типу Б

Рисунок И.4 – Шпильки для фланцевих з’єднань на номінальний (умовний) тиск  $PN \geq 4$  МПа

Таблиця И.10 – Розміри шпильок

Розміри в міліметрах

Номінальний діаметр нарізі $d$	10	12	16	20	24	27	30	36	42
Крок нарізі	1,5	1,75	2	2,5	3		3,5	4	4,5
Діаметр гладкої частини	$d_1$	за ГОСТ 19258-73 та ГОСТ 19256-73							
	$d_2$	7,8	9,5	13	16	20	22	24	30

Закінчення таблиці И.10

Номінальний діаметр нарізі $d$	48	52	56	60	64	68	72	76	80
Крок нарізі	5		5,5		6				
Діаметр гладкої частини	$d_1$	за ГОСТ 19258-73 та ГОСТ 19256-73							
	$d_2$	40	44	48	52	54	56	66	70





Продовження таблиці И.11

Розміри в міліметрах

Довжина шпильки $l$	Довжина нарізного кінця $l_0$ при номінальному діаметрі нарізі $d$																	
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48	52	56	60	64	68	72	76	80
220	-	-	40	48	58	55	60	70	75	90	95	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-		65					70	75	90	95	-	-	-	-
240	-	-	-	-	70		80	90	95	105					115	120	125	135
250	-	-	-	-		70					80	90	95	105				
260	-	-	-	-	70		80	90	95	105					115	120	125	135
270	-	-	-	-		70					80	90	95	105				
280	-	-	-	-	70		80	90	95	105					115	120	125	135
290	-	-	-	-		70					80	90	95	105				
300	-	-	-	-	70		80	90	95	105					115	120	125	135
310	-	-	-	-		70					80	90	95	105				
320	-	-	-	-	70		80	90	95	105					115	120	125	135
330	-	-	-	-		70					80	90	95	105				
340	-	-	-	-	70		80	90	95	105					115	120	125	135
350	-	-	-	-		70					80	90	95	105				
360	-	-	-	-	70		80	90	95	105					115	120	125	135
370	-	-	-	-		70					80	90	95	105				
380	-	-	-	-	70		80	90	95	105					115	120	125	135
390	-	-	-	-		70					80	90	95	105				
400	-	-	-	-	70		80	90	95	105					115	120	125	135
410	-	-	-	-		70					80	90	95	105				
420	-	-	-	-	70		80	90	95	105					115	120	125	135
430	-	-	-	-		70					80	90	95	105				
440	-	-	-	-	70		80	90	95	105					115	120	125	135



## Закінчення таблиці И.11

Розміри в міліметрах

Довжина шпильки $l$	Довжина нарізного кінця $l_0$ при номінальному діаметрі нарізі $d$																	
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48	52	56	60	64	68	72	76	80
680	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	155	155	155
690	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

Приклад умовного позначення шпильки типу А, виповнення 1, з діаметром нарізі 48 мм і крупним кроком нарізі 5 мм, полем допуску 8g, довжиною шпильки 200 мм та довжиною нарізного кінця 90 мм зі сталі марки 35, категорії II, групи якості 3, без покриття:

***Шпилька А М48-8g×200.90 35.ІІ.3 ГОСТ 9066-75.***

Те ж, типу Б, з крупним кроком нарізі 5 мм і полем допуску 8g, зі сталі марки 35, категорії II, групи якості 3 і покриттям типу 02 товщиною 9 мкм:

***Шпилька Б М48-8g×200.90 35.ІІ.3.029 ГОСТ 9066-75.***

Таблиця И.12 – Маса шпильок типу А

Довжина шпильки $l$ , мм	Теоретична маса шпильки типу А, кг, при номінальному діаметрі нарізі $d$ , мм																	
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48	52	56	60	64	68	72	76	80
45	0,028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	0,031	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	0,034	0,041	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	0,037	0,045	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	0,040	0,049	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	0,043	0,054	0,094	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	0,046	0,058	0,102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	0,049	0,063	0,110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85	0,052	0,067	0,118	0,178	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	0,055	0,072	0,126	0,191	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	0,058	0,076	0,134	0,203	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	0,061	0,081	0,142	0,216	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	0,064	0,090	0,158	0,241	0,336	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	0,067	0,099	0,173	0,266	0,371	0,469	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	0,070	0,108	0,189	0,290	0,407	0,514	0,623	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	0,073	0,117	0,205	0,315	0,442	0,559	0,679	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	0,076	0,126	0,221	0,340	0,477	0,603	0,734	1,042	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	0,135	0,236	0,364	0,513	0,648	0,790	1,122	1,520	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	0,144	0,252	0,389	0,548	0,694	0,845	1,202	1,628	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	0,153	0,268	0,413	0,584	0,738	0,901	1,282	1,737	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	0,162	0,283	0,438	0,620	0,784	0,956	1,362	1,845	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	0,171	0,300	0,463	0,655	0,827	1,012	1,443	1,953	2,504	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	0,316	0,488	0,691	0,873	1,067	1,523	2,062	2,645	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	0,332	0,513	0,726	0,919	1,123	1,603	2,171	2,787	3,280	-	-	-	-	-	-	-

Продовження таблиці И.12

Довжина шпильки $l$ , мм	Теоретична маса шпильки типу А, кг, при номінальному діаметрі нарізі $d$ , мм																		
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48	52	56	60	64	68	72	76	80	
230	-	-	0,348	0,538	0,761	0,964	1,178	1,683	2,279	2,929	3,446	-	-	-	-	-	-	-	
240	-	-	-	-	0,797	1,009	1,234	1,763	2,387	3,071	3,612	-	-	-	-	-	-	-	
250	-	-	-	-	0,833	1,053	1,289	1,843	2,494	3,214	3,778	4,432	-	-	-	-	-	-	
260	-	-	-	-	-	1,098	1,345	1,923	2,602	3,358	3,945	4,525	-	-	-	-	-	-	
270	-	-	-	-	-	1,141	1,400	2,003	2,712	3,499	4,112	4,717	-	-	-	-	-	-	
280	-	-	-	-	-	-	1,455	2,083	2,822	3,640	4,280	4,910	5,620	-	-	-	-	-	
290	-	-	-	-	-	-	1,511	2,164	2,927	3,782	4,445	5,105	5,842	-	-	-	-	-	
300	-	-	-	-	-	-	1,567	2,245	3,032	3,925	4,610	5,300	6,065	-	-	-	-	-	
310	-	-	-	-	-	-	1,622	2,323	3,142	4,067	4,777	5,492	6,287	7,120	-	-	-	-	
320	-	-	-	-	-	-	1,678	2,402	3,252	4,210	4,945	5,685	6,510	7,370	-	-	-	-	
330	-	-	-	-	-	-	1,733	2,482	3,362	4,350	5,112	5,877	6,730	7,625	8,620	-	-	-	
340	-	-	-	-	-	-	1,788	2,563	3,472	4,490	5,280	6,070	6,950	7,880	8,910	9,960	12,10	-	
350	-	-	-	-	-	-	-	2,642	3,582	4,635	5,445	6,262	7,175	8,130	9,190	10,27	12,45	13,81	
360	-	-	-	-	-	-	-	2,722	3,692	4,780	5,610	6,455	7,400	8,380	9,470	10,58	12,81	14,21	
370	-	-	-	-	-	-	-	2,804	3,799	4,920	5,777	6,647	7,620	8,365	9,760	10,90	13,17	14,60	
380	-	-	-	-	-	-	-	2,887	3,907	5,060	5,945	6,840	7,840	8,890	10,05	11,22	13,52	15,00	
390	-	-	-	-	-	-	-	2,964	4,019	5,202	6,107	7,035	8,065	9,140	10,33	11,54	13,88	15,39	
400	-	-	-	-	-	-	-	3,042	4,132	5,345	6,270	7,230	8,290	9,390	10,61	11,87	14,23	15,78	
410	-	-	-	-	-	-	-	-	4,232	5,487	6,435	7,420	8,510	9,645	10,90	12,08	14,59	16,18	
420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,630	6,600	7,610	8,730	9,900	11,19	12,30	14,94	16,57	
430	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,775	6,770	7,810	8,950	10,15	11,47	12,72	15,30	16,97	
440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,920	6,940	8,010	9,170	10,41	11,75	13,14	15,66	17,36	
450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,110	8,200	9,390	10,66	12,04	13,46	16,01	17,76	
460	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,280	8,390	9,610	10,91	12,33	13,78	16,37	18,15	

Закінчення таблиці И.12

Довжина шпильки $l$ , мм	Теоретична маса шпильки типу А, кг, при номінальному діаметрі нарізі $d$ , мм																	
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48	52	56	60	64	68	72	76	80
470	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,440	8,580	10,06	11,16	12,60	14,10	16,72	18,55
480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,600	8,770	10,28	11,42	12,88	14,42	17,08	18,94
490	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,770	8,965	10,51	11,67	13,17	14,74	17,43	19,34
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,940	9,160	10,73	11,93	13,46	15,06	17,79	19,73
510	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,350	10,96	12,17	13,75	15,38	18,15	20,13
520	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,540	11,18	12,42	14,04	15,70	18,50	20,52
530	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,41	12,68	14,32	16,01	18,86	20,91
540	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,61	12,94	14,60	16,32	19,21	21,31
550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,19	14,89	16,65	19,51	21,70
560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,45	15,18	16,98	19,93	22,10
570	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,70	15,46	17,29	20,28	22,49
580	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,95	15,74	17,61	20,64	22,89
590	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,20	16,02	17,91	20,99	23,28
600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,45	16,31	18,21	21,35	23,68
610	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,60	18,53	21,70	24,07
620	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,89	18,86	22,06	24,47
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,16	19,18	22,42	24,86
640	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,44	19,51	22,77	25,25
650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,74	19,83	23,13	25,65
660	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,16	23,48	26,04
670	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,48	23,84	26,44
680	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,81	24,19	26,83
690	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,56	27,23
700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,91	27,62

Таблиця И.13 – Маса шпильок типу Б

Довжина шпильки $l$ , мм	Теоретична маса шпильки типу Б, кг, при номінальному діаметрі нарізі $d$ , мм																	
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48	52	56	60	64	68	72	76	80
45	0,028	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	0,030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	0,031	0,040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	0,033	0,044	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	0,036	0,048	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	0,038	0,052	0,097	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	0,040	0,056	0,104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	0,041	0,059	0,111	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85	0,043	0,063	0,118	0,170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	0,045	0,067	0,125	0,180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	0,047	0,071	0,132	0,190	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	0,049	0,075	0,139	0,200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	0,053	0,082	0,153	0,220	0,328	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	0,054	0,090	0,166	0,240	0,358	0,462	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	0,055	0,098	0,180	0,260	0,388	0,501	0,628	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	0,056	0,115	0,194	0,280	0,418	0,539	0,677	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	0,057	0,123	0,208	0,300	0,448	0,578	0,725	1,007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	0,130	0,222	0,320	0,477	0,616	0,773	1,074	1,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	0,138	0,236	0,340	0,507	0,655	0,822	1,141	1,594	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	0,145	0,250	0,360	0,537	0,694	0,870	1,209	1,688	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	0,153	0,264	0,380	0,567	0,732	0,918	1,276	1,782	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	0,160	0,277	0,400	0,597	0,771	0,967	1,343	1,876	2,497	-	-	-	-	-	-	-	-
210	-	-	0,291	0,420	0,627	0,809	1,015	1,410	1,969	2,622	-	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	0,305	0,440	0,656	0,848	1,063	1,477	2,063	2,747	3,257	-	-	-	-	-	-	-

## Продовження таблиці И.13

Довжина шпильки $l$ , мм	Теоретична маса шпильки типу Б, кг, при номінальному діаметрі нарізі $d$ , мм																		
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48	52	56	60	64	68	72	76	80	
230	-	-	0,319	0,460	0,686	0,886	1,112	1,544	2,157	2,872	3,405	-	-	-	-	-	-	-	
240	-	-	-	-	0,716	0,925	1,160	1,611	2,251	2,996	3,553	-	-	-	-	-	-	-	
250	-	-	-	-	0,746	0,963	1,209	1,679	2,345	3,121	3,701	4,168	-	-	-	-	-	-	
260	-	-	-	-	-	1,002	1,257	1,746	2,438	3,246	3,849	4,334	-	-	-	-	-	-	
270	-	-	-	-	-	1,040	1,305	1,813	2,532	3,371	3,997	4,501	-	-	-	-	-	-	
280	-	-	-	-	-	-	1,354	1,880	2,626	3,496	4,145	4,668	5,414	-	-	-	-	-	
290	-	-	-	-	-	-	1,402	1,947	2,720	3,621	4,293	4,993	5,607	-	-	-	-	-	
300	-	-	-	-	-	-	1,450	2,014	2,813	3,746	4,441	5,001	5,800	-	-	-	-	-	
310	-	-	-	-	-	-	1,499	2,081	2,907	3,870	4,589	5,168	5,994	6,880	-	-	-	-	
320	-	-	-	-	-	-	1,547	2,148	3,001	3,995	4,737	5,335	6,187	7,102	-	-	-	-	
330	-	-	-	-	-	-	1,595	2,216	3,095	4,120	4,885	5,501	6,381	7,324	8,333	-	-	-	
340	-	-	-	-	-	-	1,644	2,283	3,189	4,245	5,032	5,668	6,574	7,546	8,586	9,980	11,72	-	
350	-	-	-	-	-	-	-	2,350	3,282	4,370	5,181	5,835	6,767	7,768	8,839	10,27	12,02	13,35	
360	-	-	-	-	-	-	-	2,417	3,376	4,495	5,329	6,002	6,961	7,990	9,091	10,56	12,32	13,69	
370	-	-	-	-	-	-	-	2,484	3,470	4,619	5,477	6,168	7,154	8,212	9,344	10,86	12,63	14,03	
380	-	-	-	-	-	-	-	2,551	3,564	4,744	5,626	6,335	7,347	8,434	9,596	11,15	12,92	14,37	
390	-	-	-	-	-	-	-	2,618	3,657	4,869	5,773	6,507	7,541	8,656	9,849	11,44	13,23	14,70	
400	-	-	-	-	-	-	-	2,686	3,751	4,994	5,921	6,668	7,734	8,878	10,10	11,74	13,52	15,04	
410	-	-	-	-	-	-	-	-	3,845	5,119	6,069	6,835	7,927	9,100	10,35	12,03	13,82	15,38	
420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,244	6,217	7,002	8,121	9,322	10,60	12,32	14,13	15,71	
430	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,369	6,365	7,169	8,314	9,544	10,85	12,62	14,43	16,05	
440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,493	6,513	7,335	8,507	9,766	11,11	12,91	14,74	16,39	
450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,661	7,502	8,701	9,988	11,36	13,20	15,03	16,73	
460	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,809	7,669	8,894	10,21	11,61	13,50	15,34	17,06	



Закінчення таблиці И.13

Довжина шпильки $l$ , мм	Теоретична маса шпильки типу Б, кг, при номінальному діаметрі нарізі $d$ , мм																	
	10	12	16	20	24	27	30	36	42	48	52	56	60	64	68	72	76	80
470	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,957	7,835	9,087	10,43	11,86	13,79	15,63	17,41
480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,105	8,002	9,281	10,65	12,12	14,08	15,94	17,74
490	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,253	8,169	9,474	10,87	12,37	14,38	16,24	18,08
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,402	8,336	9,668	11,09	12,62	14,67	16,54	18,41
510	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,502	9,861	11,31	12,87	14,97	16,85	18,76
520	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,669	10,05	11,54	13,13	15,56	17,14	19,09
530	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,25	11,76	13,38	15,55	17,45	19,42
540	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,44	11,98	13,63	15,85	17,74	19,76
550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,20	13,88	16,14	18,05	20,10
560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,42	14,14	16,43	18,35	20,44
570	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,65	14,39	16,73	18,65	20,77
580	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,87	14,64	17,02	18,96	21,11
590	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,09	14,89	17,31	19,47	21,68
600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,31	15,15	17,61	19,77	22,02
610	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,40	17,90	20,07	22,35
620	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,65	18,19	20,38	22,69
630	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,90	18,49	20,68	22,93
640	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,16	18,78	20,98	23,36
650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,41	19,07	21,28	23,70
660	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,37	21,58	24,04
670	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,66	21,88	24,38
680	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,96	22,18	24,71
690	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,25	22,49	25,05
700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,54	22,79	25,39

**Гайки для фланцевих з'єднань на номінальний  
(умовний) тиск  $PN \geq 4$  МПа [13]**

Конструкція та розміри гайок шестигранних типу А для фланцевих з'єднань з температурою середовища від 0 до 650 °С і умовним тиском  $PN$  не менше 4 МПа наведені на рисунку И.5 і таблиці И.14.

Маса гайок типу А наведена в таблиці И.15.

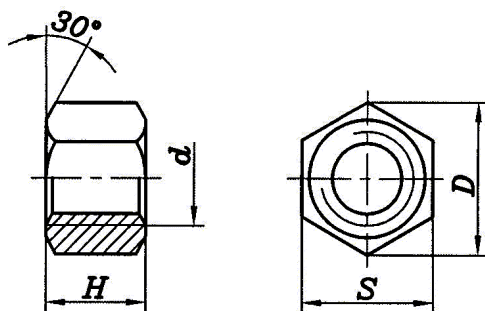


Рисунок И.5 – Гайка шестигранна

Таблиця И.14 – Розміри гайок

Розміри в міліметрах

Номінальний діаметр нарізі $d$	10	12	16	20	24	27	30	36	42	
Крок нарізі	крупний	1,5	1,75	2	2,5	3		3,5	4	4,5
	дрібний	-	-	-	-	-		-	-	-
Розмір "під ключ" $S$	17	19	24	30	36	41	46	55	65	
Висота $H$	10	12	16	20	24	27	30	36	42	
Діаметр описаної окружності $D$	18,8	21,0	26,7	33,5	40,3	45,9	51,4	61,7	73,1	

## Закінчення таблиці И.14

Розміри в міліметрах

Номінальний діаметр нарізі $d$		48	52	56	60	64	68	72	76	80
Крок нарізі	крупний	5		5,5		6		-	-	-
	дрібний	-	-	-	-	-	-	6		
Розмір "під ключ" $S$		75	80	85	90	95	100	105	110	115
Висота $H$		48	52	56	60	64	68	72	76	80
Діаметр описаної окружності $D$		84,5	90,4	96,0	102,0	107,5	113,5	118,0	124,0	130,0

Умовне позначення гайки типу А, діаметром нарізі 12 мм, з вуглецевої сталі 35, категорії ІІІ, з покриттям 02 товщиною 6 мкм:

**Гайка А М12-6Н.35.ІІІ.026 ГОСТ 9064-75.**

Таблиця И.15 – Маса гайок

Номінальний діаметр нарізі $d$	10	12	16	20	24	27	30	36	42
Теоретична маса 1000 шт. гайок, кг	0,014	0,019	0,039	0,077	0,133	0,194	0,277	0,446	0,777

Закінчення таблиці И.15

Номінальний діаметр нарізі $d$	48	52	56	60	64	68	72	76	80
Теоретична маса 1000 шт. гайок, кг	1,197	1,420	1,668	2,08	2,31	2,74	3,10	3,53	4,02

**Шайби для фланцевих з'єднань на номінальний (умовний) тиск  $PN \geq 4$  МПа [14]**

Конструкція та розміри шайб для фланцевих з'єднань з температурою середовища від 0 до 650 °С та умовним тиском  $PN$  не менше 4 МПа наведені на рисунок И.6 і таблиці И.16.

Маса шайб наведена в таблиці И.17.

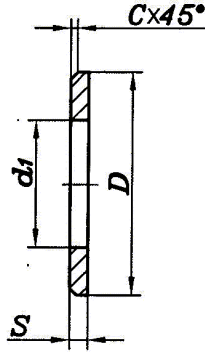


Рисунок И.6 – Шайба

Таблиця И.16 – Розміри шайб

Розміри в міліметрах

Номінальний діаметр нарізі шпильки $d$	10	12	16	20	24	27	30	36	42
Внутрішній діаметр $d_1$	11	13	17	21	25	28	31	37	43
Зовнішній діаметр $D$	18	24	30	37	44	50	56	66	78
Товщина шайби $S$	2,5		4		5		6		
Фаска $C$	0,5		1,0		1,6				

Закінчення таблиці И.16

Розміри в міліметрах

Номінальний діаметр нарізі шпильки $d$	48	52	56	60	64	68	72	76	80
Внутрішній діаметр $d_1$	50	54	58	62	66	70	74	78	82
Зовнішній діаметр $D$	90	95	100	110	115	120	126	132	138
Товщина шайби $S$	6	10					12		
Фаска $C$	1,6	2,0					3,0		

Умовне позначення шайби для шпильки з діаметром нарізі М48 зі сталі 20, категорії III, групи якості 4, з покриттям 02 товщиною 9 мкм:

**Шайба 48.20.III.4.029 ГОСТ 9065-75.**

Таблиця И.17 – Маса шайб

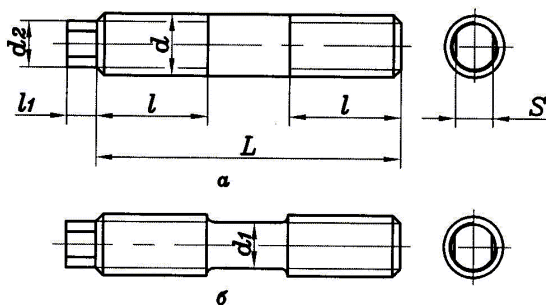
Номінальний діаметр (розмір нарізі шпильки), $d$ , мм	10	12	16	20	24	27	30	36	42
Теоретична маса 1000 шт. шайб, кг	4,20	6,27	9,41	22,87	32,30	52,85	66,99	110,4	156,5

Закінчення таблиці И.17

Номінальний діаметр (розмір нарізі шпильки), $d$ , мм	48	52	56	60	64	68	72	76	80
Теоретична маса 1000 шт. шайб, кг	345,0	376,3	408,8	508,6	546,4	585,2	640,6	838,3	910,7

**Шпильки для фланцевих з'єднань з лінзовими ущільненнями [18]**

Конструкція та розміри шпильок для фланцевих з'єднань з лінзовими ущільненнями наведені на рисунку И.7 і таблиці И.18.



$a$  – шпилька типу А;  $б$  – шпилька типу Б

Рисунок И.7 – Шпильки для фланцевих з'єднань з лінзовими ущільненнями

Маса шпильок наведена в таблицях И.19 і И.20.

Таблиця И.18 – Розміри шпильок

Розміри в міліметрах

Номінальний діаметр нарізі $d$	Діаметр гладкої частини $d_1$	Діаметр хвостовика $d_2$	Довжина нарізного кінця $l$	Довжина хвостовика $l_1$	Розмір „під ключ” $S$	Радіус проточки $R$	Межа довжини шпильок $L$
12	9,5	8	30	8	7	4	60-130
14	11,0	10			8		70-150
16	13,0	12			10		80-180
20	16,0	15	12		110-190		
22	18,0	17	40		14	120-210	
24	19,0	17	45		14	6	130-220
27	22,0	20			17		160-250
30	24,0	22	55	19	190-290		
33	27,0	25		22	210-310		
36	29,0	27	60	10	24		8
39	32,0	30	65	12	27	240-380	
42	35,0	32	70	14	30	280-440	
45	38,0	35	75		32	10	300-460
48	40,0	37	80	15	320-510		
52	44,0	41	85	18	36	12	360-530
56	47,0	44	95				400-560

Умовне позначення шпильки типу А, з діаметром нарізі М20 мм, довжиною шпильки  $L = 50$  мм, зі сталі 40ХФА без покриття:

***Шпилька А М20×50.40ХФА ГОСТ 10494-80.***

Те ж, типу Б:

***Шпилька Б М20×50.40ХФА ГОСТ 10494-80.***

Те ж, типу А з покриттям 02 товщиною 9 мкм:

***Шпилька А М20×50.40ХФА.029 ГОСТ 10494-80.***

Таблиця И.19 – Маса шпильок типу А

Довжина шпильки $l$ , мм	Номинальний діаметр нарізі $d$ , мм															
	12	14	16	20	22	24	27	30	33	36	39	42	45	48	52	56
	Маса, кг															
60	0,041	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
65	0,049	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	0,054	0,073	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	0,058	0,079	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	0,063	0,085	0,113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85	0,067	0,091	0,121	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	0,071	0,097	0,129	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
95	0,076	0,103	0,137	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	0,080	0,109	0,145	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
105	0,084	0,115	0,153	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	0,089	0,121	0,161	0,244	-	-	-	-	-	-	0,244	-	-	-	-	-
115	0,091	0,127	0,169	0,256	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	0,098	0,133	0,177	0,268	0,329	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	0,107	0,145	0,192	0,293	0,358	0,421	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	0,157	0,208	0,313	0,388	0,456	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	0,170	0,224	0,342	0,418	0,492	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
160	-	-	0,240	0,367	0,448	0,527	0,665	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	-	-	0,256	0,392	0,478	0,563	0,710	-	-	-	-	-	-	-	-	-
180	-	-	0,272	0,417	0,508	0,598	0,755	-	-	-	-	-	-	-	-	-
190	-	-	-	0,441	0,537	0,634	0,800	0,975	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	0,568	0,669	0,845	1,031	-	-	-	-	-	-	-	-

## Продовження таблиці И.19

Довжина шпильки <i>l</i> , мм	Номинальний діаметр нарізі <i>d</i> , мм															
	12	14	16	20	22	24	27	30	33	36	39	42	45	48	52	56
	Маса, кг															
210	-	-	-	-	0,597	0,705	0,890	1,086	1,314	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	0,741	0,935	1,142	1,381	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	-	0,980	1,197	1,448	1,711	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-	-	1,025	1,253	1,515	1,791	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	1,070	1,308	1,582	1,871	-	-	-	-	-	-
260	-	-	-	-	-	-	-	1,364	1,649	1,951	2,311	-	-	-	-	-
270	-	-	-	-	-	-	-	1,419	1,716	2,031	2,405	-	-	-	-	-
280	-	-	-	-	-	-	-	1,475	1,784	2,110	2,498	2,381	-	-	-	-
290	-	-	-	-	-	-	-	1,530	1,851	2,190	2,592	2,990	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-	-	-	-	1,918	2,270	2,686	3,098	3,564	-	-	-
310	-	-	-	-	-	-	-	-	1,985	2,350	2,780	3,207	3,689	-	-	-
320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,430	2,874	3,316	3,814	4,290	-	-
330	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,510	2,967	3,425	3,939	4,431	-	-
340	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,690	3,061	3,539	4,064	4,573	-	-
350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,670	3,155	3,642	4,188	4,715	-	-
360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,750	3,249	3,751	4,313	4,857	5,735	-
370	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,343	3,860	4,438	4,999	5,902	-
380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,437	3,963	4,563	5,181	6,068	-
390	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,077	4,688	5,283	6,235	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,186	4,813	5,425	6,402	7,358
410	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,295	4,938	5,567	6,568	7,551



## Закінчення таблиці И.19

Довжина шпильки $l$ , мм	Номинальний діаметр нарізі $d$ , мм															
	12	14	16	20	22	24	27	30	33	36	39	42	45	48	52	56
	Маса, кг															
420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,404	5,062	5,709	6,735	7,745
430	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,513	5,188	5,851	6,902	7,938
440	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,621	5,312	5,994	7,064	8,131
450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,437	6,136	7,235	8,325
460	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,562	6,278	7,402	8,518
470	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,420	7,569	8,711
480	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,562	7,735	8,905
490	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,704	7,903	9,098
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,846	8,060	9,291
510	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,988	8,230	9,485
520	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,403	9,678
530	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,569	9,872
540	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,07
550	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,26
560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,45



Продовження таблиці И.20

Довжина шпильки $l$ , мм	Номинальний діаметр нарізі $d$ , мм															
	12	14	16	20	22	24	27	30	33	36	39	42	45	48	52	56
	Маса, кг															
210	-	-	-	-	0,473	0,543	0,718	0,856	1,080	-	-	-	-	-	-	-
220	-	-	-	-	-	0,567	0,749	0,892	1,126	-	-	-	-	-	-	-
230	-	-	-	-	-	-	0,780	0,927	1,171	1,425	-	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-	-	0,811	0,964	1,216	1,481	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	0,843	0,998	1,261	1,536	-	-	-	-	-	-
260	-	-	-	-	-	-	-	1,034	1,306	1,592	1,903	-	-	-	-	-
270	-	-	-	-	-	-	-	1,069	1,351	1,647	1,968	-	-	-	-	-
280	-	-	-	-	-	-	-	1,105	1,396	1,703	2,033	2,407	-	-	-	-
290	-	-	-	-	-	-	-	1,140	1,441	1,758	2,098	2,483	-	-	-	-
300	-	-	-	-	-	-	-	-	1,486	1,814	2,164	2,560	3,021	-	-	-
310	-	-	-	-	-	-	-	-	1,531	1,869	2,229	2,636	3,112	-	-	-
320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,925	2,294	2,712	3,203	3,592	-	-
330	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,980	2,359	2,789	3,294	3,693	-	-
340	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,063	2,424	2,865	3,385	3,795	-	-
350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,119	2,489	2,941	3,476	3,896	-	-
360	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,554	3,018	3,566	3,997	4,855	-
370	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,619	3,094	3,657	4,098	4,910	-
380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,684	3,171	3,748	4,199	5,041	-
390	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,247	3,839	4,300	5,160	-
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,323	3,930	4,401	5,291	6,150
410	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,400	4,021	4,592	5,400	6,290



### Гайки для фланцевих з'єднань з лінзовими ущільненнями [19]

Конструкція, розміри та маса гайок для фланцевих з'єднань з лінзовими ущільненнями наведені на рисунку И.8 і таблиці И.21.

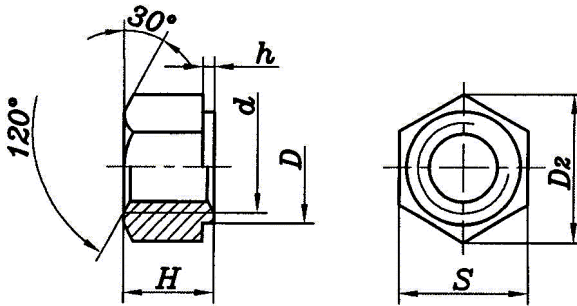


Рисунок И.8 – Гайка для фланцевих з'єднань з лінзовими ущільненнями

Таблиця И.21 – Розміри гайок

Розміри в міліметрах

Номінальний діаметр нарізі $d$	Розмір „під ключ” $S$	Діаметр бурта $D$	Висота $H$	Діаметр описаної окружності $D_1$	Висота бурта $h$	Маса, кг
12	19	18,0	12	21,9	2,0	0,019
14	22	20,9	14	25,4		0,031
16	24	22,8	16	27,7		0,039
20	30	28,5	20	34,6	3,0	0,077
22	32	30,4	22	36,9		0,093
24	36	34,2	24	41,6		0,133
27	41	39,0	27	47,3		0,194
30	46	43,7	30	53,1	4,0	0,277
33	50	47,5	33	57,7		0,389
36	55	52,3	36	63,5		0,446
39	60	57,0	39	69,3	5,0	0,637
42	65	61,8	42	75,0		0,777
45	70	66,5	45	80,8		1,100
48	75	71,3	48	86,5		1,197
52	80	76,0	52	92,3		1,420
56	85	80,8	56	98,0	1,685	

Умовне позначення гайки з діаметром нарізі М36 мм, зі сталі 35Х,  
без покриття:

***Гайка М36.35Х ГОСТ 10495-80.***

Те ж, з покриттям 02 товщиною 9 мкм:

***Гайка М36.35Х.029 ГОСТ 10495-80.***

---

---

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Бабицкий И.Ф., Вихман Г.Л., Вольфсон С.И. Расчет и конструирование аппаратуры нефтеперерабатывающих заводов. – М.: Недра, 1965. – 904 с.
- 2 Барвін О.І., Генкіна І.М.; Іванченко В.В.; Тараненко Г.В.; Штонда Ю.М. Конструювання і розрахунок сталевих зварних посудин та апаратів. Обичайки та днища. – Луганськ: Вид-во Східноукр. Нац. Ун-ту імені Володимира Даля. 2005. – 300 с.
- 3 Долгинов Л.Ш., Прокопов В.К., Самсонов Ю.А. Расчет и конструирование фланцевых соединений судовых трубопроводов и сосудов. – Л.: Судостроение, 1972. – 264 с.
- 4 Стороженко В.Я. Конструювання та розрахунок рознімних герметичних з'єднань. – Київ.: ІЗМН, 1998. – 208 с.
- 5 Тавастшерна Р.И. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов. – М.: Высшая школа, 1990. – 256 с.
- 6 Тимошук А.С., Михалев М.Ф., Третьяков Н.П., Мильченко А.И., Зобнин В.В. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов химических производств. Герметичность оборудования. – Л.: изд. ЛТИ им. Ленсовета, 1985. – 159 с.
- 7 ПБ 03-585-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов. – М.: ПИО ОБТ, 2003. – 131 с.
- 8 ГОСТ 1759.0-87. Болты, винты, шпильки и гайки. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 23 с.
- 9 ГОСТ 1759.4-87. Болты, винты и шпильки. Механические свойства и методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 23 с.
- 10 ГОСТ 1759.5-87. Гайки. Механические свойства и методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 13 с.
- 11 ГОСТ 5915-70. Гайки шестигранные (нормальной точности). Конструкция и размеры. – М.: Издательство стандартов, 1972. – 4 с.
- 12 ГОСТ 7798-70. Болты с шестигранной головкой (нормальной точности). Конструкция и размеры. – М.: Издательство стандартов, 1972. – 10 с.
- 13 ГОСТ 9064-75. Гайки для фланцевых соединений с температурой среды от 0 до 650 °С. Типы и основные размеры. – М.: Издательство стандартов, 1975. – 6 с.
- 14 ГОСТ 9065-75. Шайбы для фланцевых соединений с температурой среды от 0 до 650 °С. Типы и основные размеры. – М.: Издательство стандартов, 1975. – 3 с.
- 15 ГОСТ 9066-75. Шпильки для фланцевых соединений с температурой среды от 0 до 650 °С. Типы и основные размеры. – М.: Издательство стандартов, 1975. – 28 с.
- 16 ГОСТ 9617-76. Сосуды и аппараты. Ряды диаметров. – М.: Издательство стандартов, 1976. – 3 с.
- 17 ГОСТ 10493-81. Линзы уплотнительные жесткие и компенсирующие на  $P_{\text{р}}$  20-100 МПа. – М.: Издательство стандартов, 1981. – 8 с.

- 18 ГОСТ 10494-80. Шпильки для фланцевых соединений с линзовым уплотнением на  $P_y$  свыше 10 до 100 МПа. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1981. – 9 с.
- 19 ГОСТ 10495-80. Гайки для фланцевых соединений на  $P_y$  свыше 10 до 100 МПа. Технические условия. – М.: Издательство стандартов, 1981. – 4 с.
- 20 ГОСТ 12815-80. Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на  $P_y$  от 0,1 до 20,0 МПа. Типы. Присоединительные размеры и размеры уплотнительных поверхностей. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 28 с.
- 21 ГОСТ 12816-80. Фланцы арматуры, соединительных частей и трубопроводов на  $P_y$  от 0,1 до 20,0 МПа. Общие технические требования. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 10 с.
- 22 ГОСТ 12820-80. Фланцы стальные плоские приварные на  $P_y$  от 0,1 до 2,5 МПа. Конструкция и размеры. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 16 с.
- 23 ГОСТ 12821-80. Фланцы стальные приварные встык на  $P_y$  от 0,1 до 20,0 МПа. Конструкция и размеры. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 30 с.
- 24 ГОСТ 12822-80. Фланцы стальные свободные на приварном кольце на  $P_y$  от 0,1 до 2,5 МПа. Конструкция и размеры. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 16 с.
- 25 ГОСТ 15180-86. Прокладки плоские эластичные. Основные параметры и размеры. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 21 с.
- 26 ГОСТ 20700-75. Шпильки, гайки и шайбы для фланцевых соединений с температурой среды от 0 до 650 °С. Технические требования. – М.: Издательство стандартов, 1975. – 17 с.
- 27 ГОСТ 22042-76. Шпильки для деталей с гладкими отверстиями. Класс точности В. Конструкция и размеры. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 14 с.
- 28 ГОСТ 28759.1-90. Фланцы сосудов и аппаратов. Типы и параметры. М.: Изд-во стандартов, 1991. – 8 с.
- 29 ГОСТ 28759.2-90. Фланцы сосудов и аппаратов стальные плоские приварные. Конструкция и размеры. М.: Изд-во стандартов, 1991. – 26 с.
- 30 ГОСТ 28759.3-90. Фланцы сосудов и аппаратов стальные приварные встык. Конструкция и размеры. М.: Изд-во стандартов, 1991. – 22 с.
- 31 ГОСТ 28759.4-90. Фланцы сосудов и аппаратов стальные приварные встык под прокладку восьмиугольного сечения. Конструкция и размеры. М.: Изд-во стандартов, 1991. – 11 с.
- 32 ГОСТ 28759.5-90. Фланцы сосудов и аппаратов. Технические требования. М.: Изд-во стандартов, 1991. – 7 с.
- 33 ГОСТ 28759.6-90. Прокладки из неметаллических материалов. Конструкция и размеры. Технические требования. М.: Изд-во стандартов, 1991. – 10 с.
- 34 ГОСТ 28759.7-90. Прокладки асбометаллические. Конструкция и размеры. Технические требования. М.: Изд-во стандартов, 1991. – 7 с.
- 35 ГОСТ 28759.8-90. Прокладки металлические восьмиугольного сечения. Конструкция и размеры. М.: Изд-во стандартов, 1991. – 5 с.
- 36 ОСТ 26-02-1370-81. Фланцы переходные аппаратов приварные встык под плоскую прокладку. Конструкция и размеры. 1981. – 9 с.
- 37 ОСТ 26-02-1371-81. Фланцы переходные аппаратов приварные встык под прокладку восьмиугольного сечения. Конструкция и размеры. 1981. – 8 с.



- 38 ОСТ 26.260.454-99. Прокладки спирально-навитые. Типы и размеры. Общие технические требования. 1999. – 20 с.
- 39 ОСТ 26.260.463-99. Прокладки асбометаллические для фланцев арматуры. Конструкция, размеры и общие технические требования. 1999. – 10 с.
- 40 ОСТ 26-2002-83. Люки с плоскими крышками стальных сварных сосудов и аппаратов. Конструкция. 1991. – 13 с.
- 41 ОСТ 26-2008-83. Крышки плоские люков стальных сварных сосудов и аппаратов. Конструкция и размеры. 1991. – 14 с.
- 42 АТК 24-200.02-90. Заглушки фланцевые стальные. Конструкция, размеры и технические требования. 1990. – 39 с.
- 43 АТК 26-18-6-93. Прокладки овального и восьмиугольного сечения стальные. Конструкция и размеры. Технические требования. 1993. – 4 с.
- 44 РД 38.13.004-86. Эксплуатация и ремонт технологических трубопроводов под давлением до 10,0 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>): Нормат. производ. изд./ А.Е. Фолиянц, Н.В. Мартынов, В.Б. Серебряный и др.; Под ред. А.Е. Фолиянца. –М.: Химия, 1988. –288 с.
- 45 Новое поколение высокоэффективных уплотнений: опыт применения в нефтехимии и арматуростроении /В.В. Авдеев / Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2002. № 1. с. 28-29.
- 46 Фланцевые прокладки из материала нового поколения ГРАФЛЕКС на основе терморасширенного графита /В.В. Авдеев. Г.А. Уланов / Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2002. № 5. с. 38-40.
- 47 Контактные уплотнения для герметизации неподвижных разъемных соединений / В.В. Буренин // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2002. № 11. с. 12-15.
- 48 Современные уплотнительные материалы на основе терморасширенного графита производства ЗАО «НОВОМЕТ» / О.Ю.Исаев // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2002. № 12. с. 25-27.

Навчальне видання

**КОНСТРУЮВАННЯ І РОЗРАХУНОК  
СТАЛЕВИХ ЗВАРНИХ ПОСУДИН ТА АПАРАТІВ.  
ФЛАНЦЕВІ З'ЄДНАННЯ**

Укладачі:

Барвін Олександр Іванович  
Генкіна Ірина Михайлівна  
Іванченко Віктор Васильович  
Тараненко Геннадій Володимирович  
Штонда Юрій Миколайович

Техн. редактор  
Редактор  
Оригінал-макет

Підписано до друку \_\_\_\_\_

Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub> Папір типограф. Гарнітура Times.

Друк офсетний. Умов. друк. арк. \_\_\_\_\_. Обл. вид. арк. \_\_\_\_\_.

Тираж \_\_\_\_\_ екз. Вид. № \_\_\_\_\_. Замовл. № \_\_\_\_\_. Ціна договірна.

Видавництво Східноукраїнського національного  
університету імені Володимира Даля

Свідотство про реєстрацію: серія ДК №1620 ВІД 18.12.2003

**Адреса видавництва:** м. Луганськ, кв. Молодіжний, 20а

**Телефон:** 8(0642)41-34-12, **факс:** 8(0642)41-31-60

E-mail: [uni@snu.edu.ua](mailto:uni@snu.edu.ua) <http://www.snu.edu.ua>

Телефон 8 (0642) 41-34-12, факс 8 (0642) 41-31-60

Надруковано ПП Сувальдо В.Р.

91034, м. Луганськ, вул. Лермонтова, 1б