

В. О. Пішенін
Н. В. Пішеніна

ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ

Навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2010

УДК 621.1.001.66(075)

ББК 31.36я73

ПЗ6

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол №11 від 2 липня 2007 р.)

Рецензенти:

І. О. Сивак, доктор технічних наук, професор

В. Ф. Анісімов, доктор технічних наук, професор

Л. Г. Козлов, кандидат технічних наук, доцент

Пішенін, В. О.

ПЗ6 **Основи конструювання** : навчальний посібник / В. О. Пішенін, Н. В. Пішеніна. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 87 с.

В навчальному посібнику розглянуто проектування емісійних технологічних апаратів для підготовки робочих середовищ теплоенергетичного господарства промислових підприємств та проектування апаратів, під час роботи яких виникає або використовується теплова енергія і містить ряд рекомендацій та методик розрахунків теплоенергетичного обладнання різного призначення.

Посібник розроблений відповідно до плану кафедри та програми дисципліни "Основи конструювання" для студентів напряму підготовки "Енергетика" спеціальності "Теплоенергетика".

УДК 621.1.001.66(075)

ББК 31.36я73

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Конструкції емнісних апаратів.....	5
2 Розрахунок товщини стінки апарата.....	10
2.1 Товщина стінки обичайки.....	10
2.2 Товщина стінки еліптичного днища.....	11
2.3 Товщина стінки конічного днища.....	12
2.4 Товщина стінки плоскої кришки.....	13
2.5 Приклади розрахунку.....	15
3 Підбір фланцевого з'єднання.....	19
3.1 Фланцеві з'єднання.....	19
3.2 Прокладки для фланцевого з'єднання.....	20
3.3 Розрахунок фланцевих болтів.....	21
3.4 Приклад вибору фланця та розрахунку болтів.....	24
4 Пристрої для з'єднання трубопроводів, огляду та установлення апарата.....	27
4.1 Штуцери та бобишки.....	27
4.2 Типи вузла ревізії корпусу.....	28
4.3 Укріплення отворів.....	31
4.4 Опори апаратів.....	32
4.5 Приклади розрахунків.....	34
5 Вузли та деталі перемішувального обладнання.....	37
5.1 Сальникові та торцеві ущільнення.....	37
5.2 Перемішувальні пристрої (мішалки).....	38
5.3 Кінцеві опори.....	39
5.4 Приклади розрахунку.....	41
6 Гідравлічний розрахунок труби перегиску.....	42
7 Контрольно-вимірювальні прилади.....	43
8 Заходи з охорони праці.....	44
Література.....	45
Додаток А.....	47
Додаток Б.....	54
Додаток В.....	63
Додаток Г.....	72

ВСТУП

Мета дисципліни "Основи конструювання" — закріплення студентами необхідних знань з інженерних методів та засобів конструктивного розрахунку елементів теплоенергетичних систем для забезпечення в проектуванні систем теплоенергетики (ТЕ) підвищення ефективності капітальних вкладень, підвищення якості систем.

В процесі вивчення дисципліни студентами виконується курсовий проект. Під час виконання проекту майбутній бакалавр на практиці використовує набуті з теоретичного курсу знання з принципів конструювання, методів підвищення надійності теплотехнологічного устаткування.

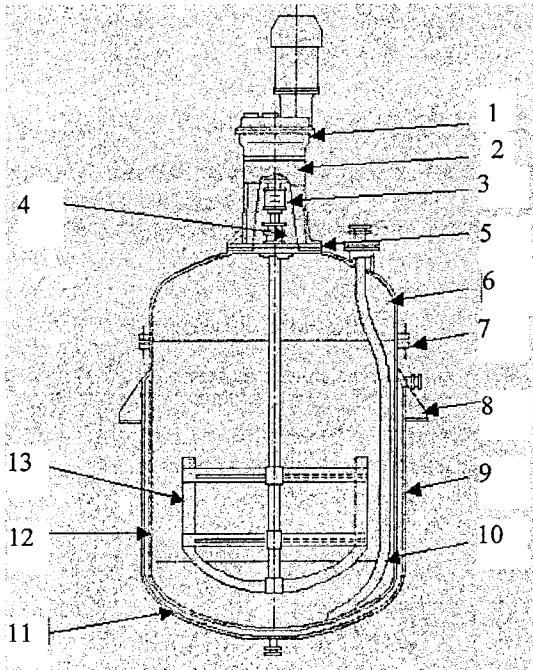
Знання, отримані при вивченні курсу "Основи конструювання" і, зокрема під час виконання курсового проекту, використовуються при вивченні дисциплін загальнопрофесійного циклу, виконанні курсових проектів протягом навчання на старших курсах та у дипломному проектуванні.

Даний навчальний посібник стосується, перш за все, проектування смісних технологічних апаратів і містить ряд рекомендацій та методик розрахунків теплоенергетичного обладнання різного призначення.

1 КОНСТРУКЦІЇ ЄМНІСНИХ АПАРАТІВ

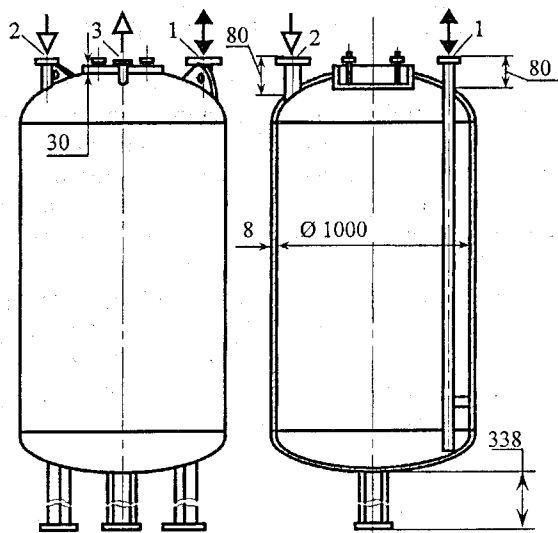
У багатьох технологічних процесах теплоенергетичних підприємств використовуються ємнісні апарати з мішалками, які працюють під тиском (рис. 1.1). Основним елементом апарата є циліндрична обичайка. Перевагу слід віддати вертикальному виконанню тонкостінних циліндричних апаратів, а не горизонтальному виконанню, оскільки в горизонтальних апаратах з'являються додаткові згинальні напруження від сили тяжіння самого апарата і середовища.

Вертикальні обичайки закриваються знизу і зверху (рис. 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6), а горизонтальні (рис. 1.4) — з боків деталями, які називаються днищами. На відміну від днищ, що мають з обичайкою нероз'ємне з'єднання, кришки є роз'ємними частинами апаратів. Днища і кришки виготовляються з тих же матеріалів, що і обичайки.



1 — редуктор; 2 — стояк; 3 — муфта; 4 — сальник; 5 — опора; 6 — кришка;
7 — фланці; 8 — лапа; 9 — сорочка; 10 — труба перетиску; 11 — днище;
12 — обичайка; 13 — перемішувальний пристрій

Рисунок 1.1 — Апарат з мішалкою, який працює під тиском



- 1 — штуцер підведення та відведення кислоти, $D_y=25\text{мм}$;
 2, 3 — штуцери підведення та спускання стиснутого повітря, $D_y=10\text{мм}$.

Рисунок 1.2 — Бак напірний для витіснення сірчаної кислоти

Приєднання до апаратів кришок і з'єднання окремих частин апаратів

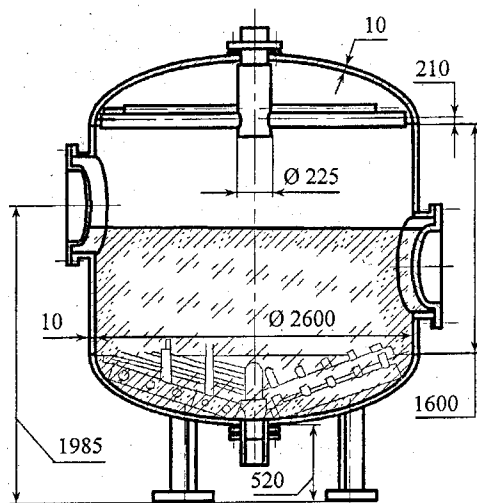
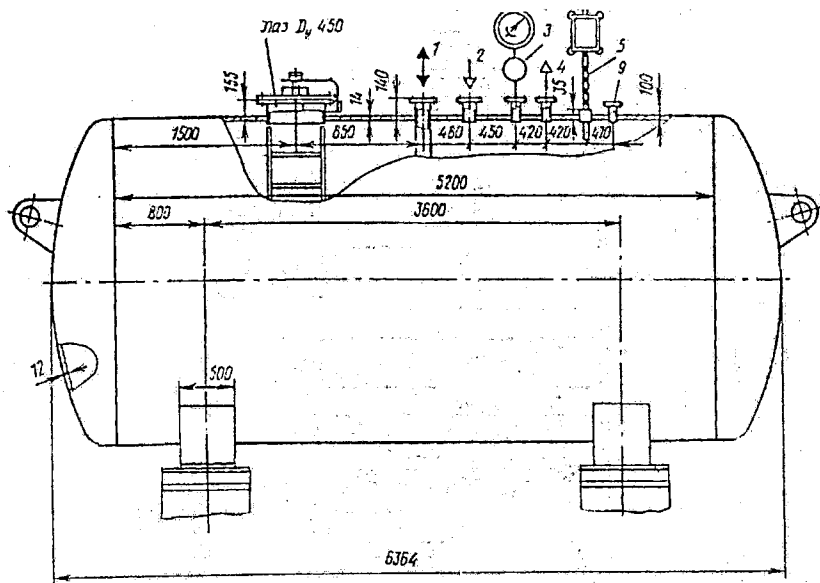


Рисунок 1.3 — Фільтр освітлювальний однокамерний з двома боковими лазами



1 – підведення та відведення реагенту; 2 – подача стисненого повітря, $D_y=100$ мм; 3 – підведення мановакууметра $D_y=50$ мм; 4 – повітряник $D_y=50$ мм; 5 – штуцер для рівнеміра $D_y=25$ мм; 9 – штуцер для термометра

Рисунок 1.4 — Бак напірний горизонтального виконання для зберігання концентрованих реагентів

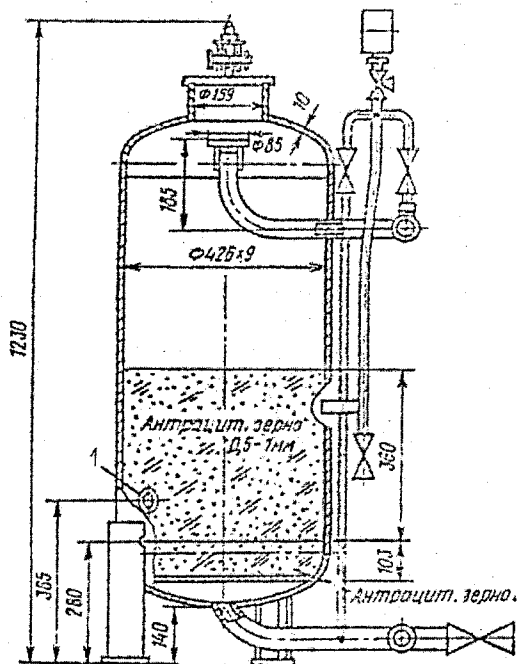
виконується за допомогою фланців. Герметичність фланцевих з'єднань забезпечується прокладками.

Приєднання до апаратів трубопроводів і контрольно-вимірювальних приладів виконується за допомогою штуцерів. Переважне використання мають фланцеві штуцери, рідше зустрічаються штуцери нарізні.

Для огляду апарата, завантаження сировини і очистки апарата, а також для складання внутрішніх засобів служать люки та лази. При з'ємних кришках апарати можуть бути без люків.

Встановлення апаратів на фундаменті виконується за допомогою лап та опор.

Перемішування рідких речовин в апаратах виконується або механічним, або пневматичним способом. Механічне перемішування здійснюється мішалками. Для приведення у рух механічних перемішувальних засобів служать приводи, що складаються з електродвигунів, редукторів, пасових передач і муфт. Встановлюються редуктори на кришках вертикальних апаратів за допомогою опор.



1 – гідровивантаження фільтрувального матеріалу

Рисунок 1.6 — Солерозчинник

2 РОЗРАХУНОК ТОВЩИНИ СТІНКИ АПАРАТА

2.1 Товщина стінки обичайки

Товщину стінки обичайки апарата, що працює під внутрішнім тиском, розраховуємо на міцність за формулою:

$$S_{об} = \frac{pD_B}{2\phi[\sigma] - p} + C, \quad (2.1)$$

де $S_{д}$ — товщина стінки обичайки, мм; p — тиск в апараті, Н/мм²;

D_B — внутрішній діаметр апарата, мм;

$[\sigma]$ — нормативне допустиме напруження, Н/мм², яке вибираємо за даними ГОСТу (таблиця А1, додаток А);

ϕ — коефіцієнт міцності зварного подовжнього шва, який характеризує міцність зварного шва в порівнянні з міцністю основного металу.

Для сталевих апаратів:

- стиковий двосторонній ручний шов $\phi=0,95$;
- стиковий односторонній ручний шов з підкладкою $\phi=0,9$;
- стиковий односторонній ручний шов $\phi=,7$;
- стиковий двосторонній шов при автоматичному зварюванні $\phi=1,0$
- стиковий односторонній шов при автоматичному зварюванні $\phi=0,8$

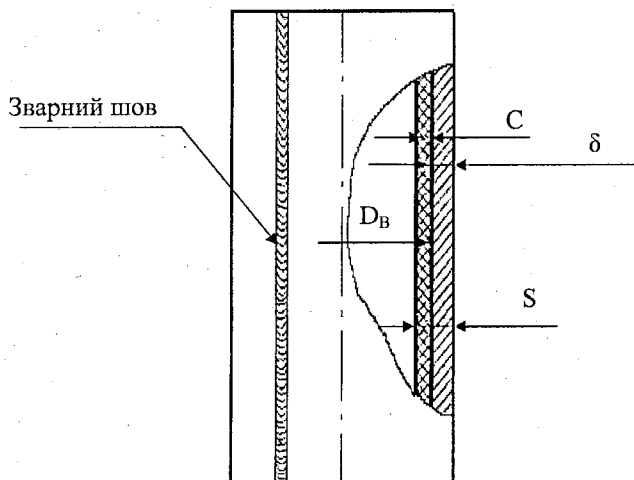


Рисунок 2.1 — Розрахункова схема до визначення товщини стінки обичайки

Якщо обичайка має кільцеві зварні шви, то коефіцієнт міцності таких швів при розрахунку на внутрішній тиск не враховують;

C – додаток для компенсації корозії, мм. Величина цього додатку встановлюється, враховуючи корозію і термін служби апарата (звичайно 15-20 років). Найчастіше призначають $C=1$ мм, у відповідальних випадках $C=2 \dots 3$ мм.

Товщину стінки, розраховану за формулою 2.1, округляють у бік збільшення до цілого парного значення. В будь-якому випадку товщину стінок апаратів рекомендовано приймати не менше 3-4 мм.

2.2 Товщина стінки еліптичного днища

Товщину стінки еліптичного днища (рис. 2.2), що працює під внутрішнім тиском, розраховують на міцність за формулою

$$S = \frac{pR}{2\phi[\sigma] - p} + C, \quad (2.2)$$

де $R = \frac{D_s^2}{4 \cdot h_s}$ – радіус кривини біля вершини днища, мм;

h_s – внутрішня висота еліптичної частини днища, мм.

Для стандартних днищ (таблиця А.2, додаток А) відношення $h_s/D_s = 0,25$ та $R=D_s$.

Тоді товщина стінки днища

$$S = \frac{pD_s}{2\phi[\sigma] - p} + C.$$

В будь-якому випадку товщина днища повинна бути не менша товщини обичайки, розрахованої за формулою 2.1 при $\phi=1,0$. Для днищ, виготовлених із суцільної заготовки, коефіцієнт міцності $\phi=1,0$.

За правилами Держнагляду не дозволяється виготовляти апарати, у яких обичайка з'єднується з днищем під кутом. Тому для апаратів днища виготовляють з відбортowanими краями. Циліндричний борт дозволяє зміс-

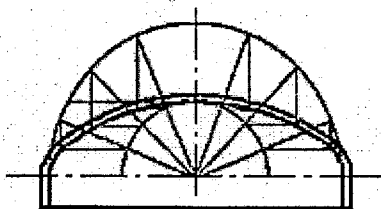


Рисунок 2.2 — Днище еліптичне відбортowane

тити зварний шов від заокругленої частини днища, де виникають напруження розтягу та згину. В результаті відбортівки зварні з'єднання більш міцні.

2.3 Товщина стінки кінцевого днища

Товщину стінок кінцевого відбортаного днища, що працює під внутрішнім тиском, розраховуємо таким чином. Спочатку проводимо розрахунок за напруженням згину

$$S_1 = \frac{pD_B \cdot y}{2\phi \cdot [\sigma] - p} + C, \quad (2.3)$$

де S_1 — товщина кінцевого днища в зоні переходу, мм;

y — поправковий коефіцієнт, який залежить від форми кінцевого днища, його визначають за номограмою (додаток А, рисунок А.1) в залежності від кута α і відношення $\frac{r_B}{D_B}$ (D_B — внутрішній діаметр апарата, мм.,

2α — кут при вершині кінцевого днища (додаток А, рис. А.2 та таблиця А.3), r_B — внутрішній радіус відбортівки.);

p — внутрішній тиск в апараті, Н/мм²;

ϕ — коефіцієнт міцності кільцевого шва приймають рівним 1, при

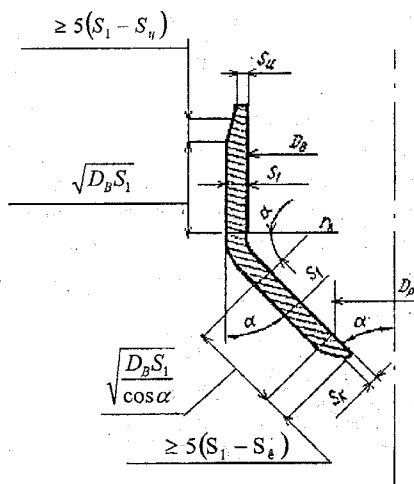


Рисунок 2.3 — Розрахункова схема до визначення товщини стінки кінцевого відбортаного днища

умові, що відстань між кільцевим швом і початком дуги переходу не менша ніж $0.5\sqrt{\frac{D_s \cdot S_1}{\cos \alpha}}$, якщо ця відстань менша вказаної величини, то для стикового кільцевого шва, що зварюється з одного боку, $\varphi=0,8$, а для стикового шва зі зварюванням з боку вершини $\varphi=0,95$;

$[\sigma]$ – нормативне допустиме напруження, Н/мм², яке вибираємо за даними ГОСТу;

C – додаток для компенсації корозії, мм.

Після цього проводять розрахунок на розтяг в радіальному напрямку

$$S_k = \frac{pD_p}{(2\varphi[\sigma] - p)\cos \alpha} + C, \quad (2.4)$$

де S_k – товщина конічного днища, мм; D_p – розрахунковий діаметр з торіадальним переходом, мм.

$$D_p = D_b - 2 \left[r_b(1 - \cos \alpha) + \sin \alpha \sqrt{\frac{D_b \cdot S_1}{\cos \alpha}} \right] \quad (2.5)$$

Формули (2.3) та (2.4) використовуються за умови $\frac{S-C}{D_s} \leq \frac{0,1}{\cos \alpha}$.

Якщо товщина стінки конічного днища повинна бути постійною по всій довжині твірної, то з двох значень S , отриманих за формулами (2.3) та (2.4), вибирають найбільше, узгоджуючи його із стандартом (додаток А, таблиця А.3)

2.4 Товщина стінки плоскої кришки

Товщину плоскої круглої кришки апарата, що працює під тиском, розраховують на міцність за формулою

$$S_{кр} = kD_b \sqrt{\frac{p}{[\sigma]}} + C, \quad (2.6)$$

де k – коефіцієнт, що залежить від конструкції кришки (рис. 2.4).

Для кришок на рис. 2.4, б замість D_b треба приймати $D_b - r$; на рис. 2.4, в приймають D_b (діаметр болтового кола); на рис. 2.4, г – $D_{сн}$ (середній діаметр прокладки). У всіх випадках товщина плоскої кришки повинна бути більшою (або в крайньому випадку рівною) товщини обичайки. Товщина плоских круглих кришок при наявності неукріплених отворів

$$S_0 = \frac{S}{k_0},$$

де k_0 – коефіцієнт послаблення днища.

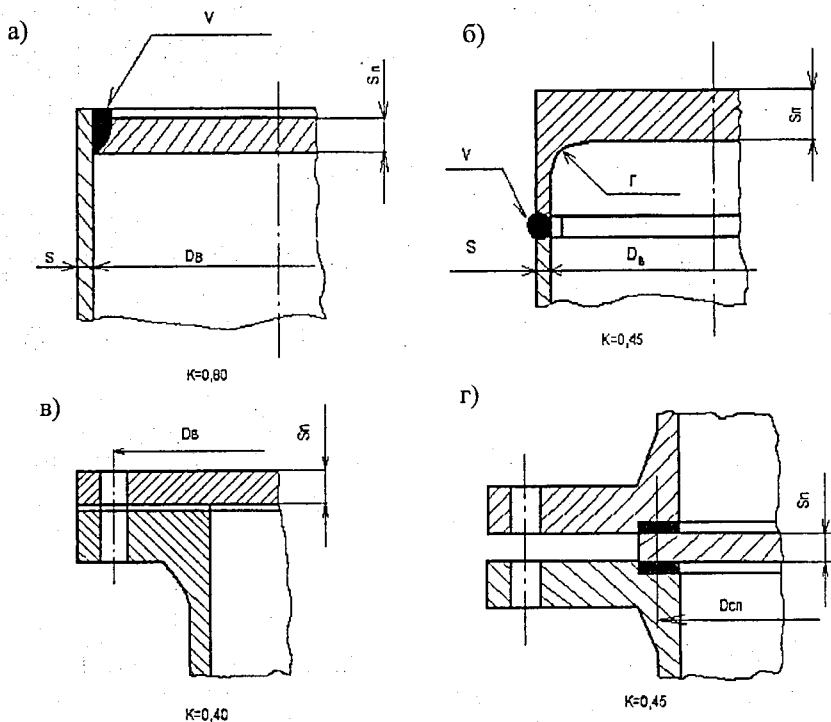


Рисунок 2.4 — Конструкції плоских кришок

При наявності одного центрального отвору діаметром d :

якщо $\frac{d}{D_b} < 0,35$, то $k_0 = 1 - 0,43 \frac{d}{D_b}$;

якщо $0,35 \leq \frac{d}{D_b} \leq 0,75$, то $k_0 = 0,85$.

При наявності одного нецентрального отвору або декількох отворів

$$k_0 = \sqrt{1 - \frac{\sum d}{D_b}},$$

де $\sum d$ — найбільша сума отворів в діаметральному перерізі.

Товщину плоскої круглої кришки, приєднаної до фланця болтами (рис. 2.5), розраховують на дію внутрішнього тиску за формулою

$$S = k_1 D_{cp} \sqrt{\frac{P}{[\sigma]}} + C, \quad (2.7)$$

де k_1 – коефіцієнт, що визначається за діаграмою (додаток А, рисунок А.3), в залежності від відношення $\frac{D_6}{D_{сп}}$ та $\psi = 1 + \frac{4b_0m}{D_{сп}}$. В будь-якому

випадку значення коефіцієнта k_1 повинні бути $k_1 \geq 0,5$;

D_6 – діаметр болтової окружності, мм;

$D_{сп}$ – середній діаметр прокладки, мм;

b_0 – розрахункова ширина прокладки, мм;

b_n – ширина прокладки, мм.

m – прокладковий коефіцієнт, значення якого наведені в додатку А (таблиця А.4).

Для овальних та восьмигранних прокладок $b_0 = 0,25b_n$.

Для плоских прокладок при $b_n \leq 15$ мм розрахункова ширина $b_0 = b_n$; при $b_n > 15$ мм розрахункова ширина $b_0 = 1,2\sqrt{b_n}$.

Товщина плоскої кришки в місці ущільнення (рисунок 2.5) може бути розрахована за такою рекомендацією: $S_{ущ} \geq 0,8S_{пл}$.

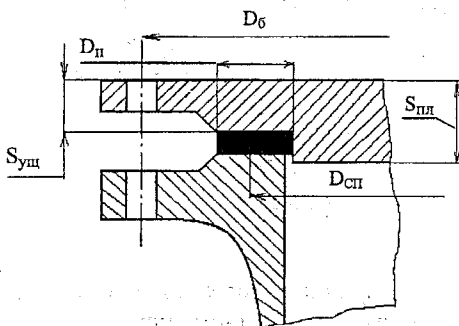


Рисунок 2.5 — Плоска кришка, приєднана до фланця болтами, що спричиняють згин кришки

2.5 Приклади розрахунку

Приклад 2.1 Визначити товщини стінок обичайки $S_{об}$, еліптичної кришки $S_{кр}$ та конічного днища $S_{дн}$ вертикального апарата із сталі 20 (рисунок 2.6) за такими даними:

— температура стінок $t = 100^\circ\text{C}$;

— тиск в апараті $p = 1 \text{ Н/мм}^2$;

— внутрішній діаметр $D_a = 1000$ мм;

— кут $\alpha = 45^\circ$;

— зварні стикові шви виконані односторонніми за допомогою ручного зварювання.

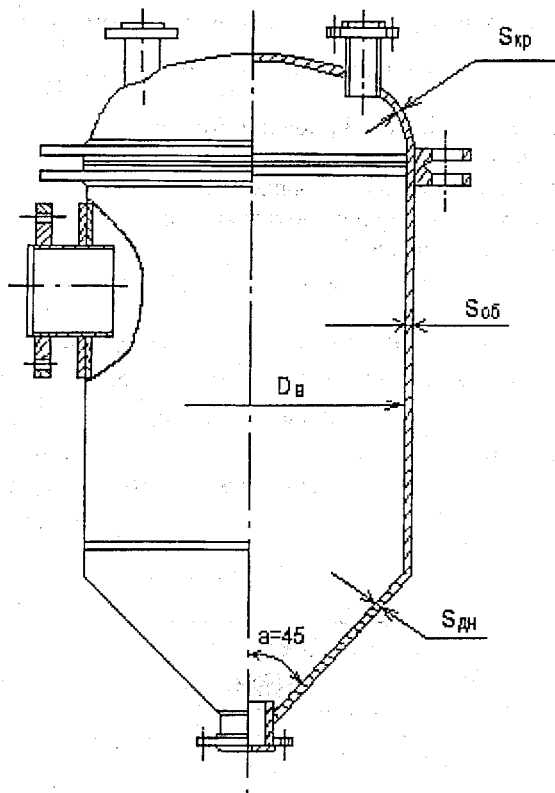


Рисунок 2.6 — Циліндричний вертикальний апарат з еліптичною кришкою та конічним днищем

Розв'язування:

а) за таблицею А.1 (додаток А) для сталі 20 при 100°C приймаємо допустиму напругу $[\sigma] = 142 \text{ Н/мм}^2$.

б) коефіцієнт міцності зварних повздовжніх односторонніх швів при ручному зварюванні $\phi = 0,7$.

в) товщина стінки обичайки

$$S_{об} = \frac{pD_{в}}{2\phi[\sigma] - p} + C = \frac{1 \cdot 1000}{2 \cdot 0,7 \cdot 142 - 1} + 3 = 8 \text{ мм},$$

де додаток на корозію C прийняти 3 мм.

г) товщину стінки конічного днища визначаємо за напругою згину в перехідній дузі за формулою (2.2)

$$S_1 = \frac{pD_B y}{4\varphi[\sigma]} + C = \frac{1 \cdot 1000 \cdot 2}{4 \cdot 1 \cdot 142} + C \approx 6,5 \text{ мм},$$

де коефіцієнт $y=2$ знайдемо за графіком (додаток А, рисунок А.1) в залежності від кута $\alpha = 45^\circ$ та відношення $\frac{r_B}{D_B} = 0,15$ (рис. А.1), а коефіцієнт $\varphi=1$.

Коефіцієнт $\varphi=1$ при умові, що відстань між кільцевим швом та початком дуги переходу не менша ніж

$$0,5 \sqrt{\frac{D_B S_1}{\cos \alpha}} = 0,5 \sqrt{\frac{1000 \cdot 6,5}{\cos 45^\circ}} = 0,5 \sqrt{\frac{6500}{0,707}} = 48 \text{ мм}.$$

В даному випадку за ГОСТом 12621-67 (додаток А таблиця А.3) ця відстань рівна висоті борта $h_1=40$ мм, тобто менша, ніж потрібно для того, щоб прийняти $\varphi=1$. Тоді приймаємо для стикового кільцевого шва, що зварюється з одного боку, $\varphi=0,8$ та перераховуємо товщину стінки днища S_1

$$S_1 = \frac{pD_B y}{4\varphi[\sigma]} + C = \frac{1 \cdot 1000 \cdot 2}{4 \cdot 0,8 \cdot 142} + C \approx 7,5 \text{ мм}.$$

д) визначаємо товщину стінки конічного днища в залежності від дії сили розтягу в радіальному напрямку

$$S_k = \frac{pD_p}{(2\varphi[\sigma] - p) \cos \alpha} + C,$$

де розрахунковий діаметр

$$\begin{aligned} D_p &= D_B - 2 \left[r_B (1 - \cos \alpha) + \sin \alpha \sqrt{\frac{D_B \cdot S_1}{\cos \alpha}} \right] = \\ &= 1000 - 2 \left[150 \cdot 0,293 + 0,707 \sqrt{\frac{1000 \cdot 7,5}{0,707}} \right] = 1000 - 2 \cdot 117 = 766 \text{ мм}, \end{aligned}$$

а коефіцієнт міцності повздовжнього зварного шва $\varphi=0,7$.

Підставимо в формулу

$$S_k = \frac{1 \cdot 1000}{(2 \cdot 0,7 \cdot 142 - 1) 0,707} + C \approx 10 \text{ мм}.$$

Із отриманих значень $S_1 = 7,5$ мм та $S_k = 10$ мм приймаємо більше. Таким чином, кінцеве значення товщини стінки конічного днища буде $S_{\text{дн}} = 10$ мм. Оскільки днище приварено до обичайки, то приймаємо й $S_{\text{об}} = 10$ мм.

е) визначаємо товщину стінки еліптичної кришки

$$S_{\text{кр}} = \frac{pD_B}{2\varphi[\sigma] - p} + C = \frac{1 \cdot 1000}{2 \cdot 1 \cdot 142 - 1} + C \approx 6,5 \text{ мм},$$

де коефіцієнт міцності зварного шва прийнятий для кришки, виготовленої із суцільної заготовки $\varphi=1$. Приймаємо за ГОСТом 6533-68 (див.

таблицю А.2, додаток А) товщину стінки еліптичної кришки $S_{кр}=8$ мм.

Приклад 2.2 В попередньому прикладі замінити еліптичну кришку плоскою, приєднаною до фланця болтами та визначити її товщину. Матеріал прокладки пароніт, за ГОСТом, товщиною 2 мм.

Розв'язання:

а) середній діаметр прокладки (див. табл. Б.6, додаток Б)

$$D_{сп} = \frac{D_9 + D_{10}}{2} = \frac{1059 + 1029}{2} = 1044 \text{ мм.}$$

б) діаметр болтового кола (див. табл. Б.4, додаток Б) $D_6 = D_1 = 1105$ мм та відношення $\frac{D_6}{D_{сп}} = \frac{1105}{1044} = 1,06$.

в) ширина прокладки $b_{п} = \frac{D_9 - D_{10}}{2} = \frac{1059 - 1029}{2} = 15$ мм. В нашому випадку розрахункова ширина прокладки $b_0 = b_{п} = 15$ мм.

г) прокладковий коефіцієнт m за таблицею А.4, додаток А складає 2,5.

д) коефіцієнт $\psi = 1 + \frac{4b_0 m}{D_{сп}} = 1 + \frac{4 \cdot 15 \cdot 2,5}{1044} = 1 + 0,144 = 1,144$.

е) коефіцієнт k_1 згідно графіку (рисунок А.3, додаток А) знаходиться в залежності від співвідношення $\frac{D_6}{D_{сп}}$ та ψ . Коефіцієнт складає $k_1 = 0,25$.

Але, згідно з ГОСТом, даний коефіцієнт не повинен бути меншим 0,5. Приймаємо кінцеве значення $k_1 = 0,5$.

є) товщина плоскої кришки за формулою (2.7)

$$S_{пл} = k_1 D_{сп} \sqrt{\frac{p}{[\sigma]}} + C = 0,5 \cdot 1044 \sqrt{\frac{1}{142}} + C \approx 46 \text{ мм.}$$

ж) товщина плоскої кришки в місці ущільнення

$$S_{уц} \geq 0,8 S_{пл} = 0,8 \cdot 46 = 36,8 \text{ мм.}$$

3 ПІДБІР ФЛАНЦЕВОГО З'ЄДНАННЯ

За допомогою фланців виконують роз'ємне з'єднання апаратів і трубопроводів. Найбільш поширені фланці — плоскі приварні з гладкою ущільнювальною поверхнею і фланці приварені встик з ущільнювальною поверхнею „виступ — западина” (рисунк 3.1. Плоскі приварні фланці застосовують головним чином при тисках до $2,5 \text{ Н/мм}^2$. При більш високих тисках перевагу надають фланцям привареним встик, які мають стовщену шийку, що надає фланцю більшу жорсткість.

3.1 Фланцеві з'єднання

Фланці — це деталі масового виготовлення і їх вибирають за нормами та ГОСТами. В додатку Б наведені дані відповідно до нормалі ГН 26-02-95-68 на плоскі приварні гладкі фланці (табл. Б.1 та Б.2) та дані з нормалі ГН 26-02-97-68 на фланці приварені встик з ущільнювальною поверхнею "виступ-западина" (табл. Б.3 та Б.4).

Приєднувальні розміри фланців всіх типів уніфіковані, що забезпечує взаємозаміну. В основі уніфікації лежить поняття про умовний тиск і умовний діаметр. Для того щоб не виготовляти фланці на будь-який можливий тиск і діаметр обичайки, весь неперервний ряд тисків і діаметрів розбитий на ряд умовних тисків і діаметрів.

Ряд умовних тисків встановлений ГОСТом 9493-60. Деякі з цих стандартних умовних тисків в Н/мм^2 наведені нижче: 0,25; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,4; 8,0. Для апаратів із вуглецевої сталі, призначених для роботи до $6,4 \text{ Н/мм}^2$, переважно використовувати ті значення тисків, що виділені. Таким чином, якщо потрібно вибрати фланець на тиск, якого немає серед переліку умовних тисків, то треба вибрати фланець на наступне більше значення тиску.

Зі збільшенням температури механічна міцність сталі знижується. Тому зі збільшенням температури значення допустимих робочих тисків в апаратах опускаються нижче умовних. Іноді для апаратів з високою температурою середовища приходится вибрати фланці на більш високий умовний тиск. В таблиці Б.5, додаток Б, наведені найбільші значення робочих тисків в залежності від температури середовища та матеріалу фланця, згідно з галузевою нормаллю ГН 26-02-94-68.

Ряд діаметрів (умовних проходів) встановлений ГОСТом 9617-67. Стандарт поширюється на циліндричні ємності та апарати з внутрішнім діаметром до 20000мм. Деякі з цих діаметрів в мм наведені нижче: 400; (450); 500; 600; (650); 700; 800; 900; 1000; 1100; 1200; (1300); 1400; (1500); 1600; (1700); 1800; (1900); 2000; 2200; 2400; 2600; 2800; 3000; 3200; 3400; 3600; 3800; 4000. Діаметри, що подані в дужках, використовують тільки для обігрівачих сорочок апаратів.

Необхідно пам'ятати, що поняття умовного проходу введено для уніфікації приєднувальних розмірів. До фланця з певним умовним проходом можна приєднати не один, а декілька трубопроводів з розмірами, що знаходяться в допустимих границях. Для апаратів діаметр умовний та внутрішній можуть збігатись.

Фланці апаратів з вибухо-, пожежонебезпечними речовинами розраховують на тиски $1 - 1,6 \text{ Н/мм}^2$, навіть якщо тиск в апараті менший.

Фланці, що підібрані за ГОСТом або нормаллю розрахунків не потребують. Їхні геометричні розміри такі, що забезпечується міцність та щільність з'єднання.

3.2 Прокладки для фланцевого з'єднання

Прокладки забезпечують герметичність фланцевого з'єднання. Оскільки прокладки виготовляють із матеріалу більш м'якого, ніж матеріал фланців, та при затягуванні з'єднання вони деформуються та заповнюють всі заглиблення та подрипини на поверхні фланців.

Із збільшенням тиску на прокладку збільшується герметичність з'єднання. Оскільки із зменшенням ширини прокладки збільшується тиск на неї, то прокладки для фланцевих з'єднань високого тиску виготовляють більш вузькими.

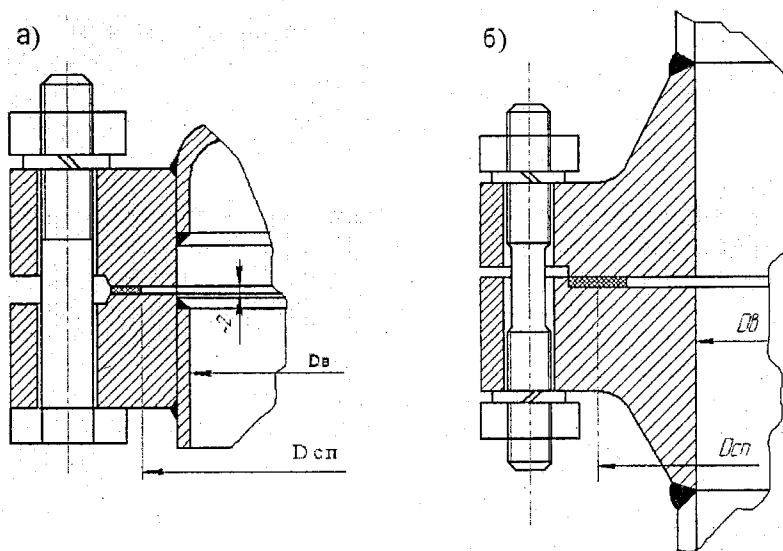


Рисунок 3.1 – Фланцеві з'єднання: а – фланці приварні гладенькі, б – фланці приварні встик з ущільнювальною поверхнею "виступ-западина"

Найбільш поширені такі матеріали прокладок: картон, гума, пароніт, азбест, фторопласт, мідь, алюміній, м'яка сталь та інші. Картон використовують при низьких температурах та тисках для води та інших нейтральних середовищ; пароніт – для гарячої води, пари та багатьох хімічних речовин; гуму – для кислих середовищ; металеві прокладки – для високих тисків. Орієнтовні межі використання деяких прокладкових матеріалів наведені нижче в таблиці 3.1

Таблиця 3.1

Матеріал прокладки	Найбільша температура середовища, °C	Найбільший тиск в апараті, Н/мм ²
Картон азбестовий	500	0,6
Азбестовий шнур пографікований	300	0,3
Гума	65	1,0
Пароніт	490	6,4
Фторопласт	250	10,0
Мідь	250	5,0
Алюміній	150	2,5
Сталь вуглецева (0,10,15)	450	Будь-який, що витримує корпус апарата
Сталь Х18 Н9Т	600	-//-
Азбестоалюміній гофрований	500	4,0

Прокладки плоскі для фланцевих з'єднань виготовляють за галузевою нормаллю ГН 26-02-105-68 (додаток Б, табл. Б.6), прокладки азбесто-металеві – за ГН 26-02-106-68 (додаток Б, табл. Б.7).

3.3 Розрахунок фланцевих болтів

Болти (рис. 3.1, а) для з'єднання фланців використовують при тиску в апараті до 1,6 Н/мм². При більш високих тисках болти застосовувати не рекомендується через те, що біля головки болта виникають місцеві напруження. При тисках, вищих 1,6 Н/мм², а також при високих температурах використовують шпильки (див. рис. 3.1, б).

З'єднання, які часто розбираються, виконуються з відкидними болтами (рис.3.2). Відстань між сусідніми болтами для забезпечення герметичності приймають рівною від $(3+5)d$, де d – зовнішній діаметр болтів. Відстань від зовнішніх країв ущільнення до осей болтів необхідно приймати якомога меншою.

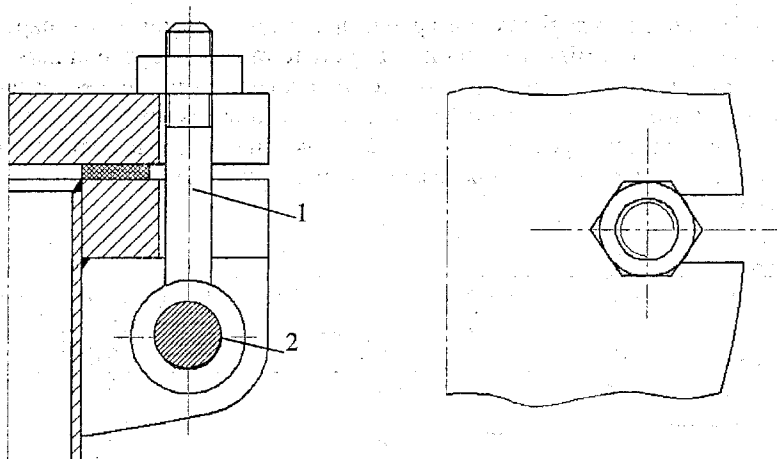


Рисунок 3.2 — Відкидний болт: 1- болт; 2- вісь болта

В роботі фланцевих болтів можна виділити три стадії.

Стадія перша (рис.3.3 а) — початок складання; гайка дотикається до фланця; болт не затягнутий; прокладка не стиснена.

Стадія друга (рис. 3.3 б) — з'єднання складене, болт затягнутий силою V , та подовжився на Δl_b ; прокладка стиснена силою V її товщина зменшилась на Δl_n . На рис. 3.3, б) діаграма сил і деформацій для болта зображена прямою ОА; для прокладки – прямою О₁А (деформація стиску прокладки Δl_n відкладена вліво та позначена на рис. $\Delta l_{ст.}$).

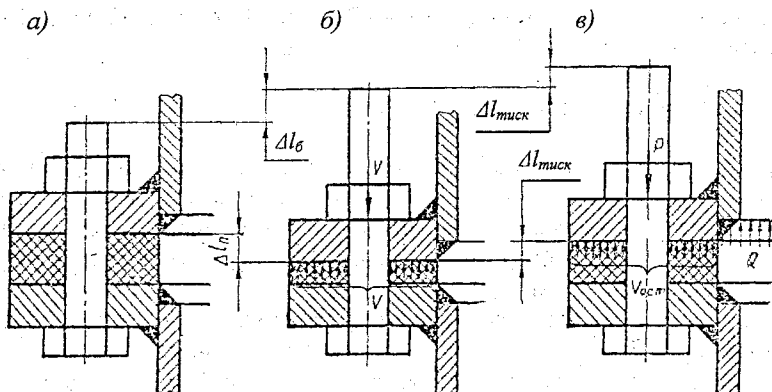


Рисунок 3.3 — До розрахунку фланцевих болтів

Стадія третя (рис. 3.3 в) — поданий тиск; кришка намагається піднятися; болт додатково подовжується на $\Delta l_{\text{тиск}}$; на цю ж величину $\Delta l_{\text{тиск}}$ зменшується деформація прокладки. На рис. 3.3, в діаграма для болта зображається прямою ОС. При побудові цих діаграм деформація стику приймалась рівною деформації прокладки (жорсткість фланців значно більша жорсткості прокладки). На діаграмі V — сила попереднього затягування; $V_{\text{ост}}$ — сила остаточного затягування або сила, яка необхідна для підтримання герметичності (ця сила стискає прокладку після подачі тиску в апарат);

$Q = \frac{\pi D_{\text{сп}}^2 p}{4z}$ — сила, що діє на один болт від тиску в апараті (z — кількість болтів; p — тиск, Н/мм², $D_{\text{сп}}$ — середній діаметр прокладки, мм); $P = V_{\text{ост}} + Q$ — сумарна сила, що розтягує болт, на рис. 3.3, в показані всі три сили, що діють на фланець).

Розглядаючи додатково рівняння деформацій $\Delta l_{\text{б тиск}} = \Delta l_{\text{п тиск}}$ та вводячи коефіцієнт основного навантаження χ та коефіцієнт запасу проти розкриття стику $K_{\text{ст}} = 1,25 \div 1,5$, отримуємо вираз для сумарної болтової сили

$$P = Q \cdot [K_{\text{ст}} \cdot (1 - \chi) + \chi]$$

Коефіцієнт основного навантаження $\chi = \frac{\lambda_{\text{п}}}{\lambda_{\text{б}} + \lambda_{\text{п}}}$, де $\lambda_{\text{п}} = \frac{l_{\text{п}}}{E_{\text{п}} \cdot F_{\text{п}}}$ — податливість прокладки, що дорівнює деформації від одиничної сили; $\lambda_{\text{б}} = \frac{l_{\text{б}}}{E_{\text{б}} \cdot F_{\text{б}}}$ — податливість болта; $l_{\text{п}}$ та $l_{\text{б}}$ — товщина прокладки та довжина болта, мм; $F_{\text{п}}$ та $F_{\text{б}}$ — площа прокладки, що приходить на один болт та площа поперечного перерізу болта (площу болтів $F_{\text{б}}$ можна брати за зовнішнім діаметром різі, а площу шпильок $F_{\text{ш}}$ — за внутрішнім діаметром різі); $E_{\text{п}}$ та $E_{\text{б}}$ — модулі пружності матеріалу прокладки і болта:

Таблиця 3.2

Матеріал	E, Н/мм ²
1	2
Пароніт або пресований азбест	$3 \cdot 10^3$
Фторопласт 4	$2 \cdot 10^3$
Гума (b — ширина прокладки, h — товщина прокладки)	$4 \left(1 + \frac{b}{h} \right)$
Гофрована прокладка з азбестовим наповнювачем та оболонкою з міді або алюмінію	$4 \cdot 10^3$
Те ж, оболонка зі сталі	$5 \cdot 10^3$

Продовження таблиці 3.2

1	2
Гладенькі прокладки з азбестовим наповнювачем та оболонкою	
з міді або алюмінію	$5 \cdot 10^3$
з м'якої сталі	$6 \cdot 10^3$
із сталі X18H9T	$6 \cdot 10^3$
Суцільні металеві прокладки	
алюміній	$70 \cdot 10^3$
мідь	$110 \cdot 10^3$
м'яка сталь	$200 \cdot 10^3$
сталь X18H9T	$200 \cdot 10^3$
Сталь для болтів (шпильок)	$215 \cdot 10^3$

Для сталевих деталей можна прийняти $\chi=0,2$ та $K_{ст}=1,4$; при наявності м'яких прокладок $\chi=0,4$ та $K_{ст}=1,5$. І в тому, і в іншому випадку для орієнтовних розрахунків можна прийняти

$$P \approx 1,3Q.$$

Умова міцності болтів:

$$P \leq [P],$$

де $[P]$ — допустиме навантаження для болтів (шпильок) при розрахунковій температурі (табл. Б.8, додаток Б).

Розрахункову температуру для болтів (шпильок) в з'єднанні таких типів, що зображені на рис. 3.1, приймають $t_b \approx 0,95t_c$, де t_c — температура середовища в апараті. При дуже наближених розрахунках приймається $t_b \approx t_c$.

3.4 Приклад вибору фланця та розрахунку болтів

Приклад 3.1 Підібрати плоскі приварні гладенькі фланці для кріплення кришки до обичайки за такими даними:

тиск в апараті $p = 1 \text{ МПа}$;

температура стінок $t = 100^\circ\text{C}$;

внутрішній діаметр $D_b = 1000 \text{ мм}$;

товщини стінок обичайки $S_{об}$ та кришки $S_{кр}$ складає 8 мм.

В апараті знаходиться пожежо-вибухонебезпечне та нетоксичне середовище.

Перевірити на міцність фланцеві болти.

Розв'язування:

а) за нормаллю ГН 26-02-95-68 (табл. Б.2, додаток Б) підбираємо фланці приварні плоскі гладенькі з розмірами (рис. 3.4) та зводимо в таблицю:

Таблиця 3.3

D_B , мм	D_H , мм	D_1 , мм	D_2 , мм	b , мм	кількість болтів М20
1000	1145	1105	1075	62	44

б) фланці виготовляють із сталі 20, болти із сталі 35Х, гайки із сталі 35 (див. табл. Б.1, додаток Б).

Умовне позначення фланців: фланець 1000-1,0 – сталь 20ГН 26-02-95-68.

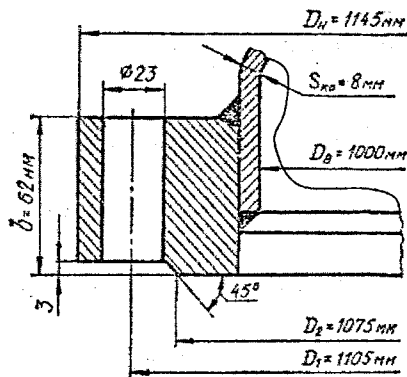


Рисунок 3.4 — Фланець приварний плоский гладенький на $p=1$ МПа та $D_B=1000$ мм

Найбільший робочий тиск в апараті при температурі 100°C дорівнює 1 Н/мм^2 (див. табл. Б.5, додаток Б).

в) за нормаллю ГН 26-02-106-68 (табл. Б.7, додаток Б) підбираємо азбестоалюмінієву прокладку з розмірами:

Таблиця 3.4

D_B , мм	P_y , Н/мм ²	D_9 , мм	D_{10} , мм	a , мм	a_1 , мм
1000	1,0	1074	1044	3,6	4,5

Умовне позначення прокладки: прокладка 1000-1,0 ГН 26-02-106-68.

г) перевіряємо міцність болтів М20 із сталі 35Х, встановлених в кількості $z = 44$ шт

1) податливість болта:

$$\lambda_\sigma = \frac{l_6}{E_6 \cdot F_6} = \frac{128,5 \cdot 4}{215 \cdot 10^3 \cdot \pi \cdot 20^2} = 1,9 \cdot 10^{-6} \text{ мм/Н},$$

де розрахункова довжина болта (див. рис. 3.4)

$$l_6 = 2b + a_1 = 2 \cdot 62 + 4,5 = 128,5 \text{ мм};$$

2) податливість частини прокладки, що приходить на один болт:

$$\lambda_{\Pi} = \frac{l_{\Pi}}{E_{\Pi} \cdot F_{\Pi}} = \frac{a_1}{E_{\Pi} \cdot F_{\Pi}} = \frac{4,5}{4 \cdot 10^3 \cdot 1140} = 0,99 \cdot 10^{-6} \text{ мм/Н},$$

де площа прокладки, що приходить на один болт

$$F_{\Pi} = \frac{\pi(D_d^2 - D_{10}^2)}{4 \cdot z} = \frac{3,14(1074^2 - 1044^2)}{4 \cdot 44} = 1140 \text{ мм}^2;$$

E_{Π} та E_6 – див. таблицю 3.2.

3) коефіцієнт основного навантаження

$$\chi = \frac{\lambda_{\Pi}}{\lambda_6 + \lambda_{\Pi}} = \frac{0,99 \cdot 10^{-6}}{1,9 \cdot 10^{-6} + 0,99 \cdot 10^{-6}} = 0,343;$$

4) зусилля від тиску в апараті, що приходить на один болт

$$Q = \frac{\pi \cdot D_{\text{сп}}^2}{4 \cdot z} p = \frac{\pi \cdot 1059^2}{4 \cdot 44} 1 = 20000 \text{ Н} = 20 \text{ кН},$$

де середній діаметр прокладки, рівний

$$D_{\text{сп}} = \frac{D_9 + D_{10}}{2} = \frac{1074 + 1044}{2} = 1059 \text{ мм};$$

5) сумарне зусилля на болт

$$P = Q[K_{\text{ст}} \cdot (1 - \chi) + \chi] = 20[1,4 \cdot (1 - 0,343) + 0,343] = 20 \cdot 1,257 = 25 \text{ кН},$$

де коефіцієнт запасу затяжки проти розкриття стику прийнятий $K_{\text{ст}} = 1,4$.

Допустима сила $[P]$ для М20 із сталі 35Х при 20°C – 25 кН, а при 200°C – 18 кН (див. табл. Б.8, додаток Б). Тому немає впевненості, що при 100°C болт із сталі 35Х буде працювати надійно. Приймаємо матеріал болтів сталь 40Х. Для болтів М20 із цієї сталі $[P]$ при 20°C – 35 кН, а при 200°C – 31 кН.

4 ПРИСТРОЇ ДЛЯ З'ЄДНАННЯ ТРУБОПРОВОДІВ, ОГЛЯДУ ТА УСТАНОВЛЕННЯ АПАРАТА

4.1 Штуцери та бобишки

Штуцери та бобишки використовують для приєднання до апарата трубопроводів і арматури, а також для встановлення контрольно-вимірювальних приладів і оглядових вікон. Штуцери (рис. 4.1) складаються з патрубку (короткого відрізка труби) і фланця. Звичайно штуцери при-

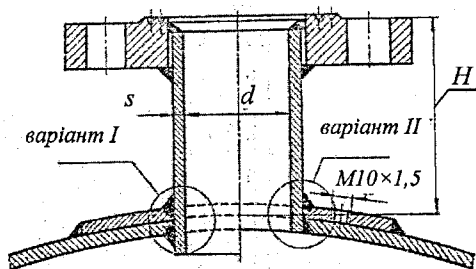


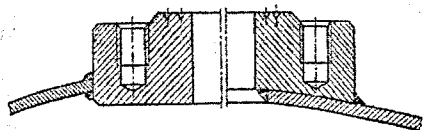
Рисунок 4.1 – Штуцер зварний

варюють до апарата за варіантом I. В тих випадках, коли в апараті повинна бути гладенька поверхня, зварювання виконується за варіантом II.

Найменша висота штуцера повинна забезпечувати зручне підведення болтів з боку апарата. Виготовляють штуцери з фланцями приварними плоскими гладенькими для умовного тиску $p_y = 1 \text{ Н/мм}^2$ (табл. В.1, додаток В); штуцери з фланцями привареними встик гладенькими для умовного тиску $p_y = 1,6$ та $2,5 \text{ Н/мм}^2$ (табл. В.2, додаток В).

Оскільки арматуру, що приєднується до штуцерів, не виготовляють для умовного тиску, менше 1 Н/мм^2 , то вибирати штуцери для апаратів низького тиску необхідно для умовного тиску 1 Н/мм^2 .

Фланці приварені безпосередньо до апарата, називаються бобишками (рис. 4.2). Фланці трубопроводу чи арматури приєднуються до бобишки шпильками.



Виконання А Виконання Б
Рисунок 4.2 – Приварна бобишка

4.2 Типи вузла ревізії корпусу

Для нагляду за роботою герметичного апарата встановлюють оглядові вікна з плоским круглим склом. Оглядове вікно кріпиться до стінки апарата за допомогою бобишки (рис.4.3).

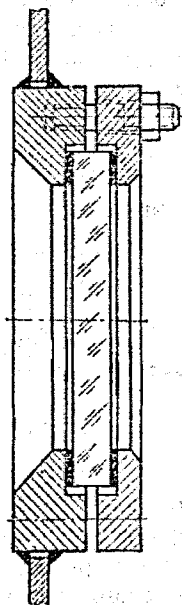


Рисунок 4.3 – Оглядове вікно

Люки та лази застосовуються для огляду, очистки та ремонту внутрішньої порожнини апарата, а також для монтажу та демонтажу вузлів, що знаходяться всередині апарата, і для завантаження сировини.

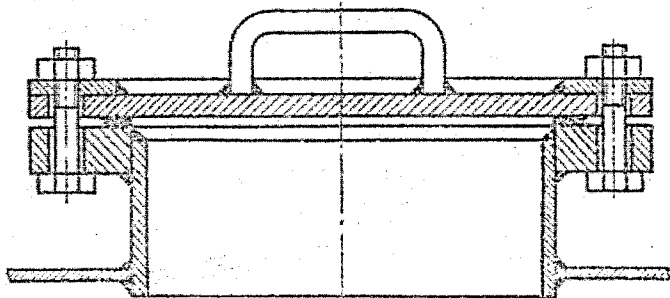


Рисунок 4.4 – Лаз із кришкою на болтах

Апарати діаметром 800 мм та більше повинні мати лаз для огляду. Лази мають діаметр 450-500 мм. Лише в крайньому випадку — 400 мм (пролізи у верхньому одязі через отвір 400 мм може не всякий робітник).

Якщо необхідно провести монтаж внутрішніх пристроїв без того, щоб залазити в апарат, використовують люки діаметром не менше 150 мм, щоб в них могла вільно пройти рука робітника.

Кришку лаза виконують у вигляді заглушки на болтах (рис. 4.4), якщо лазами користуються рідко. Ті лази, що часто відкриваються, мають кришки на відкидних болтах (рис. 4.5). Люки для завантаження сировини, які необхідно постійно відкривати і закривати, забезпечують пристроєм для

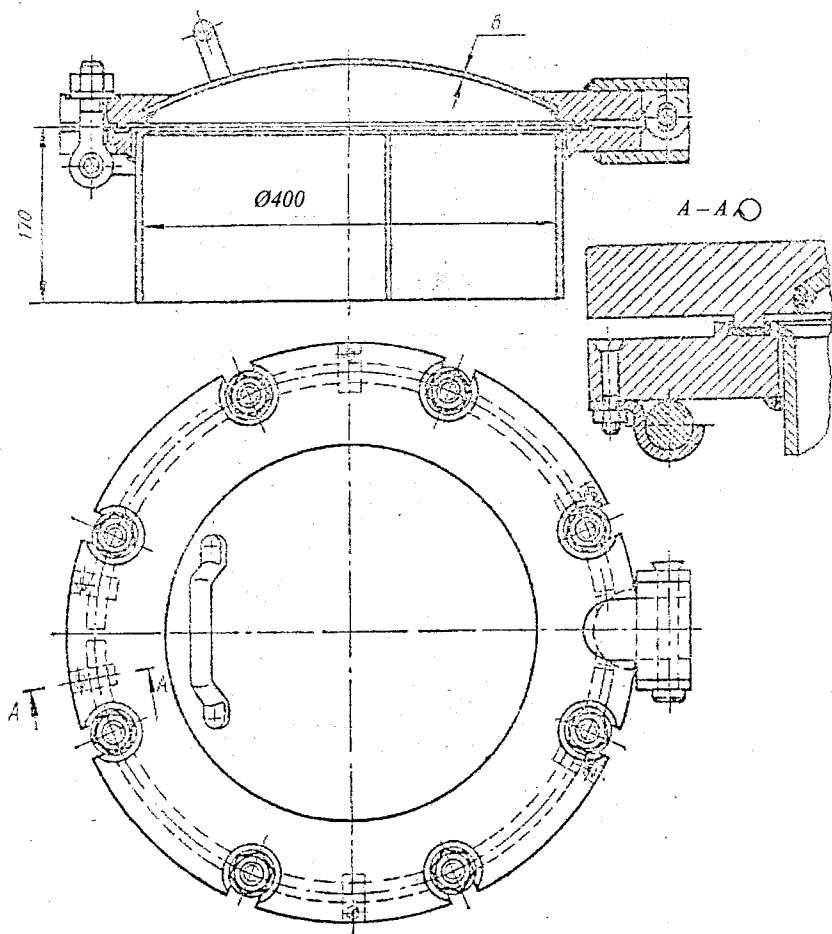


Рисунок 4.5 – Лаз із кришкою на відкидних болтах

швидкого притискання кришки (рис. 4.6).

В таблиці В.3, додаток В, наведені дані для люків-лазів з приварними плоскими гладенькими фланцями на умовний тиск 1 Н/мм^2 ; в таблиці В.4, додаток В, – люки-лази з фланцями привареними встик на умовний тиск $1,6$ та $2,5 \text{ Н/мм}^2$. Ці таблиці складені за нормальними на фланці, штуцери та заглушки.

Обичайки люків виготовляють з тих же матеріалів, що і обичайки апа-

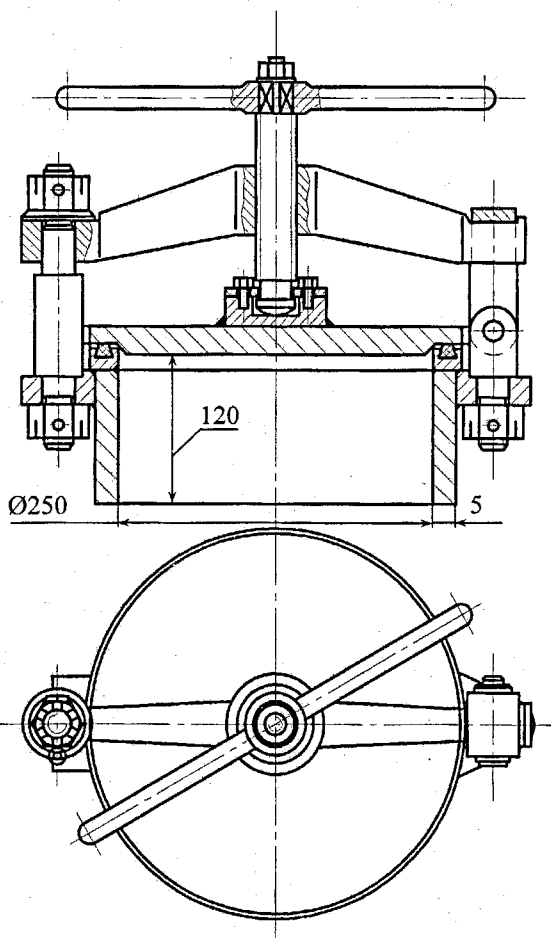


Рисунок 4.6 — Люк з відкидною скобою

ратів. Фланці та заглушки — з тих же матеріалів, що і фланці апаратів.

4.3 Укріплення отворів

В обичайках та днищах апаратів є різні отвори: для штуцерів, люків, лазів та інших пристроїв. Ці отвори послаблюють стінку апарата. Для відновлення міцності стінки її укріплюють, встановлюючи укріплювальні елементи.

Діаметр неукріпленого отвору не повинен перевищувати 0,6 внутрішнього діаметра циліндра, а абсолютна величина його не повинна перевищувати 200 мм. Отвори з великими діаметрами необхідно укріплювати.

Зазвичай отвори укріплюють шляхом приварювання накладок до тіла патрубку і до стінки ємності (рис. 4.7). Ці накладки, укріплювальні кільця, забезпечують сигнальним отвором з різьбою М10×1,5 для перевірки герметичності зварного шва. Шви обмазують мильною піною, і коли через сигнальний отвір підводять стиснене повітря, то навіть невеличкі тріщини стають помітними.

При визначенні розмірів укріплювального кільця, товщини h та діаметра D_k (рис. 4.8), виходять з того, що площа поперечного перерізу кільця

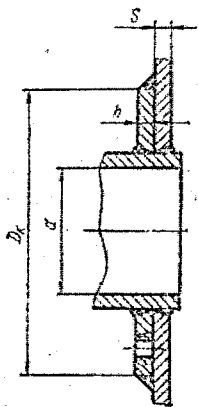


Рисунок 4.7 — Укріплення отворів

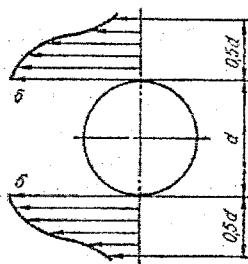


Рисунок 4.8 — Місцеві напруження біля країв отвору

повинна бути рівною площі отвору.

При $h=s$ приймають $D_k=(1,7\div 2)d$.

Зовнішній діаметр укріплювального кільця не повинен бути більший подвоєного діаметра отвору патрубку тому, що місцеві напруження, які виникають біля країв отвору, швидко зменшуються, і на відстані, рівній половині діаметра, стають дуже незначними (див. рис. 4.8).

На поперечних зварних швах виконувати отвори не рекомендують, на повздовжніх – забороняють. Кільця укріплення виготовляють з того ж матеріалу, що і сам апарат.

4.4 Опори апаратів

Опори служать для встановлення апаратів на фундамент. Опора складається з обичайки циліндричної або конічної форми (рис. 4.9 а) та фундаментного кільця із штабової сталі, що приварюється до обичайки. Опору приварюють до корпусу апарата суцільним швом. Такого типу опо-

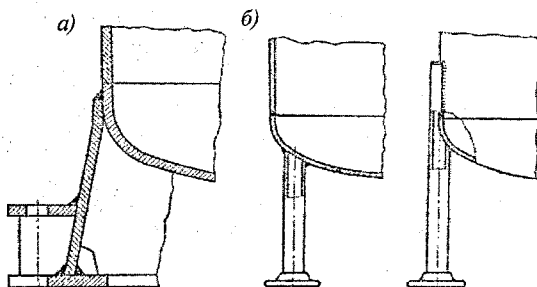


Рисунок 4.9 – Опори вертикальних апаратів: а – з конічною обичайкою та б – трубчаті опори

ри використовують при встановленні вертикальних апаратів не в приміщенні, особливо при співвідношенні висоти апарата та діаметра $H/D \geq 5$. Малі апарати іноді встановлюють на трубчатих опорах (див. рис. 4.9 б).

При встановленні апарата в приміщенні на підлозі використовують спеціальні опорні лапи (рис. 4.10). Зазвичай апарати встановлюють на 4 лапи, рідше – на три. Вибираються лапи згідно з нормаллю (табл.В.5 , додаток В) в залежності від навантаження.

При підвішуванні апаратів на несучій конструкції або між перекриттями використовують бокові підвісні лапи (рис. 4.11), які вибираються згідно з нормаллю (табл. В.6, додаток В). Розміщують підвісні лапи на відстані $L \approx (0,35 \pm 0,40)D_v$ (див. рис. 4.11а). Опори горизонтальних апаратів табл. В.7.

Для уникнення утворення вм'ятин на обичайці, між лапою та обичайкою іноді розміщують підкладку (див рис. 4.11, б).

Питоме навантаження на опорній поверхні лап не повинно перевищувати:

— для дерев'яного настилу	2 Н/мм ² ;
— для цегляної кладки	0,8 Н/мм ² ;
— для бетону	2 Н/мм ² ;
— для сталі та чавуну	100 Н/мм ² .

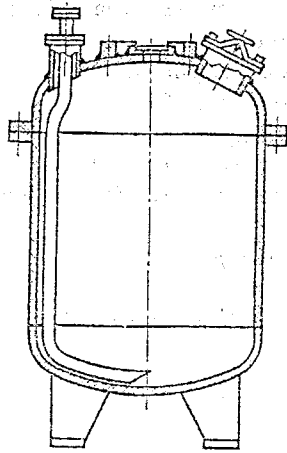


Рисунок 4.10 – Встановлення вертикального апарата на підлозі за допомогою опорних лап

Питоме навантаження на опорних поверхнях лап розраховується при максимальній вазі апарата $G_{\max}$, яка звичайно буває під час гідравлічних випробувань, коли апаратура заповнена водою.

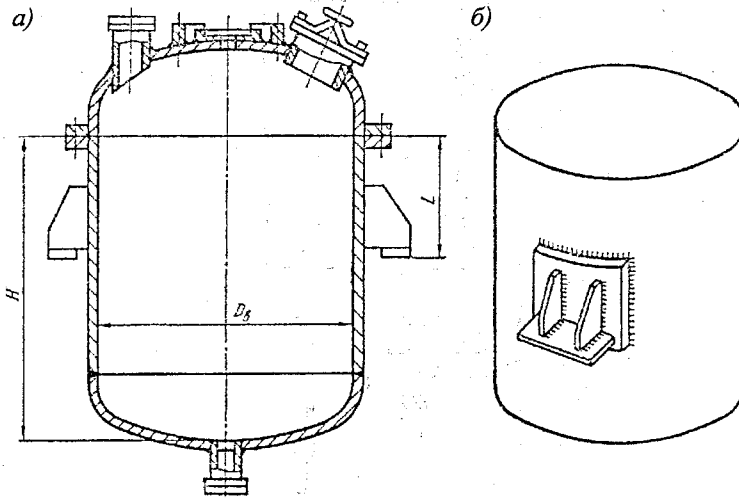


Рисунок 4.11 – Вертикальний апарат на підвісних лапах (а) та підвісна лапа на підкладці (б)

Об'єм апарата можна підрахувати за наближеними рекомендаціями:

- еліптичне днище $V = (0,2+0,14)D_b^3$, більші значення для днищ малих діаметрів D_b ;
- конічне днище з кутом 90° $V = (0,23+0,19) D_b^3$;
- конічне днище з кутом 60° $V = (0,34+0,27) D_b^3$;
- обичайка з висотою $H = 2D$ $V = 1,6 D_b^3$;
- обичайка з висотою $H = D$ $V = 0,8 D_b^3$.

4.5 Приклади розрахунків

Приклад 4.1. Розрахувати лаз (рис. 4.12) діаметром 450 мм для апарата за такими даними:

- $D_b = 1000$ мм;
- $P = 1$ МПа
- $t = 100^\circ\text{C}$;
- $S_{об} = 8$ мм;
- апарат виготовлений із сталі 20.

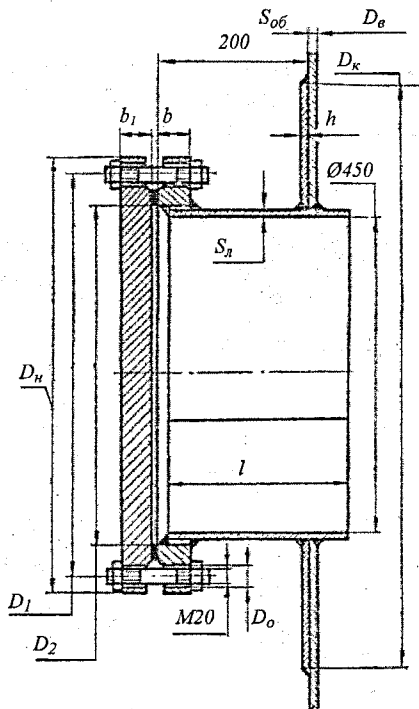


Рисунок 4.12 — Лаз апарата

Визначити розміри укріплювального кільця.

Розв'язування:

Рисунок – лаз $\varnothing 450$ м в апараті з $D_b = 1000$ мм.

а) за таблицею А.1 (додаток А) для сталі 20 при 100°C приймаємо допустиму напругу $[\sigma]=142 \text{ Н/мм}^2$.

б) коефіцієнт міцності зварного повздовжнього одностороннього шва при ручному зварюванні $\phi=0,7$.

в) товщина стінки лазу за формулою (2.1)

$$S_{\text{л}} = \frac{p D_{\text{Влаза}}}{2\phi[\sigma] - p} + C = \frac{1 \cdot 450}{2 \cdot 0,7 \cdot 142 - 1} + C = 6 \text{ мм.}$$

г) розміри кришки лазу і фланця в мм (згідно з таблицею, додаток В):

Таблиця 4.1

D_b	l	D_n	D_1	D_2	b	b_1	s	Отвори для шпильок	
								d_0	кількість
450	280	590	550	520	32	30	6	23	24

д) розміри прокладки (додаток Б):

1) зовнішній діаметр 519 мм;

2) внутрішній діаметр 491 мм;

е) укріплювальне кільце:

1) товщина $h = S_{об} = 8$ мм;

2) діаметр $D_k = (1,7+2)d = (1,7+2) \cdot 450 = 765+900$ мм.

Приймаємо $h \times D_k = 8 \times 800$ мм.

Приклад 4.2 Для вертикального апарата, що має конічне днище з кутом 90° та еліптичну кришку, підібрати сталіні зварні підвісні лапи (тип 1) за такими даними:

внутрішній діаметр апарата $D_b = 1000$ мм; висота обичайки $H=1,3 D_b$ товщина стінок $S=10$ мм. Вага апарата — 6 кН. Опорна поверхня бетонна.

Розв'язування:

а) об'єм апарата за рекомендаціями:

$$V = V_{\text{кон}} + V_{об} + V_{\text{кр}} = 0,21 \cdot D_b^3 + 1,0 \cdot D_b^3 + 0,17 \cdot D_b^3 = \\ = (0,21+1,0+0,17) \cdot D_b^3 = 1,38 \cdot D_b^3 = 1,38 \cdot 1 = 1,38 \text{ м}^3.$$

б) вага апарата при гідравлічних випробуваннях

$$G = 6 \text{ кН} + 1,38 \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ кН/м}^3 = 19,8 \text{ кН.}$$

в) згідно з нормаллю МХ.64-56 (див табл. В.6, додаток В) приймаємо 4 лапи з допустимим навантаженням на кожну лапу 5 кН.

г) питоме навантаження на опору

$$q = \frac{G}{n \cdot F_{\text{оп}}} = \frac{19,8 \cdot 10^3}{4 \cdot 7250} = 0,683 \text{ Н/мм}^2 < 2 \text{ Н/мм}^2,$$

де $F_{\text{оп}}$ – опорна площа одної лапи,

n – в даному випадку кількість підвісних лап.

5 ВУЗЛИ ТА ДЕТАЛІ ПЕРЕМІШУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Премішувальні пристрої – мішалки рухаються за допомогою стандартного електродвигуна. Для пониження кутової швидкості використовуються редуктори та клинопасові передачі.

Наявність надлишкового тиску або вакууму в апараті вимагає, щоб ввід вала мішалки в апарат був ущільнений за допомогою сальника або торцевого ущільнення.

Приводи до мішалок звичайно встановлюються на кришці апарата на стояках. Стойки кріпляться на кришках апаратів за допомогою опор.

5.1 Сальникові та торцеві ущільнення

Обертальний вал вводиться в апарат через сальник (рис. 5.1) або торцеве ущільнення. Головними деталями сальника є корпус, притискна втулка та наповнювач. В нижній частині наповнювач опирається на ґрунд-буксу, яку виготовляють із бронзи, щоб вал при дотиканні з більш м'яким металом менше зношувався.

Поверхні притискної втулки та ґрунд-буksi, що стикається з наповнювачем, оброблюють по конусу, щоб при натисканні на втулку з'являлася сила, яка притискає наповнювач до вала.

Як наповнювач широко використовують промаслені азбестові або хлопчаті шнури. Останнім часом використовують наповнювач із фторопласту 4; він має добрі антифрикційні властивості та хімічну стійкість.

Сальники для апаратів з підвищеним тиском мають спеціальне змащувальне кільце, що розділяє наповнювач на дві частини (рис. 5.1, б). В кільце подається під тиском мастило, яке проникає в зазор між валом та наповнювачем та покращує герметизацію.

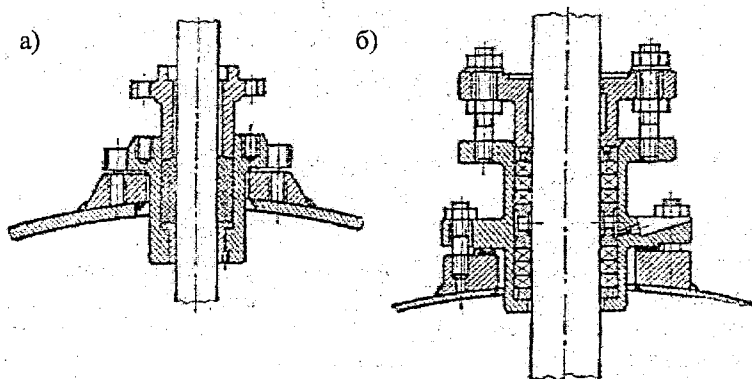


Рисунок 5.1 — Сальники: а – простий з осьовим натягом; б – з осьовим натягом і мастильним кільцем

В таблиці Г.3 (додаток Г) наведено сальникове ущільнення за МН 5868-66 для роботи під тиском до $0,1 \text{ Н/мм}^2$ та при температурі до 70°C .

Торцеве ущільнення МН 5866-66 (табл. Г.4, додаток Г) передбачене для роботи при надлишковому тиску до $1,6 \text{ Н/мм}^2$ та при температурі в апараті до 260°C .

Ущільнення складається (див. рис. в таблиці Г.4, додаток Г) із уловювача 7, вузла сильфона 6, нерухомого вуглеграфітового кільця 5, що утворює пару тертя з кільцем 2, що обертається і закріплене на валу водилом 3. Пара тертя охолоджується та змащується проточною водою, що циркулює у порожнині кожуха 1. Пружини 4 створюють необхідний тиск в парі тертя.

5.2 Перемішувальні пристрої (мішалки)

Мішалки лопатеві, рамні, якірні (рис. 5.2) працюють з невеликими кутовими швидкостями (не більше ніж 80 об/хв) та передають рідині обертальний рух. Розмах лопатевої мішалки d_m приймають $(0,6 \div 0,7)D_v$.

Рамні мішалки використовують в апаратах великого об'єму для перемішування в'язких рідин.

Якірні мішалки використовують для перемішування забруднених та

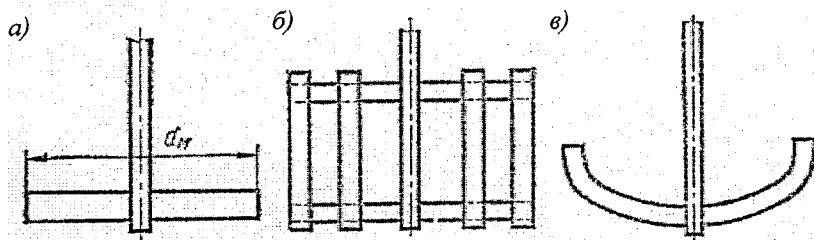


Рисунок 5.2 – Мішалки: а – лопатева, б – рамна, в – якірна

в'язких рідин. Обрис мішалки повторює конфігурацію днища апарата, що дозволяє зробити зазор між мішалкою та стінками апарата мінімальним. Утворюється інтенсивне перемішування безпосередньо біля стінок апарата та відбувається очищення їх від налипання осаду.

В таблиці Г.5 (додаток Г) наведені дані на лопатеві перемішувальні пристрої, а в таблиці Г.6 – на якірні мішалки за МН 5874-66.

Пропелерні мішалки (рис. 5.3) передають рідині не тільки обертальний, але і значний осьовий рух. Діаметр пропелерних мішалок приймають

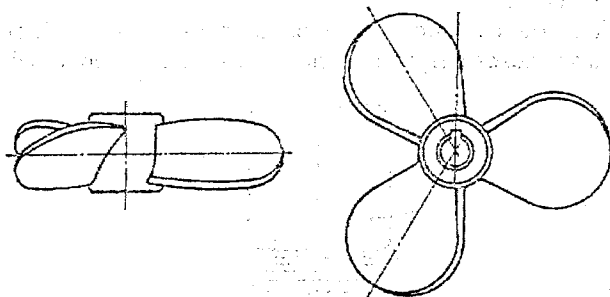


Рисунок 5.3 – Пропелерна мішалка

$(0,3 \div 0,4)D_v$. Такі мішалки працюють з більшими частотами обертання, ніж лопатеві і якірні (від 100 до 1000 об/хв). В таблиці Г.7 (додаток Г) наведені дані на трилопатеві пропелерні мішалки за МН 5874-66.

Турбінні мішалки (рис. 5.4) всмоктують рідину в середину та відки-

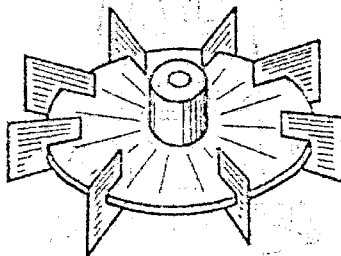


Рисунок 5.4 – Турбінна мішалка

дають її на периферію за рахунок дії відцентрових сил. Вони передають рідині не тільки обертальний рух, але створюють значні радіальні потоки. Діаметри турбінних мішалок, так само, як і пропелерних, приймають $(0,3 \div 0,4)D_v$, частоти обертання від 100 до 1000 об/хв.

5.3 Кінцеві опори

Кінцеві опори (рис. 5.5) встановлюють при великій довжині вала. Кінцеві підшипники (підп'ятники) не рекомендують встановлювати в абразивних середовищах через те, що вони швидко виходять з ладу.

В таблиці Г.8 (додаток Г) наведені дані про кінцеві опори за МН 5864-

66. Ці опори розміщуються всередині вертикальних апаратів і закріплюються на днищах. Кінцеві опори не використовують при частотах обертання більше 100 об/хв.

Матеріали кінцевих опор: тертьові деталі – з чавуну, бронзи, графіту, фторопласта або текстоліту; решта деталей – з вуглецевої сталі.

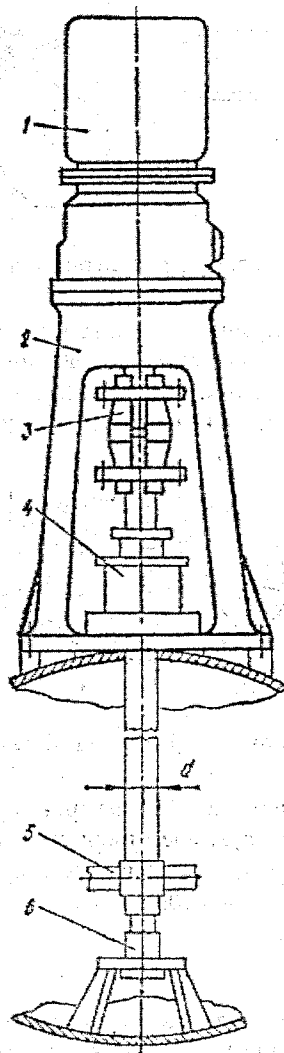


Рисунок 5.5 – Привід вертикальний з кінцевою опорою

5.4 Приклади розрахунку

Приклад 5.1. Якiрна мiшалка $d_m=950$ мм повинна працювати з частотою обертання $n_{як}=63$ об/хв. Пiдбрати асинхронний електродвигун, якщо вiдомi передаточне число двигуна $i=23$; коефiцiєнт корисної дiї приводу $\eta=0,85$ та потужнiсть, що витрачається на тертя в сальнику $N_{сл}=0,1$ кВт.

Розв'язування:

а) за таблицею Г.6, додаток Г, знаходимо потужнiсть, яка необхідна для якiрної мiшалки $N_{як}=2,95$ кВт.

б) потужнiсть, що витрачається

$$N=N_{як}+N_{сл}=2,95+0,1=3,05 \text{ кВт.}$$

в) електродвигун повинен мати потужнiсть не меншу, нiж

$$N_{потр} = N/\eta = 3,05/0,85 = 3,6 \text{ кВт.}$$

г) частота обертання електродвигуна

$$n_{потр} = n_{як} \cdot i = 63 \cdot 23 = 1449 \text{ об/хв.}$$

д) вибираємо електродвигун А02-41-4 (див. табл.Г9., додаток Г):

$$N_{ед} = 4 \text{ кВт та } n_{ед} = 1440 \text{ об/хв.}$$

е) тодi частота обертання якiрної мiшалки буде не 63 об/хв, а

$$n_{як}=n_{ед}/i = 1440/23 = 62,6 \text{ об/хв.}$$

Вiдхилення вiд заданого $(63-62,6)/63 \cdot 100\% = 0,6\%$, що допустимо.

Приклад 5.2. Пропелерна мiшалка $d_m=700$ мм приводиться в дiю електродвигуном $N_{ед}=13$ кВт та $n_{ед}=1450$ об/хв та працює з частотою обертання $n_{пр}=270$ об/хв. Яка потужнiсть $N_{сл}$ залишається для подолаття тертя в сальнику? Яке повинно бути передаточне число приводу i ? Коефiцiєнт корисної дiї приводу $\eta=0,84$.

Розв'язування:

а) за таблицею Г.7, додаток Г, знаходимо потужнiсть, яка необхідна для пропелерної мiшалки $N_{пр} = 10$ кВт.

б) потужнiсть на тертя в сальнику знаходимо з рiвняння

$$\frac{N_{пр} + N_{сл}}{\eta} = N_{ед},$$

$$\text{звiдки } N_{сл} = N_{ед} \cdot \eta - N_{пр} = 13 \cdot 0,84 - 10 = 0,9 \text{ кВт.}$$

в) передаточне число приводу

$$i = n_{ед}/n_{пр} = 1450/270 = 5,37.$$

6 ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ТРУБИ ПЕРЕТИСКУ

Труба перетиску служить для витіснення рідини із ємності за допомогою підведення в ємність стисненого повітря і являє собою патрубок із фланцем, який вварений або введений через штуцер в корпус апарата (див. рис. 1.1).

В результаті розрахунку труби перетиску визначається її діаметр та швидкість руху рідини по трубі. В залежності від об'єму апарата приймається час, за який посудина має спорожнитись. Далі визначається об'ємна витрата рідини, в залежності від прийнятого часу. Наступним етапом розрахунку є підбір такого діаметра труби, щоб швидкість руху рідини по трубі не перевищувала 1-0,8 м/с.

Об'ємна витрата розраховується за такою формулою, м³/с:

$$V = F_{\text{тр}} \cdot W = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot W,$$

де $F_{\text{тр}}$ — площа поперечного перерізу труби перетиску,

W — швидкість руху рідини,

D — внутрішній діаметр труби перетиску.

7 КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

Для кращого нагляду за апаратом необхідно застосовувати манометри та термометри.

Кожну посудину і самостійну порожнину з різним тиском треба опоряджувати манометрами прямої дії. Манометр може бути встановлений на штупері посудини або трубопроводі запірної арматури.

Манометри повинні мати клас точності не нижче:

- 2,5 – при робочому тиску посудини до 2,5 МПа (25 кгс/см^2);
- 1,5 – при робочому тиску посудини понад 2,5 МПа (25 кгс/см^2);

Манометр треба вибрати з такою шкалою, щоб межа вимірювання робочого тиску знаходилась у другій третині шкали. На шкалі манометра власником посудини має бути нанесена червона риска, яка вказувала б на робочий тиск посудини. Замість червоної риски дозволяється прикріплювати до корпусу манометра металеву пластинку, пофарбовану в червоний колір і щільно прилягаючу до скла манометра.

Манометр повинен бути встановлений так, щоб його покази можна було чітко бачити обслуговуючому персоналу. Номінальний діаметр корпусу манометрів, що встановлюються на висоті до 2 м від рівня площадки спостереження за ним, повинен бути не менше 100 мм, а на висоті від 2 до 3 м не менше 160 мм. Встановлювати манометри на висоті понад 3 м від рівня площадки обслуговування забороняється. Між манометром і посудиною має бути встановлений триходовий кран або інший аналогічний пристрій, що дозволяє проводити періодичну перевірку манометрів за допомогою контрольного.

У необхідних випадках манометр залежно від умов роботи і властивостей середовища, що міститься в посудині, потрібно спорядити сифонною трубкою чи масляним буфером або іншими пристроями, що захищають його від безпосередньої дії середовища і температури та забезпечують надійну роботу.

Посудини, що працюють при змінюваній температурі стінок, мають бути забезпечені приладами для контролю швидкості та рівномірності прогрівання по довжині і висоті посудини, і реперами для контролю теплових переміщень. Необхідність оснащення посудин вказаними приладами і реперами і допустима швидкість нагрівання та охолодження посудин визначаються розробником проекту і повинні бути зазначені в паспорті або інструкції з монтажу та експлуатації.

8 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Кожна посудина, що працює під тиском, повинна мати паспорт форматом 210×297 мм у твердій обкладинці. У паспорті вказується реєстраційний номер. При передачі посудини іншому власнику разом з нею передається паспорт. У паспорті наводиться характеристика посудини (робочий тиск, МПа; температура стінки, °C; робоче середовище та його корозійні властивості; місткість, м³), відомості про основні частини посудини (розміри, назва основного металу, дані про зварювання (паяння), дані про штуцери, фланці, кришки і кріпильні вироби, про термообробку посудини та її елементів. Наводиться перелік арматури, контрольно-вимірювальних приладів та приладів безпеки. В паспорті також записуються відомості про місцезнаходження посудини, вказується особа, відповідальна за справний стан та безпечну дію посудини.

Вимоги щодо техніки безпеки наведені в галузевих правилах. Нагляд за такими об'єктами організовується керівником підприємства, який несе відповідальність за безпечну експлуатацію та виконання робіт з ремонту цих об'єктів. Перед запуском у роботу такі об'єкти мають бути оглянуті органами держнаглядохоронпраці, які їх реєструють і видають дозвіл на експлуатацію.

При гідравлічних випробуваннях апарат має перебувати під пробним тиском не менше 10 хв. Апарат обладнують запірною арматурою, приладами для вимірювання тиску і температури середовища. Манометр має бути з класом точності не більше 2,5 і таку шкалу, щоб межа вимірювання знаходилась в першій третині шкали.

Виробниче обладнання має бути пожежо- та вибухобезпечним. Елементи конструкції не повинні мати гострих кутів, поверхонь з нерівностями, що є джерелом небезпеки. Конструкція повинна виключати можливість дотику працюючих до гарячих чи переохолоджених частин.

- 1 Орлов П. И. Основы конструирования. — М.: Машиностроение, 1977, в 3 т.
- 2 Бажанов В. Д. и др. Расчет конструкций на тепловые взаимодействия. — М.: Высшая школа. 1979.
- 3 Гохфельд Д. А. Несущая способность конструкций в условиях теплообмена. — М.: Машиностроение, 1980.
- 4 Ханзен Ф. Основы общей методики конструирования. Пер. с нем. — Л.: Машиностроение, 1969.
- 5 Мягков В. Д. Допуски и посадки. — Л.: Машиностроение, 1982, в 2 т.
- 6 Ануриев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя, — М.: Машиностроение, 2001, в 3 т.
- 7 Проектирование, монтаж и эксплуатация теплообменных установок: Учеб. пособие для вузов/ А. М. Бакластов, В. А. Горбенко, П. Г. Удыма; Под ред. А. М. Бакластова, -М.: Энергоатомиздат, 1981, - 336 с.
- 8 Промышленные теплообменные процессы и установки: Учебник для вузов/ А. М.Бакластов, О. Л. Данилов и др.; Под ред. А. М. Бакластова. - М.: Энергоатомиздат, 1986. -382 с.
- 9 Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник/ А. М. Бакластов, В. М. Бродянский, В. М. Голубев и др.; Под общ. ред. В. А. Григорьева и В. М. Зорина. - М.: Энергоатомиздат , 1983. - 552 с. (Теплоэнергетика и теплотехника).
- 10 Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств / С. М. Гребенюк, И С. Михеева, Ю. П. Грачев и др. - М.: Агропромиздат, 1987. - 307с,
- 11 Теплообменные аппараты холодильных установок / Г. Н. Данилова, С. Н. Богданов и др. - Л.: Машиностроение, 1986. -303 с.
- 12 Лебедев П. Д., Шукин А. А. Теплоиспользующие установки промышленных предприятий (курсовое проектирование). - М.: Энергия, 1970. - 408 с.
- 13 Лебедев П. Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки. Учебник для студентов технических вузов. - М.: Энергия; 1972. - 320 с.
- 14 Теплоиспользующие установки промышленных предприятий / Под ред. О.Т. Ильченко. - К.: Вища школа, 1985. - 384 с.
- 15 . Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии . - М.: Химия , 1981. - 286 с.
- 16 Гальперин Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: Химия, 1981.-312 с.
- 17 Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств / Под ред. В. Н. Стабникова. -К.: Вища школа , 1982. - 199 с.
- 18 Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни “Низькотемпературні теплотехнологічні процеси і устаткування” для студентів

бакалаврського напрямку 6.0905 – "Енергетика"/ Укладач С. Й. Ткаченко. – Вінниця: ВДТУ, 1997. - 54 с.

- 19 Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни "Високі і середньотемпературні теплотехнологічні процеси і устаткування" для студентів бакалаврського напрямку 6.0905 - "Енергетика"/ Укладач С. Й. Ткаченко. - Вінниця: ВДТУ, 1997.-44с.

Додаток А

Днища та їх розрахункові параметри

Таблиця А.1 — Нормативні допустимі напруження $[\sigma]$ при розрахунку апаратів, що працюють під тиском (за ГОСТ 14249-69)

Розрахункова температура стінки, °С	Значення $[\sigma]$, Н/мм ²								
	вуглецеві та низьколеговані сталі				теплостійкі та кислотостійкі сталі				
	Ст.3 за ГОСТ 380-60	10 за ГОСТ 1050-60	20 за ГОСТ 1050-60	09Г2С та 16ГС за ГОСТ 5520-62	12ХМ 12МХ за 4МТУ 5759-57	15ХМ за ГОСТ 4543-61	Х5М	Х18Н10Т Х18Н12Т Х17Н13М3Т Х17Н13М2Т	ОХ18Н10Т ОХ18Н12Т
	за ГОСТ 5632-61								
20	140	130	147	170	147	155	146	146	132
100	134	125	142	160	-	-	141	139	122
200	126	118	136	148	145	152	134	129	109
300	108	100	119	134	141	147	120	120	93
400	88	77	92	110	132	137	105	111	86
	76*	39*	46*	56**					
500	-	-	-	-	96	103	79	104	81
300	-	-	-	-	47*	42**	47***	74	57
700	-	-	-	-	-	-	-	3030	-
* Для температури стінки 425 °С					* Для температури стінки 540°С				
** Для температури стінки 475 °С					** Для температури стінки 560°С				
					*** Для температури стінки 550°С				

Примітки:

1 Розрахункову температуру стінки посудини або апарата у випадку неможливості проведення теплових розрахунків можна приймати рівною температурі середовища, що контактує зі стінкою.

2 При розрахунках апаратів, в яких знаходяться вибухо- та пожежо-небезпечні продукти з високою токсичністю, табличні дані допустимих напружень необхідно помножити на коефіцієнт $\eta=0,9$.

3 При від'ємних температурах допустимі напруження приймають такими ж, як при температурі 20°С.

Таблиця А.2 – Днища еліптичні відбортвані сталінні для посудин, апаратів та котлів (за ГОСТ 6533-68) (див. рис. А.2)

Товщина стінки s, мм																	
D _в , мм	h _в , мм	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	Висота борта h ₁ , мм	
400	100																
500	125																
600	150																
700	175			25													
800	200																
900	225																
1000	250																
1100	275							40									
1200	300																
1400	350																
1600	400																
1800	450									50							
2000	500																
2200	550											60					
2400	600																
2600	650																
2800	700																
3000	750											70					
3200	800														80		
3400	850																
3600	900																
3800	950																90
4000	1000																

Примітки:

1 В таблиці не наведені розміри днищ із зовнішніми базовими розмірами та розміри днищ для нагрівальних сорочок апаратів.

2 У випадку приварювання опори до борта днища вертикального апарата та використання днищ з фланцевими з'єднаннями висота борта h₁ повинна відповідати:

Товщина стінки s, мм	від 4 до 12	від 14 до 20	від 22 до 30
Висота h ₁ не більше, мм	50	70	90

3 Приклад умовного позначення днища з D_в=1200 мм, s=10 мм, h₁=40 мм, із сталі марки 16ГС: Днище 1200×10-40-16ГС ГОСТ 6533-68.

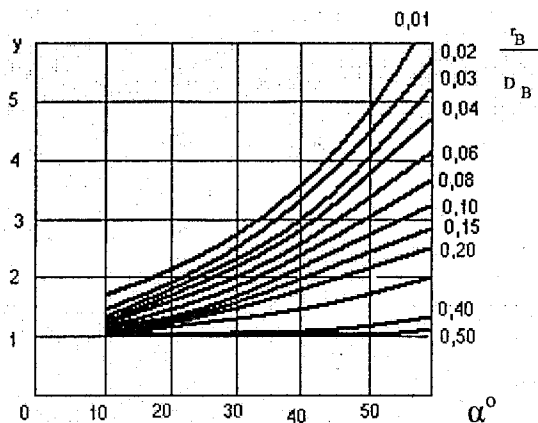


Рисунок А.1 — Графік для визначення коефіцієнта форми конічного днища y

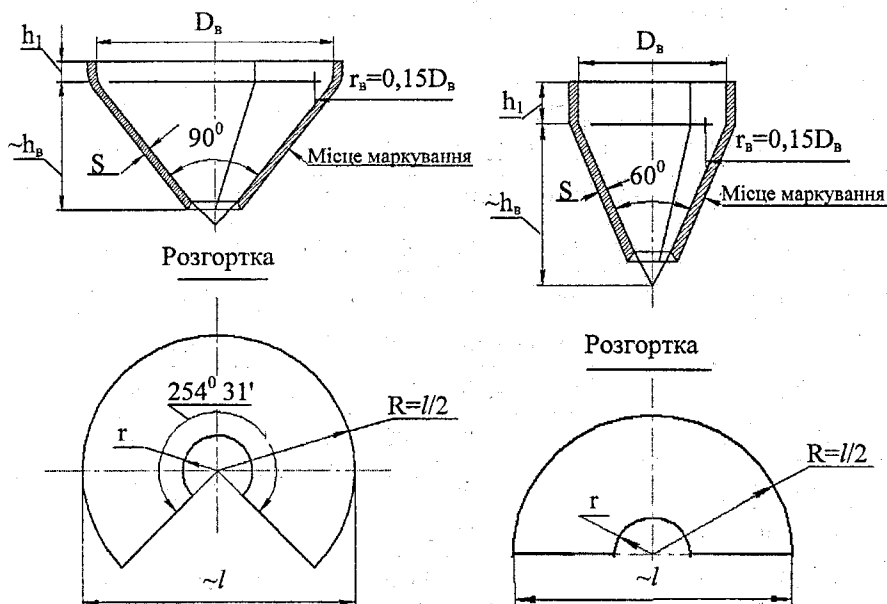


Рисунок А.2 — Днища конічні відбортвані з кутом при вершині 90° (за ГОСТом 12621—67), і з кутом при вершині 60° (за ГОСТом 12619 — 67) призначені для посудин і апаратів, що працюють під тиском

Таблиця А.3 — Днища конічні відборттовані з кутом при вершині 60° (за ГОСТом 12619 — 67) і з кутом при вершині 90° (за ГОСТом 12621—67), призначені для посудин і апаратів, що працюють під тиском (див. рис. А.2)

ГОСТ 12619-67										
D _в , мм	h _в , мм	Товщина стіки s, мм								
		4	6	8	10	12	14	16	18	20
		h ₁ = 40, мм			h ₁ = 50 мм					
		L, мм			L, мм					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
400	362	921	962	930	955	960	965	—	—	—
500	453	1129	1134	1138	1163	1168	1173	1178		
600	544	1337	1342	1346	1371	1376	1381	1386	1390	1395
700	634	1544	1549	1553	1579	1584	1589	1594	1598	1603
800	725	1752	1757	—	1786	1792	1796	1802	1807	1811
900	815	1962	1965	1969	1994	1999	2004	2008	2013	2018
1000	906	—	2173	2177	2202	2207	2212	2217	2221	2226
1200	1087		2588	2592	2617	2622	2627	2632	2636	2642
1400	1268		3004	3008	3033	3038	3043	3048	3052	3057
1600	1450		3419	3423	3448	3453	3458	3463	3467	3472
1800	1631		—	3835	3864	3869	3874	3879	3883	3888
2000	1812			4254	4279	4284	4289	4294	4298	4304
2200	1993		—	—	4695	4700	4705	4710	4714	4719
2400	2174				5110	5115	5120	5125	5129	5134
2600	2356				5526	5531	—	—	5545	5555
2800	2537				—	5946	5951	5956	5960	5966
ГОСТ 12621-67										
400	224	698	702	706	730	735	739	—	—	—
500	280	850	854	859	884	887	891	895		

Продовження таблиці А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
600	336	1003	1007	1012	1035	1040	1043	1048	1052	1056
700	392	1155	1160	1164	1188	1192	1195	1200	1205	1208
800	448	1308	1312	1317	1339	1345	1349	1353	1357	1361
900	504	1460	1465	1468	1493	1497	1501	1505	1509	1514
1000	560	—	1617	1621	1645	1649	1653	1658	1662	1666
1200	672		1921	1926	1950	1954	1959	1962	1967	1971
1400	784		2226	2231	2255	2259	2264	2267	2272	2275
1600	896		2532	2538	2560	2564	2568	2572	2577	2580
1800	1008	—	—	2840	2865	2869	2873	2877	2881	2886
2000	1120			3145	3170	3173	3178	3183	3186	3191
2200	1232		—	—	3475	3479	3183	3487	3491	3496
2400	1344				3779	3784	3788	3792	3796	3800
2600	1456	—	—	—	4084	4089	—	—	4101	4105
2800	1568				—	4394	4397	4402	4406	4410

Примітки:

- 1 Радіус r заготівки і діаметр остаточного отвору в днищі визначаються діаметром штуцера;
- 2 В таблиці не наведені розміри днищ із зовнішніми базовими розмірами і розміри днищ для нагрівальних сорочок судин і апаратів;
- 3 В стандарті наведені днища з товщиною стінок від 4 до 30 мм;
- 4 Приклад умовного позначення днища з $DB = 1200$ мм; $s = 10$ мм, кутом 60° , із сталі марки 16ГС: Днище 1200Ч10-16ГС ГОСТ 12619-67.

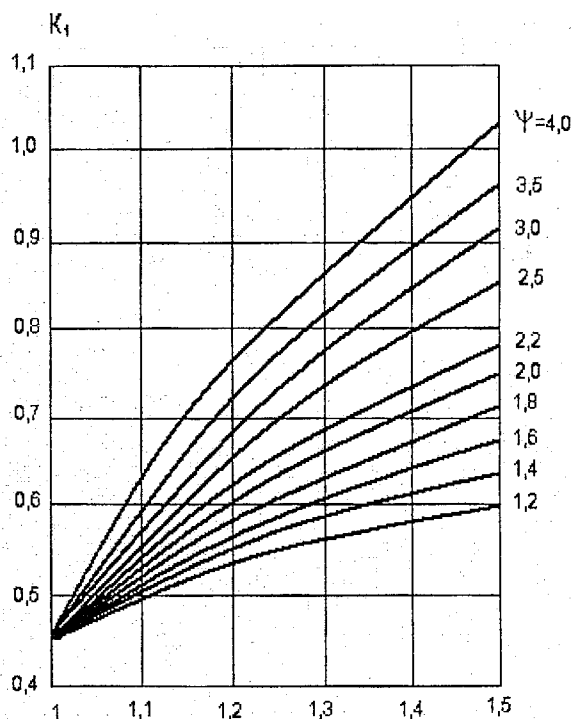


Рисунок А.3 — Графік для визначення коефіцієнта K_1 при розрахунку плоскої кришки, приєднаної до фланця болтами, що спричиняють вигин кришки

Таблиця А.4 — Прокладковий коефіцієнт m

Конструкція прокладки	Матеріал прокладки	Коефіцієнт m
1	2	3
Плоска неметалева	Гума ГОСТ 7338—65 з твердістю за Шором до 75	0,5
	Гума ГОСТ 7338—65 з твердістю за Шором більше 75	1,00
	Картон азбестовий ГОСТ 2850—58 при товщині 3 мм	2,25
	2 мм	2,25
	1 мм	2,25
	Пароніт ГОСТ 481—58	2,50
	Фторопласт 4 ГОСТ 10007—62	2,75

Продовження таблиці А.4

1	2	3
Плоска металева	Алюміній	4,00
	Мідь або латунь	4,75
	Сталь 05кп ГОСТ 1050—60	5,50
	Монель-метал	6,00
	Сталь ОХ 13 і ОХ18Н10Т ГОСТ 5632-61	6,50
Плоска азбестова в металевій оболонці завтовшки 0,2 — 0,3 мм	Оболонка з:	
	алюмінію	3,25
	міді або латуні	3,50
	монель-металу, м'якої сталі, сталі з 4 — 6% хрому	3,75
Хвилясті металеві	неіржавіючої сталі	3,75
	Алюміній	2.75
	Мідь або латунь	3.00
	М'яка сталь	3.25
	Монель-метал і сталь з 4 — 6% хрому	3.50
Хвилясті металеві з азбестовим наповнювачем	Неіржавіючі сталі	3.75
	М'який алюміній	2.50
	Мідь або латунь	2.75
	М'яка сталь	3.00
	Монель-метал або сталь з 4 - 6% хрому	3.25
	Неіржавіючі сталі	3.50

Фланці, ущільнення та їх параметри

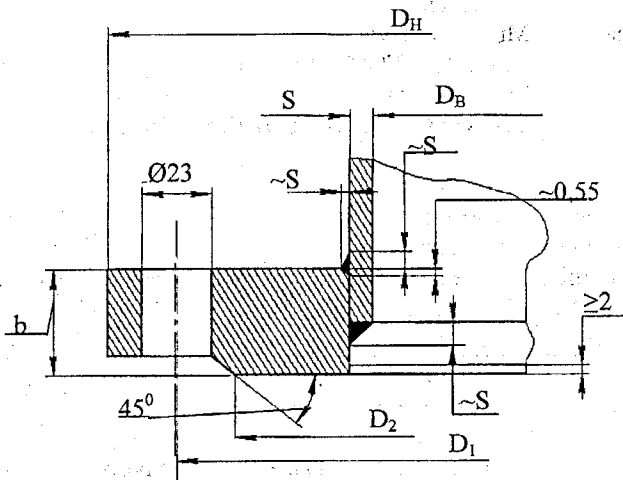


Рисунок Б.1 — Фланці приварні плоскі гладенькі (за ГН 26-02-95-68)

Таблиця Б.1 — Фланці приварні плоскі гладенькі (за ГН 26-02-95-68)

Матеріал фланця	Матеріал болтів		Матеріал гайок	
	при $p_y = 0,3 \text{ і } 0,6 \text{ Н/мм}^2$	при $p_y = 1,0 \text{ і } 1,6 \text{ Н/мм}^2$	при $p_y = 0,3 \text{ і } 0,6 \text{ Н/мм}^2$	при $p_y = 1,0 \text{ і } 1,6 \text{ Н/мм}^2$
ВМСт. 3 сп ВК Ст. 3 сп при температурі стінки 10-200° С	Ст. 5 до 200° С	Сталь 35Х	Сталь 25	Сталь 35
	Сталь 35			
X18Н10Т	X18Н10Т	4Х12Н8Г8МФБ за ГОСТ 10500-63	X18Н10Т	

Примітки:

1. Нормаль поширюється на сталеві приварні плоскі фланці посудин і апаратів з внутрішнім базовим діаметром, призначені для умовного тиску 0,3; 0,6; 1,0 і 1,6 Н/мм² і температури до 300° С.

2 Матеріал болтів (шпильок) і гайок приймати залежно від матеріалу фланця

3 Приклад умовного позначення фланця з $D_B=1200$ мм; $p_v=1,0$ Н/мм², із сталі марки ВМ Ст. 3 сп: Фланець 1200-1,0-ВМ Ст. 3 сп ГН 26-02-95-68.

4 Прокладки по ГН 26-02-105-68 і ГН 26-02-106-68.

Таблиця Б.2 — Параметри фланців приварних плоских (див. рис. Б.1) за галузевою нормаллю ГН 26-02-95-68

Розміри, мм															
D _в	Приєднувальні розміри фланців на 0,3 Н/мм ² та 0,6 Н/мм ²			Тиск p _у =0,3 Н/мм ²			Тиск p _у =0,6 Н/мм ²			Приєднувальні розміри фланців на 1,0 Н/мм ²			Тиск p _у =1,0 Н/мм ²		
	D _н	D ₁	D ₂	b	s, не менше	Кількість болтів М20	b	s, не менше	Кількість болтів М20	D _н	D ₁	D ₂	b	s, не менше	Кількість болтів М20
400	530	490	458	-	-	-	25	6	16	535	495	465	30	6	20
500	630	590	558	-	-	-	25	6	20	640	600	570	35	6	24
600	730	690	657	25	6	24	28	6	24	740	700	670	38	6	28
700	830	790	757	25	6	28	35	6	28	840	800	770	45	6	32
800	930	890	857	25	6	32	38	6	32	945	905	875	56	6	36
900	1030	990	957	30	6	36	45	6	36	1045	1005	975	56	8	40
1000	1130	1090	1057	32	6	40	48	6	40	1145	1105	1075	62	8	44
1100	1230	1190	1157	32	8	40	48	8	40	1250	1210	1175	66	8	52
1200	1135	1295	1262	32	8	44	56	8	44	1350	1310	1280	72	8	56
1400	1535	1495	1462	38	8	52	65	8	52	1555	1515	1485	78	12	64
1600	1740	1700	1666	42	10	60	70	10	60	1765	1725	1690	84	16	72
1800	1940	1900	1866	48	10	68	85	10	68	-	-	-	-	-	-
2000	2140	2100	2066	60	10	72	90	10	72	-	-	-	-	-	-
2200	2350	2310	2275	60	12	80	95	12	80	-	-	-	-	-	-
2400	2550	2510	2475	65	12	88	105	12	88	-	-	-	-	-	-
2600	2750	2710	2675	70	12	88	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2800	2950	2910	2875	75	12	92	-	-	-	-	-	-	-	-	-

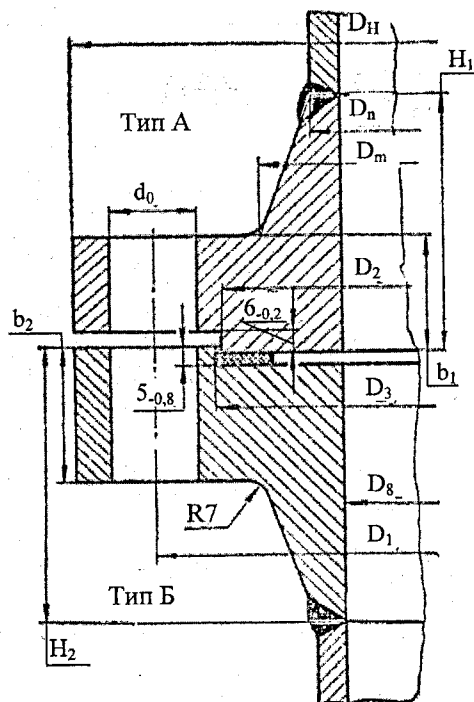


Рисунок Б.2 — Фланці приварні встик з ущільнювальною поверхнею "виступ - западина". (за ГН 26-0297-68)

Таблиця Б.3 — Фланці приварні встик з ущільнювальною поверхнею "виступ - западина". (за ГН 26-0297-68)

Матеріал фланця	Матеріал шпильок	Матеріал гайок
Сталь 16 ГС	Сталь 35Х при $t \leq 425^\circ\text{C}$	Сталь 35
Сталь 20	25Х2М1Ф при $t > 425^\circ\text{C}$	30ХМА
X18H10T	4X12H8Г8МФБ	X18H10T

Примітки:

1 Нормаль поширюється на сталі приварні встик фланці з ущільнювальною поверхнею "виступ - западина" для посудин і апаратів з внутрішнім базовим діаметром, призначені для умовних тисків 1,0; 1,6; 2,5; 4,0; та 6,4 Н/мм².

2 Матеріал шпильок та гайок приймати в залежності від матеріалу фланця.

3 Приклад умовного позначення фланця типу А з $D_B=1200$ мм; $p_r=1,6$ Н/мм², із сталі 20: Фланець А-1200-1,6-сталь 20 ГН 26-02-106-68.

4 Прокладки за ГН 26-02-106-68.

Таблиця Б.4 — Параметри фланців приварних встик з поверхнього ущільнення "виступ - западина" (за ГН 26-0297-68)

Розміри (див. рис. Б.2), мм													
D _в	Приєднувальні розміри фланців на тиск 1,0 Н/мм ²							b ₁	b ₂	H ₁	H ₂	Шпильки	
	D _н	D ₁	D ₂	D ₃	D _п	D _м	d ₀					Різь	Кількість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
400	535	495	462	465	412	428	23	25	30	50	55	M20	20
500	640	600	567	570	514	532	23	30	35	58	62	M20	24
600	740	700	667	670	614	636	23	32	38	65	70	M20	28
700	840	800	767	770	716	742	23	32	38	72	78	M20	32
800	945	905	872	875	818	848	23	35	40	80	85	M20	36
900	1045	1005	972	975	918	952	23	40	45	90	95	M20	40
1000	1145	1105	1072	1075	1020	1056	23	45	50	98	102	M20	44
1100	1250	1210	1172	1175	1120	1160	23	48	52	105	110	M20	52
1200	1350	1310	1275	1280	1220	1260	23	50	55	110	115	M20	56
1400	1555	1515	1482	1485	1422	1466	23	58	62	125	130	M20	64
1600	1765	1725	1686	1690	1622	1672	23	70	75	140	145	M20	72
1800	1995	1950	1911	1915	1832	1890	27	75	80	160	165	M24	72
2000	2205	2160	2121	2125	2034	2100	27	80	85	185	190	M24	76
2200	2415	2370	2331	2335	2236	2310	27	85	90	195	200	M24	80
D _в	Приєднувальні розміри фланців на тиск 1,6 Н/мм ²							b ₁	b ₂	H ₁	H ₂	Шпильки	
	D _н	D ₁	D ₂	D ₃	D _п	D _м	d ₀					Різь	Кількість
400	535	495	462	465	412	428	23	30	35	54	60	M20	24
500	640	600	567	570	514	532	23	35	40	62	68	M20	28
600	740	700	667	670	616	636	23	38	42	68	75	M20	32
700	850	810	777	780	718	746	23	40	45	80	85	M20	36
800	955	915	882	885	820	852	23	42	48	90	95	M20	40
900	1055	1015	979	982	922	958	23	45	50	100	105	M20	44

Продовження таблиці Б.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1000	1160	1120	1087	1090	1024	1062	23	50	55	108	112	M20	52
1100	1255	1220	1187	1190	1126	1168	23	55	60	118	122	M20	56
1200	1360	1320	1287	1290	1228	1270	23	60	65	122	128	M20	60
1400	1575	1530	1495	1498	1432	1478	25	68	72	138	142	M22	64
1600	1805	1750	1708	1712	1636	1688	30	75	80	155	160	M27	64
1800	2025	1970	1926	1930	1838	1902	33	85	90	180	185	M30	64
2000	2240	2180	2136	2140	2040	2112	33	95	100	205	210	M30	68
2200	2450	2390	2346	2350	2242	2320	33	105	110	220	225	M30	76
D _в	Приєднувальні розміри фланців на тиск 2,5 Н/мм ²							b ₁	b ₂	H ₁	H ₂	Шпильки	
	D _н	D ₁	D ₂	D ₃	D _н	D _м	d ₀					Різь	Кількість
400	535	495	462	465	418	438	23	35	40	65	70	M20	24
500	640	600	567	570	522	542	23	40	45	70	75	M20	28
600	740	700	667	670	624	646	23	42	48	75	80	M20	32
700	850	810	777	780	728	754	23	48	52	85	90	M20	40
800	955	915	882	885	830	860	23	52	58	98	102	M20	48
900	1065	1020	979	982	932	966	25	55	60	108	112	M22	48
1000	1170	1125	1087	1090	1036	1072	25	60	65	112	118	M22	56
1100	1285	1235	1187	1190	1138	1178	27	62	68	122	128	M24	56
1200	1400	1345	1287	1290	1238	1282	30	68	75	135	140	M27	56
1400	1610	1555	1495	1498	1442	1492	30	80	85	155	160	M27	64
1600	1835	1775	1708	1712	1646	1704	33	90	95	178	182	M30	68

Таблиця Б.5 — Найбільші робочі тиски ($p_{роб}$) в Н/мм² в залежності від температури середовища в °С (за ГН 26-02-94-68)

Тиск умовний, Н/мм ²	Призначення апарата	Матеріал флан- ця	Р _{роб} при							
			до 100°	200°	300°	350°	400°	450°	500°	540°
0,3	А	ВМСт.3сп 20	0,3	0,27	0,23	—	—	—	—	—
	Б	X18H10T	0,26	0,23	0,2	—	—	—	—	—
0,6	А	Те ж	0,6	0,54	0,46	—	—	—	—	—
	Б		0,52	0,47	0,43	—	—	—	—	—
1,0	А	ВМСт.3сп	1,0	0,9	0,77	0,7	0,63	0,43	—	—
	Б	20 16ГС	0,87	0,78	0,72	0,65	0,56	0,4	—	—
	А	X18H10T	1,0	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73	0,7	0,6
	Б		0,92	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73	0,7	0,6
1,6	А	ВМСт.3сп	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	0,7	—	—
	Б	20 16ГС	1,4	1,25	1,15	1,06	0,9	0,65	—	—
	А	X18H10T	1,6	1,4	1,31	1,27	1,21	1,17	1,12	0,96
	Б		1,48	1,4	1,31	1,27	1,21	1,17	1,12	0,96
2,5	А	20	2,5	2,2	1,95	1,75	1,6	1,1	—	—
	Б	16ГС	2,2	1,95	1,8	1,65	1,45	1,0	—	—
	А	X18H10T	2,5	2,2	2,06	1,98	1,9	1,83	1,75	1,5
	Б		2,5	2,2	2,06	1,98	1,9	1,83	1,75	1,5
4,0	А	20	4,0	3,5	3,1	2,9	2,6	1,7	—	—
	Б	16ГС	3,5	3,3	3,05	2,75	2,35	1,6	—	—
	А	X18H10T	4,0	3,54	3,3	3,2	3,04	2,93	2,8	2,42
	Б		3,7	3,54	3,3	3,2	3,04	2,93	2,8	2,42
6,4	А	20	6,4	5,6	5,05	4,6	4,1	2,75	—	—
	Б	16ГС	5,5	5,2	4,8	4,3	3,7	2,6	—	—
	А	X18H10T	6,4	5,65	5,25	5,1	4,86	4,7	4,48	3,84
	Б		5,9	5,65	5,25	5,1	4,86	4,7	4,48	3,84

Примітки:

1 — фланці для посудин та апаратів, що не містять вибухо- та поже-
жонебезпечних та токсичних середовищ;

2 — фланці для посудин та апаратів, що містять вибухо- та пожежо-
небезпечні та токсичні середовища.

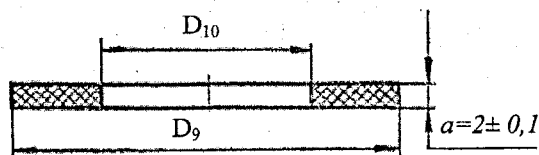


Рисунок Б.3 — Прокладки плоскі для фланцевих з'єднань (за ГН 26-02-105-68)

Таблиця Б.6 — Прокладки плоскі для фланцевих з'єднань (за ГН 26-02-105-68), мм

D_b	D_9	D_{10}	D_b	D_9	D_{10}	D_b	D_9	D_{10}
400	459	431	900	959	929	1800	1869	1829
450	509	481	1000	1059	1029	2000	2069	2025
500	559	531	1100	1159	1129	2200	2278	2234
600	659	631	1200	1264	1234	2400	2478	2434
700	759	731	1400	1464	1428	2600	2678	2628
800	859	829	1600	1669	1629	2800	2878	2828

Примітки:

1 Нормаль поширюється на прокладки плоскі до фланців приварних плоских гладеньких для посудин та апаратів, призначених для умовних тисків 0,3 та 0,6 Н/мм².

2 Прокладки виготовляються із пароніту за ГОСТом 481-58 (позначення – П), картоноазбесту за ГОСТом 2850-58 (позначення – А) та з гуми за ГОСТом 7338-55 (позначення – Р).

3 Приклад умовного позначення прокладки із пароніту до фланця $D_b=700$ мм та $p_r=0,6$ Н/мм²: Прокладка 700-0,6-П ГН 26-02-105-68.

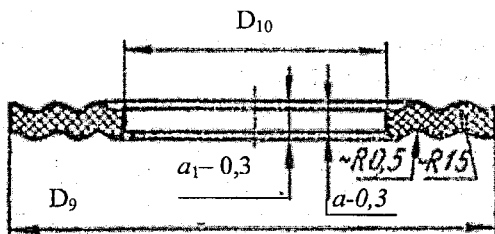


Рисунок Б.4 — Прокладки азбестометалеві для фланцевих з'єднань (за ГН 26-02-10-68)

Таблиця Б.7 — Прокладки азбестометалеві (див. рис. Б4) для фланцевих з'єднань (за ГН 26-02-10-68), мм

$D_в$	$p_y, \text{Н/мм}^2$	D_9	D_{10}	$D_в$	$p_y, \text{Н/мм}^2$	D_9	D_{10}
400	1,0; 1,6; 2,5	464	436	1200	1,0	1279	1249
450	1,0; 1,6; 2,5	519	491		1,6; 2,5	1289	1259
500	1,0; 1,6; 2,5	569	541	1400	1,0	1484	1448
600	1,0; 1,6; 2,5	669	641		1,6; 2,5	1497	1461
700	1,0	769	741	1600	1,0	1689	1649
	1,6; 2,5	779	751		1,6; 2,5	1711	1671
800	1,0	874	844	1800	1,0	1914	1864
	1,6; 2,5	884	854		1,6;	1929	1879
900	1,0	974	944	2000	1,0	2124	2074
	1,6; 2,5	981	951		1,6;	2139	2039
1000	1,0	1074	1044	2200	1,0	2334	2284
	1,6; 2,5	7089	1059		1,6;	2349	2299
1100	1,0	1174	1144	—	—	—	—
	1,6; 2,5	1189	1159				

Примітки:

1 Нормаль поширюється на прокладки азбестометалеві до фланців посудин і апаратів, призначених для умовних тисків 1,0; 1,6; 2,5; 4,0 та 6,4 Н/мм².

2 Прокладки виготовляються із азбестового паперу за ГОСТом 2630-44, який вставлений в металеву оболонку: а) алюміній АД; б) латунь Л62; в) сталь ОХ13-М, ОХ18Н10-М або ОХ18Н12Б-М.

3 Для прокладок з оболонкою із алюмінію та латуні $a \approx 3,4$ мм та $a_1 \approx 4,3$ мм.

4 Приклад повного позначення прокладки до фланця $D_в=700$ мм та $p_y=0,6$ Н/мм²: Прокладка 700-1,6 ГН 26-02-106-68.

Таблиця Б.8 — Допустимі навантаження для болтів в залежності від температури при неконтрольованому затягуванні

Матеріал болта (шпильки)	Різь	Допустиме навантаження [P], кН при					
		20°C	200°C	400°C	500°C	600°C	700°C
Сталь 35	M20	21	20	12	—	—	—
	M22	30	28	18	—	—	—
	M24	37	35	22	—	—	—
	M27	79	46	29	—	—	—
45	M20	24	18	16	—	—	—
	M22	32	25	22	—	—	—
	M24	40	31	27	—	—	—
	M27	53	41	36	—	—	—
35X	M20	25	18	14	—	—	—
	M22	36	27	21	—	—	—
	M24	45	33	26	—	—	—
	M27	59	43	34	—	—	—
40X	M20	35	31	27	—	—	—
	M22	46	41	35	—	—	—
	M24	56	50	43	—	—	—
	M27	74	66	57	—	—	—
25X2M1Ф	M20	34	—	—	29	25	—
	M22	45	—	—	38	33	—
	M24	55	—	—	46	40	—
	M27	73	—	—	62	53	—
X18H9T	M20	11	—	—	7	6	6
	M22	16	—	—	10	8	8
	M24	19	—	—	12	10	10
	M27	25	—	—	15	13	13
4X12H8Г8МФБ	M20	26	24	22	21	20	16
	M22	38	35	32	30	29	24
	M24	47	43	39	38	36	30
	M27	62	57	52	50	48	39

Додаток В

Елементи конструкції апаратів

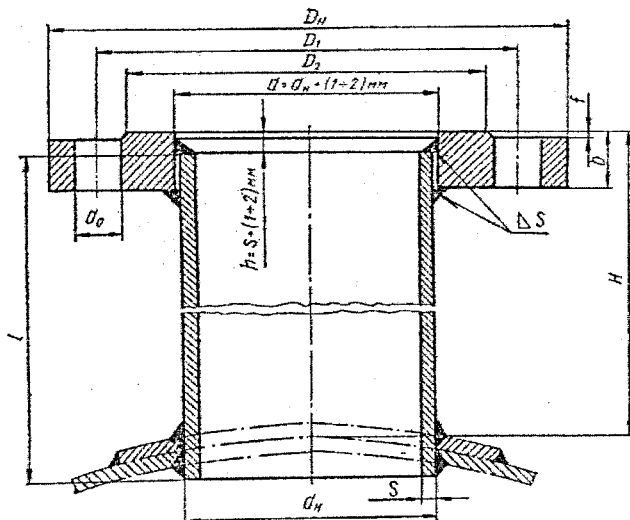


Рисунок В.1 — Штуцер з фланцем приварним плоским гладеньким для $p_y=1,0 \text{ Н/мм}^2$ (за Н 999-65)

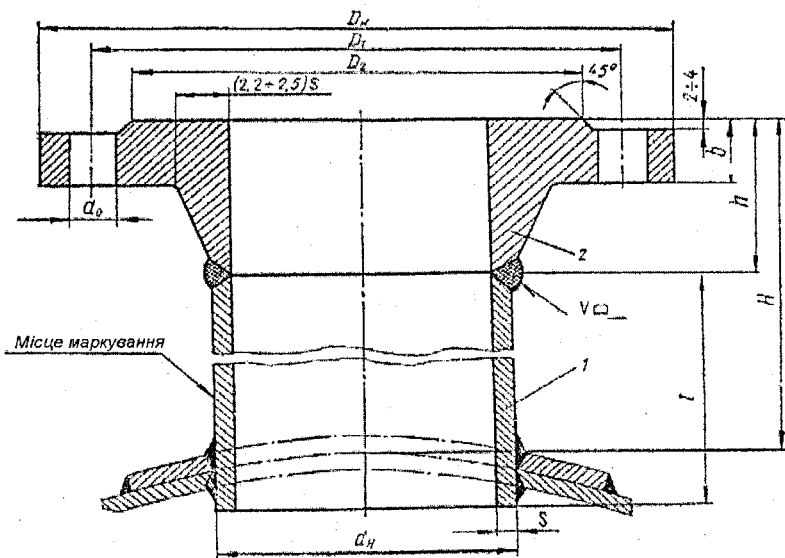


Рисунок В.2 — Штуцер з фланцем приварним встик для тиску $p_y=1,6$ та $2,5 \text{ Н/мм}^2$ (згідно Н 1001-65)

Таблиця В.1 – Розміри штуцерів (див. рис. В.1) з фланцями приварними плоскими гладенькими для тиску $p_y=1,0 \text{ Н/мм}^2$ (за Н 999-65), мм

Прохід умовний D_y	1	d_n	S	D_n	D_1	D_2	f	b	Отвори під болти		$H^{\pm s}$
									d_o	Кількість	
15	90	18	3	95	65	45	2	12	14	4	80
25	130	32	3,5	115	85	68		14			90
40	150	45	4	145	110	88	3	18	18		110
50		57		160	125	102					130
80	170	89	6	195	160	138		20			150
100	190	108		215	180	158		22			
150	220	159		280	240	212		24			
200	200	219	8	335	295	268	4		23	8	180
	220										
250	210	273	10	390	350	320		26		12	
	230										
300	260	325			440	400		370			

Примітки:

1 Нормаль поширюється на штуцери з умовними проходами від 15 до 500 мм та для тисків до $0,1 \text{ Н/мм}^2$.

2 Приклад умовного позначення штуцера на $p_y=1,0 \text{ Н/мм}^2$ з $D_y=80 \text{ мм}$ та $l=170 \text{ мм}$: Штуцер 1,0-80-170 Н 999-65.

3 Матеріал деталей штуцера: сталь марки В Ст.3.

Таблиця В.2 – Розміри штуцерів (див. рис. В.2) з фланцями приварними встик для $p_y=1,6$ та $2,5 \text{ Н/мм}^2$ (згідно з Н 1001-65), мм

Вістник для ру. 1,6 та 2,5 Н/мм ² (Згідно з ГОСТ 355, мм)												
	Прохід умовний D _y	1	d _n	b	D _n	D ₁	D ₂	b	Отвори під болти (шпильки)		H ^{±s}	h
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
P _y = 1,6 Н/мм ²	15	70	18	3	95	65	45	14	14	4	80	35
	25	$\frac{80}{110}$	32	4	115	85	68				90	38
	40	$\frac{90}{120}$	45		145	110	88	16	110		45	
	50	$\frac{90}{120}$	57		160	125	102				48	
	80	$\frac{110}{130}$	89	6	195	160	138	20	8		130	52

Продовження таблиці В.2

Продолжение таблицы 3												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$P_y = 1,6 \text{ Н/мм}^2$	100	$\frac{120}{140}$	108	6	215	180	158	20	18	8	150	52
	150	$\frac{150}{170}$	159		280	240	212	22	23			60
	200	$\frac{150}{170}$	219	10	335	295	268	24		12	180	62
	250	$\frac{150}{170}$	273	11	405	355	320	26	25			68
	300	$\frac{180}{200}$	325	12	460	410	378	28			200	70
$P_y = 1,6 \text{ Н/мм}^2$	15	70	18	3	95	65	45	16	14	4	80	35
	25	$\frac{80}{110}$	32	4	115	85	68				90	38
	40	$\frac{90}{120}$	45		145	110	88	18	18		110	48
	50	$\frac{90}{120}$	57		160	125	102	20		8		
	80	$\frac{110}{130}$	89	6	195	160	138	22	23		130	55
	100	$\frac{120}{140}$	108		230	190	162	24		12	150	62
	150	$\frac{150}{170}$	159		300	250	218	28	25			72
	200	$\frac{150}{170}$	219	10	360	310	278	30			180	80
	250	$\frac{150}{170}$	273	11	425	370	335	32	30			85
	300	$\frac{150}{180}$	325	12	485	430	390	36		16	200	92

Примітки:

1 Нормаль поширюється на штуцери з умовними проходами від 15 до 500 мм та для тисків 1,6 та 2,5 Н/мм².

2 Приклад умовного позначення штуцера на $p_y=1,6 \text{ Н/мм}^2$ з $D_y=100$ мм та $l=140$ мм: Штуцер 1,6-100-140 Н 1001-65

3 Фланці та патрубки штуцерів виготовляють із вуглецевих та легированих сталей. Наприклад, фланець із сталі 20, сталі X12H10T та ін.; патрубок із В СТ.3, сталі X18H10T та ін.

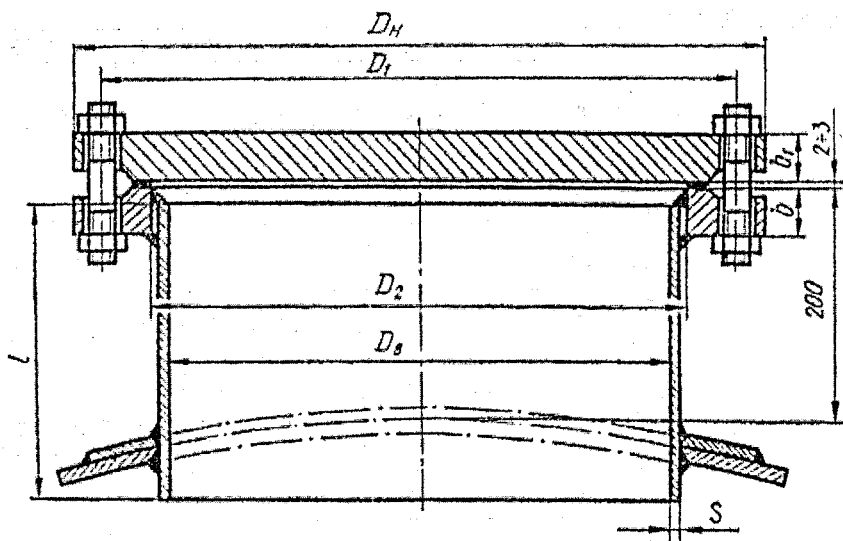


Рисунок В.3 — Люк-лаз з фланцем сталевим плоским приварним гладеньким для $p_y=1 \text{ Н/мм}^2$

Таблиця В.3 – Розміри люків-лазів з фланцями сталевими плоскими приварними гладенькими для $p_y=1 \text{ Н/мм}^2$, мм (див. рис. В.3)

l	D_n	D_1	D_2	b	b_1	S не менше	Отвори під болти (шпильки)	
							d_o	Кількість болтів М20
<u>240</u> 280	590	550	520	32	30	6	23	24
<u>240</u> 280	640	600	570	35	32	6	23	24

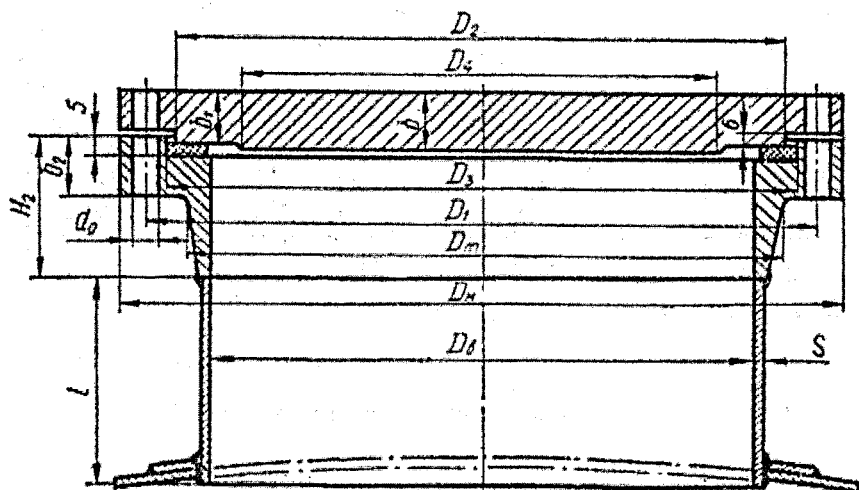
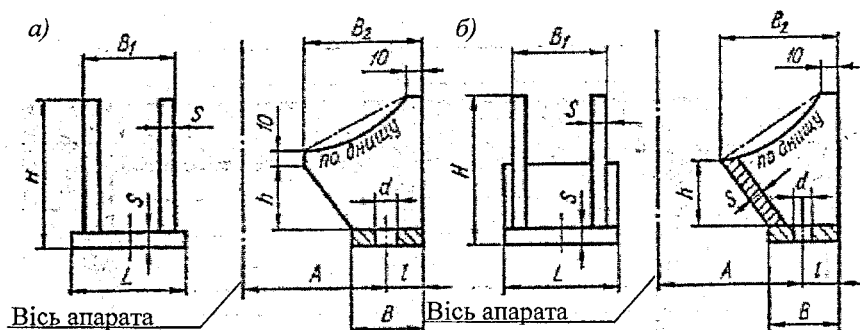


Рисунок В.4 — Люк-лаз з фланцем привареним встик з ущільнювальною поверхнею "виступ - западина" для $p_v=1,6$ та $2,5 \text{ Н/мм}^2$

Таблиця В.4 – Розміри люків-лазів з фланцями привареними встик з ущільнювальною поверхнею "виступ – западина для" $p_v=1,6$ та $2,5 \text{ Н/мм}^2$, мм

p_v Н/мм^2	D_v	l	D_H	D_1	D_2	D_3	D_4	D_m	b	b_1	b_2	H_2	d_0	Шпильки	
														Різь	Кількість
1,6	400	$\frac{170}{190}$	535	495	462	465	390	428	34	31	35	60	23	M20	24
	450	$\frac{170}{190}$	590	550	517	520	440	482	38	35	38	65	23	M20	24
2,5	400	$\frac{150}{170}$	535	495	462	465	362	438	40	37	40	70	23	M20	24
	450	$\frac{150}{170}$	590	550	517	520	407	488	42	39	42	70	23	M20	24



а) для навантаження до 40 кН; б) для навантаження вище 40 кН

Рисунок В.5 — Лапи сталеві зварні опорні типу II (за МХ 64-56)

Таблиця В.5 — Лапи сталеві зварні опорні типу II (за МХ 64-56)

Розміри, мм											
Допустиме навантаження на лапу, кН	Опорна площа, мм ²	L	B	B ₁	B ₂	H	h	S	l	d	$\frac{D_B}{A}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4050	70	60	60	90	150	105	4	30	14	$\frac{400}{140}$ $\frac{450}{165}$
2,5	8550	110	80	95	110	180	120	6	40	18	$\frac{500}{175}$ $\frac{550}{200}$ $\frac{600}{210}$ $\frac{650}{235}$
5	17200	160	110	135	195	240	145	10	55	23	$\frac{700}{1000}$ $\frac{800}{1000}$ $\frac{900}{1000}$
10	31100	210	150	180	245	300	160	14	75	23	$\frac{1100}{1400}$ $\frac{1200}{1400}$ $\frac{1300}{1400}$
25	44400	250	180	215	290	350	185	16	90	27	$\frac{1500}{550}$ $\frac{1600}{600}$ $\frac{1700}{625}$ $\frac{1800}{675}$
40	51400	260	200	225	330	400	225	16	100	27	$\frac{1900}{700}$ $\frac{2000}{750}$ $\frac{2200}{825}$

Продовження таблиці В.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
60	71100	300	240	260	370	450	265	18	110	34	$\frac{2400}{900}$ $\frac{2600}{975}$
80	84000	320	265	270	400	500	275	22	120	34	$\frac{2800}{1050}$ $\frac{3000}{1125}$

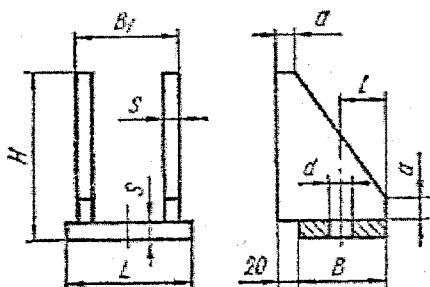


Рисунок В.6 — Лопи сталеві зварні підвісні типу I (за МХ 64-56)

Таблиця В.6 – Лопи сталеві зварні підвісні типу I (за МХ 64-56)

Розміри, мм									
Допустиме навантаження на лапу, кН	Опорна площа мм ²	L	B	B ₁	H	S	l	a	d
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4250	80	55	70	125	4	30	15	14
2,5	5700	90	65	75	140	6	35	15	14
5	7250	100	75	85	155	6	40	15	18
10	8950	110	85	90	170	8	45	15	23
25	17300	150	120	130	215	8	60	20	30
40	29700	190	160	170	280	10	80	25	30

Продовження таблиці В.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
60	45100	230	200	205	350	12	100	25	34
80	63900	270	240	240	420	14	120	25	34

Примітки:

— 1 Матеріал лапи сталь Ст. 3.

— 2 Умовне позначення лапи на допустиме навантаження 5 кН:

Лапа 1—5, МХ 64—56.

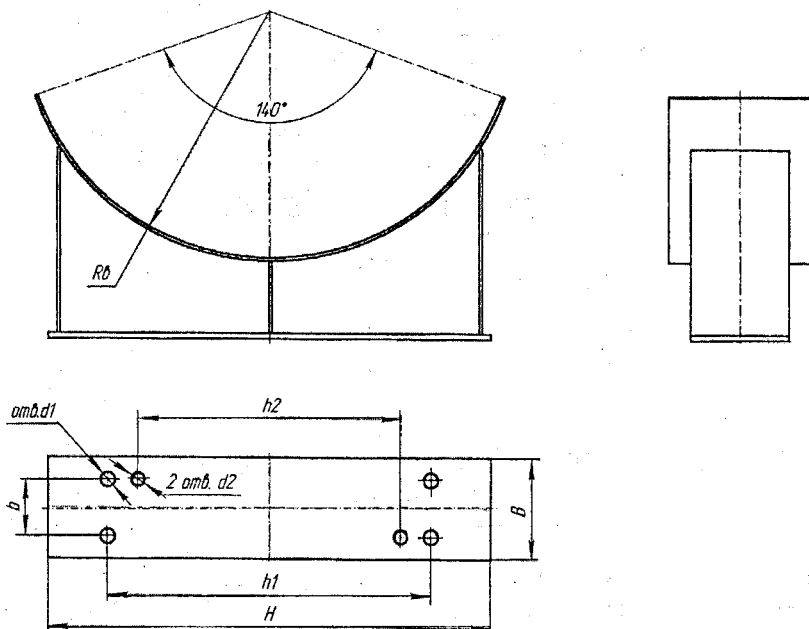


Рисунок В.7 – Опори горизонтальних апаратів

Таблиця В.7 – Опори горизонтальних апаратів

D, мм	b, мм	B, мм	H, мм	h ₁ , мм	h ₂ , мм	d ₁ , мм	d ₂ , мм	δ ₁ , мм	δ ₂ , мм	δ ₃ , мм	F, мм ²
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1000	140	250	1000	650	500	36	M24	14	8	6, 8, 10	245137,62
1200	140	250	2200	800	650		M36				269122,38

Продовження таблиці В.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1400	140	250	1250	800	950	36	M36			6, 8, 10	306622,38
1600	200	300	1420	1100	950		M42	14			419459,69
1800	200	300	1600	1100	950				8		473459,69
2000	200	300	1770	1500	1300						524459,69
2200	200	300	1940	1500	1300		M48	16		6, 8, 10, 12, 14	574693,63
2400	200	300	2120	1800	1600						628693,63
2600	200	300	2290	1800	1600			18	10		679693,63
2800	200	300	2460	2200	2000						730693,63
3000	200	300	2640	2200	2000			20	14		784693,63

Додаток Г

Елементи конструкцій приводів мішалок

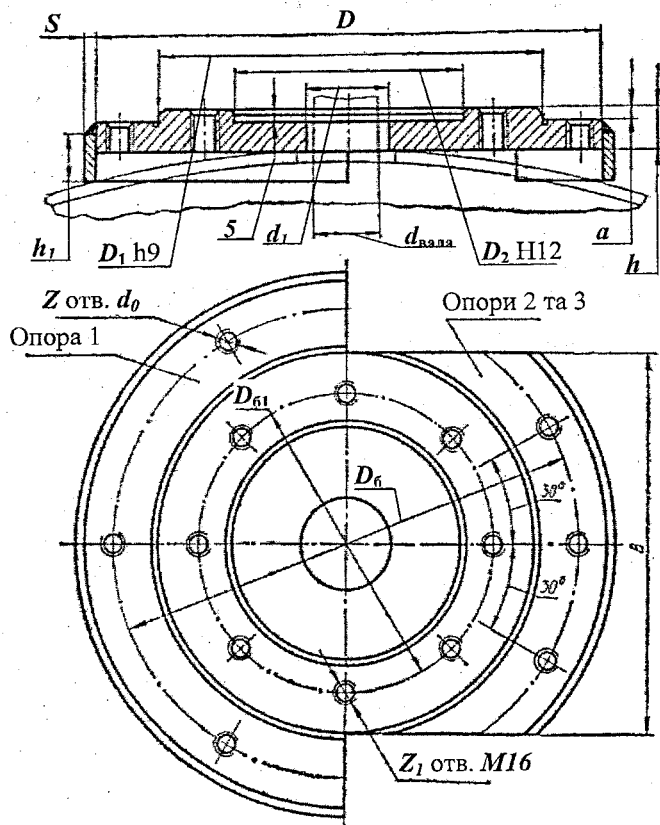


Рисунок Г.1 — Опоры приводів

Таблица Г.1 — Опоры приводів, розміри в мм

Номер опоры	d	D	D ₁	D ₂ [*]	D ₆ [*]	D ₆	B	D ₁	h	Z ₁ , шт.	h ₁	S	α	Z, шт.	d ₀
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	30	360	240	128	150	280	—	45	22	4	35	6	5	6	M16
	40			148	170			70		8					
	50														
2	50	670	500	178	200	610	360	70	22		8	40	8	5	6
	65			220	225			100							
	80			220	225			100							

Продовження таблиці Г.1

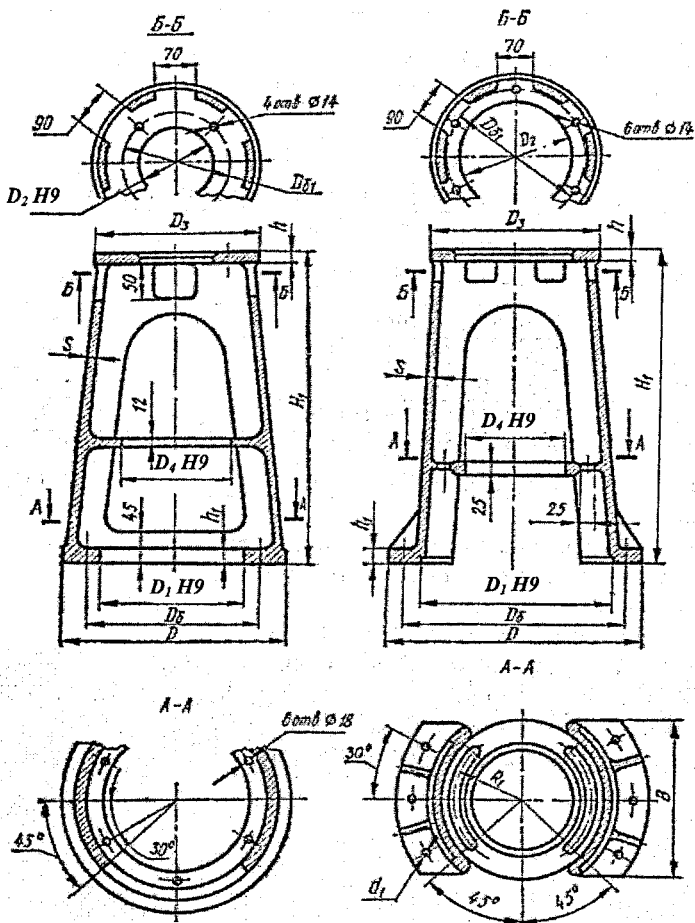
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3	80	800	630			720	450		26		45	10	6		M20
	95			232	255										
	110			258	280			120							

Розміри узгоджені з нормальними МН 5866-66 та МН 5868-66

П р и м і т к и :

1 Матеріал опори — Ст. 3.

2 Умовне позначення опори 1 з $d_1 = 45$ мм: Опора 1 — 45 ГН 12 26 — 61.



Стояк 1 типу

Стояк 2 та 3 типів

Рисунок Г.2 — Стояки під редуктори

Таблиця Г.2 – Розміри стояків під редуктори, мм (див. рис. Г.2)

Номер типу стояка	D	D ₁	D ₆	D ₂	D ₃	D ₄	D ₆₁	B	H ₁	h	h ₁	S	d ₁
1	360	240	280	125 200	265	175	155 235	—	500	18	22	10	18
2	670	500	610	275 350	440	260	320 400	360	650	24	28	12	18
3	800	630	720	400 450	550	375	440 500	450	750	28	30	14	22

Примітки:

1 Матеріал стояка литво чавунне марки не нижче СЧ 15-32.

2 Умовне позначення стояка 1: Стояк 1 ГН 12 25-61.

Таблиця Г.3 – Розміри ущільнень сальникових (за МН 5868-66)

Розміри, мм (рис. Г.3)											
Діаметр валу d	D	D ₆	D ₂	H	H ₁	H ₂	Кількість отворів z	α	d ₁	l	
40	185	150	128	166	13	18	4	45°	60	90	
50	205	170	148	195	13	18	4	45°	75	120	
65	235	200	178	195	13	20	8	22°30'	90	120	
80	260	225	202	206	16	22	8	22°30'	105	160	
95	290	255	232	206	16	22	8	22°30'	120	160	
110	315	280	258	236	16	24	8	22°30'	140	190	

Примітки:

1 Сальникові ущільнення призначені для роботи при надлишковому тиску до 0,1 Н/мм² й при температурі в апараті до +70° С.

2 Приклад умовного позначення ущільнення сальникового для валу d=50 мм: Ущільнення сальникове 50 МН 5868—66.

3 Матеріал ущільнень для апаратів із вуглецевої сталі: металеві деталі — чавун за ГОСТ 1412-54 та вуглецева сталь за ГОСТ 380—60 й ГОСТ 3050-60; неметалеві деталі — пароніт за ГОСТ 481-58, фторопласт 4 за ГОСТ 10007-62; наповнювач сальниковий за ГОСТ 5152-66.

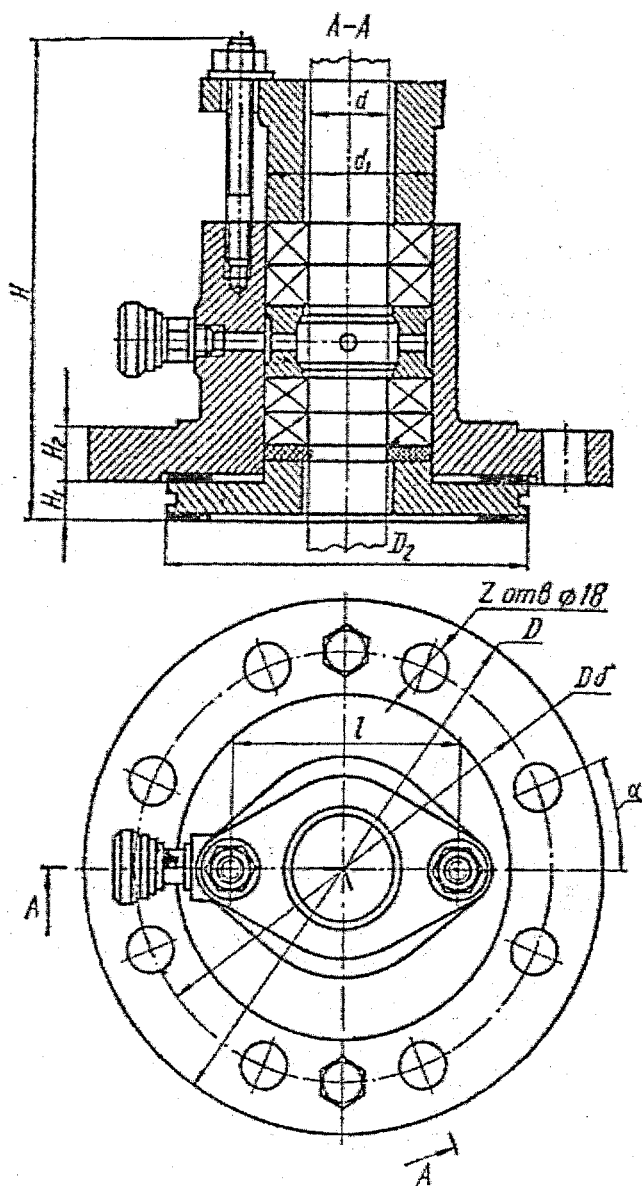
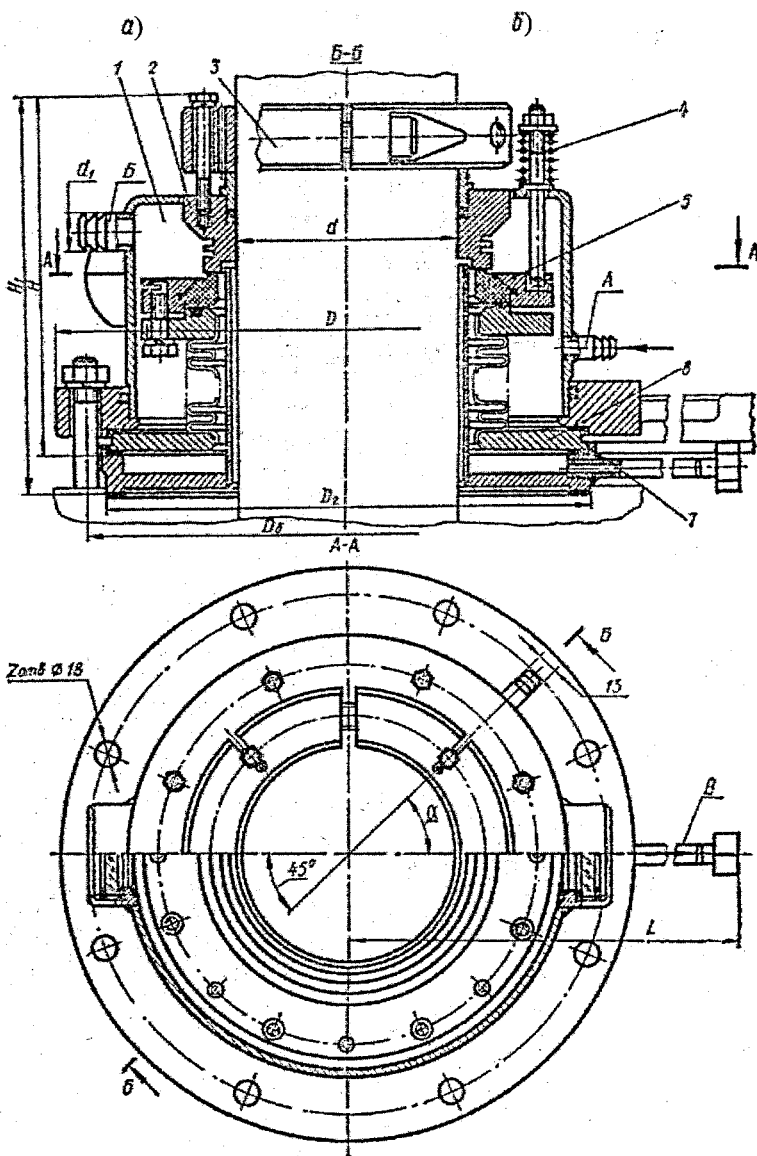


Рисунок Г.3 — Ущільнення сальникові



Виконання а) — з гумовим ущільненням; виконання б) — з фторопластовим ущільненням

Рисунок Г.4 — Ущільнення торцеві (згідно з МН 5866-66)

Таблиця Г.4 – Ущільнення торцеві (згідно з МН 5866-66)

Виконання	Тиск в апараті	d	d ₁	L	D	D ₆	D ₂	H	H ₁	Кількість отворів	α
а	0,3 1,6	40	17	175	185	150	128	145 195	170 220	4	22°30'
б	0,3 1,6							145 195	170 220		
а	0,3 1,6	50	17	220	205	170	148	145 215	175 240	4 8	45°
б	0,3 1,6							145 215	175 240	4 8	
а	0,3 1,6	65	17	230	235	200	178	165 215	185 240	8	45°
б	0,3 1,6							165 215	185 240		
а	0,3 1,6	80	17	245	260	225	202	165 190	185 215	8	45°
б	0,3 1,6							165 190	185 215		
а	0,3	95	17	265	290	255	232	185	210	8	45°
а	0,3	110	20	325	315	280	258	195	220	8	45°
б	0,3										

Примітки:

1 Торцеві ущільнення передбачені для роботи з надлишковим тиском 0,3 та 1,6 Н/мм², вакуумом та при температурі в апараті до плюс 260°С.

2 Приклад умовного позначення ущільнення торцевого d=40 мм виконання 2 для тиску в апараті 0,3 Н/мм²: ущільнення торцеве 40-2-0,3 МН 5866-66.

3 Матеріал ущільнень: деталі, що стикаються з оброблюваним середовищем, – корозійностійка сталь за ГОСТ 5632-61; решта – вуглецева сталь за ГОСТ 380-60 та ГОСТ 1050-60.

4 Матеріали, що рекомендуються для виготовлення пар тертя торцевих ущільнень: один з матеріалів – вуглеграфіт; другий – метал або високотвердий неметал:

а) вуглеграфіти:

- 1) АО-1500 і АГ-1500 (насичені фенол- формальдегідною смолою);
- 2) УГ-1500-СО5 і АГ-1500-СО5 (насичені сплавом свинцю і олова);
- 3) АО-1500 Б-83 і АГ-1500 Б-83 (насичені бабітом Б-083)

б) метали і сплави:

1) Сталі (за ГОСТом 5632-61):

- 1) X18H10T
- 2) X17H13M2T
- 3) OX23H28M3ДТ
- 4) 4X13
- 5) 9X18

2) Бронза ОЦС-6-6-3 (за ГОСТом 613-65)

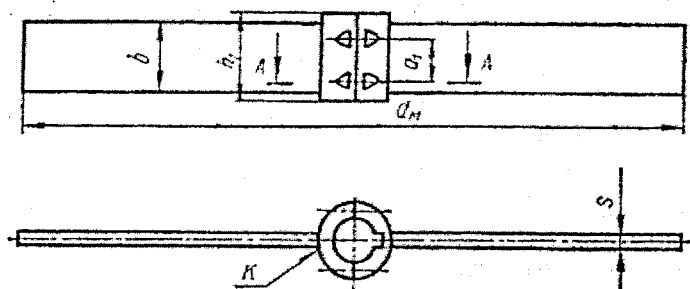
в) надтверді неметали:

1) СГ-Т и СГ-П (за ТУ-01-40-69)

2) ЦМ-332 (за ТУ-498-61)

5 Вуглеграфіти, насичені фенолформальдегідною смолою, використовують при температурах до 140°C, фуриловим спиртом – 200°C, свинцем – до 300°C, бабітом – до 200°C.

Виконання 1



Виконання 2

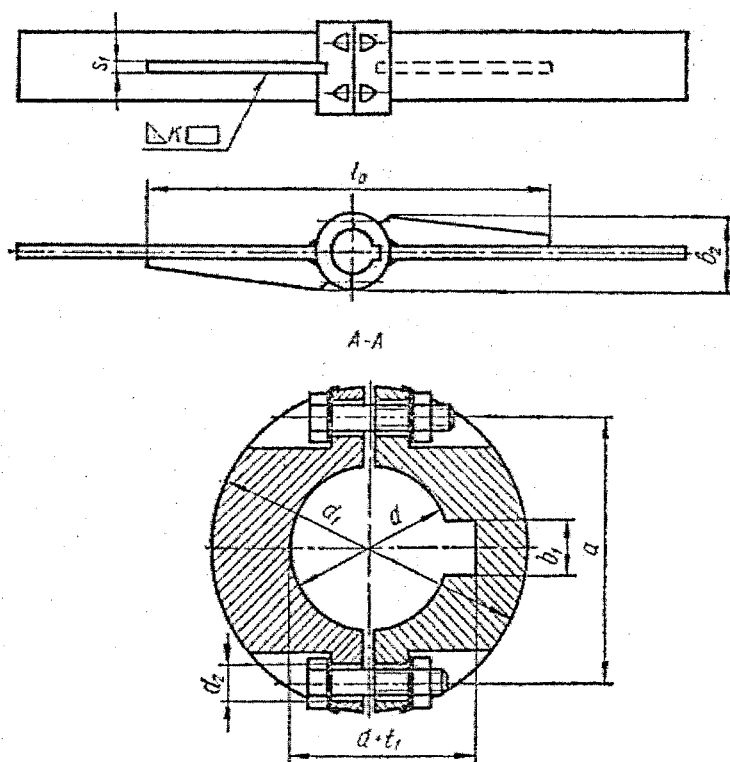


Рисунок Г.5 – Премішувальні пристрої лопатеві (згідно з МН 5874-66)

Таблиця Г.5 – Премішувальні пристрої лопатеві (згідно з МН 5874-66)

d _м , мм	Кутова швидкість		Параметри середовища		Питома потужність, кВт	Розміри в мм							
	рад/с	об/хв	Коефіцієнт динамічної в'язкості	Густина, кг/м³		d	b	S	d ₁	h ₁	a	a ₁	D ₂
700	3,3	31,8	1	800	0,01	45	70	8	95	110	64	70	13
	6,6	63,0	3000	1300	0,16								
	8,4	78,0	500	1900	0,30								
850	3,3	31,8	1	800	0,02	45	85	8	95	110	64	70	13
	6,6	63,0	3000	1300	0,31								
	8,4	78,0	500	1900	0,62								
1000	2,6	25,2	1	800	0,02	45	100		95	110	64	70	13
	4,2	39,6	3000	1300	0,22								
	6,6	63,0	500	1900	0,74								
1250	2,6	25,2	1	800	0,02	60	125	12	110	130	80	80	13
	3,3	31,8	3000	1300	0,30								
	6,6	63,0	500	1900	2,30								
1600	2,1	19,8	1	800	0,04	75	160		130	180	100	110	13
	2,6	25,2	3000	1300	0,50								
	4,2	39,6	500	1900	1,85								
1900	1,7	16,2	1	800	0,06	80	190		130	200	100	130	13
	2,6	35,2	3000	1300	1,08								
	4,2	39,6	500	1900	3,56								
2240	1,7	16,2	1	800	0,07	90	220	14	150	250	115	160	17
	2,6	25,2	3000	1300	6,1								
	4,2	39,6	500	1900	8,62								
2650	1,3	12,6	1	800	0,16	90	260		150	280	115	190	17
	2,1	19,8	3000	1300	2,8								
	2,6	25,2	500	1900	4,9								

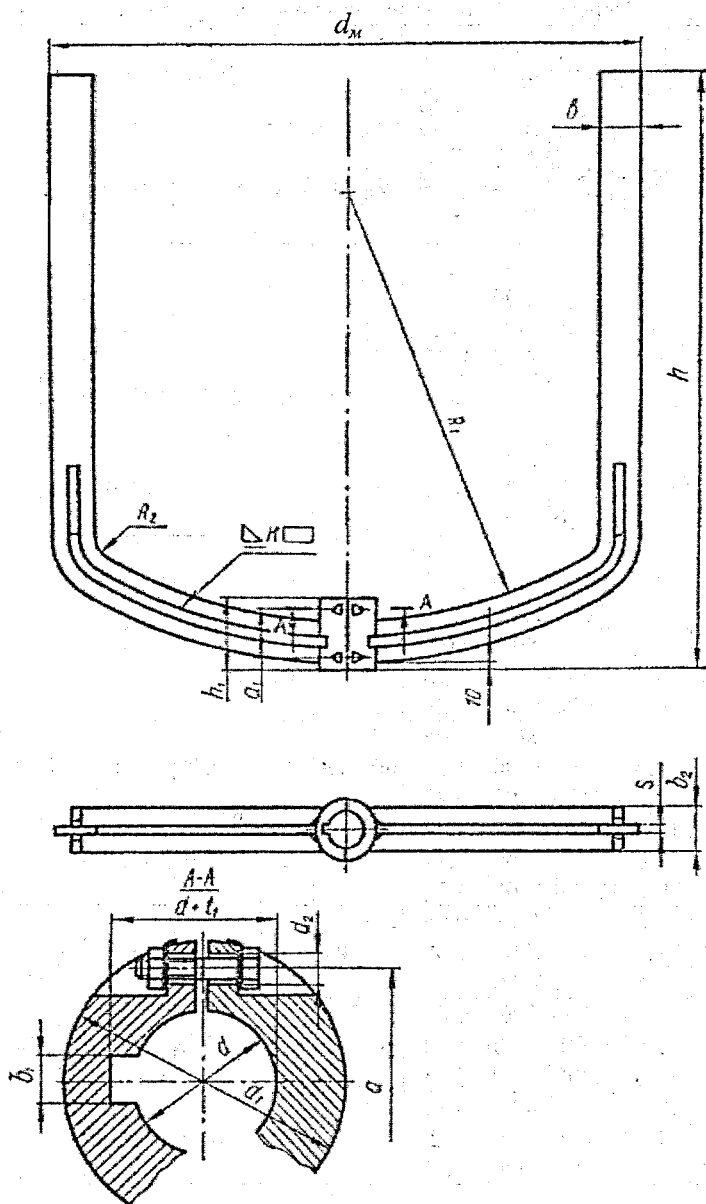


Рисунок Г.6 – Перемішувальні пристрої якірні (за МН 5874-66)

Таблиця Г.6 – Перемішувальні пристрої якірні (за МН 5874-66)

d _м , мм	Кутова швидкість		Параметри середовища		Питома потужність, кВт	Розміри в мм										
	рад/с	об/хв	коefficient динамічної в'язкості	Густина, кг/м ³		d	h	b=b ₂	S	R ₁	R ₂	d ₁	h ₁	a	a ₁	D ₂
800	2,1	19,8	1	800	0,01											
	4,2	39,6	1000	1300	0,18											
	6,6	63,0	10000	1900	1,8											
950	2,1	19,8	1	800	0,01											
	4,2	39,6	1000	1300	0,4		850	68	12	795	127					
	6,6	63,0	10000	1900	2,95											
1060	2,1	19,8	1	800	0,01											
	4,2	39,6	1000	1300	0,61	45				914	112	95	110	64	70	13
	6,6	63,0	10000	1900	3,8											
1120	2,1	19,8	1	800	0,01		1000	78	14							
	4,2	39,6	1000	1300	0,72					944	142					
	6,6	63,0	10000	1900	5,42											
1250	2,1	19,8	1	800	0,026											
	4,2	39,6	1000	1300	1,13			92	16	1073	138					
	5,3	50,4	10000	1900	4,9											
1320	2,1	19,8	1	800	0,04											
	4,2	39,6	1000	1300	1,38	60	1250	98		1108	173	110	130	80	80	13
	5,3	50,4	10000	1900	6,42											
1400	2,1	19,8	1	800	0,04											
	3,3	31,8	1000	1300	0,77			102		1212	143					
	4,2	39,6	10000	1900	4,15											
1500	2,1	19,8	1	800	0,06											
	3,3	31,8	1000	1300	1,08		1400	106	22	1262	193					
	4,2	39,6	10000	1900	5,67											
1600	2,1	19,8	1	800	0,09											
	3,3	31,8	1000	1300	1,42	60				114	1376	110	150	80	90	13
	4,2	39,6	10000	1900	7,85											
1700	2,1	19,8	1	800	0,12		1600		25							
	3,3	31,8	1000	1300	2,2			120		1426	224					
	4,2	39,6	10000	1900	11,1											

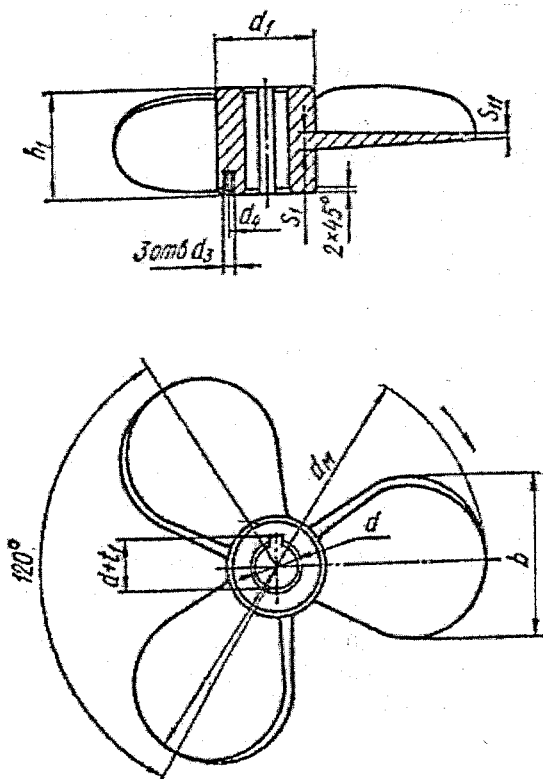


Рисунок Г.7 — Перемішувальні пристрої пропелерні (за МН 5874-66)

Таблиця Г.7 — Перемішувальні пристрої пропелерні (за МН 5874-66)

d_m	Кутова швидкість		Параметри середовища		Питома потужність, кВт	Розміри в мм							
	Рад/сек	Об/хв	Коефіцієнт динамічної в'язкості	Густина, кг/м ³		d	h ₁	d ₁	b	S ₁	S ₁₁	d ₄	d ₃
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
300	28,2	270	1	800	0,04	32	70	70	125,5	8	3,8	50	M6
	66,2	630	4000	1300	1,21								
	105	100	100	1900	6,05								
		2											

Продовження таблиці Г.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
400	28,2	270	1	800	0,17								
	52,1	499,8	4000	1300	4,09	40	90	70	160,	10,5	4	58	M6
	66,2	630	100	1900	6,3								
500	18,8	180	1	800	0,16								
	41,9	400	4000	1300	5,85	50	110	90	200	12,5	4,8	70	M8
	66,2	630	100	1900	17,2								
600	18,8	180	1	800	0,67								
	39,8	379	4000	1300	12,8	60	130	105	240	14,5	5,5	80	M8
	52,1	499,8	100	1900	23,2								
700	18,8	180	1	800	0,4								
	28,2	270	4000	1300	10,0	70	150	115	274	16,5	6,5	90	M8
	41,9	400	100	1900	27,0								
800	18,8	180	1	800	1,8								
	28,2	270	4000	1300	18,5	80	180	130	316	19	7	105	M10
	39,8	379	100	1900	45,0								
900	12,6	120	1	800	0,96								
	18,8	180	4000	1300	12,8	90	200	140	351	20,5	7,5	115	M10
	28,2	270	100	1900	21,1								
1000	12,6	120	1	800	1,6								
	18,8	180	4000	1300	13,0	100	220	155	392	20,5	8	128	M10
	28,2	270	100	1900	46,5								

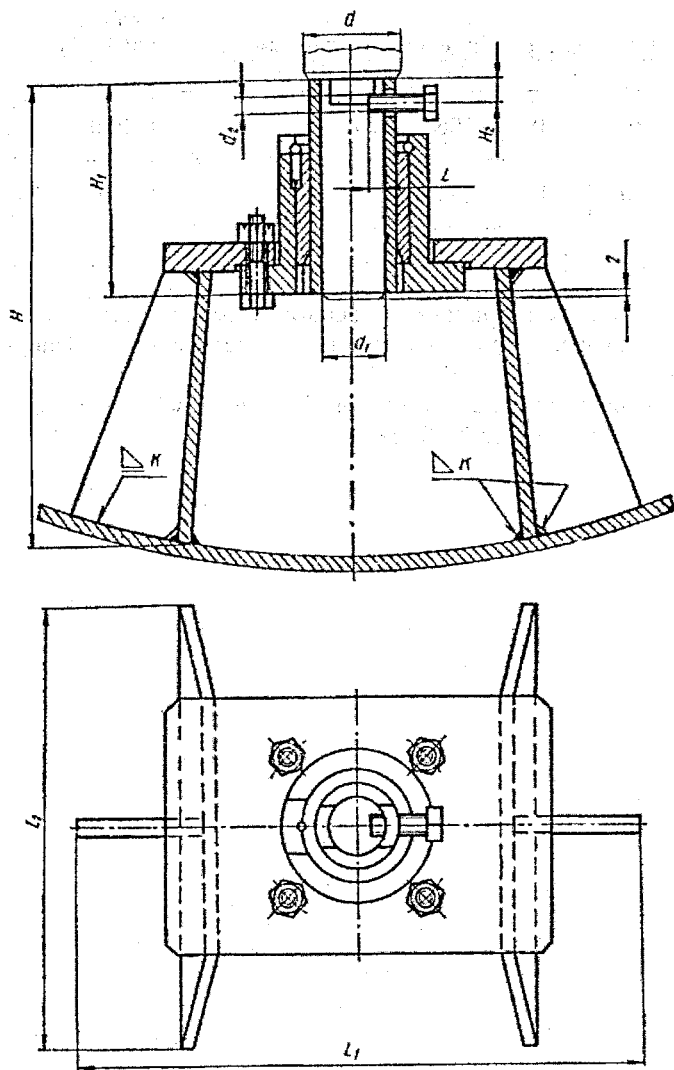


Рисунок Г.8 – Опори кінцеві внутрішні (за МН 5864-66)

Таблиця Г.8 — Опори кінцеві внутрішні, мм (за МН 5864-66)

d	d ₁	d ₂	H	H ₁	H ₂	L	L ₁	L ₂	k
$\frac{40}{50}$	30	M8	206	90	10	8	260	200	3
$\frac{65}{80}$	50	M8	253	110			320	250	4
$\frac{95}{100}$	80	M10	370	155	15	10	460	320	5

П р и м і т к а . Приклад умовного позначення опори кінцевої вала d=65 мм для апарата, виготовленого із вуглецевої сталі (1): Опора 65.1 МН 5864-66.

Т е ж для апарата, виготовленого із двохшарової сталі з корозійностійким шаром (2): Опора 65.2 МН 5864-66.

Навчальне видання

**Пішенін Володимир Олексійович
Пішеніна Надія Володимирівна**

Основи конструювання в теплоенергетиці

Навчальний посібник

Редактор В. Дружиніна

Коректор З. Поліщук

Оригінал-макет підготовлено В. Пішенінін

Підписано до друку 15.02.2010 р.

Формат 29,7х42¹/₄. Папір офсетний.

Гарнітура Times New Roman.

Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 5.4 .

Наклад 75 прим. Зам. № 2010-026

Вінницький національний технічний університет,
науково-методичний відділ ВНТУ.

21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,

ВНТУ, к. 2201.

Тел. (0432) 59-87-36.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-виданичному центрі.

21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,

ВНТУ, ГНК, к. 114.

Тел. (0432) 59-85-32.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.