

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Механіка і проектування машин»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсової роботи з дисципліни

«ДЕТАЛІ МАШИН І ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ»

Харків - 2022

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри механіки і проектування машин 25 листопада 2021 р., протокол № 6.

Укладачі:
доценти В.В. Захарченко,
О.В. Надтока,
А.В. Павшенко

Рецензент
доц. О.А. Логвіненко

ЗМІСТ

стор.

<i>Вступ</i>	4
<i>1 Кінематичний та енергетичний розрахунок приводу</i>	6
<i>2 Розрахунки передач</i>	10
2.1 Особливості розрахунку передач співвісних циліндричних редукторів	10
<i>3 Розробка ескізного креслення (компонування) редуктора</i>	10
<i>4 Перевірочний розрахунок валів</i>	14
<i>5 Розрахунок підшипників</i>	17
<i>6 Розрахунок шпонок редуктора</i>	19
<i>7 Вибір муфт</i>	20
<i>8 Описання системи змащення</i>	21
<i>9 Основні вимоги до оформлення курсової роботи</i>	23
9.1 Загальні вимоги до оформлення пояснювальної записки.....	23
9.2 Вимоги до викладання тексту	24
9.3 Оформлення ілюстрацій і додатків	25
9.4 Побудування таблиць	26
9.5 Вимоги до оформлення титульного листа.....	27
9.6 Правила виконання специфікацій виробів.....	27
9.7 Оформлення графічних креслень роботи.....	29
<i>Список літератури</i>	31
<i>Додатки</i>	32
Додаток А.....	32
Додаток Б.....	34
Додаток В.....	35
Додаток Г.....	44
Додаток Д.....	55
Додаток Е.....	61
Додаток Ж.....	68
Додаток З.....	69

ВСТУП

Виконання курсової роботи з дисципліни «Деталі машин і основи конструювання» є першою самостійною конструкторською роботою здобувача вищої освіти. В процесі його виконання закріплюються отримані теоретичні знання, розвиваються вміння використовувати на практиці відомості з попередніх дисциплін, прививаються навички роботи з довідниковою літературою, стандартами.

Проектування і конструювання приводу робочої машини допомагає розвитку технічної думки здобувача вищої освіти та надбанню їм навиків в таких питаннях, як визначення розмірів і конструктивних форм деталей, компонування окремих вузлів з урахуванням складання, транспортування та ремонту конструкції.

При вирішуванні окремих питань у здобувачів вищої освіти без достатнього досвіду часто виникають питання про послідовність виконання курсового проекту, обсягу та порядку виконання графічної частини.

З метою надання здобувачам вищої освіти методичної допомоги в рішенні цих та інших питань дані методичні рекомендації складено в послідовності виконання окремих етапів курсового проекту.

Завданням на курсову роботу є розробка приводів конвеєра, механізмів підйому різного призначення і типів кранів, механізмів переміщення вантажних візків і кранів, вантажних лебідок та ін.

Завдання на курсову роботу може включати також розрахунки і конструювання агрегатів і вузлів машин галузі транспорту, де будуть працювати майбутні спеціалісти.

В завданні можуть бути поставлені питання для науково-дослідних робіт здобувачів вищої освіти у вигляді розробки вузлів нової техніки, співставлення різних конструктивних варіантів та ін.

Передбачено також розширення тематики курсового проектування на замовлення виробництва з розробки засобів механізації виробничих процесів в депо та на ремонтних заводах.

Типове завдання на курсову роботу передбачає:

а) складання розрахунково-пояснювальної записки, що містить опис механізму приводу робочої машини, його кінематичну схему; визначення потужності двигуна та його вибір; кінематичний та енергетичний розрахунок приводу; розрахунки передач, з яких складається привод; розробку конструкції та перевірювальний розрахунок валів; вибір підшипників, з'єднувальних муфт та вирішення інших питань, що встановлені завданням;

б) розробку ескізного креслення редуктора, складального креслення редуктора з технічною характеристикою і специфікацією до нього, склада-

льного креслення приводу з технічною характеристикою і специфікацією до нього;

При виконанні курсової роботи необхідно враховувати, що розрахунки і розробка креслень виконується паралельно, оскільки деякі розміри, що потрібні для розрахунків, можливо отримати тільки з креслень.

Варіанти завдань на курсову роботу наведено в додатку А.

Для здобувачів вищої освіти денної форми навчання завдання видаються викладачем.

Здобувачі вищої освіти заочної форми навчання обирають завдання самостійно за номером студентського квитка. За останньою цифрою номер схеми, за передостанньою – номер таблиці, за третьою з кінця – варіант.

Приклад: номер студентського квитка 2011-Лс-207

7 – схема №7; 0 – таблиця 0; 2 – варіант 2.

1 Кінематичний та енергетичний розрахунок приводу

Потрібна потужність двигуна приводу, кВт {2}

$$P = \frac{F_t \cdot V}{1000\eta}, \quad (1.1)$$

де F_t – колова сила, Н;

V – колова швидкість, м/с;

η – коефіцієнт корисної дії приводу

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \dots \eta_n, \quad (1.2)$$

де η_n – ККД елемента приводу з урахуванням втрат в підшипниках (по таблиці Б1).

Частота обертання барабана, хв⁻¹

$$n_{\delta} = \frac{60 \cdot 1000V}{\pi D_{\delta}}, \quad (1.3)$$

де D_{δ} – діаметр барабана, мм.

Попередня частота обертання двигуна, хв⁻¹

$$n'_{\delta} = n_{\delta} \cdot u', \quad (1.4)$$

де u' – попереднє передаточне число приводу

$$u' = u'_1 \cdot u'_2 \cdot u'_3 \dots u'_n, \quad (1.5)$$

де u'_n – попереднє передаточне число елемента приводу (по таблиці Б2 і Б3)

Двигун обирається (по додатку В) такий, що має найближчу більшу потужність P_{δ} (допустиме перевантаження 5...6 %) і найближчу частоту обертання n_{δ} .

Дійсне передаточне відношення приводу

$$u = \frac{n_{\delta}}{n_{\delta}'}. \quad (1.6)$$

Дійсне передаточне відношення пасової $u_{нас}$ або ланцюгової u_l передачі

$$u_{нас} = u_l = \frac{u}{u_p}. \quad (1.7)$$

Потужність на валах приводу, кВт
для схем № 1, 2, 6, 0

$$P_{II} = P_I \cdot \eta_m; \quad (1.8)$$

де P_I – потужність на валу електродвигуна;

P_{II} – потужність на вхідному валу редуктора;

η_m – ККД муфти;

$$P_{III} = P_{II} \cdot \eta_1;$$

де P_{III} – потужність на проміжному валу редуктора;
 η_1 – ККД швидкохідного ступеня редуктора;

$$P_{IV} = P_{III} \cdot \eta_2;$$

де P_{IV} – потужність на вихідному валу редуктора;
 η_2 – ККД тихохідного ступеня редуктора;

$$P_V = P_{IV} \cdot \eta_n;$$

де P_V – потужність на валу барабану;
 η_n – ККД ланцюгової передачі;

для схем № 3, 4, 7, 9

$$P_{II} = P_I \cdot \eta_n;$$

де P_I – потужність на валу електродвигуна;
 P_{II} – потужність на вхідному валу редуктора;
 η_n – ККД пасової передачі;

$$P_{III} = P_{II} \cdot \eta_1;$$

де P_{III} – потужність на проміжному валу редуктора;
 η_1 – ККД швидкохідного ступеня редуктора;

$$P_{IV} = P_{III} \cdot \eta_2;$$

де P_{IV} – потужність на вихідному валу редуктора;
 η_2 – ККД тихохідного ступеня редуктора;

$$P_V = P_{IV} \cdot \eta_m;$$

де P_V – потужність на валу барабану;
 η_m – ККД муфти;

для схем № 5, 8

$$P_{II} = P_I \cdot \eta_n;$$

де P_I – потужність на валу електродвигуна;
 P_{II} – потужність на вхідному валу редуктора;
 η_n – ККД пасової передачі;

$$P_{III} = P_{II} \cdot \eta_4;$$

де P_{III} – потужність на вихідному валу редуктора;
 η_4 – ККД черв'ячного редуктора;

$$P_{IV} = P_{III} \cdot \eta_n;$$

де P_{IV} – потужність на валу барабану;
 η_n – ККД ланцюгової передачі;

Частота обертання валів, хв^{-1}
для схем № 1, 2, 6, 0

$$n_{II} = n_I,$$

де n_I – частота обертання вала електродвигуна;
 n_{II} – частота обертання вхідного валу редуктора;

$$n_{III} = \frac{n_{II}}{u_1}, \quad (1.9)$$

де n_{III} – частота обертання проміжного валу редуктора;
 u_1 – передаточне число швидкохідного ступеня редуктора.

$$n_{IV} = \frac{n_{III}}{u_2},$$

де n_{IV} – частота обертання вихідного валу редуктора;
 u_2 – передаточне число тихохідного ступеня редуктора.

$$n_V = \frac{n_{IV}}{u_n},$$

де n_V – частота обертання валу барабану;
 u_n – передаточне число ланцюгової передачі.

для схем № 3, 4, 7, 9

$$n_{II} = \frac{n_I}{u_n},$$

де n_I – частота обертання вала електродвигуна;
 n_{II} – частота обертання вхідного валу редуктора;
 u_n – передаточне число пасової передачі.

$$n_{III} = \frac{n_{II}}{u_1},$$

де n_{III} – частота обертання проміжного валу редуктора;
 u_1 – передаточне число швидкохідного ступеня редуктора.

$$n_{IV} = \frac{n_{III}}{u_2},$$

де n_{IV} – частота обертання вихідного валу редуктора;
 u_2 – передаточне число тихохідного ступеня редуктора.

$$n_V = n_{IV},$$

де n_V – частота обертання валу барабану;

для схем № 5, 8

$$n_{II} = \frac{n_I}{u_n},$$

де n_I – частота обертання вала електродвигуна;
 n_{II} – частота обертання вхідного вала редуктора;
 u_n – передаточне число пасової передачі.

$$n_{III} = \frac{n_{II}}{u_{\text{ч}}},$$

де n_{III} – частота обертання проміжного вала редуктора;
 $u_{\text{ч}}$ – передаточне число черв'ячного редуктора.

$$n_{IV} = \frac{n_{III}}{u_{\text{л}}},$$

де n_{IV} – частота обертання вихідного вала редуктора;
 $u_{\text{л}}$ – передаточне число ланцюгової передачі.

$$n_V = n_{IV},$$

де n_V – частота обертання вала барабану;

Крутні моменти на валах, Н·м

$$T = 9550 \frac{P}{n}, \quad (1.10)$$

де P – потужність на валу в кВт,
 n – частота обертання вала, хв⁻¹.

Результати кінематичного і енергетичного розрахунку приводу рекомендується звести в таблицю 1.

Таблиця 1 – Результати кінематичного і енергетичного розрахунку приводу

Вал	Потужність, кВт	Крутний момент, Нм	Частота обертання, хв. ⁻¹	Передаточне число	ККД
<i>I</i>	P_I	T_I	n_I	$(u_{nac})^*$	$\eta_m (\eta_{nac})$
<i>II</i>	P_{II}	T_{II}	n_{II}	u_1	η_1
<i>III</i>	P_{III}	T_{III}	n_{III}	u_2	η_2
<i>IV</i>	P_{IV}	T_{IV}	n_{IV}	$(u_{\text{л}})^*$	$\eta_{\text{л}} (\eta_m)$
<i>V</i>	P_V	T_V	n_V		

* – в залежності від схеми приводу.

2 Розрахунки передач

Розрахунки редукторних, пасової та ланцюгової передачі виконуються за допомогою рекомендацій, наведених в [12].

2.1 Особливості розрахунку передач співвісних циліндричних редукторів

Розрахунок передач співвісного циліндричного редуктора починають з другого, тихохідного ступеня. Оскільки редуктор співвісний, міжосьову відстань першого, швидкохідного ступеня приймають рівною міжосьовій відстані другого ступеня без розрахунку

$$a_1 = a_2. \quad (2.1)$$

В такому випадку перший, швидкохідний ступінь є недовантаженим. З урахуванням цього, приймають коефіцієнт $\psi_{ba} = 0,15 \dots 0,25$. Далі визначаються всі геометричні параметри першого ступеня за тією ж методикою, що використовувалась для визначення параметрів другого ступеня. Корегування ширини зубчастого вінця колеса b першого ступеня не виконується для збереження жорсткості.

3 Розробка ескізного креслення (компонування) редуктора

Основні етапи компоновки редуктора: конструювання валів і сполучень їх з насадженими деталями; вибір підшипників кочення і конструювання підшипникових вузлів; визначення розмірів корпусу; остаточне оформлення компоновального креслення (на міліметрівці); вибір допоміжних деталей і елементів (шпонки, шліці, болти, штифти) та їх перевірочні розрахунки.

В циліндричних редукторах для компенсації неточностей монтажу шестерні виконують ширше вінця колеса на 5-10 мм.

Компонувальне креслення двохступінчастого циліндричного редуктора показано на рисунку В1. Розміри для компоновальних креслень редукторів наведено в таблиці В1. Співвідношення між основними розмірами корпусу редуктора наведено на рисунку В2 та в таблиці В2.

В швидкохідному ступені редуктора при відносно невеликих коефіцієнтах ψ_{ba} ширина колеса може бути меншим орієнтовного діаметра вала, на якому це колесо посаджено. У цьому випадку довжину маточини приймають $1 \dots 1,2$ діаметра вала, а розміри e_1, e_2 відкладають від торців маточини.

Оскільки на даному етапі розрахунку відстані між опорами валів невідомі, орієнтовно діаметр вала в небезпечному перерізі визначається з умов міцності при крученні при знижених допустимих напруженнях, м:

$$d = 3 \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau]}}, \quad (3.1)$$

де T – обертовий момент, Н·м;

$[\tau]$ – допустимі напруження при крученні, для редукторних валів $[\tau]=15\dots20$ МПа. Менші значення для швидкохідних валів, більші – для тихохідних.

Якщо вхідний вал редуктора зв'язаний з двигуном, для цього вала з врахуванням результатів розрахунків приймають

$$d = (0,8\dots1,2)d_e, \quad (3.2)$$

де d_e – діаметр вала електродвигуна.

Раціонально прийняти $d = d_e$, що полегшує виготовлення та монтаж муфт.

Загальні принципи компоновки валів і підшипникових вузлів однакові для всіх редукторів. Тому далі описано компоновку найбільш поширених циліндричних редукторів. Для інших редукторів вказані основні відмінності.

Якщо дозволяє компоновка приводу, шестерню швидкохідного ступеня слід розташовувати з боку, що віддалений від консольної частини вала. Таке розташування поліпшує розподіл навантаження по ширині вінця швидкохідного ступеня.

В циліндричних прямозубих і косозубих редукторах вали зазвичай встановлюють на кулькових радіальних підшипниках (таблиця В3). Попередньо внутрішній діаметр підшипника обирається по округленому до числа, кратного 5 мм, діаметру цапфи d . Для ведучого та проміжного валів можна приймати підшипники середньої серії, для вихідного вала – легкої серії.

На компоновці (рисунок В1) визначають відстань між опорами l_1 і координати розташування зубчатих коліс відносно опор a , c . Одночасно перевіряють

- занурення коліс у мастило;
- розмір зазору e_3 між колесом швидкохідного ступеня і вихідним валом за умовою $e_3 \geq (1,5\dots2)\delta$;
- можливість розміщення між бобишками під підшипник болтів, що стягують корпус і кришку редуктора.

Конструкція валів і правильність вибору підшипників уточнюється після їх перевірку вальних розрахунків.

Конструкції кришки підшипника на гвинтах мають перевагу перед конструкціями з врізаними кришками.

Зубчасті колеса змащуються зануренням у мастильну ванну. Відстань від кола вершин найбільшого колеса до днища корпусу приймається $(5...10)t$ колеса, щоб продукти зносу не збовтувались, а відстоювались. Для повного зливу мастила днище виконується з ухилом в сторону мастилоспускного отвору, біля якого при виготовленні робиться поглиблення для виходу ріжучого інструменту. В корпусі має бути передбачено отвір під мастилопоказчик.

Болти, що стягують корпус у бобишок під підшипники, ставлять на приливах, що дозволяє наблизити болти до отворів під підшипники і роблять з'єднання більш жорстким і герметичним.

Отвори під підшипники одного вала виконують одного діаметру. Прокладки між корпусом і кришкою редуктора не допускаються, оскільки вони можуть створювати неправильність форми отворів. При монтажу редуктора поверхні стиків змащують герметиком. Для відриву кришки при демонтажу на одному з фланців встановлюють відривний болт, що впирається в інший фланець. Кришку і корпус фіксують друг відносно друга за допомогою штифтів, встановлених несиметричне на фланцях.

В кришці корпусу виконують отвір для огляду зачеплення та заливки мастила. Отвір закривається кришкою на гвинтах. Віддушину, що з'єднує внутрішню порожнину редуктора з атмосферою, частини усього ставлять на цій кришці.

Для підйому редуктора в кришку корпусу вгвинчують вантажні болти (рим-болти). Часто рим-болти замінюють провусинами або захватами.

В конічно-циліндричному редукторі (рисунок В3) вісь конічної шестерні розташовують в площині симетрії корпусу. Найбільш поширена схема встановлення конічної шестерні – на консолі вала, змонтованого на двох радіально-упорних підшипниках. При помірних швидкостях застосовують роликові конічні підшипники (таблиця Д3), а в швидкохідних редукторах – кулькові радіально-упорні (таблиця Д2). Відстань між підшипниками приймають $(2,5...3,5)$ діаметра вала. Проміжний вал конічно-циліндричного редуктора встановлюють на роликових конічних підшипниках. Вихідний вал при відсутності значних осьових навантажень може бути встановлено на кулькових радіальних підшипниках.

Компоновку **черв'ячного редуктора** (рисунки В4, В5) починають з вибору підшипників черв'яка і оформлення підшипникових вузлів. Попередньо ці підшипники обираються середньої серії з внутрішнім діаметром приблизно рівним діаметру западин черв'яка. Діаметр отвору під зовнішнє

кільце підшипника має бути більшим, ніж діаметр вершин черв'яка, для забезпечення його монтажу в корпус редуктора.

Відстань між опорами

$$l = (0.8...1)d_2, \quad (3.3)$$

де d_2 - діаметр ділительного кола черв'ячного колеса.

Підшипники обирають конічні роликові радіально-упорні середньої серії.

Колесо, як правило, встановлюють на двох роликових конічних радіально-упорних підшипниках (таблиця Д3). Підшипник заглиблюють на 8...12 мм в глибину розточки.

В **черв'ячно-циліндричному редукторі** опори черв'яка конструюють так, як і в черв'ячному редукторі. Проміжний вал редуктора встановлюють на радіально-упорних підшипниках (таблиця В4). Інші правила компоновки редуктора ті самі, що для інших редукторів.

4 Перевірочний розрахунок валів

Вихідні дані T – крутний момент валу, Н·м;
 F_t, F_r, F_a – сили в зачепленні (з розрахунку зубчастої передачі);
 F_l – навантаження від ланцюгової передачі,
 $F_M = 250\sqrt{T}$ – навантаження від муфти;
 d – діаметр валу (з компоновального креслення редуктора).

4.1 Матеріал, термообробка валу, значення межі міцності σ_B і пластичності σ_T (по таблиці Г1).

4.2 Побудова розрахункової схеми, визначення лінійних розмірів a, b, c (по рисунку Г1).

4.3 Визначення опорних реакцій R_A і R_B з умов рівноваги, побудова епюр згинальних M та крутних моментів T (використовуючи методи опору матеріалів з урахуванням, що вал зазнає складний опір – згин в двох площинах з крученням).

4.4 Визначення небезпечних перерізів.

4.5 Напруження згинання σ , МПа {1}

$$\sigma_{зг} = \frac{M}{W_z} = \frac{M}{0,1d^3}. \quad (4.1)$$

4.6 Напруження кручення τ , МПа {1}

$$\tau = \frac{M}{W_\rho} = \frac{M}{0,2d^3}. \quad (4.2)$$

4.7 Межа витривалості при згині σ_{-1} і при крученні τ_{-1} (по таблиці Г1).

4.8 Ефективні коефіцієнти концентрації напружень при згині K_σ та при крученні K_τ {2} (по таблиці Г2).

4.9 Масштабний фактор K_d {2} (по рисунку Г2).

4.10 Фактор шорсткості поверхні K_F {2} (по рисунку Г2).

4.11 Коефіцієнти, які корегують вплив циклу напружень на опір втоми ψ_σ і ψ_τ {2} (по таблиці Г1).

4.12 Амплітуда циклу напружень при згині (змінна складова симетричного циклу) σ_a , МПа {1}

$$\sigma_a = \sigma_{32}.$$

4.13 Середнє напруження циклу при згині (постійна складова симетричного циклу) σ_m , МПа {1}

$$\sigma_m = 0.$$

4.14 Амплітуда циклу напружень при крученні (змінна складова віднульового циклу) τ_a [МПа] {1}

$$\tau_a = \frac{\tau}{2}.$$

4.15 Середнє напруження циклу при крученні (постійна складова віднульового циклу) τ_m , МПа {1}

$$\tau_m = \frac{\tau}{2}.$$

4.16 Запас опору втоми при згині s_σ {2}

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{\sigma_a K_\sigma}{K_d K_F} + \psi_\sigma \sigma_m}. \quad (4.3)$$

4.17 Запас опору втоми при крученні s_τ {2}

$$s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{\tau_a K_\tau}{K_d K_F} + \psi_\tau \tau_m}. \quad (4.4)$$

4.18 Запас опору втоми валу s {2}

$$s = \frac{s_\sigma \cdot s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} \geq [s] \approx 1,5. \quad (4.5)$$

4.19 Осьовий момент інерції площі поперечного перерізу валу в небезпечному перерізі J , мм⁴ {1}

$$J = \frac{\pi d^4}{64}. \quad (4.6)$$

4.20 Прогин валу у вертикальній площині від сили F_r , мм {3} (по таблиці Г3).

$$y_e = \frac{F_r a^2 b^2}{3EJ}. \quad (4.7)$$

4.21 Прогин валу в горизонтальній площині від сил F_t і F_l (F_m), мм {3} (по таблиці Г3).

$$y_z = \frac{F_t a^2 b^2}{3EJ} + \frac{F_{l(m)} c a (l^2 - a^2)}{6EJ}. \quad (4.7)$$

4.23 Допустимий прогин $[y]$, мм {3}

$$[y] = 0,01m, \quad (4.8)$$

де m – модуль передачі.

4.23 Сумарний прогин y , мм {4}

$$y = \sqrt{y_e^2 + y_z^2} \leq [y]. \quad (4.9)$$

5 Розрахунок підшипників

Вихідні дані n – частота обертання валу, хв^{-1} ;
 d – діаметр валу під підшипником;
 L_h – ресурс, г;
 режим навантаження;
 $R_{A\beta}, R_{A\alpha}, R_{B\beta}, R_{B\alpha}$ – опорні реакції;
 F_a – осьове навантаження;
 умовне позначення підшипника.

5.1 Динамічна вантажопідйомність підшипника C [Н] {0} (по таблицях Д1, Д2, Д3).

5.2 Статична вантажопідйомність підшипника C_0 [Н] {0} (по таблицях Д1, Д2, Д3).

5.3 Радіальні навантаження на підшипник F_{r1} і F_{r2} [Н] {1}

$$F_r = \sqrt{R_1^2 + R_2^2}.$$

5.4 Відношення $\frac{F_a}{C_0}$ {4}.

5.5 Параметр осьового навантаження e {2} (по таблиці Д4).

Для радіальних підшипників

(розрахунок провидимо для більш навантаженої опори)

5.6.1 Коефіцієнт обертання V {1} (по таблиці Д4).

5.6.2 Відношення $\frac{F_a}{VF_r}$ {1}.

5.6.3 Коефіцієнт радіального X і осьового Y навантаження {2} (по таблиці Д5).

Для радіально-упорних підшипників

5.6.1 Внутрішні сили S_1 і S_2 [Н] {1}

$$S = 0,83eF_r.$$

5.6.2 Осьові навантаження F_{a1} і F_{a2} [Н] {1}

$$F_{a1} = S_1$$

$$F_{a2} = S_1 + F_a$$

Перевіряємо умови $F_{a1} \geq S_1$ і $F_{a2} \geq S_2$. При невиконанні умови приймаємо

$$F_{a2} = S_2$$

$$F_{a1} = S_2 - F_a$$

5.6.3 Відношення $\frac{F_{a1}}{VF_{r1}}$ і

$$\frac{F_{a2}}{VF_{r2}} \{1\}$$

5.6.7 Коефіцієнти радіально-го X і осьового Y навантаження $\{2\}$ (по таблицям Д2 і Д3 в залежності від типу підшипника).

5.7 Коефіцієнт безпеки K_{σ} $\{2\}$ (по таблиці Д6).

5.8 Температурний коефіцієнт K_T $\{2\}$ (по таблиці Д7).

5.9 Еквівалентне навантаження P_r [Н] $\{1\}$

$$P_r = (XVF_r + YF_a)K_bK_T$$

(Для радіально-упорних підшипників вибираємо найбільше з P_{r1} і P_{r2})

5.10 Коефіцієнт режиму роботи K_{HE} $\{2\}$ (по таблиці Д8).

5.11 Еквівалентна довговічність L_{hE} [Г] $\{0\}$

$$L_{hE} = K_{HE}L_h.$$

5.12 Ресурс підшипника L_E [млн. об.] $\{0\}$

$$L = 60 \cdot 10^{-6} \cdot n \cdot L_{hE}.$$

5.13 Коефіцієнт надійності a_1 (по таблиці Д9).

5.14 Загальний коефіцієнт впливу якості метала і умов експлуатації a_2 (по таблиці Д10).

5.15 Потрібна динамічна вантажопідйомність C_p [Н] $\{0\}$

$$C_p = P_r p \sqrt{\frac{L_E}{a_1 a_2}} \leq C.$$

де $p=3$ – для кулькових підшипників;

$p=3,33$ – для роликів підшипників

5.16 Коефіцієнти радіального X_0 і осьового Y_0 навантажень (по таблиці Д11).

5.17 Еквівалентне статичне навантаження P_0 при двократному перевантаженню [Н] $\{1\}$

$$P_0 = 2(X_0F_r + Y_0F_a) \leq C_0.$$

6 Розрахунок шпонок редуктора

6.1 Вихідні дані: d – діаметр валу в місці розташування шпонки;
 T – крутний момент на валу.

6.2 Для закріплення на валах деталей обертання в редукторах загального призначення використовують стандартні призматичні шпонки (по таблиці Г4).

6.3 Ширина шпонки b і висота шпонки h (по таблиці Г4).

6.4 Допустимі напруження матеріалу шпонки на зминання (по таблиці Г5).

6.5 Потрібна довжина шпонки $l_{номр} \{1\}$

$$l = \frac{4T}{hd[\sigma_{см}]}$$

6.6 Стандартна довжина шпонки [мм] (по таблиці Г4).

7 Вибір муфт

7.1 Вихідні дані: T – крутний момент на валу.

7.2 У більшості приводних пристроїв муфта може розташовуватись у двох місцях.

У першому випадку муфта з'єднує двигун та редуктор. При встановленні двигуна та редуктора на загальній рамі відхилення від співвісності валів порівняно невелике. Тому від муфти не вимагається високих компенсуючих властивостей. Через те, що ця муфта з'єднує швидкохідні вали, то з метою зменшення динамічних навантажень вона повинна мати малий момент інерції та пружні властивості. Цим вимогам відповідають муфти з гумовими пружними елементами: МУВП (таблиця Е1), з гумовою зірочкою (таблиця Е2), з тороподібною оболонкою (таблиця Е3).

В другому випадку муфта з'єднує редуктор і виконавчий механізм (барабан). У цьому випадку вали мають невелику швидкість обертання. До муфти можна не ставити дуже великі вимоги у відношенні малого моменту інерції. В якості муфт, які з'єднують редуктор і барабан, що встановлені на загальній рамі, можна застосовувати втулкову (таблиця Е4) чи фланцеву (таблиця Е5) муфту. Часто виконавчий механізм і привод не розташовують на загальній рамі і тому від цієї муфти вимагаються порівняно високі компенсуючі властивості. Цим вимогам відповідають муфти кулачково-дискові (таблиця Е6) і зубчасті (таблиця Е7).

Основною паспортною характеристикою муфти є значення крутного моменту, на передачу якого вона розрахована.

7.3 Коефіцієнт динамічності навантаження $k = 1,25 \dots 1,5$.

7.4 Розрахунковий крутний момент муфти [Н·мм] {0}

$$T_m = k \cdot T.$$

7.5 Тип муфти (по таблицях).

7.6 Паспортний крутний момент T_n [Н·мм] {0}

7.7 Перевіряємо умову

$$T_m \leq T_n.$$

При невиконанні умови змінити тип муфти.

7.7 Приклад умовного позначення муфт наведено на рисунку Е1.

8 Описання системи змащення

8.1 Змащення зубчастих і черв'ячних коліс.

Вихідні дані: V – колова швидкість тихохідного колеса,
параметри передач.

8.1.1 Для змащення редукторних передач при колових швидкостях $V = 0,3 \dots 12,5 \text{ м/с}$ доцільно застосовувати картерне змащення, при якому в корпус редуктора заливають мастило таким чином, щоб венці коліс були занурені.

У двохступінчастих редукторах при коловій швидкості $V \geq 1 \text{ м/с}$ достатньо занурювати в мастило тільки колесо тихохідного ступеня, при коловій швидкості $V < 1 \text{ м/с}$ в мастило повинні бути занурені колеса обох ступенів.

В співвісних редукторах при розташуванні валів у горизонтальній площині в мастило занурюють колеса обох ступенів.

В кінечно-циліндричних редукторах в мастильну ванну повинні бути повністю занурені зубці кінцевого колеса.

В черв'ячних редукторах для зменшення тепловиділення та втрат потужності рівень мастила з цього разі для змащення на черв'яку встановлюють розбризкувачі.

8.1.2 Для зменшення опору руху та аерації мастила глибина занурення колеса швидкохідного ступеня не повинна перевищувати висоти зубця h . Для коліс тихохідного ступеня занурення коліс не повинно перевищувати $\frac{1}{3}d$.

Глибина занурення h_m , мм {0}

$$m \leq h_m \leq 0,25d_2,$$

де m – модуль зачеплення;

d_2 – діаметр колеса.

для деталей черв'ячного редуктора

$$h_m = (0,1 \dots 0,5)d_1,$$

де d_1 – діаметр черв'яка.

8.1.3 Рекомендована в'язкість мастила $\mu \cdot \text{м}^2/\text{с}$ {0} (по таблицях Ж1, Ж2).

8.1.4 Сорт мастила (по таблиці Ж3).

8.2 Змащення підшипників.

При швидкостях коліс швидкохідного ступеня $V \geq 5 \text{ м/с}$ підшипники змащуються розбризкуванням і їх встановлюють так, щоб внутрішні торці

знаходились в глибині посадочного отвору в 3...5 мм від внутрішньої поверхні стінки редуктора, а при $3 \leq V \leq 5$ м/с для полегшення забризкування змазки всередину підшипника – урівень зі стінкою. При $V < 3$ м/с підшипники змащують консистентною змазкою і встановлюють на відстані $e \approx \delta$, що необхідно для встановлення ущільненого кільця.

9 Основні вимоги до оформлення курсової роботи

9.1 Загальні вимоги до оформлення пояснювальної записки

Пояснювальна записка (ПЗ) виконується на писальних аркушах паперу формату А4 машинописом або прописом, бажано чорним чорнилом (пастою).

ПЗ складається з титульного листа, завдання на виконання роботи, змісту, вступу та змістовних розділів, списку вжитих джерел, додатків.

ПЗ підрозділяють на розділи та підрозділи. Розділи повинні мати порядкові номери в межах всієї записки.

Кожний розділ бажано починати з нового листа. Підрозділи повинні мати порядкові номери в межах кожного розділу. В кінці номера крапка не ставиться, заголовок чи текст починається після пробілу.

Зміст ПЗ при необхідності розбивають на пункти, а пункти на підпункти. Номер пункту повинен складатись з номера розділу та підрозділу, розділених крапкою. В кінці пункту крапка не ставиться.

Найменування розділів та підрозділів виносяться до змісту ПЗ. Найменування розділів повинні бути короткими, відповідати змісту та записуватись у вигляді заголовка з червоного рядка. Переноси слів у заголовках не припустимі. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Найменування записують у вигляді заголовків малими літерами, окрім першої великої.

Наприклад

1 Розрахунок на міцність деталей редуктора

1.1 Розрахунок вала

1.1.1 Статична міцність вала

1.1.2 Перевірка вала на витривалість

.....

Відстань між заголовком і наступним текстом чи заголовками розділу і підрозділу повинна бути не менше 10 мм. Відстань від рамки до межі тексту рекомендується залишати не менше 3 мм з початку чи в кінці рядка. Відстань від верхнього до нижнього рядка тексту до верхньої чи нижньої внутрішньої рамки повинна бути не менше 10 мм.

В кінці ПЗ належить наводити список вжитих джерел.

При посиланні в тексті на джерела вказують в квадратних дужках номер, під яким воно значиться в списку. Джерела в списку розташовують по мірі використання їх в тексті ПЗ.

У переліку використані джерела вказують таким чином:

- для книжок – прізвище та ініціали авторів, найменування книжки, видавництво, рік видання;
- для журнальних статей – прізвище та ініціали автора, назва статті, назва журналу, рік видання, номер.

На першому листі змісту ПЗ використовується основний напис висотою 40 мм. На всіх наступних листах – 15 мм.

Приклад оформлення змісту наведено у додатку Ж1.

9.2 Вимоги до викладання тексту

Повне найменування проекту наводиться на титульному листі, в основному написі і при першому згадуванні в тексті. У подальшому в тексті допускається вживати скорочену назву проекту.

Викладання змісту проекту повинно бути коротким, чітким, виключаючи можливості суб'єктивного тлумачення. Термінологія та визначення повинні бути єдиними та відповідати встановленим стандартам, а при їх відсутності – загальноприйнятим у науково-технічній літературі нормам.

Скорочення слів у тексті припускаються відповідно до ГОСТ 7.12-93.

Умовні літерні позначення різних величин, а також умовні графічні позначення повинні відповідати Державним стандартам.

Значення символів і числових коефіцієнтів, які входять до формул, повинні бути наведені безпосередньо під формулою. Значення кожного символу подають з нового рядка і в тій же послідовності, в якій вони наведені у формулі. Перший рядок розшифрування повинен розпочинатися зі слова «де» без двокрапки.

Приклад:

Умови міцності по напруженням розтягування в стержні болта, МПа

$$\sigma = \frac{4F}{\pi d_1^2} \leq [\sigma], \quad (2.1)$$

де F – сила розтягування, Н;

d_1 – внутрішній діаметр різьби, $d_1=10$ мм;

$[\sigma]$ – допустимі напруження, $[\sigma]=100$ МПа.
Сила розтягування, Н

$$F = q \cdot l, \quad (2.2)$$

де q – питоме навантаження, $q = 10 \frac{Н}{мм}$;

l – довжина, $l = 100$ мм.

$$F = 10 \cdot 100 = 1000 \text{ Н}.$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 1000}{\pi \cdot 10^2} = 12,5 \text{ МПа} < [\sigma] = 100 \text{ МПа}.$$

Розмірність одного й того ж параметра в листах ПЗ бажано, щоб була постійною в одній з встановлених одиниць виміру.

Формули в тексті нумерують арабськими цифрами, номер ставлять з правого боку листа на рівні формули, в круглих дужках.

Нумерація формул повинна бути або наскрізною, або по розділах. Наприклад: (2), (15), або (3.12).

Посилання в тексті на номер формули подають в дужках, наприклад, «...у формулі (3)...».

При посиланні на стандарти і технічні умови вказують тільки позначення документа без його найменування, наприклад, «... відповідно до ГОСТ 2.105-95. ...».

9.3 Оформлення ілюстрацій і додатків

Усі ілюстрації нумеруються арабськими цифрами у межах всього документа або по розділах, наприклад: «Рисунок 15», або «Рисунок 3.6». Ілюстрації можуть мати тематичне найменування і при необхідності текст під рисунком. Наприклад: «Рисунок 3.6 – Кришка редуктора».

Ілюстративний матеріал, таблиці та текст допоміжного характеру припустимо подавати у вигляді додатка.

Додатки оформляються як продовження ПЗ на подальших її листах. Кожний додаток починають з нового листа або сторінки з розташуванням посередині слова «Додаток» з літерою, наприклад: «Додаток А», «Додаток Б».

Нумерація листів ПЗ та додатків, які входять до складу записки, повинна бути наскрізною.

Якщо у записці є додатки, то на них дають посилання в основному тексті документа, а у змісті перелік всіх додатків.

9.4 Побудування таблиць

Таблиці повинні бути пронумеровані арабськими цифрами в межах всієї записки або по розділах. Написи «Таблиця 1», «Таблиця 2», «Таблиця 2.3» або «Таблиця А.2», коли вона наведена у додатку А, тощо починають з великої літери і розміщують у верхньому куті над таблицею.

Назва таблиці, якщо вона є, повинна відображати її зміст, бути точною, короткою. Назву слід розташовувати над таблицею через риску після номера. Наприклад, «Таблиця 1.5 – Вихідні дані».

Заголовки стовпців і рядків починають з великої літери, а підзаголовки – з малої, якщо вони складають одне речення з заголовком, або з великої літери, якщо вони мають самостійне значення.

Заголовки записуються в однині. Діагональний розподіл головки таблиць не допускається. Висота рядків таблиці повинна бути не менше 8 мм. Горизонтальні та вертикальні лінії, які розділяють рядки таблиць, допускається не проводити, якщо їх відсутність не заважає користуванню таблицею. Головка таблиці повинна бути відділена лінією від подальшої частини таблиці.

При переносі таблиці після слів «Продовження таблиці» вказують порядковий номер таблиці, наприклад, «Продовження таблиці 2.12».

Якщо в кінці сторінки таблиця переривається і її продовження буде на наступній сторінці, в першій частині таблиці нижню горизонтальну лінію, що обмежує таблицю, не проводять.

Графу «№ п/п» в таблицю не включають. При необхідності нумерації порядкові номери вказують у графі перед їх найменуванням.

Одиниці вимірювання цифрових даних вказують у заголовку кожної графи.

Якщо текст у графі складається з одного слова і повторюється, допускається його заміна лапками.

Якщо текст складається з двох або більш слів і повторюється, то при першому повторі його замінюють словами «Те ж саме», а далі лапками.

Ставити лапки замість цифр, марок, знаків, математичних і хімічних символів, які повторюються, не допускається. Якщо цифрові чи інші дані в таблиці не наводяться, в графі ставлять прочерк.

Цифри в графах таблиць, як правило, розташовують за класами чисел по всій графі точно один під другим. Числові величини в одній графі повинні мати однакову кількість десяткових знаків.

Приклад заповнення таблиць наведено у додатку Ж2.

9.5 Вимоги до оформлення титульного листа

Титульний лист оформлюється за зразком (додаток Ж3).

Структура позначення виробу складається:

- з буквеного коду ПРМ – привод робочої машини,
- цифр, які позначають колову силу на барабані F_t , колова швидкість барабана V , діаметр барабана D .

Номер складальної одиниці має три цифри. Перша зліва цифра означає номери складальних одиниць, які входять до специфікованих виробів, які позначені першою цифрою; друга цифра позначає складальні одиниці, які входять до специфікованого виробу з позначкою 1, третьою цифрою позначаються складальні одиниці, які входять до специфікованих виробів, позначених першими двома цифрами. Порядкові номери деталей позначають трьома цифрами. Наприклад, для привода робочої машини з коловою силою $F_t = 5000H$, коловою швидкістю $V = 0,6 \frac{M}{c}$, діаметром барабану $D = 400mm$ деталь 32 розрахунково-пояснювальна записка має такі позначення:

ПРМ – 5000.06.04.000.000ПЗ.

Деталь 32, що входить до складу редуктора з шифром *ПРМ - 5000.06.04.100.000*, буде мати позначення

ПРМ - 5000.06.04.100.032.

9.6 Правила виконання специфікацій виробів

Специфікація є основним конструкторським документом, визначаючим склад складальної одиниці, комплексу та необхідна для виготовлення, комплектування конструкторських документів та планування запуску у виробництво виробів.

Специфікацію складають на окремих листах формату А4 на кожну складальну одиницю, комплекс, і комплект за формами 1 і 1а ГОСТ 2.106-96 з основним написом, встановленим ГОСТ 2.104-2006 (додаток Ж4). Графи основного напису специфікації заповнюють так само, як і в основному написі креслень і схем, із спрощенням при відповідності номерів граф, показаних у дужках.

Специфікація складається з розділів, розташованих у такій послідовності (додаток Ж5): документація; складальні одиниці; деталі; стандартні вироби; матеріали; комплекти. У розділ «Документація» вносять документи, які складають основний комплект конструкторських документів на складальну одиницю, окрім її специфікації.

Номенклатура документів і послідовність їх запису вказані у ГОСТ 2.102-96. Наявність того чи іншого документа в розділі «Документація» залежить від виробу, що проектується.

У розділ «Складальні одиниці» вносять складальні одиниці, які безпосередньо входять до специфікованих виробів. Запис складальних одиниць здійснюють у порядку зростання чисел, які входять до позначень.

У розділ «Деталі» вносять деталі, які безпосередньо входять до специфікованого виробу, у розділ «Стандартні вироби» – вироби, застосовані відповідно до категорій стандартів.

В межах кожної категорії стандартів запис здійснюють за однорідними групами, наприклад:

- вироби кріплення;
- вироби арматури;
- вироби різні;
- вироби електроустаткування.

Графи специфікацій заповнюють таким чином.

У графі «Формат» вказують позначки форматів документів. Якщо документ виконано на декількох листах форматів, то в графі проставляють «*», а в графі «Примітка» перелічують усі формати.

Для документів, записаних у розділах «Стандартні вироби», «Інші вироби» та «Матеріали», графу не заповнюють.

Для деталей, на які не випущені креслення, у графі вказують БК.

У графі «Зона» вказують позначені зони, в яких знаходиться номер позиції складальної одиниці, деталі, стандартних та інших виробів при розбивці поля креслення на зони по ГОСТ 2.104-2006. Зони позначають сполученням літер і цифр у відповідності з відмітками, які розділяють креслення, схему, наприклад: А₁, А₂, А₃, В₁, В₂, В₃ тощо. Розбивці поля креслення на зони підлягають найбільш складні креслення.

У графі «Поз.» – позиція – вказують порядкові номери: складальних одиниць, деталей, стандартних та інших виробів, матеріалів, які безпосере-

дньо входять до специфікованого виробу, у послідовності запису їх до специфікацій.

Нумерація починається з розділу, записаного після розділу «Документація» і «Комплекти» графу не заповнюють.

У графі «Позначення» вказують позначення документів. У специфікації позначення конструкторських документів можна не вказувати.

У графі «Найменування» вказують:

а) у розділі «Документація» – найменування документів, які входять до основного комплекту документів специфікованого виробу, наприклад «Складальне креслення», «Технічні умови» тощо;

б) у розділах «Специфікація», «Комплекси», «Складальні одиниці», «Деталі» і «Комплекти» – найменування виробів у відповідності з основним написом на основних конструкторських документах цих виробів. Для деталей, на які не випущені креслення, вказують найменування та матеріал, а також розміри, необхідні для виготовлення;

в) у розділі «Стандартні вироби» – найменування та позначення виробів відповідно до стандартів;

г) у розділі «Інші вироби» – найменування та умовні позначення виробів відповідно до документів на їх поставку з вказівкою позначень цих документів;

д) допускається не вказувати умовні позначення виробів і документів на їх поставку.

У графі «Кіл» – кількість – вказують: для складальних одиниць виробу, записаних до специфікації – кількість їх на один специфікований виріб.

У розділі «Матеріали» – загальну кількість матеріалів на один специфікований виріб із вказівкою одиниць виміру.

Допускається кількість матеріалу не вказувати.

У графі «Примітка» вказують додаткові відомості, які належать до специфікації виробів, матеріалів, документів, наприклад, для деталей, на які не випущені креслення. Приклад заповненої специфікації наведено у додатках Ж4, Ж5.

9.7 Оформлення графічних креслень роботи

Креслення виконують на аркушах паперу встановленого формату у відповідному масштабі. Кожний формат креслення має основний напис, форма і розміри якого повинні відповідати ГОСТ 2.106-96. На кожне крес-

лення загального виду та складальну одиницю укладають специфікацію на окремих форматах А4 за формами, вказаними в додатках. На кресленнях наносять такі розміри: габаритні, приєднувальні, посадкові та довідкові.

Габаритні розміри необхідні для встановлення виробу, транспортування та виготовлення тари. До них належать ширина, довжина та висота виробу.

Приєднувальні розміри необхідні для встановлення виробу на місці монтажу та визначення розмірів і місця розташування елементів, до яких приєднуються дані вироби. До цих розмірів належать діаметри та довжини виступаючих кінців валів, розміри шпонок чи шліців, відстань від упорних буртиків валів до центрів отворів, призначених для кріплення виробу до плити, рами, діаметри та координати цих отворів, відстань від осей валів до базових площин, розміри базових площин.

Посадкові розміри визначають характер сполучень. До них належать діаметри посадки на валах зубчатих і черв'ячних коліс, шківів, зірочок, муфт, підшипників, стаканів, кришок тощо.

Розміри для довідок наносять для вказівки крайніх положень рухомих частин виробу, найбільшого та найменшого рівня мастил та ін.

Креслення загального виду та складальне креслення мають технічні вимоги та технічну характеристику.

Технічні вимоги розташовують над основним написом.

До них входять вимоги до складання, де вказують регульовальні зазори між торцями підшипників, засоби ущільнення площин роз'єму, радіальні та осьові зміщення, валів, вимоги до обробки та опорядкування, вимоги експлуатації.

Технічні вимоги повинні мати, наскрізну нумерацію. Кожен пункт записують з червоного рядка. Текстову частину технічних вимог розміщують на першому листі, незалежно від того, на кількох листах зображено креслення даного виробу.

Технічна характеристика розширює відомості про конструкцію складальної одиниці. На кресленні редуктора вказують загальне передаточне число, швидкість обертання тихохідного вала, обертовий момент на тихохідному валу, геометричні параметри передач тощо.

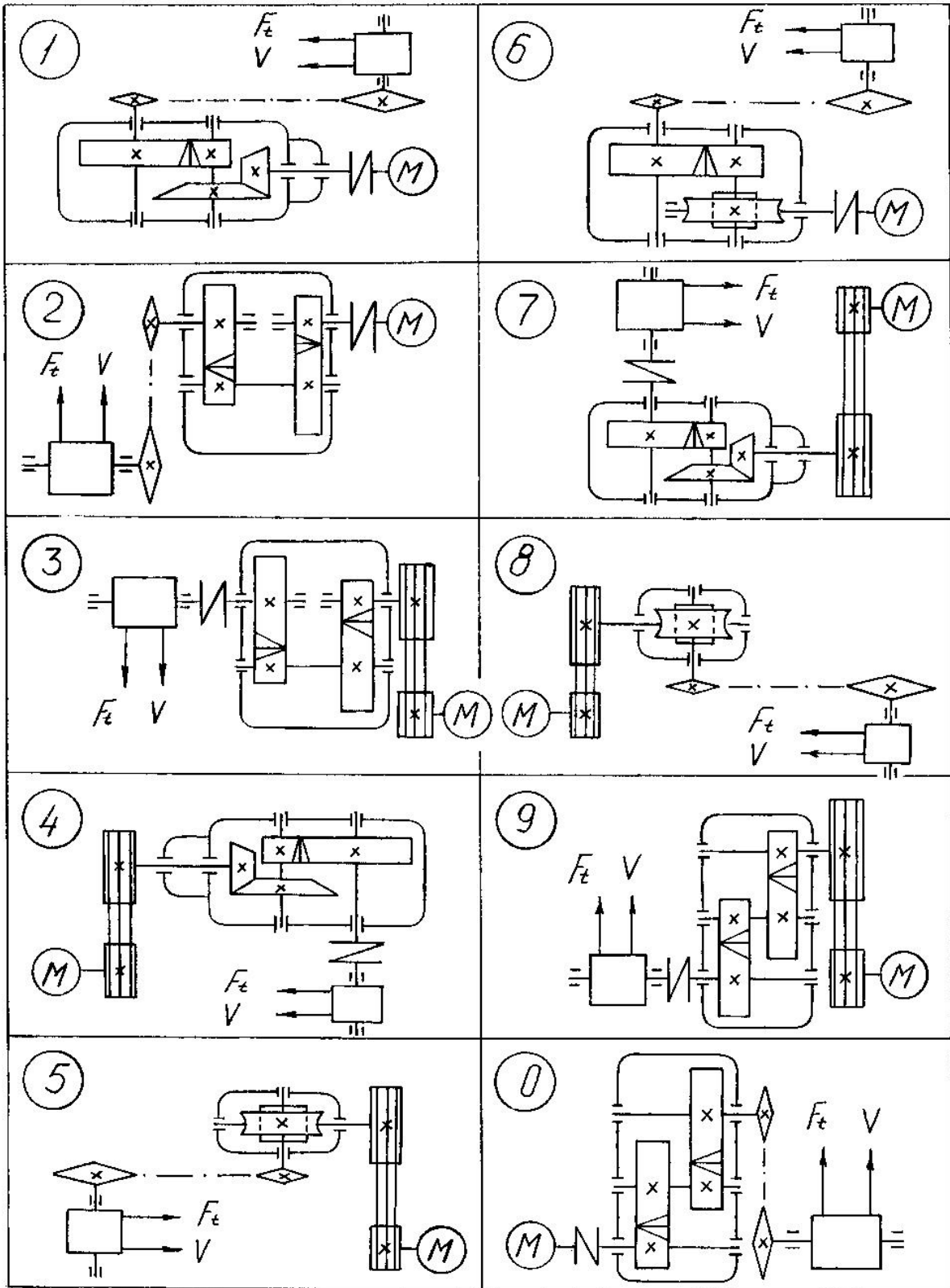
Технічну характеристику розміщують на вільному полі креслення окремо від вимог із заголовком «Технічна характеристика».

Список літератури

- 1 Заблонський К.І. Деталі машин: підручник для машинобуд. спец. / К. І. Заблонський. – Одеса: Астропринт, 1999. - 404 с.
2. Малащенко В.О. Деталі машин. Конспект лекцій: підручник / В.О. Малащенко. – Львів: Новий Світ-2000, 2026. – 192 с.
3. Гнітько С.М. Технологічні машини: підручник / С.М. Гнітько, М.Я. Бучинський, С.В. Попов, А.М. Чернявський. – Львів: Афіша, 2020. – 258 с.
4. Чернилевський Д.В. Курсове проектування деталей машин: навчальний посібник / Д.В. Чернилевський. – Київ: Техніка, 2017. – 280 с.
5. Андрієнко Л.А. Деталі машин: підручник / Л.А. Андрієнко, Б.А. Байков, І.І. Ганулич; за заг. ред. Л.А. Андрієнка. – Київ: Техніка, 2015. – 350 с.
6. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: підручник / В.Т. Павлице. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
- 7 Атлас конструкцій редукторів [Текст] / уклад. : Л. І. Цехнович, І. П. Петриченко. – Київ : Вища школа, 1990. – 151 с.
- 8 Редукторні механізми [Електронний ресурс]: каталог продукції. – Київ : ТОВ «Редукторні механізми», 2021. – URL: <https://reductor.com.ua/>
- 9 Кіркач Н.Ф., Баласаян Р.А. Розрахунок і проектування деталей машин. – Харків: Вища школа, 1991. – Ч. 1, 2.
- 10 Podshyprnik.info: довідник підшипників та їх комплектуючих. URL: <https://podshyprnik.info/ua/>.
- 11 Мороз В.І., Захарченко В.В., Братченко О.В., Надтока О.В. Основи конструювання деталей машин: Опорний конспект лекцій з дисципліні «Прикладна механіка». – Харків: УкрДАЗТ, 2019. – Ч. II.
- 12 Захарченко В.В., Надтока О.В. Завдання, методичні рекомендації та довідкові матеріали до виконання розрахунково-графічних та контрольних робіт з дисципліні «Деталі машин і основи конструювання». – Харків: УкрДАЗТ, 2020. – 67 с.

Додатки

Додаток А



Таблиця А1

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Таблиця 1										
F_b , Н	2900	6900	4100	4600	9800	8100	7100	8000	5300	3500
v , м/с	0,7	0,4	0,9	0,8	0,5	0,85	1,3	1,5	1,3	0,8
D_b , мм	250	400	700	300	600	800	400	350	300	300
Таблиця 2										
F_b , Н	6500	9800	9500	9900	7700	8300	4100	5100	9600	4300
v , м/с	0,3	0,5	0,7	0,9	1,5	0,8	0,6	0,7	1,2	0,7
D_b , мм	350	400	600	600	550	450	650	850	500	250
Таблиця 3										
F_b , Н	8900	5900	5500	5900	6500	4900	7700	5100	3800	2400
v , м/с	0,3	0,6	1,2	1,5	0,75	0,4	1,5	1,3	0,7	0,9
D_b , мм	650	500	400	350	500	250	450	300	600	500
Таблиця 4										
F_b , Н	7100	4900	7400	8900	5100	6800	9600	6500	3800	2100
v , м/с	0,5	0,4	0,9	0,3	1,2	1,3	1,2	0,75	0,7	0,5
D_b , мм	600	250	550	700	300	500	800	350	400	300
Таблиця 5										
F_b , Н	5700	4700	5800	7300	5200	6500	9200	6200	4500	3000
v , м/с	0,3	0,9	0,4	0,8	0,6	1,2	1,1	0,5	1,3	0,2
D_b , мм	400	700	250	600	300	500	800	450	350	200
Таблиця 6										
F_b , Н	4300	3900	6300	7400	6200	6500	7300	6500	5000	4000
v , м/с	0,4	0,6	0,5	0,8	0,7	1,2	1,4	0,9	0,4	0,9
D_b , мм	650	250	400	800	500	450	600	350	700	600
Таблиця 7										
F_b , Н	6500	5300	5100	8100	6300	8300	7700	8900	5000	4000
v , м/с	0,3	0,5	0,7	0,6	0,4	0,8	1,5	0,75	0,6	1,2
D_b , мм	450	400	300	650	800	350	500	700	600	400
Таблиця 8										
F_b , Н	6200	5700	7300	3900	8400	6000	3900	6100	3400	2500
v , м/с	0,5	0,3	0,8	0,6	1,2	1,3	1,5	0,7	0,5	1,4
D_b , мм	800	450	600	400	700	300	350	500	250	300
Таблиця 9										
F_b , Н	5600	7200	9000	6200	5200	7500	8300	6000	9600	8700
v , м/с	0,3	0,5	0,3	0,8	1,3	1,2	1,4	0,6	0,7	0,5
D_b , мм	500	650	800	550	400	600	700	450	750	800
Таблиця 0										
F_b , Н	8300	5200	4900	5900	5400	6600	7400	4500	4300	3300
v , м/с	0,3	0,5	0,7	0,8	1,2	1,3	1,5	1,4	0,6	0,4
D_b , мм	550	600	450	650	400	700	800	350	300	200

Додаток Б

Таблиця Б1 – Орієнтовні значення ККД елементів приводу

Найменування елементів приводу	ККД.
1 Зубчаті передачі: циліндрична	0,96...0,99
конічна	0,95...0,98
2 Черв'ячна передача	0,7...0,9
3 Ланцюгова передача	0,93...0,97
4 Пасова передача	0,96...0,97
5 Підшипники (пара)	0,98...0,995
6 Муфти	0,98...0,99

Таблиця Б2 – Орієнтовні значення передаточних відношень приводу

Типи передач	u
1 Двохступінчастий циліндричний редуктор	8...40
2 Двохступінчастий конічно-циліндричний редуктор	10...25
3 Двохступінчастий черв'ячно-циліндричний редуктор	40...200
4 Черв'ячний редуктор	10...40
5 Ланцюгова передача	2...3
6 Клинопасова передача	3...6

Таблиця Б3 – Рекомендації по розподілу передаточного відношення двохступінчастих редукторів по ступенях

Тип редуктора	Передаточне відношення	
	1-го ступеня	2-го ступеня
Двохступінчастий циліндричний редуктор за розгорнутою схемою	$u_1 = (1,1...1,15)\sqrt{u_p}$	$u_2 = \frac{u_p}{u_1}$
Двохступінчастий циліндричний співвісний редуктор	$u_1 = (0,8...0,9)\sqrt{u_p}$	
Конічно-циліндричний редуктор	$u_1 = (0,9...0,95)\sqrt{u_p}$	
Черв'ячно-циліндричний редуктор при $u_p \leq 50$ при $u_p > 50$	$u_1 = 8$ $u_1 = \frac{u_p}{u_2}$	$u_2 = \frac{u_p}{u_1}$ $u_2 = 6,3$

Додаток В

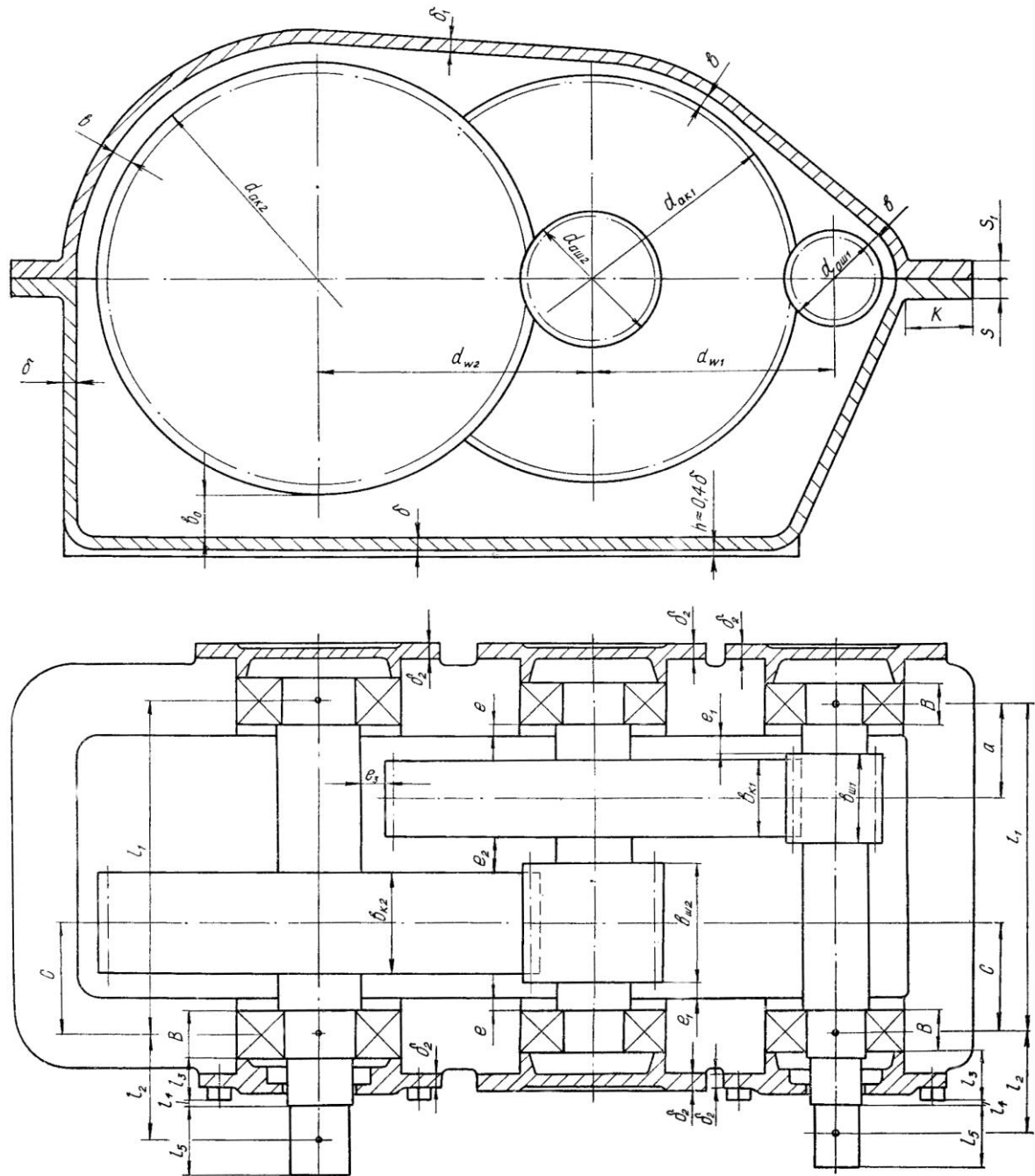


Рисунок В1 – Компонувачне креслення двохступінчатого циліндричного редуктора

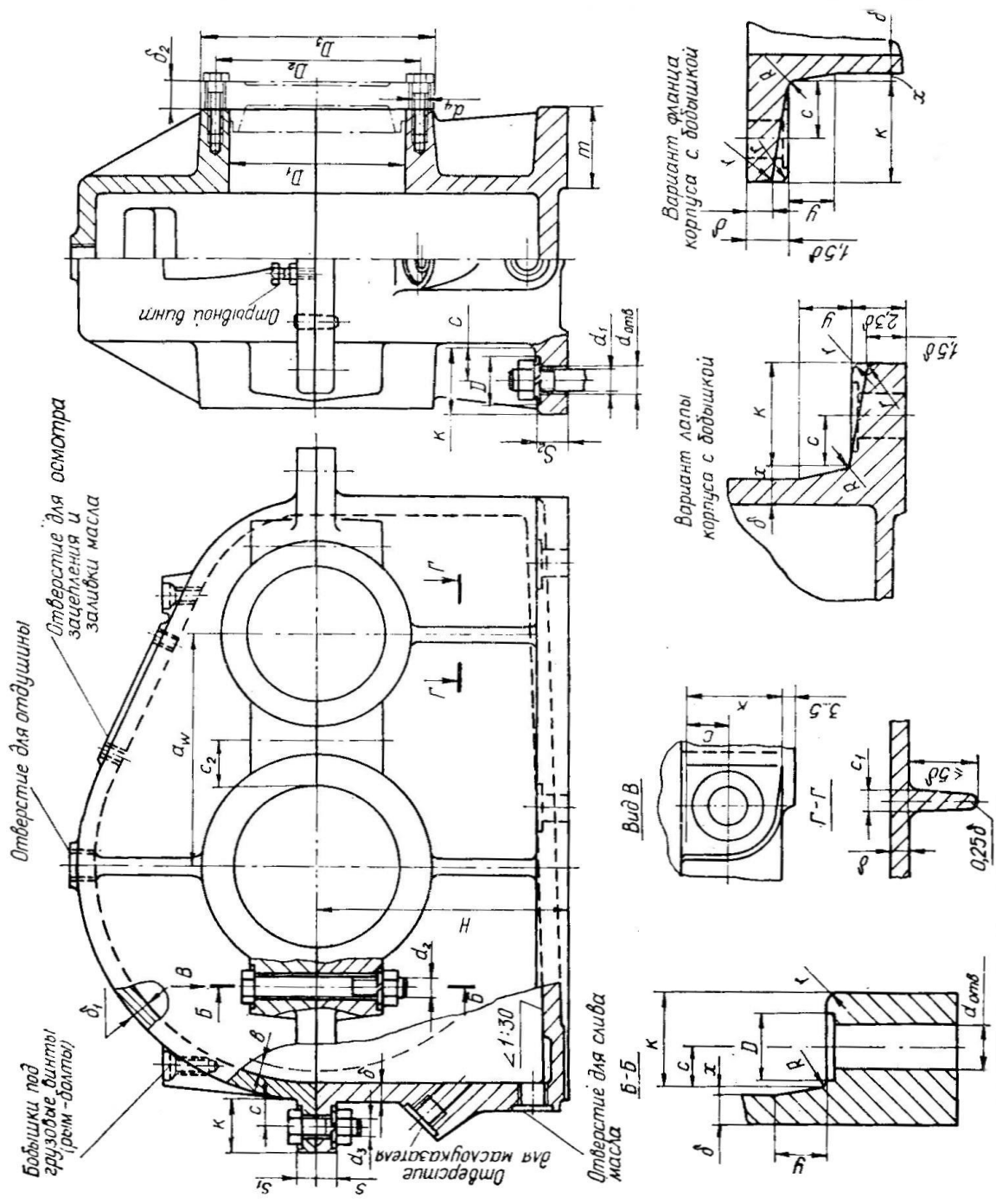


Рисунок В2 – Конструктивні елементи корпусу і кришки циліндричного редуктора

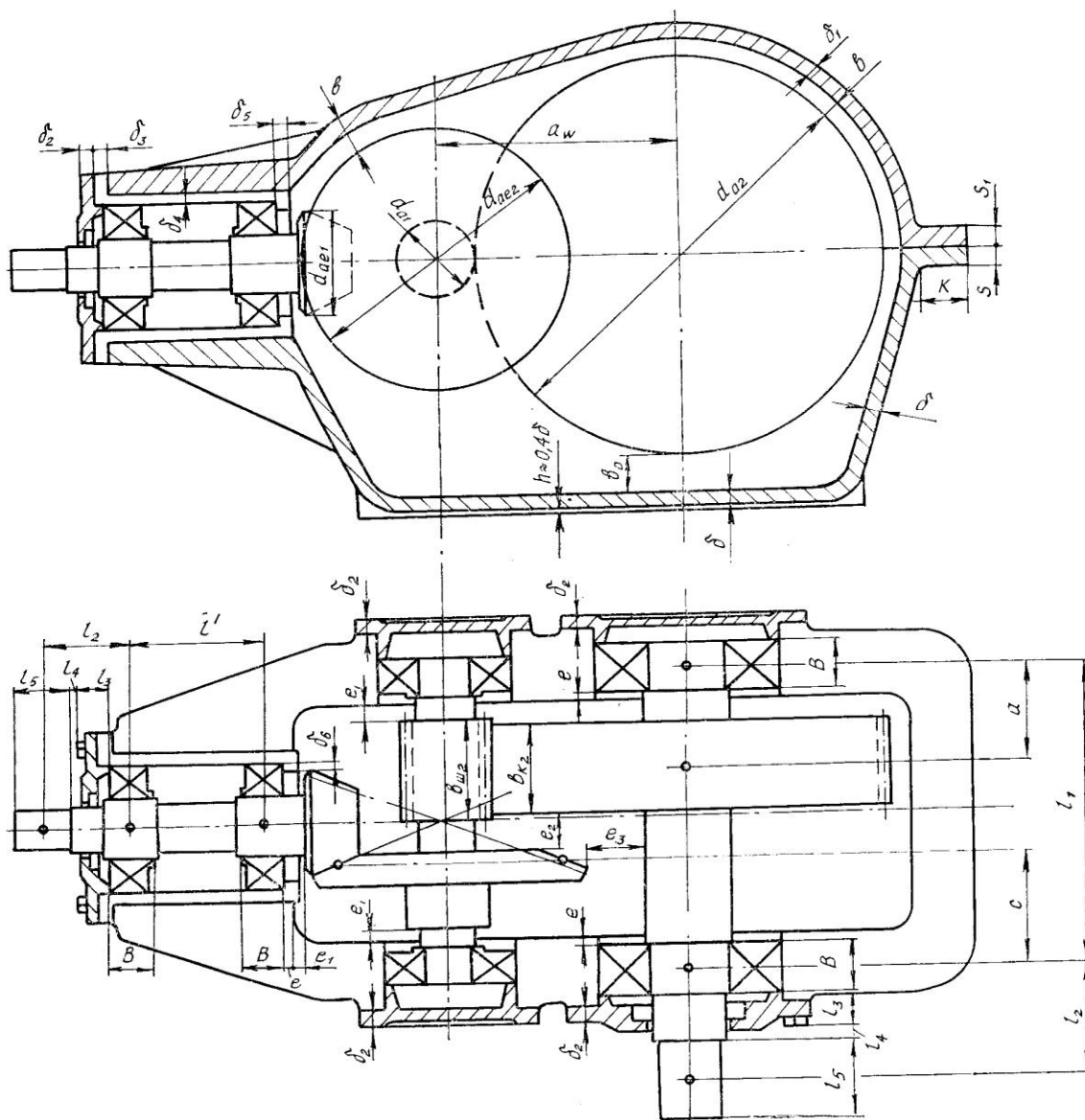


Рисунок В3 - Компонувочне креслення конічно-циліндричного редуктора

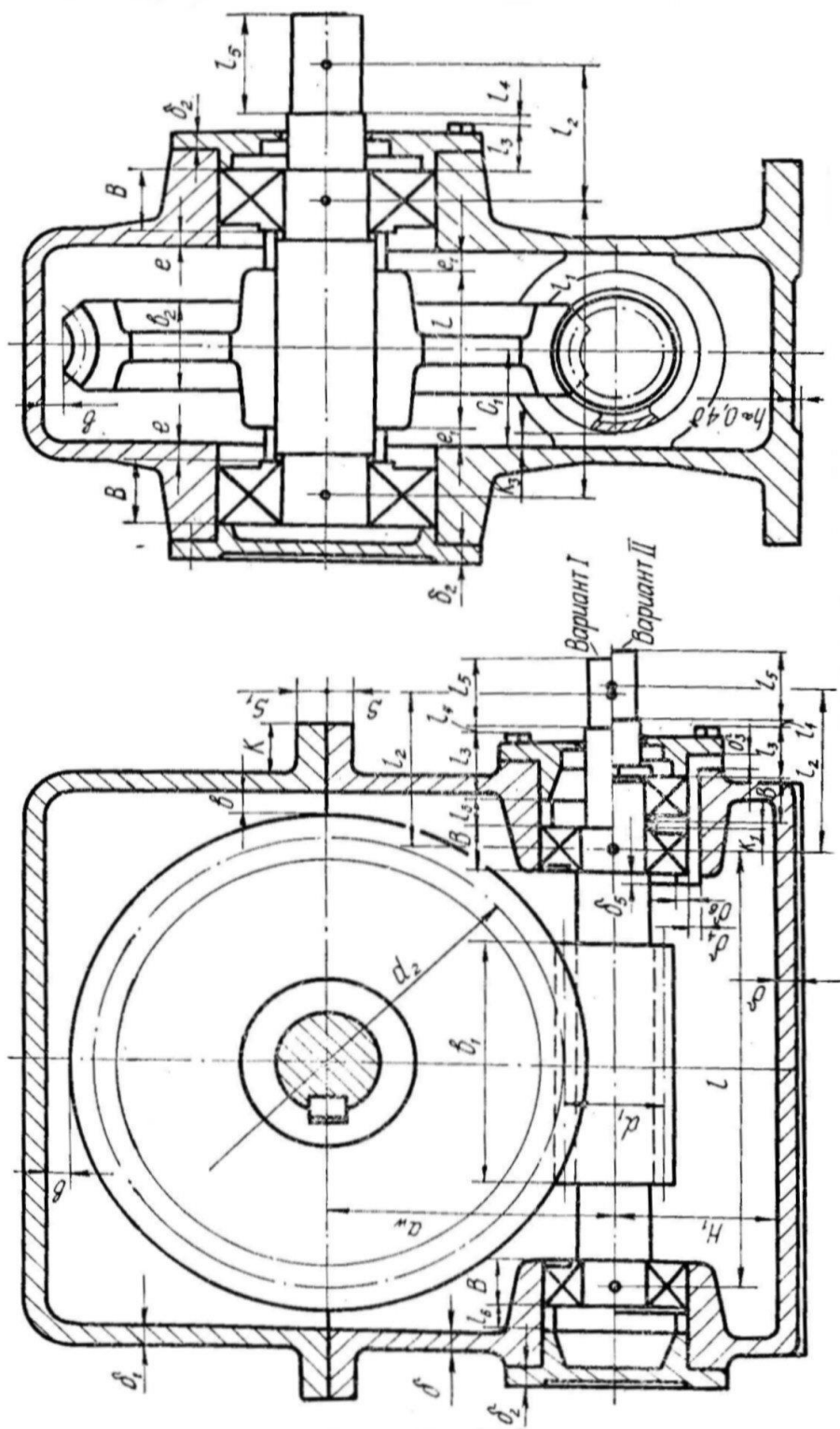


Рисунок В4 – Компоновочне креслення черв'ячного редуктора

Таблиця В1 – Розмири для компоновочних креслень редукторів

Параметри	Поз-на-чення	Величина
Розміри циліндричних, конічних і черв'ячних передач	-	Визначаються за розрахунком
Відстань від внутрішньої стінки редуктора до торця деталі обертання	e_1	$e_1 = (1,0 \dots 1,2)\delta$, де δ – товщина стінки корпуса (табл. 5.2)
Відстань від торця підшипника до внутрішньої стінки корпуса редуктора:	e	$e \approx \delta$ - при $v \geq 5$ м/с; $e \approx 3 \dots 5$ мм – при $v = 3 \dots 5$ м/с $e = 0$ – при $v < 3$ м/с, де v – колова швидкість передачі
циліндричного		$e = (0 \dots 1,0)d_4$, де d_4 – діаметр гвинта (табл. 5.2), приймають в залежності від конструкції мазеутримуючого кільця і схеми установки підшипників
черв'ячного і черв'ячно-циліндричного		$e = 8 \dots 12$ мм – в залежності від конструкції мазеутримуючого кільця; $e = 0$ – якщо кільце не передбачено
Ширина підшипника	B	Підшипник обирається за діаметром вала: для вхідного і проміжного валів – середньої серії для вихідного – легкої серії
Найменший зазор між внутрішньою стінкою кришки редуктора і колесом	b	$b \approx 1,2\delta$
Відстань між колесами суміжних ступенів	e_2	$e_2 = (0,5 \dots 1,0)\delta$
Відстань між колесом і валом	e_3	$e_3 \approx (1,5 \dots 2,0)\delta$.
Відстань від кола вершин найбільшого зубчатого колеса до днища	b_0	$b_0 = (5 \dots 10)m$, або $b_0 = (5 \dots 10)m_{te}$
Висота кришки з головкою гвинта	l_3	Визначається конструкцією кришки, типом ущільнення
Відстань від деталей обертання	l_4	$l_4 \approx d_4$ (табл. 5.2)

до гвинта кришки		
Відстань між підшипниками валів зубчатих передач і вала черв'ячного колеса	l_1	Визначається за рис. 5.1, 5.3, 5.4
Координати розташування зубчастих коліс і черв'ячного колеса відносно опор	a, c	Визначаються за рис. 5.1, 5.3, 5.4
Відстань між підшипниками консольного вала конічно-циліндричного редуктора	l'	$l' = (2,5...3)d$, де d – внутрішній діаметр підшипників
Відстань між підшипниками вала черв'яка	l	$l = (0,8...1,0)d_2$, де d_2 – діаметр діляльного кола черв'ячного колеса
Довжина консольної ділянки вала під маточину деталі обертання	l_5	Обирають за довжиною маточини
Відстань від торця підшипника вала черв'яка до кришки	l_6	Приймається конструктивно
Відстань між широкими торцями радіально-упорних підшипників вала черв'яка	K_1	$K_1 = 0...5$ мм
Розрахункова відстань від осі деталі обертання до опори вала: зубчатого (черв'ячного) колеса черв'яка (варіант I) (варіант II)	l_2	$l_2 = 0,5(B+l_5)+l_3+l_4$ $l_2 = 0,5(B+l_5)+l_3+l_4+l_6$ $l_2 = 0,5(B+l_5)+K_1+B+l_3+l_4$
Відстань від осі черв'яка до бічної стінки черв'ячного редуктора		Визначається найбільшим діаметром отвору під опору черв'яка (або діаметром стакана) і розміром K_3
Відстань від осі черв'яка до найближчої стінки черв'ячно-циліндричного редуктора	c_1	
Відстань між корпусом внутрішньої опори черв'яка і торцем колеса другого ступеня	K_2	$K_2 \geq (0,8...1,0)\delta$
Відстань від бічної стінки редуктора до отвору під опору черв'яка з боку вихідного кінця вала, що забезпечує вільний вихід різця при розточці	K_3	$K_3 \geq 5...10$ мм
Відстань від осі черв'яка до внутрішньої поверхні днища	H_1	$H_1 \approx (2,0...2,5)d$, де d – внутрішній діаметр підшипника вала

		черв'яка
Товщина кришки підшипника	δ_2	$\delta_2 = d_4$
Товщина фланця стакану	δ_3	$\delta_3 = \delta_4 = \delta_2$
Товщина стінки стакану	δ_4	
Товщина упорного буртика стакану	δ_5	$\delta_5 = \delta_2$
Висота упорного буртика стакану	δ_6	Висоту буртика δ_6 погоджують з розміром зовнішнього кільця підшипника.

Таблиця В2 – Основні розміри корпусів редукторів

Товщина стінки корпусу редуктора:	δ	У всіх випадках $\delta \geq 8$ мм $0,025a_{wt} + 3$
Товщина стінки кришки редуктора:	δ_1	$0,02 + 3$
Товщина верхнього фланця корпусу	s	$(1,5 \dots 1,75) \delta$
Товщина нижнього фланця корпусу	s_2	$2,35 \delta$
Товщина фланця кришки редуктора	s_1	$(1,5 \dots 1,75) \delta_1$
Діаметр фундаментних болтів	d_1	$(0,03 \dots 0,36) a_{wt} + 12$ $(0,072R_e + 12)$
Число фундаментних болтів	z	$z = 0,005(L_0 + B_0)$, де L_0 і B_0 – довжина та ширина основи корпусу, мм. У всіх випадках $z \geq 4$.
Діаметр болтів, що стягують корпус і кришку у бобишок	d_2	$(0,7 \dots 0,75) d_1$
Діаметр болтів, що стягують фланці корпусу і кришки	d_3	$(0,5 \dots 0,6) d_1$
Ширина опорної поверхні нижнього фланця корпусу	m	$k + 1,5\delta$
Товщина ребер корпусу	c_1	$(0,8 \dots 1) d_1$
Мінімальний зазор між колесом і корпусом	b	$1,2\delta$
Координата стяжного болта d_2 у бобишки	c_2	$c_2 \approx (1,0 \dots 1,2 d_2)$

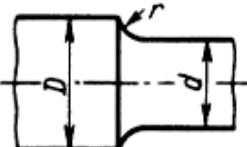
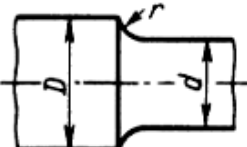

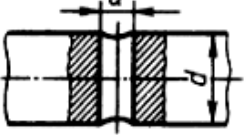
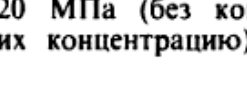
Розміри елементів сполучень литих корпусів							
δ		x		y		R	
10...15		3		15		5	
d болта	k	c	$d_{омс}$	D	r		
M6	22	12	7	14	2		
M8	24	13	9	17	3		
M10	28	15	11	20	3		
M12	33	18	13	26	3		
M14	35	18	15	28	3		
M16	40	21	17	32	5		
M18	46	25	20	34	5		
M20	48	25	22	38	5		
M22	52	27	24	40	5		
M24	54	27	26	45	8		
M27	60	30	29	50	8		
M30	66	33	32	60	8		

Додаток Г

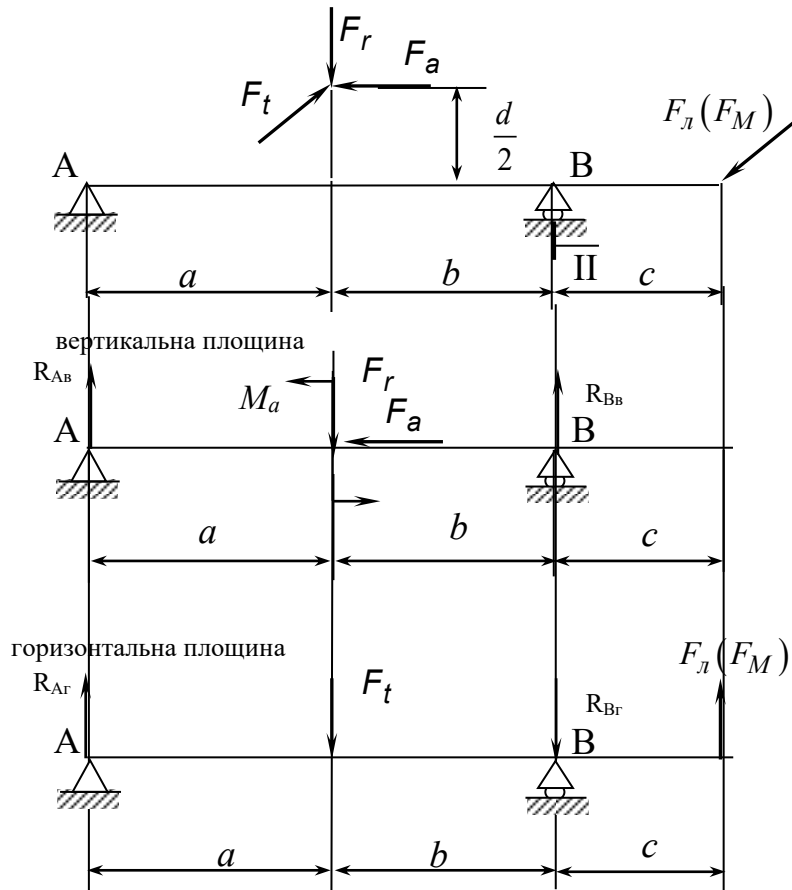
Таблиця Г1

Марка сталі	Діаметр заготів., мм	Твердість НВ, не менш		σ_B , МПа	σ_T , МПа	τ_T , МПа	σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	ψ_σ	ψ_τ
Ст.5	< 20	–		500...640	290	170	$(0,4...0,5)\sigma_B$	$(0,4...0,5)\sigma_B$	0	0
Ст.5	20...40	–		40	280	170			0	0
ВСт 5	40...100	–			270	160			0	0
ВСт 5	> 100	–			260	160			0	0
Сталь 45	> 5	229 без то	147	610	360	210	270	150	0,1	0,05
40Х	> 5	217		1000	800	480	450	250	0,15	0,1
40ХН		229								
12ХНЗА	любой	217		950	700	420	420	240	0,15	0,1
18ХГТ	любой	217		1000	900	540	450	250	0,15	0,1
30ХГТ	любой	229		1500	1300	780	670	380	0,15	0,1

Таблиця Г2

Фактор концентрации напряжений		K_σ		K_τ	
		σ_r , МПа			
		≤ 700	≥ 1000	≤ 700	≥ 1000
Галтель при $r/d = 0,02$ ($D/d = 1,25...2$)		2,5	3,5	1,8	2,1
		1,85	2,0	1,4	1,43
		1,6	1,64	1,25	1,35
Выточка при $r/d = 0,02$ ($t=r$)		1,9	2,35	1,4	1,7
		1,8	2,0	1,35	1,65
		1,7	1,85	1,25	1,5
Поперечное отверстие при $a/d = 0,05...0,25$ Шпоночный паз Шлицы		1,9	2,0	1,75	2,0
		1,7	2,0	1,4	1,7
		При расчете по внутреннему диаметру можно принимать $K_\sigma = K_\tau = 1$			
Прессовая посадка при $p \geq 20$ МПа (без конструктивных мер, уменьшающих концентрацию) Резьба		2,4	3,6	1,8	2,5
		1,8	2,4	1,2	1,5

Примечание При наличии нескольких концентраторов напряжений в одном сечении в расчет принимается тот, у которого больше K_σ или K_τ



Для 1,6,7,9,0 схемы

$$a = \frac{b_{2II}}{2} + e_2 + e + e_1 + b_2 + \frac{B}{2}$$

$$b = \frac{b_{1II}}{2} + e + e_1 + \frac{B}{2}$$

$$c = \frac{B}{2} + \delta_3 + \frac{l_{36}}{2}$$

Для 4-ой схемы

$$a = \frac{b_{1III}}{2} + e + e_1 + \frac{B}{2}$$

$$b = \frac{b_{2II}}{2} + e_2 + e + e_1 + b_2 + \frac{B}{2}$$

$$c = \frac{B}{2} + \delta_3 + \frac{l_{36}}{2}$$

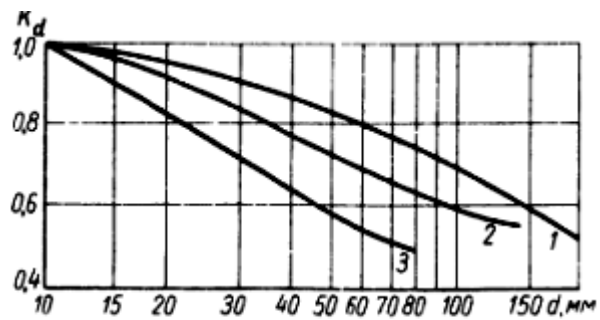
Для 2,3,5,8 схемы

$$a = \frac{b_{1III}}{2} + e + e_1 + \frac{B}{2}$$

$$b = \frac{b_{2II}}{2} + e + e_1 + \frac{B}{2}$$

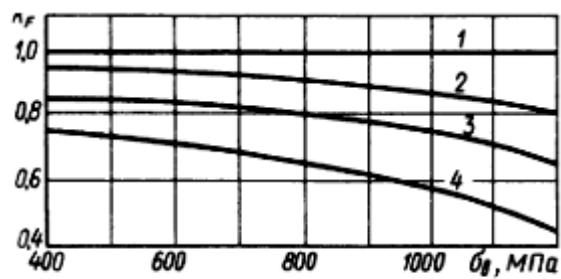
$$c = \frac{B}{2} + \delta_3 + \frac{l_{36}}{2}$$

Рисунок Г1 – Розрахункова схема вихідного валу редуктора



1 - углеродистая сталь при отсутствии концентрации напряжений, 2 - легированная сталь при отсутствии концентрации напряжений и углеродистая сталь при умеренной концентрации напряжений, 3 - легированная сталь при наличии концентрации напряжений

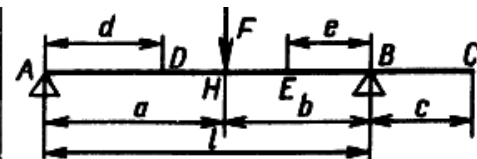
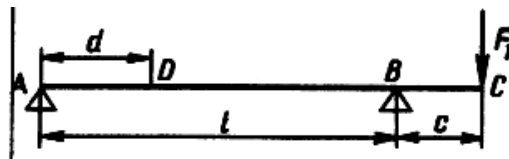
Рисунок Г2 – Масштабный фактор



1 - тонкое шлифование
2 - чистовая обточка
3 - обдирка
4- необработанная поверхность

Рисунок Г3 – Фактор шерсткості поверхні

Таблица Г3

Углы поворота θ и прогибы y		
θ_A	$\frac{Fab(l+b)}{6EJl}$	$\frac{F_1cl}{6EJ}$
θ_B	$\frac{Fab(l+a)}{6EJl}$	$\frac{F_1cl}{3EJ}$
θ_C	θ_B	$\frac{F_1c(2l+3c)}{6EJ}$
θ_D	$\frac{Fb(l^2-b^2-3d^2)}{6EJl}$	$\frac{F_1c(3d^2-l^2)}{6EJl}$
θ_E	$\frac{Fa(l^2-a^2-3e^2)}{6EJl}$	—
θ_H	$\frac{Fab(b-a)}{3EJl}$	—
y_D	$\frac{Fbd(l^2-b^2-d^2)}{6EJl}$	$-\frac{F_1cd(l^2-d^2)}{6EJl}$
y_E	$\frac{Fae(l^2-a^2-e^2)}{6EJl}$	—
y_H	$\frac{Fa^2b^2}{3EJl}$	—
y_C	θ_{Bc}	$\frac{F_1c^2(l+c)}{3EJ}$

Таблиця Г4

ГОСТ 23360-78 – З'єднання шпоноків з шпонками. Розміри шпонок і перерізи пазів. Допуски і посадки

мм												
Диаметр вала d	Сечение шпонки $b \times h$	Шпоночный паз										
		Ширина b					Глубина				Радиус закругления r_1 или фаска $s_1 \times 45^\circ$	
		Свободное соединение		Нормальное соединение		Плотное соединение	Вал d_1		Втулка d_2			
		Вал (H9)	Втулка (D10)	Вал (N9)	Втулка (J,9)		Вал и втулка (P9)	Но-мин.	Пред. откл.	Но-мин.	Пред. откл.	Не более
От 6 до 8	2×2	+0,025	+0,060	-0,004	+0,012	-0,006	1,2	+0,1	1,0	+0,1	0,16	0,08
Св. 8 до 10	3×3	0	+0,020	-0,029	-0,012	-0,031	1,8		1,4			
Св. 10 до 12	4×4	+0,030	+0,078	0	+0,015	-0,012	2,5	0	1,8	0	0,25	0,16
» 12 » 17	5×5						3,0		2,3			
» 17 » 22	6×6	+0,036	+0,098	0	+0,018	-0,015	3,5	0	2,8	0	0,4	0,25
Св. 22 до 30	8×7						4,0		3,3			
» 30 » 38	10×8	0	+0,040	-0,036	-0,018	-0,051	5,0	+0,2	3,3	+0,2	0,6	0,4
Св. 38 до 44	12×8	5,0	3,3									
» 44 » 50	14×9	+0,043	+0,120	0	+0,021	-0,018	5,5	0	3,8	0	0,6	0,4
» 50 » 58	16×10						6,0		4,3			
» 58 » 65	18×11	7,0	4,4									
Св. 65 до 75	20×12	+0,052	+0,149	0	+0,026	-0,022	7,5	0	4,9	0	0,6	0,4
» 75 » 85	22×14						9,0		5,4			
» 85 » 95	25×14	0	+0,065	-0,052	-0,026	-0,074	9,0	+0,2	5,4	0	0,6	0,4
» 95 » 110	28×16	10,0	6,4									
Св. 110 до 130	32×18	+0,062	+0,180	0	+0,031	-0,026	11,0	0	7,4	+0,2	0,6	0,4
» 130 » 150	36×20						12,0		8,4			
» 150 » 170	40×22	13,0	9,4									
» 170 » 200	45×25	+0,074	+0,220	0	+0,037	-0,032	15,0	0	10,4	+0,3	1,0	0,7
» 200 » 230	50×28						17,0		11,4			
Св. 230 до 260	56×32	0	+0,100	-0,074	-0,037	-0,106	20,0	+0,3	12,4	+0,3	1,6	1,2
» 260 » 290	63×32	0	+0,100	-0,074	-0,037	-0,106	20,0		12,4			
Св. 290 до 330	70×36	+0,074	+0,220	0	+0,037	-0,032	22,0	0	14,4	0	2,5	2,0
» 330 » 380	80×40						25,0		15,4			
Св. 380 до 440	90×45	+0,087	+0,260	0	+0,043	-0,037	28,0	0	17,4	0	2,5	2,0
» 440 » 500	100×50						31,0		19,5			

Стандартні довжини шпонок: 6, 8, 10, 12, 14, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400, 450, 500

Таблиця Г5

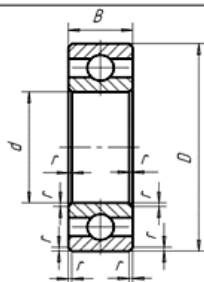
Вид з'єднання	Тип посадки	$[\sigma_{см}]$, МПа
нерухомі з'єднання	при перехідних посадках	80...150
	при посадках з натягом	110...200
рухомі з'єднання		20...30

Менші значення для чавунних маточин і при режимі змінних навантажень

Додаток Д

Таблица Д1

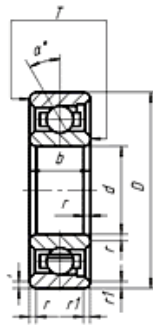
1. Шариковые радиальные однорядные подшипники (по ГОСТ 8338-75)



d - номинальный диаметр отверстия внутреннего кольца;
 D - номинальный диаметр наружной цилиндрической поверхности наружного кольца
 B - номинальная ширина подшипника;
 r - номинальная координата монтажной фаски.

Легкая серия диаметров 2, узкая серия ширин 0										
23	3	10	4	0,3	1,59	7	0,0016	490	217	40
24	4	13	5	0,4	2,38	6	0,003	900	415	38
25	5	16	5	0,5	3,18	6	0,003	1 480	740	36
26	6	19	6	0,5	3,97	6	0,008	2 170	1 160	32
27	7	22	7	0,5	3,97	7	0,013	3 250	1 350	30
29	9	26	8	1,0	4,76	7	0,019	4 620	1 960	26
200	10	30	9	1,0	5,95	6	0,030	5 900	2 650	24
201	12	32	10	1,0	5,56	7	0,037	6 890	3 100	22
202	15	35	11	1,0	5,95	8	0,045	7 800	3 550	19
203	17	40	12	1,0	7,14	7	0,060	9 560	4 500	17
204	20	47	14	1,5	7,94	8	0,10	12 700	6 200	15
205	25	52	15	1,5	7,94	9	0,12	14 000	6 950	12
206	30	62	16	1,5	9,53	9	0,20	19 500	10 000	10
207	35	72	17	2,0	11,11	9	0,29	25 500	13 700	9
208	40	80	18	2,0	12,7	9	0,36	32 000	17 800	8,5
209	45	85	19	2,0	12,7	9	0,41	33 200	18 600	7,5
210	50	90	20	2,0	12,7	10	0,47	35 100	19 800	7,0
211	55	100	21	2,5	14,29	10	0,60	43 600	25 000	6,3
212	60	110	22	2,5	15,88	10	0,80	52 000	31 000	6,0
213	65	120	23	2,5	16,67	10	0,98	56 000	34 000	5,3
214	70	125	24	2,5	17,46	10	1,08	61 800	37 500	5,0
215	75	130	25	2,5	17,46	11	1,18	66 300	41 000	4,8
216	80	140	26	3,0	19,05	10	1,40	70 200	45 000	4,5
217	85	150	28	3,0	19,84	11	1,80	83 200	53 000	4,3
218	90	160	30	3,0	22,23	10	2,2	95 600	62 000	3,8
220	100	180	34	3,5	25,4	10	3,2	124 000	79 000	3,4
Средняя серия диаметров 3, узкая серия ширин 0										
34	4	16	5	0,5	3,18	6	0,005	1 450	740	35
35	5	19	6	0,5	3,97	6	0,008	2 190	1 160	32
300	10	35	11	1,0	7,14	6	0,05	8 060	3 750	20
301	12	37	12	1,5	7,94	6	0,06	9 750	4 650	19
302	15	42	13	1,5	7,94	7	0,08	11 400	5 400	17
303	17	47	14	1,5	9,53	6	0,11	13 500	6 650	16
304	20	52	15	2,0	9,53	7	0,14	15 900	7 800	13
305	25	62	17	2,0	11,51	7	0,23	22 500	11 400	11
306	30	72	19	2,0	12,3	8	0,34	28 100	14 600	9
307	35	80	21	2,5	14,29	7	0,44	33 200	18 000	8,5
308	40	90	23	2,5	15,08	8	0,63	41 000	22 400	7,5
309	45	100	25	2,5	17,46	8	0,83	52 700	30 000	6,7
310	50	110	27	3,0	19,05	8	1,08	61 800	36 000	6,3
311	55	120	29	3,0	20,64	8	1,35	71 500	41 500	5,6
312	60	130	31	3,5	22,23	8	1,70	81 900	48 000	5,0
313	65	140	33	3,5	23,81	8	2,11	92 300	56 000	4,8
314	70	150	35	3,5	25,4	8	2,60	104 000	63 000	4,5
315	75	160	37	3,5	26,99	8	3,10	112 000	72 500	4,1
316	80	170	39	3,5	28,58	8	3,60	124 000	80 000	3,8
317	85	180	41	4,0	30,16	8	4,30	133 000	90 000	3,6
318	90	190	43	4,0	31,75	8	5,10	143 000	99 000	3,4
320	100	215	47	4,0	36,51	8	7,00	174 000	132 000	3,0
Тяжелая серия диаметров 4, узкая серия ширин 0										
403	17	62	17	2,0	12,7	6	0,27	22 900	11 800	12
405	25	80	21	2,5	16,67	6	0,5	36 400	20 400	9
406	30	90	23	2,5	19,05	6	0,72	47 000	26 700	8,5
407	35	100	25	2,5	20,64	6	0,93	55 300	31 000	7,0
408	40	110	27	3,0	22,23	6	1,20	63 700	36 500	6,7
409	45	120	29	3,0	23,02	7	1,52	76 100	45 500	6,0
410	50	130	31	3,5	25,4	7	1,91	87 100	52 000	5,3
411	55	140	33	3,5	26,99	7	2,3	100 000	63 000	5,0
412	60	150	35	3,5	28,58	7	2,8	108 000	70 000	4,8
413	65	160	37	3,5	30,16	7	3,4	119 000	78 000	4,5
414	70	180	42	4,0	34,93	7	5,3	143 000	105 000	3,8
416	80	200	48	4,0	38,1	7	7,0	163 000	125 000	3,4
417	85	210	52	5,0	39,69	7	8,0	174 000	135 000	3,2
418	90	225	54	5,0	-	-	11,4	186 000	146 000	-

11. Шариковые радиально-упорные однорядные подшипники (по ГОСТ 831-75)



α^* - угол контакта, равный углу между линией действия результирующей нагрузки на тело качения и плоскостью, перпендикулярной оси подшипника.
 Для подшипников типа 36000К6 угол $\alpha = 15^\circ$; типа 46000 - $\alpha = 26^\circ$; типа 66000 - $\alpha = 36^\circ$.

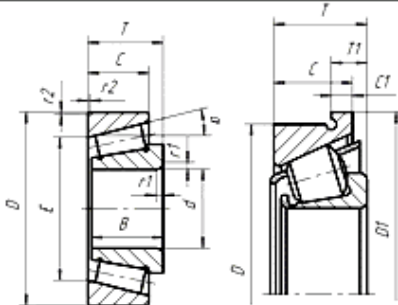
Размеры, мм

46000	d	D	b = T	r	r ₁	Шарики		Масса, кг	C, Н	C ₀ , Н	n _{грн} · 10 ⁻³ , мин ⁻¹
						D _ш	z				
Серия диаметров 1, серия ширины 0											
-	10	26	8	0,5	0,3	4,76	9	0,020	3900	2200	34
-	12	28	8	0,5	0,3	4,76	9	0,025	4250	2450	34
-	17	35	10	0,5	0,3	5,16	11	0,04	5700	3600	28
-	20	42	12	1,0	0,5	6,35	11	0,07	7800	5200	22
46106	30	55	13	1,5	0,8	7,14	18	0,12	14 500	7 880	11
46108	40	68	15			7,94	16	0,20	18 900	11 100	10
46109	45	75	16			8,31	16	0,25	22 500	13 400	9
46111	55	90	18	2,0	1,0	10,30	18	0,40	32 600	21 100	7,5
46112	60	95	18			11,11	18	0,42	37 400	24 500	7,0
46114	70	110	20			12,30	19	0,62	46 100	31 700	6,3
46115	75	115	20			12,30	20	0,66	47 300	33 400	5,6
46116	80	125	22			13,49	20	0,88	56 000	40 100	5,3
46117	85	130	22	13,49	21	0,92	57 400	42 100	5,0		
46118	90	140	24	2,5	1,2	14,29	21	1,19	63 500	47 200	4,8
46120	100	150	24			15,08	22	1,29	71 500	55 100	4,3

46000	d	D	b = T	r	r ₁	Шарики		C, Н, для типа		C ₀ , Н, для типа		n _{грн} · 10 ⁻³ , мин ⁻¹		Масса, кг
						D _ш	z	36000	46000	36000	46000	36000	46000	
Серия диаметров 2, серия ширины 0														
-	12	32	10	-	-	5,50	9	5500	-	3350	-	24	-	0,04
46202	15	35	11	1,0	0,5	5,95	10	6000	8520	3750	3650	24	18	0,05
46203	17	40	12	-	-	7,10	10	9200	-	5750	-	18	-	0,07
46204	20	47	14	1,5	0,8	7,94	11	11 900	14 800	7 450	7 640	16	15	0,110
46205	25	52	15			7,94	12	12 400	15 700	8 000	8 340	13	11	0,135
46206	30	62	16			9,53	12	16 300	21 900	12 000	12 000	11	10	0,200
46207	35	72	17			11,11	12	20 000	29 000	15 300	16 400	10	9	0,29
46208	40	80	18			12,70	12	27 000	36 800	20 400	21 400	9,5	8	0,37
46209	45	85	19	2,0	1,0	12,70	13	32 000	38 700	25 500	23 100	9,0	7	0,42
46210	50	90	20			12,70	14	35 500	40 600	28 500	24 900	8,0	6,3	0,48
46211	55	100	21			14,29	14	41 500	50 300	34 500	31 500	7,0	6,3	0,63
46212	60	110	22	15,88	14	50 000	60 800	42 500	38 800	6,3	5,6	0,80		
46213	65	120	23	2,5	1,2	16,67	15	-	69 400	-	-	-	5,3	1,00
46214	70	125	24			17,46	15	60 000	-	52 000	45 900	6,0	-	1,10
46215	75	130	25			17,46	16	73 500	78 400	65 500	53 800	-	5,0	1,21
46216	80	140	26			19,05	15	73 500	87 900	65 500	60 000	5,6	4,3	1,48
46217	85	150	28			19,84	15	81 500	94 400	76 500	65 100	5,0	4,0	1,84
46218	90	160	30	22,23	14	90 000	111 000	85 000	76 200	4,8	3,6	2,26		
46220	100	180	34	3,5	2,0	25,44	15	-	148 000	-	107 000	-	3,2	3,32

наименования подшипников	d	D	b = T	r	r ₁	Шарики		C, Н	C ₀ , Н	n _{грн} · 10 ⁻³ , мин ⁻¹	Масса, кг		
						D _ш	z						
Серия диаметров 3, серия ширины 0													
46305	25	62	17	2,0	1,0	11,51	10	26 900	14 600	9	0,25		
46306	30	72	19			12,30	11	32 600	18 300	8	0,38		
46307	35	80	21	2,5	1,2	14,29	11	42 600	24 700	7,3	0,51		
46308	40	90	23			15,08	12	50 000	30 100	6,3	0,69		
46309	45	100	25			17,46	11	61 400	37 000	5,6	0,93		
46310	50	110	27	3,0	1,5	19,09	11	71 800	44 000	5,0	1,20		
46312	60	130	31			22,23	12	100 000	65 300	4,3	1,94		
46313	65	140	33			3,5	2,0	23,81	12	113 000	75 000	4,0	2,38
46314	70	150	35					25,40	12	127 000	85 300	3,6	2,89
46318	90	190	43			4,0	2,0	31,75	12	165 000	122 000	2,8	5,65
46320	100	215	47	36,51	12			213 000	177 000	2,4	8,04		
Серия диаметров 4, серия ширины 0													
66407	35	100	25	2,5	1,2	-	-	-	-	-	1,05		
66408	40	110	27	3,0	1,5	20,64	10	72 200	42 300	4,3	1,37		
66409	45	120	29			23,02	10	81 600	47 300	4,0	1,75		
66410	50	130	31	3,5	2,0	24,61	10	98 900	60 100	2,8	2,17		
66412	60	150	35			26,99	10	125 000	79 500	2,2	3,37		
66414	70	180	42			36,51	10	152 000	109 000	1,4	5,7		
66418	90	225	54	5,0	2,5	41,28	10	208 800	162 000	1,2	12,0		

13. Роликовые конические однорядные подшипники повышенной грузоподъемности ГОСТ 27365-87



Условное обозначение подшипника	d	D	B	C	T	E	r _{15mm} ^{*1}	r _{25mm} ^{*1}	α	Масса, кг ≈	C, Н · м ²	C ₀ , Н · м ²	n _{гр} · 10 ⁻¹ , мин ⁻¹	расчетные параметры		
														e	Y	Y ₀
Серия диаметров 1, серия ширины 2																
2007104A	20	42	15	12,0	15	32,781	0,6	0,6	14°	0,101	22 900	15 600	-	-	-	-
2007122A	22	44	15	11,5	15	34,708	0,6	0,6	14° 50'	0,107	23 800	16 600	-	-	-	-
2007105A	25	47	15	11,5	15	37,393	0,6	0,6	16°	0,117	25 500	18 300	-	-	-	-
2007128A	28	52	16	12,0	16	41,991	1,0	1,0	16°	0,150	29 700	21 600	-	-	-	-
2007106A	30	55	17	13,0	17	44,438	1,0	1,0	16°	0,175	33 600	24 500	6,7	0,24	2,5	1,38
2007132A	32	58	17	13,0	17	46,708	1,0	1,0	16° 50'	0,193	34 700	26 000	-	-	-	-
2007107A	35	62	18	14,0	18	50,510	1,0	1,0	16° 50'	0,224	40 200	30 500	6,0	0,27	2,21	1,22
2007108A	40	68	19	14,5	19	56,897	1,0	1,0	14° 10'	0,278	49 500	40 000	5,3	0,33	1,84	1,01
2007109A	45	75	20	15,5	20	63,248	1,0	1,0	14° 40'	0,354	55 000	44 000	4,8	0,30	2,00	1,10
2007110A	50	80	20	15,5	20	67,841	1,0	1,0	15° 45'	0,384	57 200	48 000	-	-	-	-
2007111A	55	90	23	17,5	23	76,505	1,5	1,5	15° 10'	0,570	76 500	64 000	4,0	0,33	1,80	0,99
20p7112A	60	95	23	17,5	23	80,634	1,5	1,5	16°	0,605	76 500	67 000	-	-	-	-
2007113A	65	100	23	17,5	23	85,567	1,5	1,5	17°	0,642	78 100	68 000	3,4	0,38	1,59	0,87
2007114A	70	110	25	19,0	25	93,633	1,5	1,5	16° 10'	0,875	95 200	83 000	3,2	0,29	2,11	1,16
2007115A	75	115	25	19,0	25	98,358	1,5	1,5	17°	0,921	99 000	88 000	3,0	0,30	2,00	1,10
2007116A	80	125	29	22,0	29	107,334	1,5	1,5	15° 45'	1,290	128 000	116 000	2,6	0,34	1,77	0,97
2007117A	85	130	29	22,0	29	111,788	1,5	1,5	16° 25'	1,350	130 000	120 000	-	-	-	-
2007118A	90	140	32	24,0	32	119,948	2,0	1,5	15° 45'	1,760	157 000	146 000	2,2	0,34	1,76	0,97
2007119A	95	145	32	24,0	32	124,927	2,0	1,5	16° 25'	1,850	157 000	146 000	2,2	0,36	1,69	0,93
2007120A	100	150	32	24,0	32	129,269	2,0	1,5	17°	1,920	161 000	158 000	2,0	0,37	1,62	0,89
Серия диаметров 2, серия ширины 0																
7203A	17	40	12	11	13,25	31,408	1,0	1,0	12° 57'10"	0,081	17 900	12 000	9,0	0,31	1,91	1,05
7204A	20	47	14	12	15,25	37,304	1,0	1,0	12° 57'10"	0,128	26 000	16 600	8,0	0,36	1,67	0,92
7205A	25	52	15	13	16,25	41,135	1,0	1,0	14° 02'10"	0,157	29 200	21 000	7,5	0,36	1,67	0,92
7206A	30	62	16	14	17,25	49,990	1,0	1,0	14° 02'10"	0,240	38 000	25 500	6,3	0,36	1,65	0,91
7207A	35	72	17	15	18,25	58,844	1,5	1,5	14° 02'10"	0,340	48 400	32 500	5,3	0,37	1,62	0,85
7208A	40	80	18	16	19,75	65,730	1,5	1,5	14° 02'10"	0,435	58 300	40 000	4,8	0,38	1,56	0,86
7209A	45	85	19	16	20,75	70,440	1,5	1,5	15° 06'34"	0,499	62 700	50 000	4,5	0,41	1,45	0,80
7210A	50	90	20	17	22,75	75,078	1,5	1,5	15° 38'32"	0,566	70 400	55 000	4,3	0,37	1,60	0,88
7211A	55	100	21	18	22,75	84,197	2,0	1,5	15° 06'34"	0,732	84 200	61 000	3,8	0,41	1,46	0,80
7212A	60	110	22	19	23,75	91,876	2,0	1,5	15° 06'34"	0,931	91 300	70 000	3,4	0,35	1,71	0,94
7213A	65	120	23	20	24,75	101,934	2,0	1,5	15° 06'34"	1,170	108 000	78 000	-	-	-	-
7214A	70	125	24	21	26,25	105,748	2,0	1,5	15° 38'32"	1,300	119 000	89 000	3,0	0,37	1,62	0,88
7215A	75	130	25	22	27,25	110,408	2,0	1,5	16° 10'20"	1,410	130 000	100 000	2,8	0,39	1,55	0,85
7216A	80	140	26	22	28,25	119,169	2,5	2,0	15° 38'32"	1,700	140 000	114 000	2,4	0,42	1,43	0,78
7217A	85	150	28	24	30,50	126,685	2,5	2,0	15° 38'32"	2,140	165 000	134 000	2,2	0,43	1,38	0,76
7218A	90	160	30	26	32,50	134,901	2,5	2,0	15° 38'32"	2,620	183 000	150 000	2,0	0,38	1,56	0,86
7219A	95	170	32	27	34,50	143,385	3,0	2,5	15° 38'32"	3,160	205 000	156 000	1,9	0,41	1,48	0,81
7220A	100	180	34	29	37,00	151,310	3,0	2,5	15° 38'32"	3,810	233 000	190 000	1,9	0,40	1,49	0,82

Серия диаметров 5, серия ширины 0																
7505A	25	52	18	16	19,25	41,331	1,0	1,0	13°30'	0,180	34 100	25 000	-	-	-	-
7506A	30	62	20	17	21,25	48,982	1,0	1,0	14° 02'10"	0,500	47 300	37 000	6,3	0,37	1,65	0,90
7507A	35	72	23	19	24,25	57,087	1,5	1,5	14° 02'10"	0,458	61 600	45 000	5,3	0,35	1,73	0,95
7508A	40	80	23	19	24,75	64,715	1,5	1,5	14° 02'10"	0,560	70 400	50 000	4,8	0,38	1,58	0,87
7509A	45	85	23	19	24,75	69,610	1,5	1,5	15° 06'34"	0,598	74 800	60 000	4,5	0,42	1,44	0,80
7510A	50	90	23	19	24,75	74,226	1,5	1,5	15° 38'32"	0,644	76 500	64 000	4,3	0,42	1,43	0,78
7511A	55	100	25	21	26,75	82 837	1,0	1,5	15° 06'34"	0 878	99 000	80 000	3 8	0 36	1,67	0,92
7512A	60	110	28	24	29,75	90,236	2,0	1,5	15° 06'34"	1,200	120 000	100 000	3,4	0,39	1,53	0,84
7513A	65	120	31	27	32,75	99,484	2,0	1,5	15° 06'34"	1,580	142 000	120 000	3,0	0,37	1,62	0,89
7514A	70	125	31	27	33,25	103,765	2,0	1,5	15° 38'32"	1,680	147 000	118 000	2,8	0,39	1,55	0,85
7515A	75	130	31	27	33,25	108,932	2,0	1,5	16° 10'20"	1,760	157 000	130 000	2,6	0,41	1,48	0,81
7516A	80	140	33	28	35,25	117,466	2,5	2,0	15° 38'32"	2,180	176 000	155 000	2,4	0,40	1,49	0,82
7517A	85	150	36	30	38,50	124,970	2,5	2,0	15° 38'32"	2,750	201 000	180 000	2,2	0,39	1,55	0,85
7518A	90	160	40	34	42,50	132,615	2,5	2,0	15° 38'32"	3,490	238 000	193 000	2,0	0,39	1,55	0,85
7519A	95	170	43	37	45,50	140,259	3,0	2,5	15° 38'32"	4,320	264 000	220 000	1,9	0,38	1,56	0,86
7520A	100	180	46	39	49,00	148,184	3,0	2,5	15° 38'32"	5,210	297 000	280 000	1,8	0,40	1,49	0,82

Серия диаметров 3, серия ширины 0																
7302A	15	42	13	11	14,25	33,272	1,0	1,0	10° 45'29"	0,099	21 200	12 700	-	-	-	-
7303A	17	47	14	12	15,25	37,420	1,0	1,0	10° 45'29"	0,133	26 000	16 000	-	-	-	-
7304A	20	52	15	13	16,25	41,318	1,5	1,5	11° 18'36"	0,174	31 900	20 000	8,0	0,30	2,03	1,11
7305A	25	62	17	15	18,25	50,637	1,5	1,5	11° 18'36"	0,273	41 800	28 000	6,7	0,36	1,66	0,92
7306A	30	72	19	16	20,75	58,287	1,5	1,5	11° 51'35"	0,406	52 800	39 000	5,6	0,34	1,78	0,98
7307A	35	80	21	18	22,75	65,769	2,0	1,5	11° 51'35"	0,541	68 200	50 000	5,0	0,32	1,88	1,03
7308A	40	90	23	20	25,25	72,703	2,0	1,5	12° 57'10"	0,769	80 900	56 000	4,5	0,28	2,16	1,19
7309A	45	100	25	22	27,25	81,780	2,0	1,5	12° 57'10"	1,020	101 000	72 000	4,0	0,29	2,09	1,15
7310A	50	110	27	23	29,25	90,633	2,5	2,0	12° 57'10"	1,310	117 000	90 000	3,6	0,31	1,94	1,06
7311A	55	120	29	25	31,50	99,146	2,5	2,0	12° 57'10"	1,670	134 000	110 000	3,2	0,33	1,80	0,99
7312A	60	130	31	26	33,50	107,769	3,0	2,5	12° 57'10"	2,060	161 000	120 000	3,0	0,30	1,97	1,08
7313A	65	140	33	28	36,00	116,846	3,0	2,5	12° 57'10"	2,550	183 000	150 000	2,6	0,30	1,97	1,08
7314A	70	150	35	30	38,00	125,244	3,0	2,5	12° 57'10"	3,090	209 000	170 000	2,4	0,31	1,94	1,06
7315A	75	160	37	31	40,00	134,097	3,0	2,5	12° 57'10"	3,680	229 000	185 000	2,2	0,33	1,83	1,01
7316A	80	170	39	33	42,50	143,174	3,0	2,5	12° 57'10"	4,410	255 000	190 000	-	-	-	-
7317A	85	180	41	34	44,50	150,433	4,0	3,0	12° 57'10"	5,130	286 000	216 000	1,9	0,31	1,91	1,05
7318A	90	190	43	36	46,50	159,061	4,0	3,0	12° 57'10"	5,930	308 000	236 000	1,8	0,32	1,88	1,03
7319A	95	200	45	38	49,50	165,861	4,0	3,0	12° 57'10"	6,920	341 000	265 000	-	-	-	-
7320A	100	215	47	39	51,50	178,578	4,0	3,0	12° 57'10"	8,470	380 000	290 000	0,31	1,88	1,03	-

Таблиця Д4

Коефіцієнт обертання, V	
при обертанні внутрішнього кільця	1
при обертанні зовнішнього кільця	1,2

Таблиця Д5

Тип подшипника	α°	F_a/C_0	$F_a/(VF_a) \leq \epsilon$		$F_a/(VF_a) > \epsilon$		ϵ
			X	Y	X	Y	
Радиальный шариковый однорядный	0	0,014				2,30	0,19
		0,028				1,99	0,22
		0,056				1,71	0,26
		0,084				1,55	0,28
		0,11	1	0	0,56	1,45	1,30
		0,17				1,31	0,34
		0,28				1,15	0,38
		0,42				1,04	0,42
		0,56				1,00	0,44
		0,71				1,00	0,44
Радиально-упорный шариковый однорядный	12	0,014				1,81	0,30
		0,029				1,62	0,34
		0,057				1,46	0,37
		0,086				1,34	0,41
		0,11	1	0	0,45	1,22	0,45
		0,17				1,13	0,48
		0,29				1,14	0,52
		0,43				1,01	0,54
		0,57				1,00	0,54
		0,71				1,00	0,54
Подшипники роликовые конические однорядные	26	—	1	0	0,41	0,87	0,68
	36	—	1	0	0,37	0,66	0,95
	—	—	1	0	0,4	$0,4 \operatorname{ctg} \alpha$	$1,5 \operatorname{ctg} \alpha$ (можно по каталогу)

Таблиця Д6

Характер навантаження	Коефіцієнт навантаження, K_b
спокійне навантаження	1
помірні поштовхи	1,3...1,5
сильні поштовхи	2,5...3

Таблиця Д7

$t, ^\circ C$ (для сталі ШХ15)	Температурний коефіцієнт, K_t
$< 100 ^\circ C$	1
125...250 $^\circ C$	1,05...1,4

Таблиця Д9

S	0,9	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
a_1	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

Для підшипників більшості виробів приймають $S = 0,9$

Таблиця Д10

Тип підшипнику	a_2		
	Звичайні умови застосування	При наявності гідродинамічного плівки і знижених перекосах в вузлах	Матеріал кілець і тіл кочення підвищеної якості при наявності гідродинамічного плівки і знижених перекосах в вузлах
Для шарикопідшипників	0,7...0,8	1,0	1,2...1,4
Для роликотпідшипників конічних	0,6...0,7	0,9	1,1...1,3

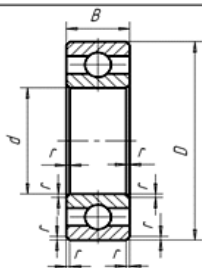
Таблиця Д11

Тип підшипнику	X_0	Y_0
радіальні кулькові	0,6	0,5
кулькові радіально-упорні	0,5	0,28...0,47
конічні роликотпідшипники	0,5	$0,22ctg\alpha$

Додаток Д

Таблица Д1

1. Шариковые радиальные однорядные подшипники (по ГОСТ 8338-75)



d - номинальный диаметр отверстия внутреннего кольца;

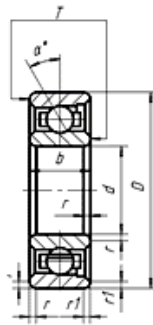
D - номинальный диаметр наружной цилиндрической поверхности наружного кольца

B - номинальная ширина подшипника;

r - номинальная координата монтажной фаски.

Легкая серия диаметров 2, узкая серия ширин 0										
23	3	10	4	0,3	1,59	7	0,0016	490	217	40
24	4	13	5	0,4	2,38	6	0,003	900	415	38
25	5	16	5	0,5	3,18	6	0,003	1 480	740	36
26	6	19	6	0,5	3,97	6	0,008	2 170	1 160	32
27	7	22	7	0,5	3,97	7	0,013	3 250	1 350	30
29	9	26	8	1,0	4,76	7	0,019	4 620	1 960	26
200	10	30	9	1,0	5,95	6	0,030	5 900	2 650	24
201	12	32	10	1,0	5,56	7	0,037	6 890	3 100	22
202	15	35	11	1,0	5,95	8	0,045	7 800	3 550	19
203	17	40	12	1,0	7,14	7	0,060	9 560	4 500	17
204	20	47	14	1,5	7,94	8	0,10	12 700	6 200	15
205	25	52	15	1,5	7,94	9	0,12	14 000	6 950	12
206	30	62	16	1,5	9,53	9	0,20	19 500	10 000	10
207	35	72	17	2,0	11,11	9	0,29	25 500	13 700	9
208	40	80	18	2,0	12,7	9	0,36	32 000	17 800	8,5
209	45	85	19	2,0	12,7	9	0,41	33 200	18 600	7,5
210	50	90	20	2,0	12,7	10	0,47	35 100	19 800	7,0
211	55	100	21	2,5	14,29	10	0,60	43 600	25 000	6,3
212	60	110	22	2,5	15,88	10	0,80	52 000	31 000	6,0
213	65	120	23	2,5	16,67	10	0,98	56 000	34 000	5,3
214	70	125	24	2,5	17,46	10	1,08	61 800	37 500	5,0
215	75	130	25	2,5	17,46	11	1,18	66 300	41 000	4,8
216	80	140	26	3,0	19,05	10	1,40	70 200	45 000	4,5
217	85	150	28	3,0	19,84	11	1,80	83 200	53 000	4,3
218	90	160	30	3,0	22,23	10	2,2	95 600	62 000	3,8
220	100	180	34	3,5	25,4	10	3,2	124 000	79 000	3,4
Средняя серия диаметров 3, узкая серия ширин 0										
34	4	16	5	0,5	3,18	6	0,005	1 450	740	35
35	5	19	6	0,5	3,97	6	0,008	2 190	1 160	32
300	10	35	11	1,0	7,14	6	0,05	8 060	3 750	20
301	12	37	12	1,5	7,94	6	0,06	9 750	4 650	19
302	15	42	13	1,5	7,94	7	0,08	11 400	5 400	17
303	17	47	14	1,5	9,53	6	0,11	13 500	6 650	16
304	20	52	15	2,0	9,53	7	0,14	15 900	7 800	13
305	25	62	17	2,0	11,51	7	0,23	22 500	11 400	11
306	30	72	19	2,0	12,3	8	0,34	28 100	14 600	9
307	35	80	21	2,5	14,29	7	0,44	33 200	18 000	8,5
308	40	90	23	2,5	15,08	8	0,63	41 000	22 400	7,5
309	45	100	25	2,5	17,46	8	0,83	52 700	30 000	6,7
310	50	110	27	3,0	19,05	8	1,08	61 800	36 000	6,3
311	55	120	29	3,0	20,64	8	1,35	71 500	41 500	5,6
312	60	130	31	3,5	22,23	8	1,70	81 900	48 000	5,0
313	65	140	33	3,5	23,81	8	2,11	92 300	56 000	4,8
314	70	150	35	3,5	25,4	8	2,60	104 000	63 000	4,5
315	75	160	37	3,5	26,99	8	3,10	112 000	72 500	4,1
316	80	170	39	3,5	28,58	8	3,60	124 000	80 000	3,8
317	85	180	41	4,0	30,16	8	4,30	133 000	90 000	3,6
318	90	190	43	4,0	31,75	8	5,10	143 000	99 000	3,4
320	100	215	47	4,0	36,51	8	7,00	174 000	132 000	3,0
Тяжелая серия диаметров 4, узкая серия ширин 0										
403	17	62	17	2,0	12,7	6	0,27	22 900	11 800	12
405	25	80	21	2,5	16,67	6	0,5	36 400	20 400	9
406	30	90	23	2,5	19,05	6	0,72	47 000	26 700	8,5
407	35	100	25	2,5	20,64	6	0,93	55 300	31 000	7,0
408	40	110	27	3,0	22,23	6	1,20	63 700	36 500	6,7
409	45	120	29	3,0	23,02	7	1,52	76 100	45 500	6,0
410	50	130	31	3,5	25,4	7	1,91	87 100	52 000	5,3
411	55	140	33	3,5	26,99	7	2,3	100 000	63 000	5,0
412	60	150	35	3,5	28,58	7	2,8	108 000	70 000	4,8
413	65	160	37	3,5	30,16	7	3,4	119 000	78 000	4,5
414	70	180	42	4,0	34,93	7	5,3	143 000	105 000	3,8
416	80	200	48	4,0	38,1	7	7,0	163 000	125 000	3,4
417	85	210	52	5,0	39,69	7	8,0	174 000	135 000	3,2
418	90	225	54	5,0	-	-	11,4	186 000	146 000	-

11. Шариковые радиально-упорные однорядные подшипники (по ГОСТ 831-75)



α^* - угол контакта, равный углу между линией действия результирующей нагрузки на тело качения и плоскостью, перпендикулярной оси подшипника.
 Для подшипников типа 36000К6 угол $\alpha = 15^\circ$; типа 46000 - $\alpha = 26^\circ$; типа 66000 - $\alpha = 36^\circ$.

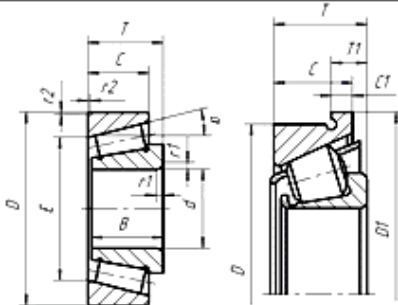
Размеры, мм

46000	d	D	b = T	r	r ₁	Шарики		Масса, кг	C, Н	C ₀ , Н	n _{грн} · 10 ⁻³ , мин ⁻¹
						D _ш	z				
Серия диаметров 1, серия ширины 0											
-	10	26	8	0,5	0,3	4,76	9	0,020	3900	2200	34
-	12	28	8	0,5	0,3	4,76	9	0,025	4250	2450	34
-	17	35	10	0,5	0,3	5,16	11	0,04	5700	3600	28
-	20	42	12	1,0	0,5	6,35	11	0,07	7800	5200	22
46106	30	55	13	1,5	0,8	7,14	18	0,12	14 500	7 880	11
46108	40	68	15			7,94	16	0,20	18 900	11 100	10
46109	45	75	16			8,31	16	0,25	22 500	13 400	9
46111	55	90	18	2,0	1,0	10,30	18	0,40	32 600	21 100	7,5
46112	60	95	18			11,11	18	0,42	37 400	24 500	7,0
46114	70	110	20			12,30	19	0,62	46 100	31 700	6,3
46115	75	115	20			12,30	20	0,66	47 300	33 400	5,6
46116	80	125	22	2,5	1,2	13,49	20	0,88	56 000	40 100	5,3
46117	85	130	21			13,49	21	0,92	57 400	42 100	5,0
46118	90	140	24			14,29	21	1,19	63 500	47 200	4,8
46120	100	150	22	15,08	22	1,29	71 500	55 100	4,3		

46000	d	D	b = T	r	r ₁	Шарики		C, Н, для типа		C ₀ , Н, для типа		n _{грн} · 10 ⁻³ , мин ⁻¹		Масса, кг
						D _ш	z	36000	46000	36000	46000	36000	46000	
Серия диаметров 2, серия ширины 0														
-	12	32	10	-	-	5,50	9	5500	-	3350	-	24	-	0,04
46202	15	35	11	1,0	0,5	5,95	10	6000	8520	3750	3650	24	18	0,05
46203	17	40	12	-	-	7,10	10	9200	-	5750	-	18	-	0,07
46204	20	47	14	1,5	0,8	7,94	11	11 900	14 800	7 450	7 640	16	15	0,110
46205	25	52	15			7,94	12	12 400	15 700	8 000	8 340	13	11	0,135
46206	30	62	16			9,53	12	16 300	21 900	12 000	12 000	11	10	0,200
46207	35	72	17	2,0	1,0	11,11	12	20 000	29 000	15 300	16 400	10	9	0,29
46208	40	80	18			12,70	12	27 000	36 800	20 400	21 400	9,5	8	0,37
46209	45	85	19			12,70	13	32 000	38 700	25 500	23 100	9,0	7	0,42
46210	50	90	20			12,70	14	35 500	40 600	28 500	24 900	8,0	6,3	0,48
46211	55	100	21	2,5	1,2	14,29	14	41 500	50 300	34 500	31 500	7,0	6,3	0,63
46212	60	110	22			15,88	14	50 000	60 800	42 500	38 800	6,3	5,6	0,80
46213	65	120	23			16,67	15	-	69 400	-	-	-	5,3	1,00
46214	70	125	24	3,0	1,5	17,46	15	60 000	-	52 000	45 900	6,0	-	1,10
46215	75	130	25			17,46	16	73 500	78 400	65 500	53 800	-	5,0	1,21
46216	80	140	26			19,05	15	73 500	87 900	65 500	60 000	5,6	4,3	1,48
46217	85	150	28	3,5	2,0	19,84	15	81 500	94 400	76 500	65 100	5,0	4,0	1,84
46218	90	160	30			22,23	14	90 000	111 000	85 000	76 200	4,8	3,6	2,26
46220	100	180	34			25,44	15	-	148 000	-	107 000	-	3,2	3,32

наименования подшипников	d	D	b = T	r	r ₁	Шарики		C, Н	C ₀ , Н	n _{грн} · 10 ⁻³ , мин ⁻¹	Масса, кг
						D _ш	z				
Серия диаметров 3, серия ширины 0											
46305	25	62	17	2,0	1,0	11,51	10	26 900	14 600	9	0,25
46306	30	72	19			12,30	11	32 600	18 300	8	0,38
46307	35	80	21	2,5	1,2	14,29	11	42 600	24 700	7,3	0,51
46308	40	90	23			15,08	12	50 000	30 100	6,3	0,69
46309	45	100	25			17,46	11	61 400	37 000	5,6	0,93
46310	50	110	27	3,0	1,5	19,09	11	71 800	44 000	5,0	1,20
46312	60	130	31	3,5	2,0	22,23	12	100 000	65 300	4,3	1,94
46313	65	140	33			23,81	12	113 000	75 000	4,0	2,38
46314	70	150	35			25,40	12	127 000	85 300	3,6	2,89
46318	90	190	43			31,75	12	165 000	122 000	2,8	5,65
46320	100	215	47	36,51	12	213 000	177 000	2,4	8,04		
Серия диаметров 4, серия ширины 0											
66407	35	100	25	2,5	1,2	-	-	-	-	-	1,05
66408	40	110	27	3,0	1,5	20,64	10	72 200	42 300	4,3	1,37
66409	45	120	29			23,02	10	81 600	47 300	4,0	1,75
66410	50	130	31	3,5	2,0	24,61	10	98 900	60 100	2,8	2,17
66412	60	150	35			26,99	10	125 000	79 500	2,2	3,37
66414	70	180	42			36,51	10	152 000	109 000	1,4	5,7
66418	90	225	54	5,0	2,5	41,28	10	208 800	162 000	1,2	12,0

13. Роликовые конические однорядные подшипники повышенной грузоподъемности ГОСТ 27365-87



Условное обозначение подшипника	d	D	B	C	T	E	r _{15mm} ^{*1}	r _{25mm} ^{*1}	α	Масса, кг ≈	C, Н · м ²	C ₀ , Н · м ²	n _{гр} · 10 ⁻¹ , мин ⁻¹	расчетные параметры		
														e	Y	Y _c
Серия диаметров 1, серия ширины 2																
2007104A	20	42	15	12,0	15	32,781	0,6	0,6	14°	0,101	22 900	15 600	-	-	-	-
2007122A	22	44	15	11,5	15	34,708	0,6	0,6	14° 50'	0,107	23 800	16 600	-	-	-	-
2007105A	25	47	15	11,5	15	37,393	0,6	0,6	16°	0,117	25 500	18 300	-	-	-	-
2007128A	28	52	16	12,0	16	41,991	1,0	1,0	16°	0,150	29 700	21 600	-	-	-	-
2007106A	30	55	17	13,0	17	44,438	1,0	1,0	16°	0,175	33 600	24 500	6,7	0,24	2,5	1,38
2007132A	32	58	17	13,0	17	46,708	1,0	1,0	16° 50'	0,193	34 700	26 000	-	-	-	-
2007107A	35	62	18	14,0	18	50,510	1,0	1,0	16° 50'	0,224	40 200	30 500	6,0	0,27	2,21	1,22
2007108A	40	68	19	14,5	19	56,897	1,0	1,0	14° 10'	0,278	49 500	40 000	5,3	0,33	1,84	1,01
2007109A	45	75	20	15,5	20	63,248	1,0	1,0	14° 40'	0,354	55 000	44 000	4,8	0,30	2,00	1,10
2007110A	50	80	20	15,5	20	67,841	1,0	1,0	15° 45'	0,384	57 200	48 000	-	-	-	-
2007111A	55	90	23	17,5	23	76,505	1,5	1,5	15° 10'	0,570	76 500	64 000	4,0	0,33	1,80	0,99
20p7112A	60	95	23	17,5	23	80,634	1,5	1,5	16°	0,605	76 500	67 000	-	-	-	-
2007113A	65	100	23	17,5	23	85,567	1,5	1,5	17°	0,642	78 100	68 000	3,4	0,38	1,59	0,87
2007114A	70	110	25	19,0	25	93,633	1,5	1,5	16° 10'	0,875	95 200	83 000	3,2	0,29	2,11	1,16
2007115A	75	115	25	19,0	25	98,358	1,5	1,5	17°	0,921	99 000	88 000	3,0	0,30	2,00	1,10
2007116A	80	125	29	22,0	29	107,334	1,5	1,5	15° 45'	1,290	128 000	116 000	2,6	0,34	1,77	0,97
2007117A	85	130	29	22,0	29	111,788	1,5	1,5	16° 25'	1,350	130 000	120 000	-	-	-	-
2007118A	90	140	32	24,0	32	119,948	2,0	1,5	15° 45'	1,760	157 000	146 000	2,2	0,34	1,76	0,97
2007119A	95	145	32	24,0	32	124,927	2,0	1,5	16° 25'	1,850	157 000	146 000	2,2	0,36	1,69	0,93
2007120A	100	150	32	24,0	32	129,269	2,0	1,5	17°	1,920	161 000	158 000	2,0	0,37	1,62	0,89
Серия диаметров 2, серия ширины 0																
7203A	17	40	12	11	13,25	31,408	1,0	1,0	12° 57'10"	0,081	17 900	12 000	9,0	0,31	1,91	1,05
7204A	20	47	14	12	15,25	37,304	1,0	1,0	12° 57'10"	0,128	26 000	16 600	8,0	0,36	1,67	0,92
7205A	25	52	15	13	16,25	41,135	1,0	1,0	14° 02'10"	0,157	29 200	21 000	7,5	0,36	1,67	0,92
7206A	30	62	16	14	17,25	49,990	1,0	1,0	14° 02'10"	0,240	38 000	25 500	6,3	0,36	1,65	0,91
7207A	35	72	17	15	18,25	58,844	1,5	1,5	14° 02'10"	0,340	48 400	32 500	5,3	0,37	1,62	0,85
7208A	40	80	18	16	19,75	65,730	1,5	1,5	14° 02'10"	0,435	58 300	40 000	4,8	0,38	1,56	0,86
7209A	45	85	19	16	20,75	70,440	1,5	1,5	15° 06'34"	0,499	62 700	50 000	4,5	0,41	1,45	0,80
7210A	50	90	20	17	22,75	75,078	1,5	1,5	15° 38'32"	0,566	70 400	55 000	4,3	0,37	1,60	0,88
7211A	55	100	21	18	22,75	84,197	2,0	1,5	15° 06'34"	0,732	84 200	61 000	3,8	0,41	1,46	0,80
7212A	60	110	22	19	23,75	91,876	2,0	1,5	15° 06'34"	0,931	91 300	70 000	3,4	0,35	1,71	0,94
7213A	65	120	23	20	24,75	101,934	2,0	1,5	15° 06'34"	1,170	108 000	78 000	-	-	-	-
7214A	70	125	24	21	26,25	105,748	2,0	1,5	15° 38'32"	1,300	119 000	89 000	3,0	0,37	1,62	0,88
7215A	75	130	25	22	27,25	110,408	2,0	1,5	16° 10'20"	1,410	130 000	100 000	2,8	0,39	1,55	0,85
7216A	80	140	26	22	28,25	119,169	2,5	2,0	15° 38'32"	1,700	140 000	114 000	2,4	0,42	1,43	0,78
7217A	85	150	28	24	30,50	126,685	2,5	2,0	15° 38'32"	2,140	165 000	134 000	2,2	0,43	1,38	0,76
7218A	90	160	30	26	32,50	134,901	2,5	2,0	15° 38'32"	2,620	183 000	150 000	2,0	0,38	1,56	0,86
7219A	95	170	32	27	34,50	143,385	3,0	2,5	15° 38'32"	3,160	205 000	156 000	1,9	0,41	1,48	0,81
7220A	100	180	34	29	37,00	151,310	3,0	2,5	15° 38'32"	3,810	233 000	190 000	1,9	0,40	1,49	0,82

Серия диаметров 5, серия ширины 0																
7505A	25	52	18	16	19,25	41,331	1,0	1,0	13°30'	0,180	34 100	25 000	-	-	-	-
7506A	30	62	20	17	21,25	48,982	1,0	1,0	14°02'10"	0,500	47 300	37 000	6,3	0,37	1,65	0,90
7507A	35	72	23	19	24,25	57,087	1,5	1,5	14°02'10"	0,458	61 600	45 000	5,3	0,35	1,73	0,95
7508A	40	80	23	19	24,75	64,715	1,5	1,5	14°02'10"	0,560	70 400	50 000	4,8	0,38	1,58	0,87
7509A	45	85	23	19	24,75	69,610	1,5	1,5	15°06'34"	0,598	74 800	60 000	4,5	0,42	1,44	0,80
7510A	50	90	23	19	24,75	74,226	1,5	1,5	15°38'32"	0,644	76 500	64 000	4,3	0,42	1,43	0,78
7511A	55	100	25	21	26,75	82 837	1,0	1,5	15°06'34"	0 878	99 000	80 000	3 8	0 36	1,67	0,92
7512A	60	110	28	24	29,75	90,236	2,0	1,5	15°06'34"	1,200	120 000	100 000	3,4	0,39	1,53	0,84
7513A	65	120	31	27	32,75	99,484	2,0	1,5	15°06'34"	1,580	142 000	120 000	3,0	0,37	1,62	0,89
7514A	70	125	31	27	33,25	103,765	2,0	1,5	15°38'32"	1,680	147 000	118 000	2,8	0,39	1,55	0,85
7515A	75	130	31	27	33,25	108,932	2,0	1,5	16°10'20"	1,760	157 000	130 000	2,6	0,41	1,48	0,81
7516A	80	140	33	28	35,25	117,466	2,5	2,0	15°38'32"	2,180	176 000	155 000	2,4	0,40	1,49	0,82
7517A	85	150	36	30	38,50	124,970	2,5	2,0	15°38'32"	2,750	201 000	180 000	2,2	0,39	1,55	0,85
7518A	90	160	40	34	42,50	132,615	2,5	2,0	15°38'32"	3,490	238 000	193 000	2,0	0,39	1,55	0,85
7519A	95	170	43	37	45,50	140,259	3,0	2,5	15°38'32"	4,320	264 000	220 000	1,9	0,38	1,56	0,86
7520A	100	180	46	39	49,00	148,184	3,0	2,5	15°38'32"	5,210	297 000	280 000	1,8	0,40	1,49	0,82

Серия диаметров 3, серия ширины 0																
7302A	15	42	13	11	14,25	33,272	1,0	1,0	10°45'29"	0,099	21 200	12 700	-	-	-	-
7303A	17	47	14	12	15,25	37,420	1,0	1,0	10°45'29"	0,133	26 000	16 000	-	-	-	-
7304A	20	52	15	13	16,25	41,318	1,5	1,5	11°18'36"	0,174	31 900	20 000	8,0	0,30	2,03	1,11
7305A	25	62	17	15	18,25	50,637	1,5	1,5	11°18'36"	0,273	41 800	28 000	6,7	0,36	1,66	0,92
7306A	30	72	19	16	20,75	58,287	1,5	1,5	11°51'35"	0,406	52 800	39 000	5,6	0,34	1,78	0,98
7307A	35	80	21	18	22,75	65,769	2,0	1,5	11°51'35"	0,541	68 200	50 000	5,0	0,32	1,88	1,03
7308A	40	90	23	20	25,25	72,703	2,0	1,5	12°57'10"	0,769	80 900	56 000	4,5	0,28	2,16	1,19
7309A	45	100	25	22	27,25	81,780	2,0	1,5	12°57'10"	1,020	101 000	72 000	4,0	0,29	2,09	1,15
7310A	50	110	27	23	29,25	90,633	2,5	2,0	12°57'10"	1,310	117 000	90 000	3,6	0,31	1,94	1,06
7311A	55	120	29	25	31,50	99,146	2,5	2,0	12°57'10"	1,670	134 000	110 000	3,2	0,33	1,80	0,99
7312A	60	130	31	26	33,50	107,769	3,0	2,5	12°57'10"	2,060	161 000	120 000	3,0	0,30	1,97	1,08
7313A	65	140	33	28	36,00	116,846	3,0	2,5	12°57'10"	2,550	183 000	150 000	2,6	0,30	1,97	1,08
7314A	70	150	35	30	38,00	125,244	3,0	2,5	12°57'10"	3,090	209 000	170 000	2,4	0,31	1,94	1,06
7315A	75	160	37	31	40,00	134,097	3,0	2,5	12°57'10"	3,680	229 000	185 000	2,2	0,33	1,83	1,01
7316A	80	170	39	33	42,50	143,174	3,0	2,5	12°57'10"	4,410	255 000	190 000	-	-	-	-
7317A	85	180	41	34	44,50	150,433	4,0	3,0	12°57'10"	5,130	286 000	216 000	1,9	0,31	1,91	1,05
7318A	90	190	43	36	46,50	159,061	4,0	3,0	12°57'10"	5,930	308 000	236 000	1,8	0,32	1,88	1,03
7319A	95	200	45	38	49,50	165,861	4,0	3,0	12°57'10"	6,920	341 000	265 000	-	-	-	-
7320A	100	215	47	39	51,50	178,578	4,0	3,0	12°57'10"	8,470	380 000	290 000	0,31	1,88	1,03	-

Таблиця Д4

Коефіцієнт обертання, V	
при обертанні внутрішнього кільця	1
при обертанні зовнішнього кільця	1,2

Таблиця Д5

Тип подшипника	α°	F_a/C_0	$F_a/(VF_a) \leq \epsilon$		$F_a/(VF_a) > \epsilon$		ϵ
			X	Y	X	Y	
			Радиальный шариковый одно- рядный	0	1	0	
Радиально-упорный шариковый однорядный	12	1	0	0,45	1,81 1,62 1,46 1,34 1,22 1,13 1,14 1,01 1,00	0,30 0,34 0,37 0,41 0,45 0,48 0,52 0,54 0,54	
Подшипники роликовые конические однорядные	26	—	1	0	0,41	0,87	0,68
	36	—	1	0	0,37	0,66	0,95
	—	—	1	0	0,4	0,4 ctg α 1,5 ctg α (можно по каталогу)	

Таблиця Д6

Характер навантаження	Коефіцієнт навантаження, K_b
спокійне навантаження	1
помірні поштовхи	1,3...1,5
сильні поштовхи	2,5...3

Таблиця Д7

$t, ^\circ C$ (для сталі ШХ15)	Температурний коефіцієнт, K_t
$< 100 ^\circ C$	1
125...250 $^\circ C$	1,05...1,4

Таблиця Д9

S	0,9	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
a_1	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

Для підшипників більшості виробів приймають $S = 0,9$

Таблиця Д10

Тип підшипнику	a_2		
	Звичайні умови застосування	При наявності гідродинамічного плівки і знижених перекосах в вузлах	Матеріал кілець і тіл кочення підвищеної якості при наявності гідродинамічного плівки і знижених перекосах в вузлах
Для шарикопідшипників	0,7...0,8	1,0	1,2...1,4
Для роликотпідшипників конічних	0,6...0,7	0,9	1,1...1,3

Таблиця Д11

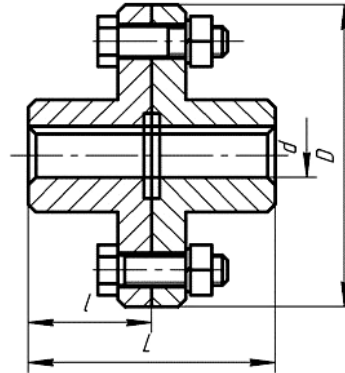
Тип підшипнику	X_0	Y_0
радіальні кулькові	0,6	0,5
кулькові радіально-упорні	0,5	0,28...0,47
конічні роликотпідшипники	0,5	$0,22ctg\alpha$

Додаток Е

Таблица Е1

5. Упругие втулочно-пальцевые муфты (по ГОСТ 21424—93)

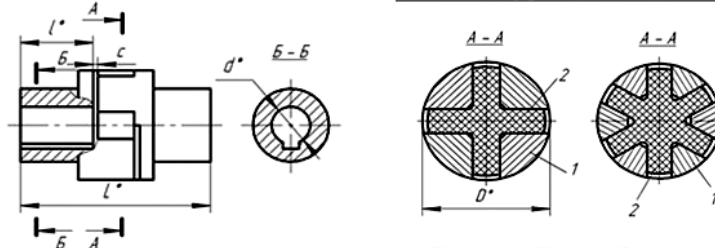
Упругие втулочно-пальцевые муфты общего назначения применяют для соединения соосных валов при передаче вращающего момента от 6,3 до 16000 Н·м и уменьшения Динамических нагрузок, климатических исполнений У и Т для категорий 1-3 и климатических исполнений УХЛ и О для категории 4 по ГОСТ 15150-69.



Номинальный вращающий момент T , Н·м	d^*H8	d_1^*H9	D , не более	L , не более				l h14			
				Исполнение							
				1	2	3	4	1	2	3	4
6,3	9		71	43	-	43	-	20	-	13	-
	10 11			49	43	49	-	23	20	16	-
16	12 14		75	63	53	63	-	30	25	20	-
	16			83	59	83	59	40	28	30	18
31,5	16 18		90	84	60	84	60	40	28	30	18
63	20 22		100	104	76	104	76	50	36	38	24
125	25 28		120	125	89	125	89	60	42	44	26
	30 (2-й ряд)			165	121	165	121	80	58	60	38
250	32; 36 40; 45		140	165	121	165	121	80	58	60	38
	40; 45			225	169	225	169	110	82	85	56
500	40; 45		170	226	169	225	169	110	82	85	56
710	45; 50; 56		190	226	170	226	170	110	82	85	56
1000	50; 56		220	226	170	226	170	110	82	85	56
	63			286	216	286	216	140	105	107	72
2000	63; 71 80; 90		250	288	218	288	218	140	105	107	72
	80; 90			348	268	348	268	170	130	135	95
4000	80; 90		320	350	270	350	270	170	130	135	95
8000	100; 110; 125		400	432	342	432	342	210	165	170	125
16000	125		500	435	345	435	345				
	140			515	415	515	415	250	200	205	155
	160			615	495	615	495	300	240	245	185

7. Упругие муфты со звездочкой (по ГОСТ 14084—93)

Назначение. Для соединения соосных цилиндрических валов при передаче вращающего момента от 2,5 до 400 Н·м и уменьшения динамических нагрузок климатических исполнений У и Т, категорий 1-3 и климатических исполнений УХЛ и О категории 4 по ГОСТ 15150-69.

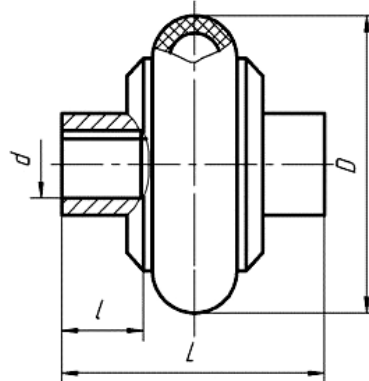
Для муфт с $T=2,5\div 6,3$ Н·мДля муфт $T=16\div 400$ Н·м

Номинальный вращающий момент T , Н·м	d	D	L		l		C JS17	Частота вращения, c^{-1} , не более
			Исполнение					
			1	2	1	2		
2,5	6	32	45,5	-	16	-	1,5	92
	7							
6,3	10	45	59,5	53,5	23	20		83
	11							
	12 14							
16,0	12	53	81,0	71,0	30	25		3,0
	14							
25,0	16	63	101,0	77,0	40	28	58	
	18							
	20							
31,5	14	71	101,0	77,0	40	28	37	
	16							
63,0	18	85	121,0	93,0	50	36		50
	20							
	20 22							
125,0	20	105	128,0	100,0	50	36		33
	22							
50,0	25	135	148,0	112,0	60	42	30	
	28							
	32							
400,0	32	166	188,0	144,0	80	58	25	
	36							
50,0	40	135	191,0	147,0	80	58	30	
	45							
	38							
400,0	40	166	196,0	152,0	80	58	25	
	45							

Таблица ЕЗ

8. Упругие муфты с горообразной оболочкой (по ГОСТ 20884—93)

Назначение: для соединения валов с целью передачи вращающего момента от 20 до 40000 Н·м, уменьшения динамических нагрузок и компенсации смещений валов, климатических исполнений У и Т для категорий 1-3, 5 климатических исполнений УХЛ и О для категории 4 по ГОСТ 15150-69.

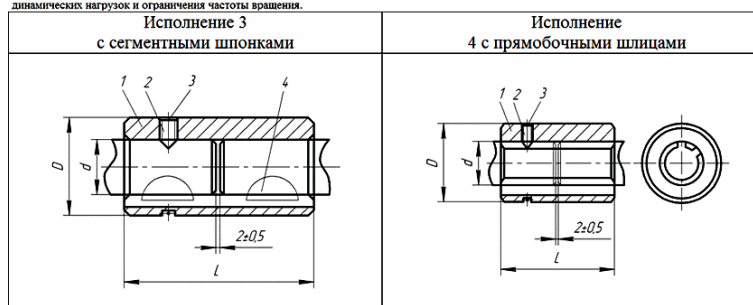


Номинальный вращающий момент Т, Н·м	d* H7	d1* H9	А не более	L,, не более		l, не более		Номинальный вращающий момент Т, Н·м	d* H7	d1* H9	А не более	L,, не более		l, не более	
				Исполнение								Исполнение			
				1	2	1	1					1	2	1	1
20	14 16; 18; 19		100	105	-	28	-	3150	75 80; 85; 90; 95 100		450	355	285	108	75
				110	95	30	20					405	325	132	96
40	18; 19 20; 22; 24 25		125	115	100	30	20	5000	90; 95; 100; 105 110		500	475	385	168	126
				130	120	38	26					415	335	132	96
80	22; 24 25; 28 30		160	140	130	38	26	8000	100; 105 110 120; 125		560	490	400	168	126
				150	140	44	28					495	400	168	126
125	25; 28 30; 32 35; 36		180	155	145	44	28	12500	110; 120 125 130; 140		630	525	420	168	126
				190	175	60	40					585	480	204	158
200	30; 32 35; 36; 38 40		200	200	185	60	40	16000	120; 125 130; 140		710	510	430	168	126
				250	235	84	60					590	490	204	158
250	32; 35 36; 38 40; 42; 45		220	205	185	60	40	20000	150 140; 150 120; 125		800	600	500	204	158
				255	240	84	60					600	500	204	158
315	35; 36; 38 40; 42 45; 48		250	215	195	60	40	360	140; 150		800	600	500	204	158
				270	250	84	60					330	260	108	75
500	40; 42; 45; 48; 50; 53; 55; 56		280	270	250	84	60	360	140; 150		800	600	500	204	158
				280	270	84	60					280	230	84	60
800	48; 50 53; 55; 56 60; 63		320	280	270	84	60	360	140; 150		800	600	500	204	158
				330	310	108	75					330	260	108	75
1250	55; 56 60; 63; 65; 70; 71; 75		360	280	230	84	60	360	140; 150		800	600	500	204	158
				330	310	108	75					330	260	108	75

Таблица Е4

1. Втулочные муфты (по ГОСТ 24246-80)

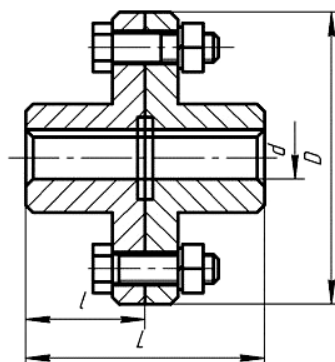
Назначение: для соединения соосных цилиндрических валов при передаче вращающего момента от 1 до 12 500 Нм без смягчения динамических нагрузок и ограничения частоты вращения.



Номинальный вращающий момент T , Нм, для исполнения				d для исполнений			D	L для исполнений	
1	2	3	4	1,2,3				1,2,3	4
				1 ряд	2 ряд	4			
1,0	-	-	-	6	-	-	10	-	-
2,0	-	-	-	7	-	-	14	30	-
				8	-	-			
4,0	-	11,2	-	9	-	-	16	35	-
				10	-	-			
8,0	-	22,4	-	11	-	-	18	40	-
				12	-	-			
16,0	-	45,0	-	14	-	-	28	45	-
				16	-	-			
31,5	-	63,0	-	18	-	-	32	55	-
				-	19	-			
				20	-	-			
				20	-	16			
50,0	71,0	100,0	140,0	22	-	18	38	65	45
				-	24	-			
				25	-	21			
90,0	125,0	180,0	250,0	28	-	23	42	75	50
				28	-	23			
				30	-	-			
125,0	180,0	250,0	355,0	32	-	26	48	90	55
				32	-	26			
				32	-	26			
				35	-	28			
200,0	280,0	400,0	560,0	36	-	-	55	105	65
				-	38	32			
280,0	400,0	560,0	800,0	-	38	32	60	120	80
				40	-	-			
				-	42	36			
400,0	560,0	-	1120,0	-	42	36	70	140	90
				45	-	-			
				-	48	42			
560,0	800,0	-	1600,0	-	48	42	80	150	100
				50	-	-			
				-	53	46			
800,0	1120,0	-	2240,0	-	53	46	90	170	110
				55	-	-			
				-	56	-			
				60	-	52			
1120,0	1600,0	-	3150,0	60	-	52	100	180	120
				60	-	52			
				63	-	-			
1600,0	2240,0	-	4500,0	-	65	56	110	200	130
				-	65	56			
				70	-	-			
				71	-	62			
				-	75	-			
2240,0	3150,0	-	6300,0	-	75	-	120	220	150
				80	-	72			
				-	85	-			
3150,0	4500,0	-	9000,0	-	85	-	130	240	170
				90	-	-			
				-	95	82			
4500,0	6300,0	-	12500,0	-	95	-	140	280	190
				100	-	92			
				-	105	-			

4. Фланцевые муфты (по ГОСТ 20761—96)

Назначение: для соединения соосных цилиндрических валов и передаче вращающего момента без уменьшения динамических нагрузок: стальными муфтами - от 16 до 40000 Н·м при окружной скорости на наружном диаметре муфт до 70 м/с; чугунными муфтами - от 8 до 20000 Н·м при окружной скорости до 35 м/с, климатических исполнений У и Т для категорий 1-3; климатических исполнений УХЛ и О для категорий 4 по ГОСТ 15150-69.



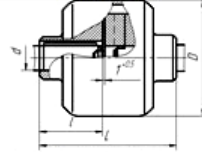
Номинальный вращающий момент T для муфт из стали, Н·м*1	d^{*2} (отклонение по Н7)	D , не более	l , не более		L , не более	
			Исполнения			
			1	2	1	2
16	11; 12; 14 16; 18	80	30	25	63	53
			40	28	84	60
31,5	16; 18; 19 20; 22	90	40	28	84	60
			50	36	104	76
63	20; 22; 24 25; 28	100	50	36	104	76
			60	42	124	83
125	25; 2830; 32; 35; 36	110	60	42	124	83
			80	58	170	120
160	30; 32; 35; 36; 38	130	80	58	170	120
			110	82	230	170
250	32; 35; 36; 38 40; 42; 45	135	80	58	170	120
			110	82	230	170
400	35; 36; 3840; 42; 45; 48; 50	140	80	58	170	120
			110	82	230	170
630	45; 48; 50; 53; 55;56 60	160	110	82	230	170
			140	105	290	220
1000	50; 53; 55; 56 60; 63; 65; 70; 71	170	110	82	230	170
			140	105	290	220
1600	60; 63; 65; 70; 71;75 80; 85	190	140	105	290	220
			170	130	350	270
2500	70; 71; 75 80; 85; 90; 95 100	220	140	105	290	220
			170	130	350	270
4000	80; 85; 90; 95 100; 105; 110	240	210	165	430	340
			170	130	350	270
6300	95100; 105; 110 120; 125130	280	210	165	430	340
			250	200	510	410
10000	110 120; 125 130; 140; 150	320	210	165	430	340
			250	200	510	410
16000	125130; 140; 150	360	210	165	430	340
			250	200	510	410
25000	150	400	250	200	510	410

Таблица Е6

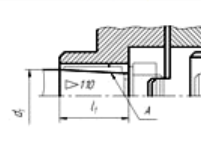
9. Кулачково-дисковые муфты (по ГОСТ 20720-93)

Назначение: соединение валов при передаче вращающего момента от 16 до 16000 Н·м с максимальной частотой вращения 4 с⁻¹ для моментов до 6300 Н·м и 1,6 с⁻¹ для моментов свыше 6300 Н·м при угловом смещении осей валов до 30° без увеличения динамических нагрузок, климатических исполнений У и Т для категорий 1-3, климатических исполнений УХЛ и О для категории 4 по ГОСТ 15150-69.

Исполнения 1 и 2



Исполнения 3 и 4



1, 2 - полумуфты; 3 - диск; 4 - кожух

Полумуфты изготавливают следующих исполнений:

1 - с цилиндрическими отверстиями для длинных концов валов по ГОСТ 12080-66;

2 - с цилиндрическими отверстиями для коротких концов валов по ГОСТ 12080-66;

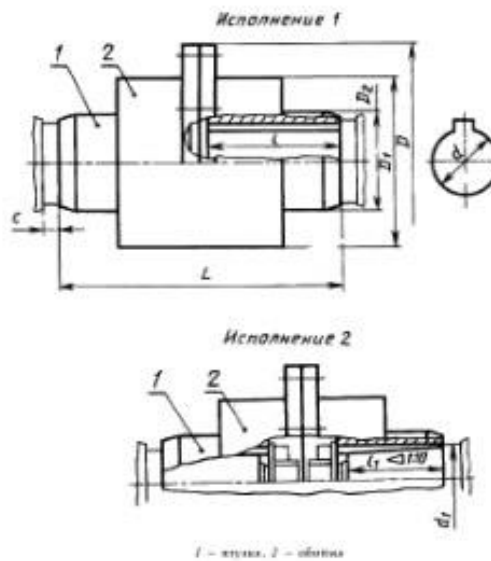
3 - с коническими отверстиями для длинных концов валов по ГОСТ 12081-72;

4 - с коническими отверстиями для коротких концов валов по ГОСТ 12081-72.

Допускаются другие виды соединения полумуфт с валами с обеспечением гарантированного натяжения.

Номинальный вращающий момент T, Н·м	d Н7	d ₁ Н9	d Н7	d ₁ Н9	D, не более	L, не более		l		l ₁		Радиальное смещение осей валов, не более	Масса, кг, не более для исполнений					
						для исполнений				1,3	2,4		1	2	3	4	1,3	2,4
						Ряд 1	Ряд 2	1,3	2,4									
16	16; 18	-	-	-	100	-	75	-	28	-	18	0,6	-	1,4				
31,5	16	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	1,6			
	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
63	-	19	-	-	140	-	90	-	36	-	24	0,8	-	1,5				
	20	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4			
125	20; 22	-	-	-	170	-	105	-	42	-	26	0,8	-	1,3				
	22	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2			
250	25	-	-	-	210	-	-	-	-	-	-	1,0	-	6,3				
	25	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,2			
400	28	-	-	-	250	185	140	80	58	60	38	1,0	7,4	7,2				
	28	-	-	-		185	140	80	58	60	38	38	1,2	7,2	7,0			
630	30; 32	-	-	-	290	245	190	110	82	84	56	1,2	11,0	10,0				
	35; 36	-	-	-		245	190	110	82	84	56	56	1,6	10,0	9,0			
1000	32; 35; 36	-	-	-	310	185	140	80	58	60	38	1,6	11,0	10,0				
	-	38	-	-		245	190	110	82	84	56	56	2,0	10,0	9,0			
1600	40	42	-	-	350	245	190	110	82	84	56	2,0	31,0	27,0				
	45	-	-	-		305	235	140	105	107	72	72	2,2	29,0	26,0			
2500	-	38	-	-	390	245	190	110	82	84	56	2,2	31,0	28,0				
	40	42	-	-		245	190	110	82	84	56	56	2,5	31,0	26,0			
4000	45; 50	48	-	-	430	305	235	140	105	107	72	2,5	30,0	25,0				
	-	53	-	-		305	235	140	105	107	72	72	2,5	29,0	26,0			
6300	50	-	-	-	470	360	280	170	130	132	92	2,5	31,0	28,0				
	-	53	-	-		360	280	170	130	132	92	92	3,0	30,0	27,0			
10000	55	56	-	-	510	305	235	140	105	107	72	3,0	30,0	27,0				
	60	-	-	-		360	280	170	130	132	92	92	3,0	29,0	26,0			
16000	63	65	-	-	550	440	350	210	165	167	122	3,0	31,0	28,0				
	70; 71	-	-	-		440	350	210	165	167	122	122	3,5	30,0	27,0			
25000	-	56	-	-	590	360	280	170	130	132	92	3,5	29,0	26,0				
	60	-	-	-		360	280	170	130	132	92	92	3,5	31,0	28,0			
40000	63	-	-	-	630	440	350	210	165	167	122	3,5	30,0	27,0				
	-	65	-	-		440	350	210	165	167	122	122	4,0	29,0	26,0			
63000	-	75	-	-	670	360	280	170	130	132	92	4,0	30,0	27,0				
	70; 71	-	-	-		360	280	170	130	132	92	92	4,0	29,0	26,0			
100000	-	75	-	-	710	440	350	210	165	167	122	4,0	40,0	36,0				
	80	-	-	-		440	350	210	165	167	122	122	4,0	42,0	38,0			
160000	-	85	-	-	750	360	280	170	130	132	92	4,0	41,0	35,0				
	80	-	-	-		360	280	170	130	132	92	92	4,0	53,0	46,0			
250000	80	-	-	-	790	305	235	140	105	107	72	4,0	52,0	45,0				
	-	85	-	-		305	235	140	105	107	72	72	4,0	56,0	48,0			
400000	80	-	-	-	830	360	280	170	130	132	92	4,0	55,0	47,0				
	-	95	-	-		360	280	170	130	132	92	92	4,0	53,0	48,0			
630000	90	-	-	-	870	440	350	210	165	167	122	4,0	51,0	44,0				
	-	95	-	-		440	350	210	165	167	122	122	4,0	55,0	48,0			
1000000	100	-	-	-	910	360	280	170	130	132	92	4,0	55,0	48,0				
	-	105	-	-		360	280	170	130	132	92	92	4,0	53,0	46,0			
1600000	100	-	-	-	950	440	350	210	165	167	122	4,0	52,0	45,0				
	-	110	-	-		440	350	210	165	167	122	122	4,0	125	108			
2500000	110	-	-	-	990	440	350	210	165	167	122	4,0	123	106				
	-	120	-	-		440	350	210	165	167	122	122	4,0	121	104			
4000000	125	-	-	-	1030	550	450	250	200	202	152	4,0	115	99,0				
	-	130	-	-		550	450	250	200	202	152	152	4,0	112	97,0			
6300000	140	-	-	-	1070	440	350	210	165	167	122	4,0	122	105				
	-	140	-	-		440	350	210	165	167	122	122	4,0	114	99,0			
10000000	110	-	-	-	1110	440	350	210	165	167	122	4,5	122	104				
	-	120	-	-		440	350	210	165	167	122	122	4,5	115	99,0			
16000000	125	-	-	-	1150	550	450	250	200	202	152	4,5	112	97,0				
	-	130	-	-		550	450	250	200	202	152	152	4,5	122	105			
25000000	140	-	-	-	1190	440	350	210	165	167	122	4,5	114	99,0				
	-	150	-	-		440	350	210	165	167	122	122	4,5	203	148			
40000000	125	-	-	-	1230	550	450	250	200	202	152	5,0	200	145				
	-	130	-	-		550	450	250	200	202	152	152	5,0	205	184			
63000000	140	-	-	-	1270	440	350	210	165	167	122	5,0	198	179				
	-	150	-	-		440	350	210	165	167	122	122	5,0	205	184			

ГОСТ 50895-96 Муфты зубчатые



Наименование показателей	Значение параметра									
Номинальный крутящий момент, Н·м	1000	1600	2500	4000	6300	10000	16000	25000	40000	63000
Модуль	2,5		3,0			4,0		6,0		
Число зубьев	30	38	36	40	48	56	48	56	46	56
Ширина зубчатого венца втулки b , не менее	12	15	20			25	30		35	40
Расстояние между серединами зубчатых венцов втулок муфты типов 1,3 не более	60	75		85	125	145	180		210	250

Муфта – 250 – 40 – 2 – УЗ ГОСТ 21424–93

крутящий момент, Н·м диаметр мм валу, виконання напівмуфти кліматичне виконання ГОСТ на муфту

Рисунок Е1 – Умовне позначення муфти

Додаток Ж

Таблиця Ж.1 – Рекомендована в'язкість мастила для зубчастих коліс при 50⁰С

Контактні напруження, [σ_H] МПа	Колова швидкість, м/с		
	до 2	2...5	більш 5
До 600	34	28	22
Від 600 до 1000	60	50	40
Від 1000 до 1200	70	60	50

Таблиця Ж.2 – Рекомендована в'язкість мастила для черв'ячних коліс при 100⁰С

Контактні напруження, [σ_H] МПа	Швидкість ковзання, м/с		
	до 2	2...5	більш 5
До 200	25	20	15
Від 200 до 250	32	25	18
Від 250 до 300	40	30	23

Таблиця Ж.3

Сорт мастила	В'язкість мастила
Для зубчастих коліс при 50 ⁰ С	
Індустріальне И-20 А	17...23
Індустріальне И-30 А	28...33
Індустріальне И-40 А	35...45
Індустріальне И-50 А	47...55
Індустріальне И-70 А	65...75
Для черв'ячних коліс при 100 ⁰ С	
Авіаційне МС-20	20,5
Циліндрове 52	52

Додаток 3

Зміст				
<i>Вступ</i>				
<i>1 Кінематичний та енергетичний розрахунок приводу</i>	<i>2</i>			
<i>2 Розрахунок редукторних передач</i>	<i>5</i>			
<i>2.1 Визначення допустимих напружень</i>	<i>5</i>			
<i>2.2 Розрахунок першого ступеня редуктора</i>	<i>8</i>			
<i>2.3 Розрахунок другого ступеня редуктора</i>	<i>12</i>			
<i>3 Розрахунок пасової передачі</i>	<i>15</i>			
<i>4 Розрахунок валів</i>	<i>17</i>			
<i>5 Розрахунок шпонкових з'єднань</i>	<i>20</i>			
<i>6 Вибір підшипників</i>	<i>22</i>			
<i>7 Розрахунок елементів корпусу редуктора</i>	<i>23</i>			
<i>8 Вибір муфти</i>	<i>24</i>			
<i>9 Організація системи змащення редукторних передач</i>	<i>25</i>			
<i>Список літератури</i>	<i>26</i>			

					<i>ПРМ-5000.06.04.000.000 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Привод рабочей машины</i>	<i>Лист</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Петров</i>	<i>Иванов</i>				<i>1</i>	<i>26</i>	
<i>Проб.</i>					<i>УкрДАЗТ</i>			
<i>Н.контр.</i>					<i>1-III-1</i>			
<i>Утв.</i>								

Рисунок 31 – Приклад оформлення змісту

Таблиця 1- В міліметрах

Номінальний діаметр різь- би	Внутрішній діаметр шайби	Товщина шайби					
		легкої		нормальної		важкої	
		a	b	a	b	a	b
1	2	3	4	5	6	7	8
2.0	2.1	0.5	0.8	0.5	0.5	-	-
2.5	2.6	0.6	0.8	0.6	0.6	-	-
3.0	3.1	0.8	1.0	0.8	0.8	1.0	1.2

Продовження таблиці 1 – В міліметрах

1	2	3	4	5	6	7	8
4.0	4.1	1.0	1.2	1.0	1.2	1.2	1.0
...
...
42.0	42.5	-	-	90	90	-	-

Рисунок 32 – Приклад оформлення таблиць

УКРАЇНЬСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Кафедра "Механіка і проектування машин"

ПРИВОД РОБОЧОЇ МАШИНИ

Пояснювальна записка та розрахунки

ПРМ-5000.06.04.000.000ПЗ

*Керівник проекту доцент.
(підпис) І.І. Іванов
15.12.2011*

*Розробив студент гр.1-III-1
(підпис) О.В. Петров
10.12.2011.*

шифр 111

2011

Підп. і дата	
Інв. № відбл.	
Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № педл.	

Рисунок 33– Приклад оформлення титульного листа

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
			ПРМ-5000.06.04.100.000	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
		1	ПРМ-5000.06.04.110.000	Колесо черв'ячне	1	
		2	ПРМ-5000.06.04.120.000	Віддушину	1	
				Детали		
		3	ПРМ-5000.06.04.100.001	Корпус редуктора	1	
		4	ПРМ-5000.06.04.100.002	Кришка оглядова	1	
		5	ПРМ-5000.06.04.100.003	Вал-черв'як	1	
		6	ПРМ-5000.06.04.000.004	Стакан	1	
		7	ПРМ-5000.06.04.000.005	Кришка корпусу	1	
		8	ПРМ-5000.06.04.000.006	Кришка підшипника	1	
		9	ПРМ-5000.06.04.000.007	Кришка підшипника	1	
		10	ПРМ-5000.06.04.000.008	Кришка підшипника	1	
		11	ПРМ-5000.06.04.000.009	Кришка підшипника	1	
		12	ПРМ-5000.06.04.000.010	Ущільнення	1	
		13	ПРМ-5000.06.04.000.011	Ущільнення	1	
		14	ПРМ-5000.06.04.000.012	Пробка	1	
		15	ПРМ-5000.06.04.000.013	Кільце	1	
		16	ПРМ-5000.06.04.000.014	Вал	1	
		17	ПРМ-5000.06.04.000.015	Маслоказивник	1	
				Стандартні вироби		
		18		Підшипник 312 ГОСТ 8338-75	2	
		19		Підшипник 314 ГОСТ 8338-75	2	
		20		Шпанка 16x10x80 ГОСТ 23360-78	1	
		21		Шпанка 18x11x90 ГОСТ 23360-78	1	
		22		Болт М8 25.58 ГОСТ 7798-70	4	
		22		Болт М12 30.58 ГОСТ 7798-70	24	
		23		Болт М14 60.58 ГОСТ 7798-70	4	
			ПРМ-5000.06.04.100.000 ПЗ			
Взм.	Лист	№ док.	Підп.	Дата		
Разраб.	Петров				Лист	Лист
Проб.	Іванов				1	1
Н.контр.					УкрДАЗТ	
Утв.					1-III-Л	
				Редуктор		
				Копирвал	Формат А4	

Рисунок 35 – Приклад оформлення специфікації редуктора