

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Механіка і проектування машин»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту з дисципліни

«ДЕТАЛІ МАШИН І ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ»

Харків - 2015

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри механіки і проектування машин 25 листопада 2011 р., протокол № 6.

Укладачі:

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

Рецензент

проф. О.В. Братченко

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Кінематичний та енергетичний розрахунок привода	5
2 Розрахунки передач	11
2.1 Особливості розрахунку передач співвісних циліндричних редукторів	11
3 Розроблення ескізного креслення (компонування) редуктора ..	12
4 Перевірочний розрахунок валів	15
5 Розрахунок підшипників.....	18
6 Розрахунок шпонок редуктора.....	20
7 Вибір муфт.....	21
8 Описання системи змащення	22
9 Основні вимоги до оформлення курсового проекту	24
9.1 Загальні вимоги до оформлення пояснювальної записки ...	24
9.2 Вимоги до викладання тексту.....	25
9.3 Оформлення ілюстрацій і додатків	26
9.4 Побудування таблиць	27
9.5 Вимоги до оформлення титульного листа	28
9.6 Правила виконання специфікацій виробів	29
9.7 Оформлення графічних креслень проекту	31
Список літератури	33
Додаток А.....	34
Додаток Б	36
Додаток В.....	38
Додаток Г	53
Додаток Д.....	53
Додаток Е	53
Додаток Ж.....	64
Додаток И.....	65

ВСТУП

Виконання курсового проекту з дисципліни «Деталі машин і основи конструювання» є першою самостійною конструкторською роботою студента. У процесі його виконання закріплюються отримані теоретичні знання, розвиваються вміння використовувати на практиці відомості з попередніх дисциплін, набуваються навички роботи з довідниковою літературою, стандартами.

Проектування і конструювання привода робочої машини допомагає розвитку технічної думки студента та надбанню ними навичок у таких питаннях, як визначення розмірів і конструктивних форм деталей, компоновання окремих вузлів з урахуванням складання, транспортування та ремонту конструкції.

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

З метою надання студентам методичної допомоги у вирішенні цих та інших питань дані методичні рекомендації складено в послідовності виконання окремих етапів курсового проекту.

Завданням на курсовий проект є розроблення приводів конвеєра, механізмів піднімання різного призначення і типів кранів, механізмів переміщення вантажних візків і кранів, вантажних лебідок та ін.

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

У завданні можуть бути поставлені питання для науково-дослідних робіт студентів у вигляді розроблення вузлів нової техніки, співставлення різних конструктивних варіантів та ін.

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

Типове завдання на курсовий проект передбачає:

а) складання розрахунково-пояснювальної записки, що містить опис механізму привода робочої машини, його

кінематичну схему; визначення потужності двигуна та його вибір; кінематичний та енергетичний розрахунок привода; розрахунки передач, з яких складається привод; розроблення конструкції та перевірочний розрахунок валів; вибір підшипників, з'єднувальних муфт і вирішення інших питань, поставлених завданням;

б) розроблення ескізного креслення редуктора, складального креслення редуктора з технічною характеристикою і специфікацією до нього, складального креслення привода з технічною характеристикою і специфікацією до нього.

При виконанні курсового проекту необхідно враховувати, що розрахунки і розроблення креслень виконується паралельно, оскільки деякі розміри, що потрібні для розрахунків, можливо отримати тільки з креслень.

Варіанти завдань на курсовий проект наведено в додатку А.

Для студентів денної форми навчання завдання видаються викладачем.

Студенти 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 ПРИВОДА

Потрібна потужність двигуна привода, 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 привода,

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

де η_n – ККД елемента привода з урахуванням втрат у підшипниках (за таблицею Б.1).

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 привода,

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

де u'_n – попереднє передаточне число елемента привода (за таблицею Б.2).

Двигун обирається (за додатком Б.4) таким, що має найближчу більшу потужність P_{δ} (допустиме перевантаження 5...6 %) і найближчу частоту обертання n_{δ} .

Дійсне передаточне відношення привода

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

Дійсне передаточне відношення пасової u_{nac} або ланцюгової $u_{л}$ передачі

$$u_{nac} = u_{л} = \frac{u}{u_p}. \quad (1.7)$$

Передаточне число окремих ступенів редуктора визначається залежно від його типу (таблиця Б.3).

Потужність на валах привода, 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;

$$P_V = P_{IV} \cdot \eta_l,$$

де P_V – потужність на валу барабана;
 η_l – 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 барабана;

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;

$$P_{III} = P_{II} \cdot \eta_{\text{ч}},$$

де P_{III} – потужність на вихідному валу редуктора;

$\eta_{\text{ч}}$ – ККД черв'ячного редуктора;

$$P_{IV} = P_{III} \cdot \eta_{\text{л}},$$

де P_{IV} – потужність на валу барабана;

$\eta_{\text{л}}$ – 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 вала редуктора;

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

де n_{III} – частота обертання проміжного вала редуктора;

u_1 – передаточне число швидкохідного ступеня редуктора;

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

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

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

де n_V – частота обертання вала барабана;
 $u_{\text{л}}$ – 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 вала редуктора;
 u_n – передаточне число пасової передачі;

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

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

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

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

$$n_V = n_{IV},$$

де n_V – частота обертання вала барабана;
- 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;

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

де n_{III} – частота обертання проміжного вала редуктора;
 u_q – передаточне число черв'ячного редуктора;

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

де n_{IV} – частота обертання вихідного вала редуктора;
 u_l – передаточне число ланцюгової передачі;

$$n_V = n_{IV},$$

де n_V – частота обертання вала барабана.
Крутні моменти на валах, Н·м,

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

де P – потужність на валу, кВт;
 n – частота обертання вала, хв^{-1} .

Результати кінематичного і енергетичного розрахунку привода рекомендується звести в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Результати кінематичного і енергетичного розрахунку привода

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

* – залежно від схеми привода

2 РОЗРАХУНКИ ПЕРЕДАЧ

Розрахунки редукторних, пасової та ланцюгової передач виконуються за допомогою рекомендацій, наведених у роботі [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:

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

У 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 самою методикою, що використовувалась для визначення параметрів другого ступеня. Коригування ширини зубчастого вінця колеса b першого ступеня не виконується для збереження жорсткості.

3 РОЗРОБЛЕННЯ ЕСКІЗНОГО КРЕСЛЕННЯ (КОМПУНУВАННЯ) РЕДУКТОРА

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

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

Компонувальне креслення двоступінчастого циліндричного редуктора показано на рисунку В.1. Розміри для компонувальних креслень редукторів наведено в таблиці В.1. Співвідношення між основними розмірами корпусу редуктора наведено на рисунку В.2 та в таблиці В.2.

У швидкохідному ступені редуктора при відносно невеликих коефіцієнтах ψ_{ba} ширина колеса може бути меншою орієнтовного діаметра вала, на якому це колесо посаджено. У цьому випадку довжину маточини приймають 1...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:

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

де T – обертальний момент, Н·м;

$[\tau]$ – допустимі напруження при крученні, для редукторних валів $[\tau]=15...20$ 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

$$d = (0,8...1,2)d_e, \quad (3.2)$$

де d_e – діаметр вала електродвигуна.

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

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

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

У циліндричних прямозубих і косозубих редукторах вали зазвичай встановлюють на кулькових радіальних підшипниках (таблиця Г.1). Попередньо внутрішній діаметр підшипника обирається за округленим до числа, кратного 5 мм, діаметром цапфи d . Для ведучого та проміжного валів можна приймати підшипники середньої серії, для вихідного вала – легкої серії.

На конструюванні (рисунок В.1) визначають відстань між опорами l_1 і координати розташування зубчастих коліс відносно опор a, c . Одночасно перевіряють

- занурення коліс у мастило;
- розмір зазора e_3 між колесом швидкохідного ступеня і вихідним валом за умовою $e_3 \geq (1,5...2)\delta$;
- можливість розміщення між бобишками під підшипник болтів, що стягують корпус і кришку редуктора.

Конструкція валів і правильність вибору підшипників уточнюється після їх перевірочних 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 у бік мастилоспускного отвору, біля якого при виготовленні робиться поглиблення для виходу ріжучого

інструменту. У корпусі має бути передбачено отвір під мастилопоказник.

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 діаметра. 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 один відносно одного за допомогою штифтів, встановлених несиметрично на фланцях.

У кришці корпусу роблять отвір для огляду зачеплення та заливки мастила. Отвір закривається кришкою на гвинтах. Віддушину, що з'єднує внутрішню порожнину редуктора з атмосферою, частіше за все ставлять на цій кришці.

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

У конічно-циліндричному редукторі (рисунок В.3) вісь конічної шестерні розташовують у 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 Г.3), а у швидкохідних редукторах – кулькові радіально-упорні (таблиця Г.2). Відстань між підшипниками приймають (2,5...3,5) діаметра вала. Проміжний вал конічно-циліндричного редуктора встановлюють на роликових конічних підшипниках. Вихідний вал за відсутності значних осьових навантажень може бути встановлено на кулькових радіальних підшипниках.

Компонування **черв'ячного редуктора** (рисунки В.4, В.5) починають з вибору підшипників черв'яка і оформлення підшипникових вузлів. Попередньо ці підшипники обираються середньої серії з внутрішнім діаметром, що приблизно дорівнює 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 діляльного кола черв'ячного колеса.

Підшипники обирають конічні роликові радіально-упорні середньої серії.

Колесо, як правило, встановлюють на двох роликових конічних радіально-упорних підшипниках (таблиця Г.3). Підшипник заглиблюють на 8...12 мм в глибину розточки.

У черв'ячно-циліндричному редукторі опори черв'яка конструюють так, як і в черв'ячному редукторі. Проміжний вал редуктора встановлюють на радіально-упорних підшипниках (таблиця Г.3). Інші правила компоновання редуктора ті самі, що для інших редукторів.

4 ПЕРЕВІРОЧНИЙ РОЗРАХУНОК ВАЛІВ

Вихідні дані: T – крутний момент вала, 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 вала (з компоновального креслення редуктора).

1 Матеріал, термообробка вала, значення межі міцності σ_B і плинності σ_T приймаються за таблицею Д.1.

2 Побудова розрахункової схеми, визначення лінійних розмірів a , b , c за рисунком Д.1.

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

4 Визначення небезпечних перерізів.

5 Напруження згинання σ , МПа {1},

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

6 Напруження кручення τ , МПа {1},

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

7 Межа витривалості при згині σ_{-1} і при крученні τ_{-1} – за таблицею Д.1.

8 Ефективні коефіцієнти концентрації напружень при згині K_σ та при крученні K_τ {2} – за таблицею Д.2.

9 Масштабний фактор K_d {2} – за рисунком Д.2.

10 Фактор шорсткості поверхні K_F {2} – за рисунком Д.3.

11 Коефіцієнти, які коригують вплив циклу напружень на опір втоми ψ_σ і ψ_τ {2} – за таблицею Д.1.

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

$$\sigma_a = \sigma_{зз}.$$

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

$$\sigma_m = 0.$$

14 Амплітуда циклу напружень при крученні (змінна складова віднульового циклу) τ_a , МПа {1},

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

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

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

16 Запас опору втоми при згині s_σ {2}

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

17 Запас опору втоми при крученні s_τ {2}

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

18 Запас опору втоми вала s {2}

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

19 Осьовий момент інерції площі поперечного перерізу вала в небезпечному перерізі J , мм⁴ {1},

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

20 Прогин вала у вертикальній площині від сили F_r , мм {3}
– за таблицею Д.3.

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

21 Прогин вала в горизонтальній площині від сил F_t і F_l (F_m), мм {3}, – за таблицею Д.3.

$$y_2 = \frac{F_t a^2 b^2}{3EJ} + \frac{F_{l(m)} c a (l^2 - a^2)}{6EJ}. \quad (4.8)$$

22 Допустимий прогин $[y]$, мм {3},

$$[y] = 0,01m, \quad (4.9)$$

де m – модуль передачі.

23 Сумарний прогин y , мм {4},

$$y = \sqrt{y_1^2 + y_2^2} \leq [y]. \quad (4.10)$$

5 РОЗРАХУНОК ПІДШИПНИКІВ

Вихідні дані: n – частота обертання вала, хв^{-1} ;

d – діаметр вала під підшипником, мм;

L_h – ресурс, год;

режим навантаження;

$R_{A1}, R_{A2}, R_{B1}, R_{B2}$ – опорні реакції;

F_a – осьове навантаження;

умовне позначення підшипника.

1 Динамічна вантажопідйомність підшипника C , Н {0} – за таблицями Г.1, Г.2, Г.3).

2 Статична вантажопідйомність підшипника C_0 , Н {0} – за таблицями Г.1, Г.2, Г.3).

3 Радіальні навантаження на підшипник F_{r1} і F_{r2} , Н {1},

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

4 Відношення $\frac{F_a}{C_0}$ {4}.

5 Параметр осьового навантаження e {2} – за таблицею Г.5.

<p>6 Для радіальних підшипників (розрахунок проводимо для більш навантаженої опори) - коефіцієнт обертання V {1} – за таблицею Г.4. - відношення $\frac{F_a}{VF_r}$ {1}; - коефіцієнт радіального X і осьового Y навантаження {2} – за таблицею Г.5.</p>	<p>Для радіально-упорних підшипників - внутрішні сили S_1 і S_2, Н {1}, $S = eF_r$ – для кулькових, $S = 0,83eF_r$ – для роликових; - 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 $F_{a2} = S_2$, $F_{a1} = S_2 - F_a$. - відношення $\frac{F_{a1}}{VF_{r1}}$ і $\frac{F_{a2}}{VF_{r2}}$ {1}; - коефіцієнти радіального X і осьового Y навантаження {2} – за таблицею Г.5).</p>
---	---

7 Коефіцієнт безпеки K_σ {2} – за таблицею Г.6.

8 Температурний коефіцієнт K_T {2} – за таблицею Г.7.

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} .)

10 Коефіцієнт режиму роботи K_{HE} {2}.

11 Еквівалентна довговічність L_{hE} , год {0},

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

12 Ресурс підшипника L_E , млн об. {0},

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

13 Коефіцієнт надійності a_1 залежно від коефіцієнта надійності S – за таблицею Г.9.

14 Загальний коефіцієнт впливу якості металу і умов експлуатації a_2 – за таблицею Г.10.

15 Потрібна динамічна вантажопідйомність C_p , Н {0},

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

де $p=3$ – для кулькових підшипників;

$p=3,33$ – для роликових підшипників.

16 Коефіцієнти радіального X_0 і осьового Y_0 навантажень – за таблицею Г.11.

17 Еквівалентне статичне навантаження P_0 при двократному перевантаженні, Н {1},

$$P_0 = 2(X_0 F_r + Y_0 F_a) \leq C_0.$$

6 РОЗРАХУНОК ШПОНОК РЕДУКТОРА

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

1 Для закріплення на валах деталей обертання в редукторах загального призначення використовують стандартні призматичні шпонки (таблиця Д.4).

2 Ширина шпонки b і висота шпонки h (рисунок 6.1), (таблиця Д.4).

3 Допустимі напруження матеріалу шпонки на зминання (таблиця Д.3).

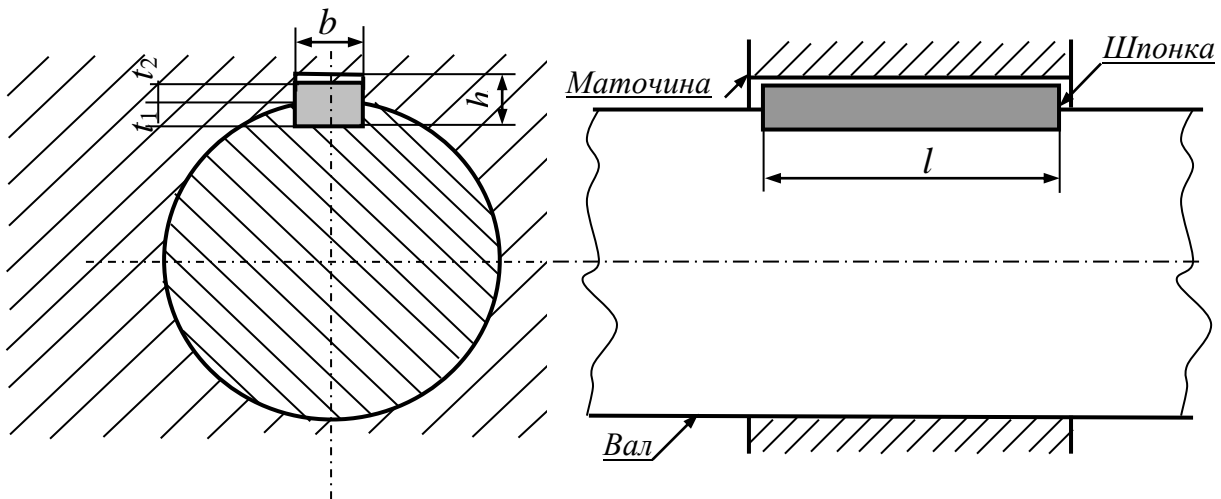


Рисунок 6.1 – Шпонкове з'єднання

4 Потрібна довжина шпонки $l_{номр}$, м {1},

$$l_{номр} = \frac{4T}{hd[\sigma_{см}]}$$

5 Стандартна довжина шпонки, мм (таблиця Д.4).

7 ВИБІР МУФТ

Вихідні дані: T – крутний момент на валу.

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

У першому випадку муфта з'єднує двигун і 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 Е.1), з гумовою зірочкою (таблиця Е.2), з тороподібною оболонкою (таблиця Е.3).

У другому випадку муфта з'єднує редуктор і виконавчий механізм (барабан). У цьому випадку вали мають невелику швидкість обертання. До муфти можна не висувати дуже великих вимог щодо малого моменту інерції. В якості муфт, які з'єднують редуктор і барабан, що встановлені на загальній рамі, можна застосовувати втулкову (таблиця Е.4) чи фланцеву (таблиця Е.5) муфту. Часто виконавчий механізм і привод не розташовують на загальній рамі і тому від цієї муфти потрібні порівняно високі компенсуючі властивості. Цим вимогам відповідають муфти кулачково-дисківі (таблиця Е.6) і зубчасті (таблиця Е.7).

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

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

3 Розрахунковий крутний момент муфти, Н·м $\{0\}$,

$$T_m = k \cdot T.$$

4 Тип муфти (таблиці Е.1–Е.7).

5 Паспортний крутний момент T_n , Н·м $\{0\}$.

6 Перевіряємо умову

$$T_m \leq T_n.$$

При невиконанні умови змінити тип муфти.

7 Приклад умовного позначення муфт наведено на рисунку Е.1.

8 ОПИСАННЯ СИСТЕМИ ЗМАЩЕННЯ

Змащення зубчастих і черв'ячних коліс.

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

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 конічно-циліндричних редукторах у мастильну ванну повинні бути повністю занурені зубці конічного колеса.

У черв'ячних редукторах для зменшення тепловиділення та втрат потужності рівень мастила досягає половини діаметра черв'яка. Для кращого забезпечення змащення передачі на черв'яку встановлюють розбризкувачі.

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.

Рекомендована в'язкість мастила μ , m^2/c {0} (таблиці Ж.1, Ж.2).

Сорт мастила дивляться у таблиці Ж.3.

Змащення підшипників

При швидкостях коліс швидкохідного ступеня $V \geq 5$ м/с підшипники змащуються розбризкуванням і їх встановлюють так, щоб внутрішні торці знаходились у глибині посадочного отвору в 3...5 мм від внутрішньої поверхні стінки редуктора, а при $3 \leq V \leq 5$ м/с для полегшення забризкування мастила всередину підшипника – урівень зі стінкою. При $V < 3$ м/с підшипники змащують консистентним мастилом і встановлюють на відстані $e \approx \delta$, що необхідно для встановлення ущільненого кільця.

9 ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

9.1 Загальні вимоги до оформлення пояснювальної записки

Пояснювальна записка (ПЗ) виконується на писальних аркушах паперу формату А4 машинописним або ручним способом, бажано чорним чорнилом (пастою).

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

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

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

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

Найменування розділів і 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.

У кінці ПЗ належить наводити список використаних джерел.

При посиланні в тексті на джерела вказують у квадратних дужках номер, під яким воно значиться в списку. Джерела в списку розташовують по мірі використання їх у 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 И.1.

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 за 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, у якій вони наведені у формулі. Перший рядок розшифрування повинен розпочинатися зі слова «де» без двокрапки.

Приклад.

Умови міцності за напруженнями 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 різі, $d_1=10$ мм;

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

Сила розтягування, Н,

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

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

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 самого параметра в ПЗ бажано, щоб була постійною в одній зі 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 у 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 за необхідності текст під рисунком. Наприклад: «Рисунок 3.6 – Кришка редуктора».

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

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

Нумерація аркушів ПЗ і 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 лівому 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 перенесенні 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, у першій частині таблиці нижню горизонтальну лінію, що обмежує таблицю, не проводять.

Графу «№ п/п» в таблицю не включають. За 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 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, у графі ставлять прочерк.

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

Приклад заповнення таблиць наведено у додатку И.2.

9.5 Вимоги до оформлення титульного листа

Титульний лист оформлюється за зразком (додаток И.3).

Структура позначення виробу складається:

- з буквеного коду ПРМ – привод робочої машини;
- цифр, які позначають колову силу на барабані F , колову 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 барабана $D = 400mm$ деталь 32 розрахунково-пояснювальної записки 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, що визначає склад складальної одиниці, комплексу та необхідна для виготовлення, комплектування конструкторських документів і планування запуску у виробництво виробів.

Специфікацію складають на окремих аркушах формату А4 на кожен складальну одиницю, комплекс і комплект за формами 1 і 1а ГОСТ 2.106-96 з основним написом, встановленим ГОСТ 2.104-2006 (додаток И.4). 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 И.5): 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.

У 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, у яких знаходиться номер позиції складальної одиниці, деталі, стандартних та інших виробів при розбитті 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. Розбиттю поля креслення на зони підлягають найбільш складні креслення.

У графі «Поз.» – позиція – вказують порядкові номери: складальних одиниць, деталей, стандартних та інших виробів, матеріалів, які безпосередньо входять до специфікованого виробу, у послідовності запису їх до специфікацій.

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

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 И.4, И.5.

9.7 Оформлення графічних креслень проекту

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 креслення загального вигляду 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 довжина, ширина 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 зубчастих 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 вигляду та складальне креслення мають технічні вимоги і 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 опоряджання, вимоги експлуатації.

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

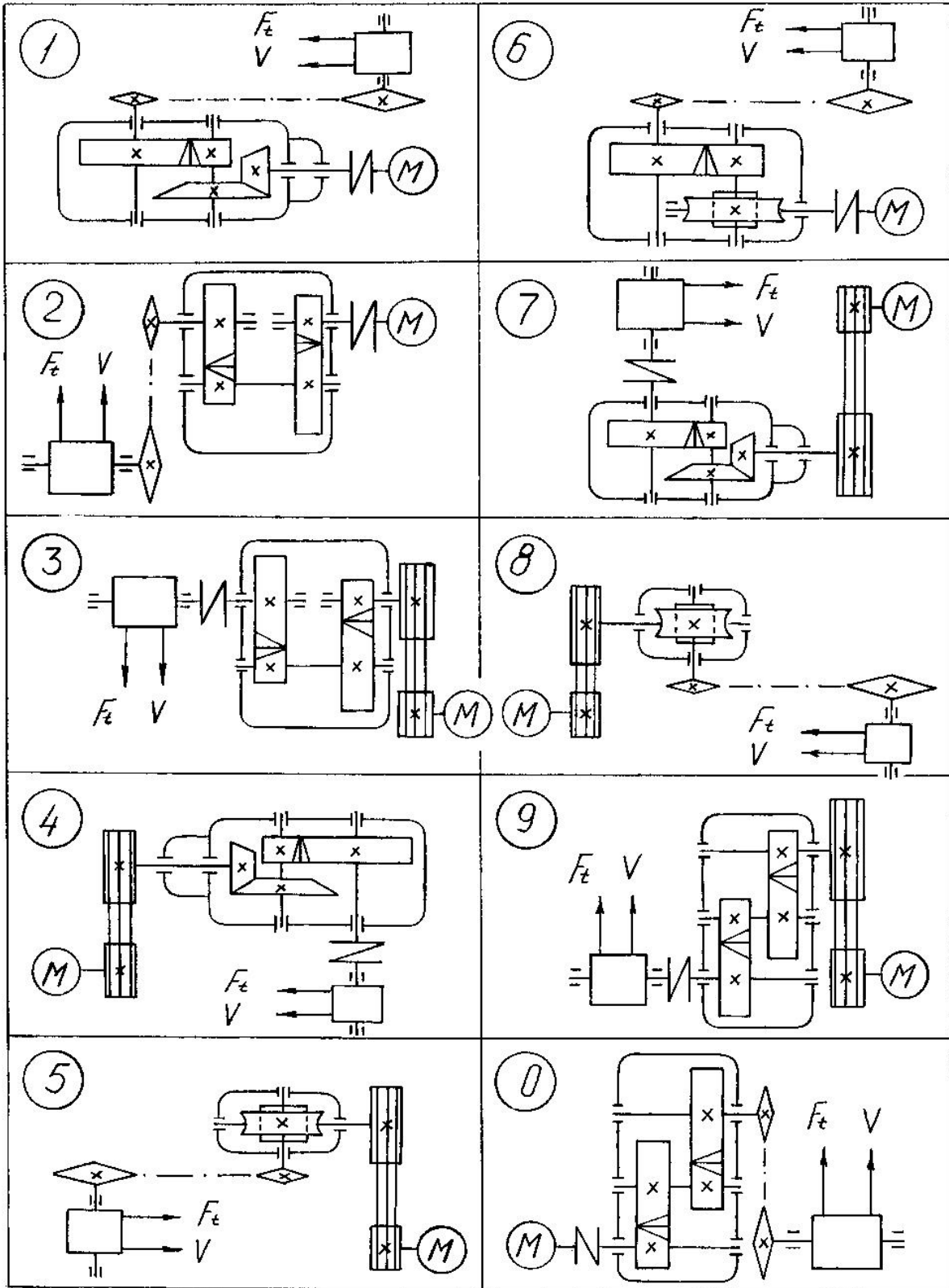
Технічна характеристика розширює відомості про конструкцію складальної одиниці. На кресленні редуктора вказують загальне передаточне число, швидкість обертання тихохідного вала, обертальний момент на тихохідному валу, геометричні параметри передач тощо.

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высшая школа, 2008.
- 2 Решетов Д.Н. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1989.
- 3 Кудрявцев В.Н. Детали машин. – М.: Машиностроение, 1981.
- 4 Заблонський К.І. Деталі машин. – Одеса: АстроПринт, 1999.– 404 с.
- 5 Анурьев В.Н. Справочник конструктора-машиностроителя. – М.: Машиностроение, 1978. – Т. 1-3.
- 6 Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. – М.: Высшая школа, 1985.
- 7 Цехнович Л.И., Петриченко И.П. Атлас конструкций редукторов. – К: Выща шк., 1990. – 151 с.
- 8 Курсовое проектирование деталей машин / Под ред. В.Н. Кудрявцева. – Л.: Машиностроение, 1984.
- 9 Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчёт и проектирование деталей машин. – Харьков: Высшая школа, 1991. – Ч. 1, 2.
- 10 Подшипники качения: Справочник-каталог / Под ред. В.Н. Нарышкина. – М.: Машиностроение, 1984.
- 11 Мороз В.І., Захарченко В.В., Братченко О.В., Надтонка О.В. Основи конструювання деталей машин: Опорний конспект лекцій з дисципліни «Прикладна механіка». – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – Ч. II.
- 12 Надтока О.В., Фомін О.В. Завдання, методичні рекомендації та довідкові матеріали до виконання розрахунково-графічних та контрольних робіт з дисципліни «Деталі машин і основи конструювання». – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 67 с.

ДОДАТОК А



Таблиця А.1

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 Б.1 – Орієнтовні значення ККД елементів привода

Елемент привода	ККД.
1 Зубчасті передачі: циліндрична конічна	0,96...0,99 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 Б.2 – Орієнтовні значення передаточних відношень привода

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

Таблиця Б.3 – Рекомендації з розподілу передаточного відношення двоступінчастих 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 $u_p > 50$	$u_1 = 8$ $u_1 = \frac{u_p}{u_2}$	$u_2 = \frac{u_p}{u_1}$ $u_2 = 6,3$

Таблиця Б.4

Тип електродвигуна	Номінальна потужність $P_0, \text{кВт}$	Асинхронна частота обертання $n_{\text{дв}}, \text{хв}^{-1}$
Синхронна частота обертання $n = 3000 \text{хв}^{-1}$		
4A63B2Y3	0,55	2840
4A71AY3	0,75	2840
4A71B2Y3	1,1	2810
4A80A2Y3	1,5	2850
4A80B2Y3	2,2	2850
4A90L2Y3	3,0	2840
4A100S2Y3	4,0	2880
4A100S2Y3	5,5	2880
4A112M2Y3	7,5	2900
4A132M2Y3	11,0	2900
4A160S2Y3	15,0	2940
Синхронна частота обертання $n = 1500 \text{хв}^{-1}$		
4A71A4Y3	0,55	1390
4A71B4Y3	0,75	1390
4A80A4Y3	1,1	1420
4A80B4Y3	1,5	1415
4A71A4Y3	2,2	1425
4A90L4Y3	3,0	1435
4A100S4Y3	4,0	1430
4A100S4Y3	5,5	1455
4A112M4Y3	7,5	1455
4A132M4Y3	11,0	1460
4A160S4Y3	15,0	1465
Синхронна частота обертання $n = 1000 \text{хв}^{-1}$		
4A71B6Y3	0,55	900
4A80A6Y3	0,75	915
4A80D6Y3	1,1	920
4A90L6Y3	1,5	935
4A100I6Y3	2,2	950
4A112MA6Y3	3,0	955
4A112MB6Y3	4,0	950
4A132S6Y3	5,5	965
4A132M6Y3	7,5	970
4A160S6Y3	11,0	975
4A160M6Y3	15,0	975
Синхронна частота обертання $n = 750 \text{хв}^{-1}$		
4A80B8Y3	0,55	700
4A90LA8Y3	0,75	700
4A90LB8Y3	1,1	700
4A100L8Y3	1,5	700
4A112MA8Y3	2,2	700
4A112MB8Y3	3,0	700
4A132S8Y3	4,0	720
4A132MB8Y3	5,5	720
4A160S8Y3	7,5	730
4A160M8Y3	11,0	730
4A180M8Y3	15,0	730

ДОДАТОК В

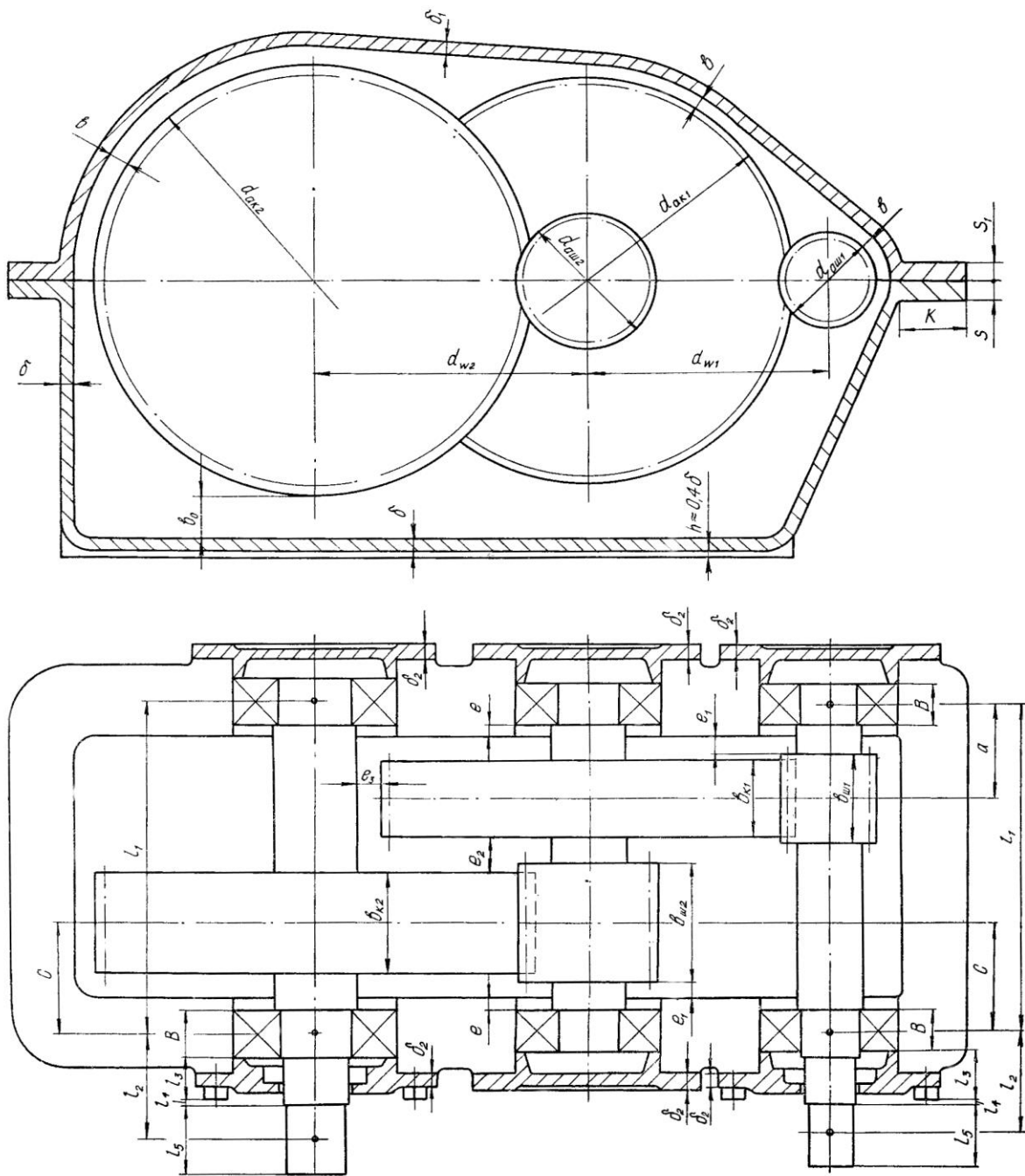


Рисунок В.1 – Компонувальне креслення двоступінчатого
циліндричного редуктора

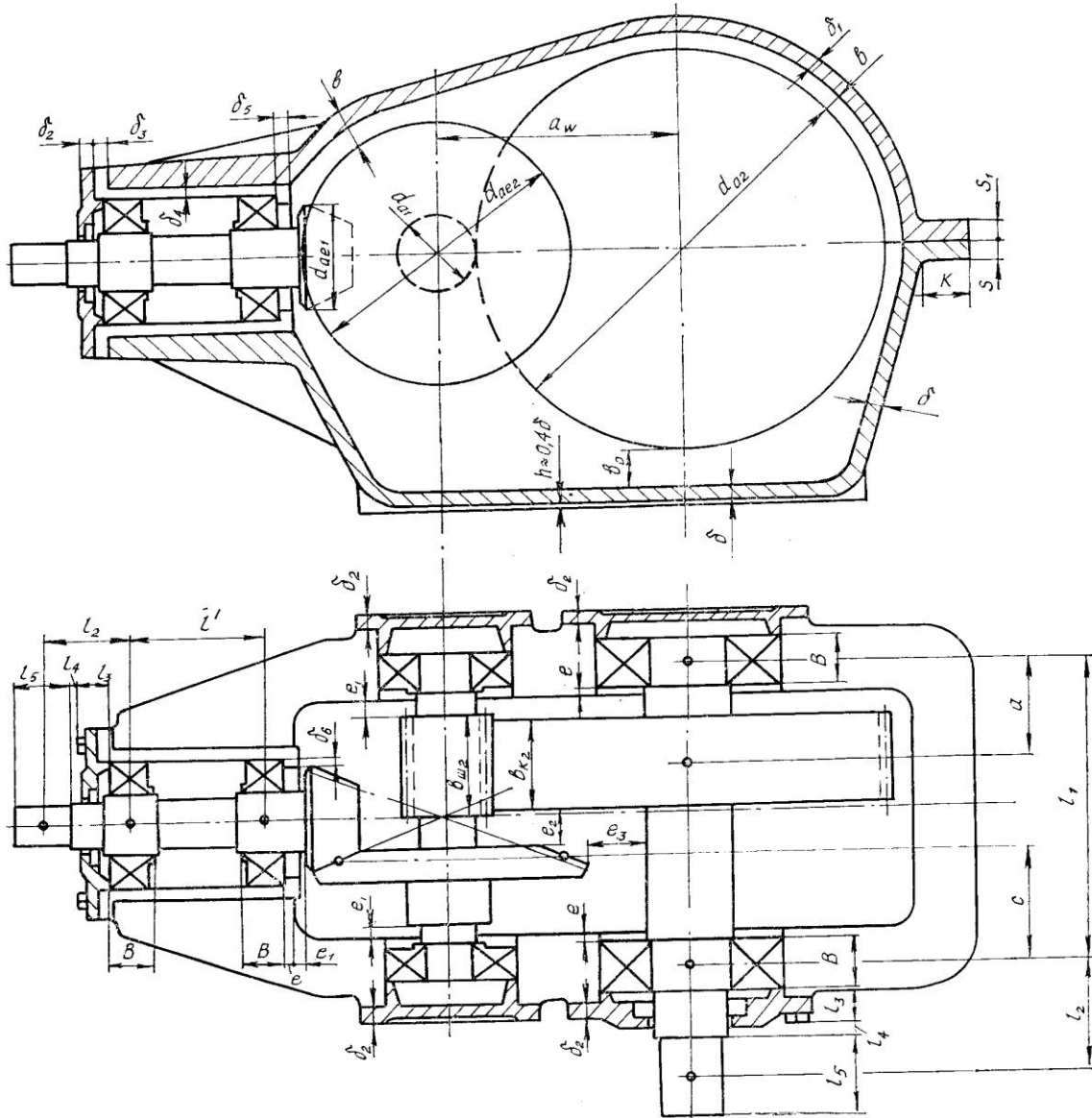


Рисунок В.3 – Компонувальне креслення конічно-циліндричного редуктора

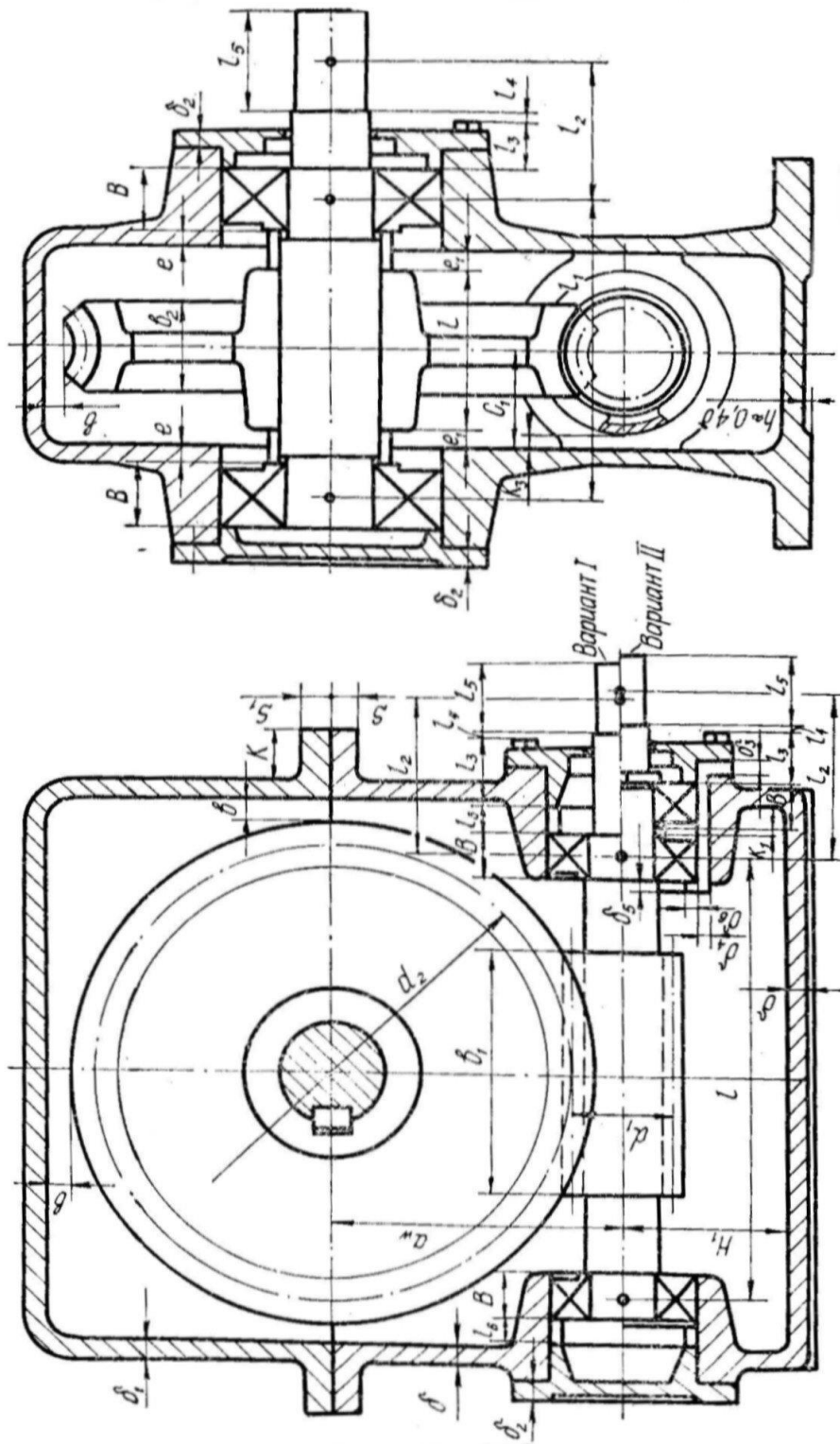


Рисунок В.4 – Компонувальне креслення черв'ячного редуктора

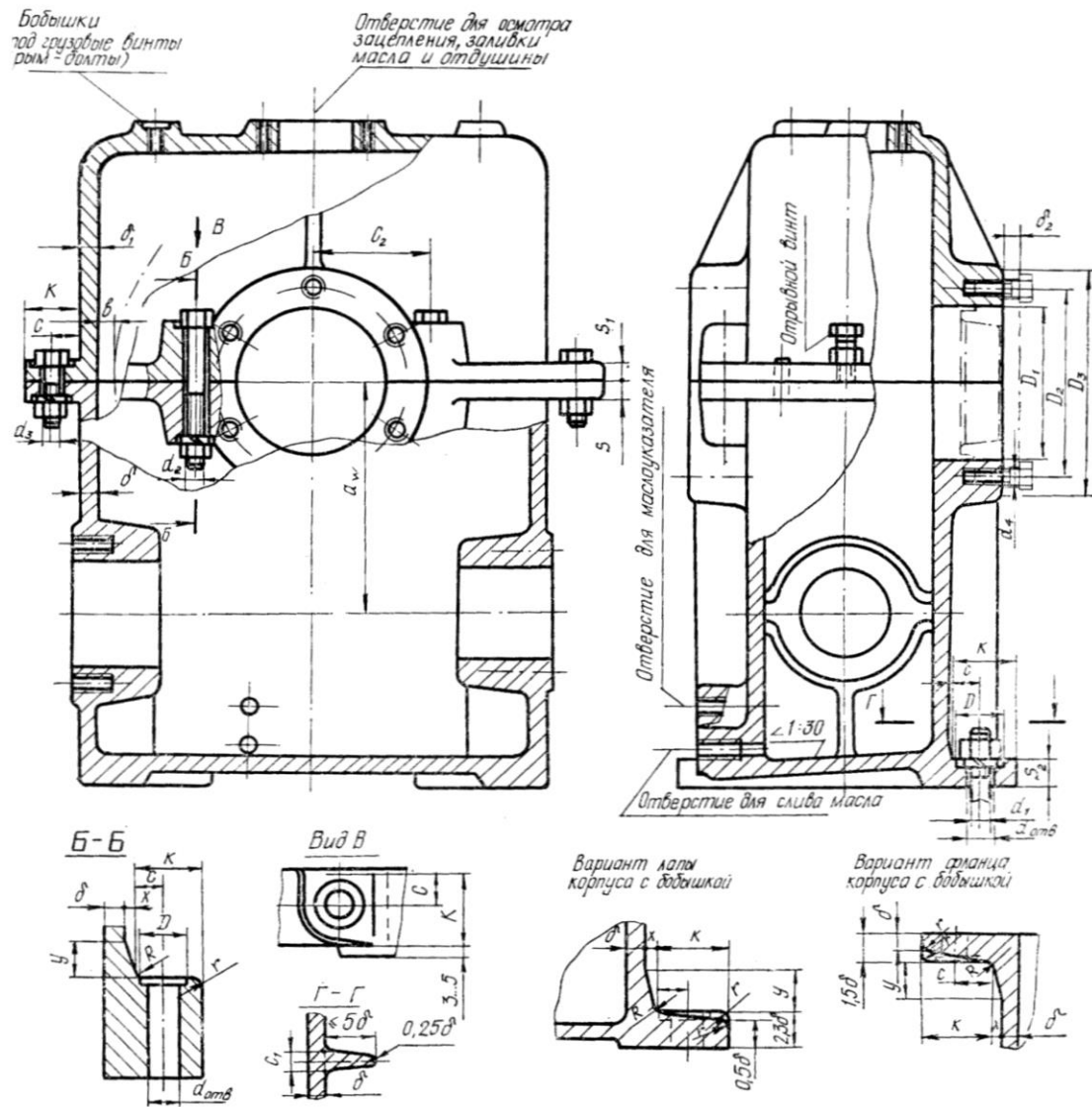


Рисунок В.5 – Конструктивні елементи корпусу і кришки черв'ячного редуктора

Таблиця В.1 – Розміри для компоновальних креслень редукторів

Параметр	Позначення	Величина
1	2	3
Розміри циліндричних, конічних і черв'ячних передач	-	Визначаються за розрахунком
Відстань від внутрішньої стінки редуктора до торця деталі обертання	e_1	$e_1 = (1,0...1,2)\delta$, де δ – товщина стінки корпусу (таблиця В.2)
Відстань від торця підшипника до внутрішньої стінки корпусу редуктора: циліндричного	e	$e \approx \delta$ - при $v \geq 5$ м/с; $e \approx 3...5$ мм – при $v = 3...5$ м/с; $e = 0$ – при $v < 3$ м/с, де v – колова швидкість передачі
конічного		$e = (0...1,0)d_4$, де d_4 – діаметр гвинта (таблиця В.2), приймають залежно від конструкції мастилоутримуючого кільця і схеми встановлення підшипників
черв'ячного і черв'ячно-циліндричного		$e = 8...12$ мм – залежно від конструкції мастилоутримуючого 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	$e_2 = (0,5...1,0)\delta$
Відстань між колесом і валом	e_3	$e_3 \approx (1,5...2,0)\delta$.
Відстань від кола вершин найбільшого зубчастого колеса до днища	b_0	$b_0 = (5...10)t$ або $b_0 = (5...10)t_e$
Висота кришки з головкою гвинта	l_3	Визначається конструкцією кришки, типом ущільнення
Відстань від деталей обертання до гвинта кришки	l_4	$l_4 \approx d_4$ (таблиця В.2)

Продовження таблиці В.1

1	2	3
Відстань між підшипниками валів зубчастих передач і вала черв'ячного колеса	l_1	Визначається за рисунками В.1, В.3, В.4
Координати розташування зубчастих коліс і черв'ячного колеса відносно опор	a, c	Визначаються за рисунками В.1, В.3, В.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 ділильного 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: зубчастого (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	c_1	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		
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 розточуванні	K_3	$K_3 \geq 5...10$ мм

Продовження таблиці В.1

1	2	3
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 В.2 – Основні розміри корпусів редукторів

Товщина стінки корпусу редуктора	δ	У всіх випадках $\delta \geq 8$ мм, $0,025a + 3$
Товщина стінки кришки редуктора	δ_1	$0,02a + 3$
Товщина верхнього фланця корпусу	s	$(1,5...1,75) \delta$
Товщина нижнього фланця корпусу	s_2	$2,35\delta$
Товщина фланця кришки редуктора	s_1	$(1,5...1,75) \delta_1$
Діаметр фундаментних болтів	d_1	$(0,03...0,036) a + 12$; $0,072R_e + 12$
Кількість 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	$(0,7...0,75) d_1$
Діаметр болтів, що стягують фланці корпусу і кришки	d_3	$(0,5...0,6) d_1$
Ширина опорної поверхні нижнього фланця корпусу	m	$k + 1,5\delta$
Товщина ребер корпусу	c_1	$(0,8...1) d_1$
Мінімальний зазор між колесом і корпусом	b	$1,2\delta$
Координата стяжного болта d_2 у бобишки	c_2	$c_2 \approx (1,0...1,2) d_2$

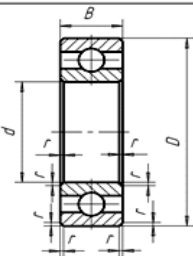
Таблиця В.3

Розміри елементів сполучень литих корпусів							
δ		x		y		R	
10...15		3		15		5	
d болта	k	c	$d_{омс}$	D	r		
М6	22	12	7	14	2		
М8	24	13	9	17	3		
М10	28	15	11	20	3		
М12	33	18	13	26	3		
М14	35	18	15	28	3		
М16	40	21	17	32	5		
М18	46	25	20	34	5		
М20	48	25	22	38	5		
М22	52	27	24	40	5		
М24	54	27	26	45	8		
М27	60	30	29	50	8		
М30	66	33	32	60	8		

ДОДАТОК Г

Таблица Г.1

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

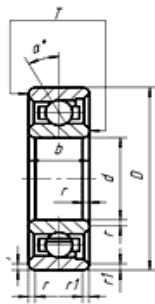


d - номинальный диаметр отверстия внутреннего кольца;
 D - номинальный диаметр наружной цилиндрической поверхности наружного кольца
 B - номинальная ширина подшипника;
 r - номинальная координата монтажной фаски.

Легкая серия диаметров 2, узкая серия ширины 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 ширины 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 ширины 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	-

Таблица Г.2

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

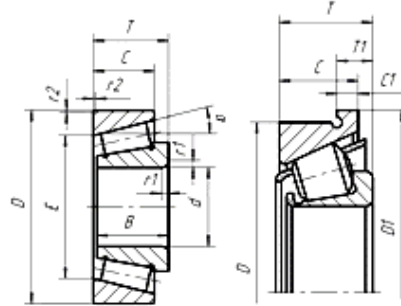
46000	d	D	b = T	r	r ₁	Шарики		Масса, кг	C, Н	C ₀ , Н	n _{пред} · 10 ⁻³ , мин ⁻¹
						D _ш	z				
Серия диаметров 1, серия ширины 0											
-	10	26	8	0,5	0,3	4,76	9	0,020	3900	2200	34
-	12	28	8	0,5	0,3	4,76	9	0,025	4250	2450	34
-	17	35	10	0,5	0,3	5,16	11	0,04	5700	3600	28
-	20	42	12	1,0	0,5	6,35	11	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	2,2	1,0	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 _{пред} · 10 ⁻³ , мин ⁻¹		Масса
						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	2,5	1,2	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	3,0	1,5	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	3,5	2,0	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	25,44	15	-	148 000	-	107 000	-	3,2	3,32		

наименование подшипников	d	D	b = T	r	r ₁	Шарики		C, Н	C ₀ , Н	n _{пред} · 10 ⁻³ , мин ⁻¹	Масса, кг
						D _ш	z				
Серия диаметров 3, серия ширины 0											
6305	25	62	17	2,0	1,0	11,51	10	26 900	14 600	9	0,25
6306	30	72	19			12,30	11	32 600	18 300	8	0,38
6307	35	80	21	2,5	1,2	14,29	11	42 600	24 700	7,3	0,51
6308	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			31,75	12	165 000	122 000	2,8	5,65
46320	100	215	47	4,0	2,5	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			20,64	10	72 200	42 300	4,3	1,37
66409	45	120	29	3,0	1,5	23,02	10	81 600	47 300	4,0	1,75
66410	50	130	31			24,61	10	98 900	60 100	2,8	2,17
66412	60	150	35	3,5	2,0	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

Таблица Г.3

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



условное обозначение подшипника	d	D	B	C	T	E	r ₁ мм ⁻¹	r ₂ мм ⁻¹	α	Масса, кг ≈	C, Н ²	C _р , Н ²	n _{грэд.} · 10 ⁻³ , мин ⁻¹	гашетные 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
2007112A	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	21,75	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	0,85
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 Г.4

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

Таблиця Г.5

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	1	0	0,56	2,30	0,19
		0,028				1,99	0,22
		0,056				1,71	0,26
		0,084				1,55	0,28
		0,11				1,45	0,30
		0,17				1,31	0,34
		0,28				1,15	0,38
		0,42				1,04	0,42
		0,56				1,00	0,44
		0,014				1,81	0,30
Радиально-упорный шариковый однорядный	12	0,029	1	0	0,45	1,62	0,34
		0,057				1,46	0,37
		0,086				1,34	0,41
		0,11				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
26	—	1	0	0,41	0,87	0,68	
36	—	1	0	0,37	0,66	0,95	
Подшипники роликовые конические однорядные	—	—	1	0	0,4	$0,4 \operatorname{ctg} \alpha$	$1,5 \operatorname{ctg} \alpha$ (можно по каталогу)

Таблиця Г.6

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

Таблиця Г.7

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

Таблиця Г.8

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

Таблиця Г.9

Тип підшипника	a_2		
	Звичайні умови застосування	За наявності гідродинамічної плівки і знижених перекосів у вузлах	Матеріал кілець і тїл кочення підвищеної якості за наявності гідродинамічної плівки і знижених перекосів у 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 Г.10

Тип підшипника	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

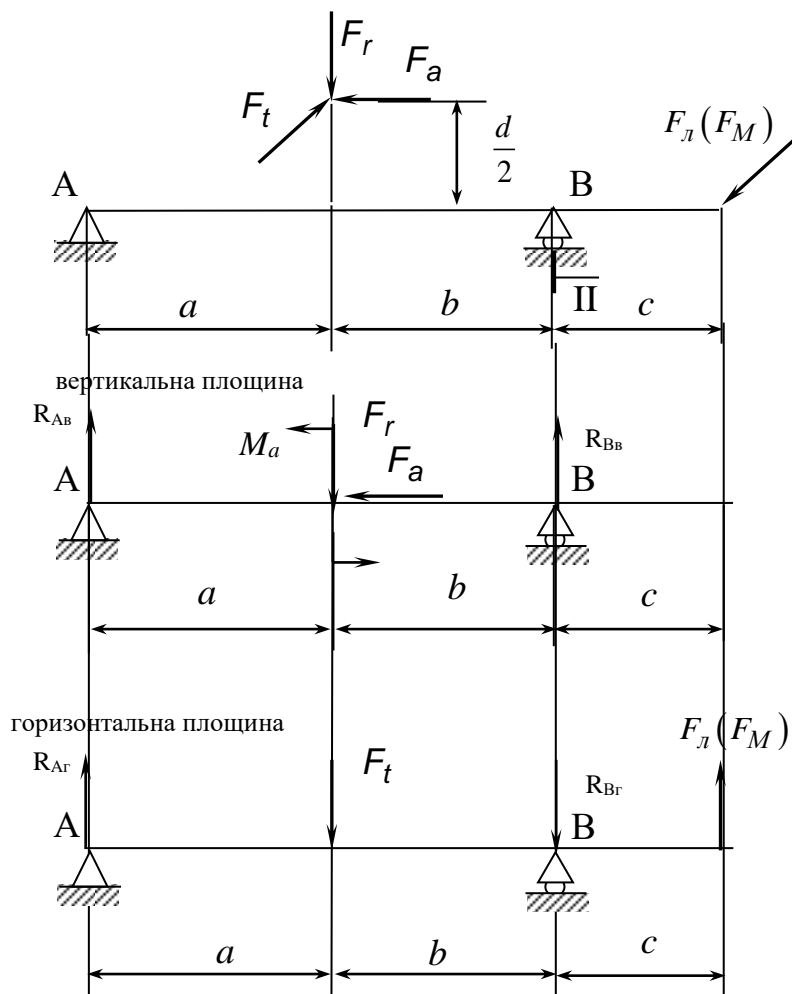
Таблица Д.1

Марка стали	Диаметр заготовки, мм	Гвердість НВ, не менше		σ_B , МПа	σ_T , МПа	τ_T , МПа	σ_{-1} , МПа	τ_{-1} , МПа	ψ_σ	ψ_τ
Ст.5	< 20	—		500...64	290	170	(0,4...0,5) σ_B	(0,4...0,5) σ_B	0	0
Ст.5	20...40	—		0	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 40ХН	> 5	217 229		1000	800	480	450	250	0,15	0,1
12ХНЗА	будь-який	217		950	700	420	420	240	0,15	0,1
18ХГТ	будь-який	217		1000	900	540	450	250	0,15	0,1
30ХГТ	будь-який	229		1500	1300	780	670	380	0,15	0,1

Таблица Д.2

Фактор концентрации напряжений		K_σ		K_τ	
		σ_s , МПа			
		≤ 700	≥ 1000	≤ 700	≥ 1000
Галтель при $r/d=0,02$ ($D/d=1,25...2$)	0,06	2,5	3,5	1,8	2,1
	0,06	1,85	2,0	1,4	1,43
	0,010	1,6	1,64	1,25	1,35
Выточка при $r/d=0,02$ ($t=r$)	0,06	1,9	2,35	1,4	1,7
	0,06	1,8	2,0	1,35	1,65
	0,10	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 схем

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

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

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

Для 4-ї схеми

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

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

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

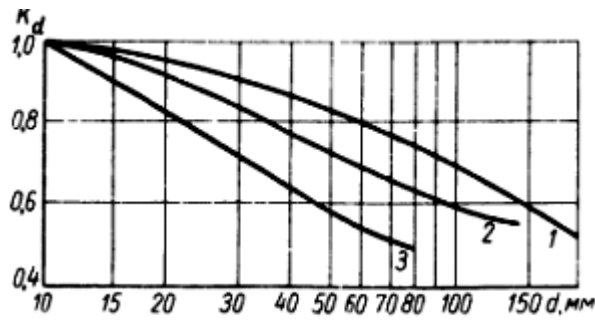
Для 2, 3, 5, 8 схем

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

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

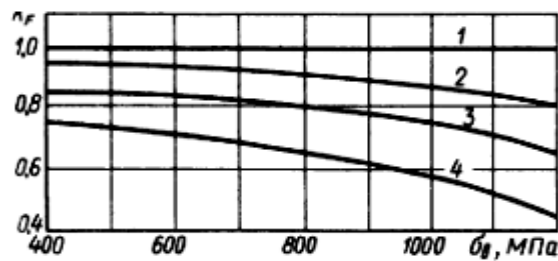
$$c = \frac{B}{2} + \delta_3 + \frac{l_{36}}{2}$$

Рисунок Д.1 – Розрахункова схема вихідного вала 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 Д.2 – Масштабный фактор



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

Рисунок Д.3 – Фактор шерсткости поверхні

Таблица Д.3

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 Д.4 – ГОСТ 23360-78. З'єднання шпонок. Розміри шпонок і перерізи пазів. Допуски і посадки

Диаметр вала <i>d</i>	Сечение шпонки <i>b</i> × <i>h</i>	Шпоночный паз										Радиус закругления <i>r</i> ₁ или фаска <i>s</i> ₁ ×45°	
		Ширина <i>b</i>						Глубина					
		Свободное соединение		Нормальное соединение		Плотное соединение	Вал <i>t</i> ₁		Втулка <i>t</i> ₂				
		Вал (H9)	Втулка (D10)	Вал (N9)	Втулка (J ₉)		Вал и втулка (P9)	Но- мин.	Пред. откл.	Но- мин.	Пред. откл.		
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								+0,030				-0,030
» 17 » 22	6×6	+0,036	+0,098	0	+0,018	-0,015	4,0	0	3,5	0	0,4	0,25	
Св. 22 до 30	8×7								+0,040				-0,036
» 30 » 38	10×8	+0,043	+0,120	0	+0,021	-0,018	5,5	0	5,0	0	0,4	0,25	
Св. 38 до 44	12×8								+0,040				-0,043
» 44 » 50	14×9	+0,052	+0,149	0	+0,026	-0,022	7,5	0	6,0	0	0,6	0,4	
» 50 » 58	16×10								+0,050				-0,043
» 58 » 65	18×11	+0,052	+0,149	0	+0,026	-0,022	9,0	0	7,5	0	0,6	0,4	
Св. 65 до 75	20×12								+0,065				-0,052
» 75 » 85	22×14	+0,062	+0,180	0	+0,031	-0,026	11,0	0	9,0	0	1,0	0,7	
» 85 » 95	25×14								+0,080				-0,062
» 95 » 110	28×16	+0,074	+0,220	0	+0,037	-0,032	12,0	0	10,0	0	1,6	1,2	
Св. 110 до 130	32×18								+0,100				-0,074
» 130 » 150	36×20	+0,074	+0,220	0	+0,037	-0,032	13,0	0	11,0	0	2,5	2,0	
» 150 » 170	40×22								+0,100				-0,074
» 170 » 200	45×25	+0,087	+0,260	0	+0,043	-0,037	15,0	0	13,0	0	2,5	2,0	
» 200 » 230	50×28								+0,120				-0,087
Св. 230 до 260	56×32	+0,074	+0,220	0	+0,037	-0,032	17,0	0	15,0	0	2,5	2,0	
» 260 » 290	63×32								+0,100				-0,074
Св. 290 до 330	70×36	+0,087	+0,260	0	+0,043	-0,037	20,0	0	17,0	0	2,5	2,0	
» 330 » 380	80×40								+0,120				-0,087
Св. 380 до 440	90×45	+0,087	+0,260	0	+0,043	-0,037	22,0	0	20,0	0	2,5	2,0	
» 440 » 500	100×50								+0,120				-0,087
							25,0		22,0				
							28,0		25,0				
							31,0		28,0				
									31,0				

Примітка – 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 Д.5

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

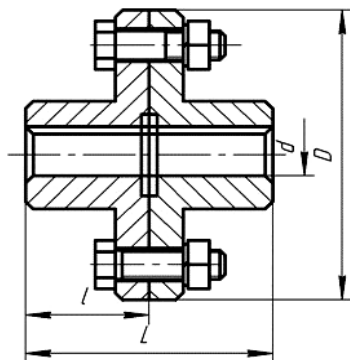
Примітка – Менші значення для чавунних маточин і при режимі змінних навантажень

ДОДАТОК Е

Таблица Е.1

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

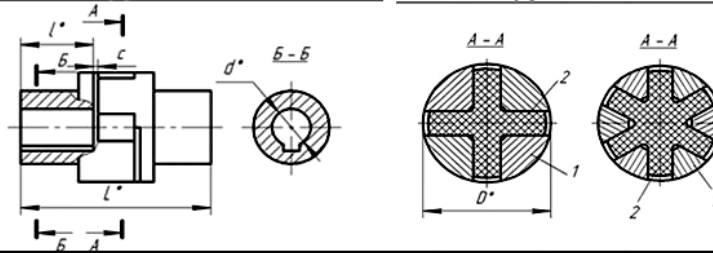
Таблица Е.2

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 $T=2,5+6,3$ Н·м

Для муфт $T=16+400$ Н·м

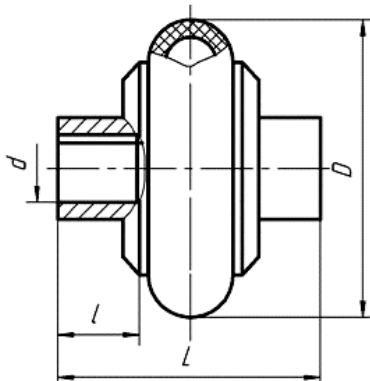


Номинальный вращающий момент T , Н·м	d	D	L		l		C JS17	Частота вращения, c^{-1} , не более
			Исполнение					
			1	2	1	2		
2,5	6 7	32	45,5	-	16	-	1,5	92
6,3	10 11	45	59,5	53,5	23	20		83
	12 14		73,5	63,5	30	25		
16,0	12 14	53	81,0	71,0	30	25	3,0	63
	16 18		101,0	77,0	40	28		
25,0	14	63	81,0	71,0	30	25		58
	16 18		101,0	77,0	40	28		
	20		121,0	93,0	50	36		
31,5	16 18	71	101,0	77,0	40	28	50	
	20		121,0	93,0	50	36		
63,0	20 22	85	128,0	100,0	50	36		37
	25 28		148,0	112,0	60	42		
	25 28		148,0	112,0	60	42		
125,0	25 28	105	148,0	112,0	60	42	33	
	32 36		188,0	144,0	80	58		
50,0	32 36	135	191,0	147,0	80	58	3,0	30
	40 45		251,0	195,0	110	82		
400,0	38	166	196,0	152,0	80	58		25
	40 45		256,0	200,0	110	82		

Таблица Е.3

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.

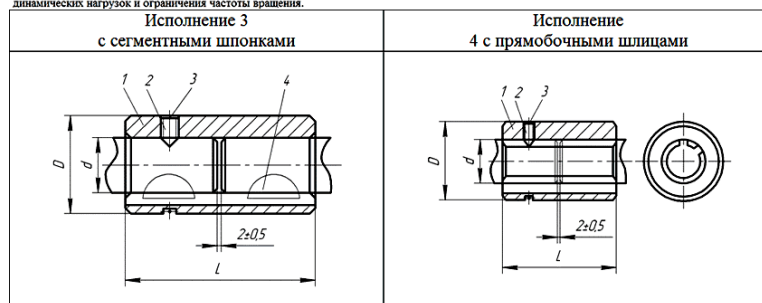


Номинальный вращающий момент Т, Н·м	d* Н7	d1* Н9	А не более	L,, не более		l, не более		Номинальный вращающий момент Т, Н·м	d* Н7	d1* Н9	А не более	L,, не более		l, не более	
				Исполнение								Исполнение			
				1	2	1	1					1	2	1	1
20	14 16; 18; 19		100	105	-	28	-	3150	75 80; 85; 90; 95 100	450	355	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	510	430	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	140; 150	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	330	260	108	75	75		
				270	250	84	60								
500	40; 42; 45; 48; 50; 53; 55; 56		280	270	250	84	60	360	280	230	84	60	75		
				280	270	84	60								
800	48; 50 53; 55; 56 60; 63		320	280	270	84	60	360	330	260	108	75	75		
				330	310	108	75								
1250	55; 56 60; 63; 65; 70; 71; 75		360	280	230	84	60	360	330	260	108	75	75		
				330	260	108	75								

Таблица Е.4

1. Втулочные муфты (по ГОСТ 24246-80)

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

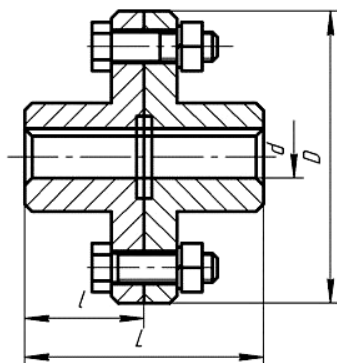


Номинальный вращающий момент T , Нм, для исполнения				d для исполнений			D	L для исполнений	
1	2	3	4	1,2,3				1,2,3	4
				1 ряд	2 ряд	4			
1,0	-	-	-	6	-	-	10	-	-
2,0	-	-	-	7	-	-	14	30	-
4,0	-	11,2	-	8	-	-	16	35	-
				9	-	-			
8,0	-	22,4	-	10	-	-			
				11	-	-	18	40	-
16,0	-	45,0	-	12	-	-			
				14	-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

Таблица Е.5

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.

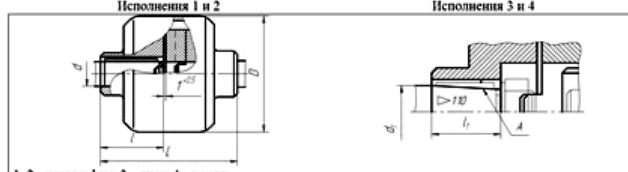


Номинальный вращающий момент T для муфт из стали, Н·м*1	d^{*2} (отклонение по Н7)	D , не более	l , не более		L , не более	
			Исполнения			
			1	2	1	2
16	11; 12; 14 16; 18	80	30	25	63	53
			40	28	84	60
31,5	16; 18; 19 20; 22	90	40	28	84	60
			50	36	104	76
63	20; 22; 24 25; 28	100	50	36	104	76
			60	42	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 Е.6

9. Муфтачково-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 уменьшения динамических нагрузок, климатических исполнений У и Т для категорий 1-3, климатических исполнений УХЛ и О для категории 4 по ГОСТ 15150-69.



1, 2 - полумуфты; 3 - диск; 4 - кожух

Полумуфты изготавливают следующих исполнений:

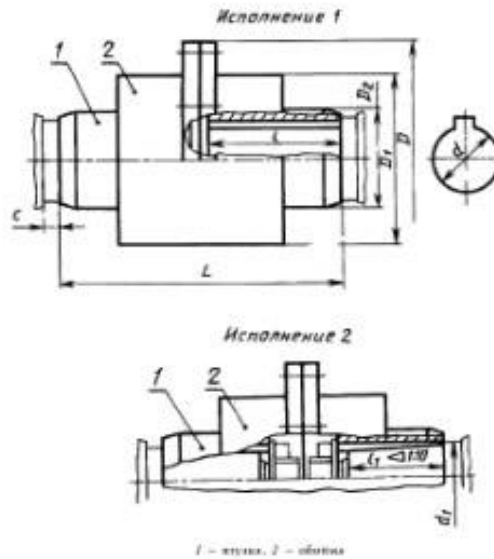
- 1 - с цилиндрическими отверстиями для длинных концов валов по ГОСТ 12080-66;
- 2 - с цилиндрическими отверстиями для коротких концов валов по ГОСТ 12080-66;
- 3 - с коническими отверстиями для длинных концов валов по ГОСТ 12081-72;
- 4 - с коническими отверстиями для коротких концов валов по ГОСТ 12081-72.

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						Радиальное смещение осей валов, не более	Масса, кг, не более для исполнений												
						для исполнений							1,3	2,4											
						1,3		2,4		1					2										
16	16; 18	-	-	-	100	-	75	-	28	-	18	0,6	-	1,4											
31,5	16	-	-	-	100	-	75	-	28	-	18	0,7	-	1,6											
	18	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	1,5					
63	20	-	-	-	140	-	90	-	36	-	24	0,8	-	1,4											
	22	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	1,3					
	20; 22	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	1,2				
	25	-	24	-									-	-	-	-	-	-	-	-	1,3				
125	25	-	-	-	170	105	-	-	42	-	26	1,0	-	1,2											
	28	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	6,3				
	25	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,2			
	28	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,4			
	30; 32	-	-	-									-	185	140	80	58	60	38	-	-	7,2			
	35; 36	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0			
250	32; 35; 36	-	-	-	170	185	140	80	58	60	38	1,2	11,0	10,0											
	-	38	-	-									-	-	-	-	-	-	-	10,0	9,0				
	40	42	-	-									245	190	110	82	84	56	-	-	11,0	10,0			
	45	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,0			
400	-	38	-	-	170	185	140	80	58	60	38	1,6	11,0	10,0											
	40	42	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-				
630	45; 50	48	-	-	210	245	190	110	82	84	56	2,0	10,0	9,0											
	-	53	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	31,0	27,0			
1000	55	56	-	-	210	305	235	140	105	107	72	2,2	29,0	26,0											
	60; 63	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,0	28,0		
	50	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,0	26,0	
	-	53	-	-									-	245	190	110	82	84	56	-	-	-	30,0	25,0	
	55	56	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,0	26,0
	60	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,0	28,0
1600	63	-	-	-	250	305	235	140	105	107	72	2,5	30,0	27,0											
	-	65	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,0	26,0	
	70; 71	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,0	28,0
	-	75	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,0	27,0
	80	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,0	26,0
	-	85	-	-									-	360	280	170	130	132	92	-	-	-	-	49,0	45,0
2500	70; 71	-	-	-	290	305	235	140	105	107	72	3,0	48,0	44,0											
	-	75	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48,0	44,0	
	80	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48,0	44,0
	-	85	-	-									-	360	280	170	130	132	92	-	-	-	-	47,0	43,0
	90	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,0	36,0
	-	95	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,0	38,0
4000	100	-	-	-	310	440	350	210	165	167	122	3,5	41,0	35,0											
	80	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,0	46,0	
	-	85	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,0	45,0
	90	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56,0	48,0
4000	-	95	-	-	310	360	280	170	130	132	92	3,5	55,0	47,0											
	100	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51,0	44,0	
	-	105	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55,0	48,0
	110	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,0	46,0
	-	120	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,0	45,0
	100	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125	108
6300	-	105	-	-	350	440	350	210	165	167	122	4,0	123	106											
	110	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	121	104	
	-	120	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	115	99,0
	125	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	112	97,0
	-	130	-	-									-	550	450	250	200	202	152	-	-	-	-	122	105
	140	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114	99,0
10000	110	-	-	-	390	440	350	210	165	167	122	4,5	122	104											
	-	120	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	115	99,0	
	125	-	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	112	97,0
	-	130	-	-									-	550	450	250	200	202	152	-	-	-	-	122	105
16000	140	-	-	-	390	440	350	210	165	167	122	5,0	114	99,0											
	-	130	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	203	148	
	140	-	-	-									-	550	450	250	200	202	152	-	-	-	-	200	145
	-	150	-	-									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	205	184
																198	179								

Таблица Е.7

ГОСТ 50895-96 Муфты зубчатые



Наименование показателей	Значение параметра									
	1000	1600	2500	4000	6300	10000	16000	25000	40000	63000
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 <i>b</i> , 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

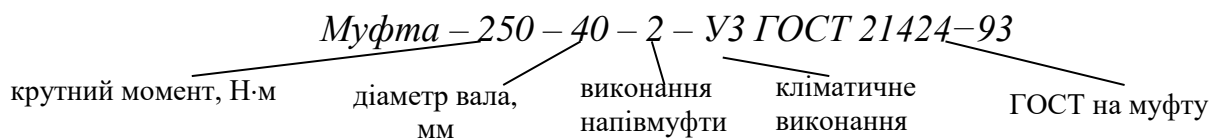


Рисунок Е.1 – Умовне позначення муфти

ДОДАТОК Ж

Таблиця Ж.1 – Рекомендована в'язкість мастила для зубчастих коліс при 50 °С

Контактні напруження [σ_H], МПа	Колова швидкість, м/с		
	до 2	2...5	більше 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 100 °С

Контактні напруження [σ_H], МПа	Швидкість ковзання, м/с		
	до 2	2...5	більше 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 °С	
Індустріальне І-20 А	17...23
Індустріальне І-30 А	28...33
Індустріальне І-40 А	35...45
Індустріальне І-50 А	47...55
Індустріальне І-70 А	65...75
Для черв'ячних коліс при 100 °С	
Авіаційне МС-20	20,5
Циліндрове 52	52

ДОДАТОК И

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./Лист</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Привод робочої машини			<i>Лит.</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Петров</i>						<i>Лист</i>
<i>Пров.</i>	<i>Іванов</i>			<i>УкрДАЗТ</i>			
<i>Н.контр.</i>				<i>1-III-Л</i>			
<i>Утв.</i>							

Рисунок И.1 – Приклад оформлення змісту

Таблиця 1 – Назва таблиці

Номінальний діаметр різі	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

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 И.2 – Приклад оформлення таблиць

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">И№ № лист</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Підп. і дата</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Взам. инв. №</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Підп. і дата</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">И№ № дубл.</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Підп. і дата</td> </tr> </table>	И№ № лист	Підп. і дата	Взам. инв. №	Підп. і дата	И№ № дубл.	Підп. і дата	<p><i>УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ</i></p> <p><i>Кафедра "Механіка і проектування машин"</i></p> <p>Курсовий проект <i>з дисципліни "Деталі машин"</i> <i>на тему "Проектування приводу робочої машини"</i></p> <p><i>Студента 3 курсу 1-III-А групи</i> <i>напряму підготовки "Рухомий склад залізниць"</i> <i>спеціальності "Локомотиви і локомотивне господарство"</i> <i>О.В. Петрова</i></p> <p><i>Керівник: доцент, к.т.н. І.І. Іванов</i> <i>Національна школа _____</i> <i>Кількість балів _____ ECTS _____</i></p> <p><i>Члени комісії: _____</i> <i>_____</i> <i>_____</i></p> <p style="text-align: center;"><i>м. Харків 2012 рік</i></p>
И№ № лист	Підп. і дата						
Взам. инв. №	Підп. і дата						
И№ № дубл.	Підп. і дата						

Рисунок И.3– Приклад оформлення титульного листа

Формат	Знак	Лист	Позначення	Найменування	Кол.	Примітка
				<u>Документація</u>		
			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	Віддільшина	1	
				<u>Деталі</u>		
		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	Прадка	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	Масловказівник	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		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			
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата		
Разроб.	Петров				Лист	Листов
Пров.	Іванов				1	2
Н.контр.					УкрДАЗТ	
Утв.					1-III-Л	
				Редуктор		
				Копіював	Формат А4	

Рисунок И.5 – Приклад оформлення специфікації редуктора

