

ДОНЕЦЬКИЙ ІНСТИТУТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
Української державної академії
залізничного транспорту

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Кафедра “ Теоретична та прикладна механіка ”

В. М. Савєнков, В. Ю. Тимохіна, В. Я. Бєланов, Ю. В. Тимохін

ДЕТАЛІ МАШИН
ТА ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт

Донецьк –2010

УДК 621.753:621.81

Деталі машин та основи конструювання. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / Уклад. Савенков В.М., Тимохіна В.Ю., Беланов В.Я., Тимохін Ю.В. – Донецьк: ДонІЗТ, 2010. – 19 с.

Розглянуто на засіданні кафедри “Теоретична та прикладна механіка” 9 червня 2010 р., протокол № 6.

Затверджено методичною комісією факультету «Управління на залізничному транспорті» 6 вересня 2010 р., протокол № 1.

Викладено методику проведення лабораторних робіт «Визначення геометричних характеристик вінця з евольвентними зубцями і вивчення конструкцій зубчастих коліс» і «Вивчення конструкції і розрахунок на довговічність підшипників кочення». Наведено опис конструкцій зубчастих коліс і підшипників кочення. Дано порядок підготовки до роботи та її виконання.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності “Рухомий склад та спеціальна техніка залізничного транспорту”.

Укладачі:

доцент
асистент
доцент
доцент

Савенков В. М. (ДонНТУ);
Тимохіна В.Ю. (ДонІЗТ);
Беланов В.Я. (ДонНТУ);
Тимохін Ю.В. (ДонІЗТ).

Рецензенти:

професор
доцент

Паламарчук Н.В. (ДонІЗТ);
Нижнік О.В. (ДонНТУ).

ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1. Визначення геометричних характеристик вінця з евольвент ними зубцями і вивчення конструкцій зубчастих коліс.....	4
1 Розмірні параметри та конструкція коліс.....	4
1.1 Циліндричні зубчасті колеса зовнішнього зачеплення.....	5
1.2 Циліндричні колеса з внутрішнім зачепленням.....	7
1.3 Шестірні.....	8
2 Порядок виконання роботи.....	9
Форма звіту по роботі.....	10
Лабораторна робота № 2. Вивчення конструкції і розрахунок на довговічність підшипників кочення.....	12
1 Основні розміри і параметри підшипників.....	12
2 Умовні позначення підшипників.....	12
3 Характеристика та параметри підшипників.....	13
3.1 Кулькові підшипники радіальні однорядні.....	13
3.2 Кулькові підшипники радіальні дворядні сферичні.....	14
3.3 Кулькові підшипники радіально-упорні однорядні.....	15
3.4 Кулькові підшипники упорні.....	15
3.5 Роликові підшипники радіальні з короткими циліндричними роликами	16
3.6 Роликові підшипники радіальні голчасті.....	17
3.7 Роликові підшипники радіально-упорні конічні.....	17
4 Порядок виконання роботи.....	19
Література.....	19

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Визначення геометричних характеристик вінця з евольвентними зубцями і вивчення конструкцій зубчастих коліс

Мета роботи: Встановлення геометричних характеристик вінця з евольвентними зубцями і вивчення конструкцій зубчастих циліндричних коліс.

Обладнання та прилади: зубчасті циліндричні колеса різних конструкцій, штангенциркуль.

1 РОЗМІРНІ ПАРАМЕТРИ ТА КОНСТРУКЦІЯ КОЛІС

На рис. 1. наведено геометричні розміри вінця з евольвентними зубцями циліндричного зубчастого колеса (рис. 1, а) та розміщення зубців на прямозубому (рис. 1, б), косозубому (рис. 1, в) і шевронному (рис. 1, г) колесах. Геометричні розміри знаходяться по формулах табл. 1. Інші розміри є конструктивними, визначаються по експериментальних залежностях і округляються до стандартного значення за ГОСТ 6636-69.

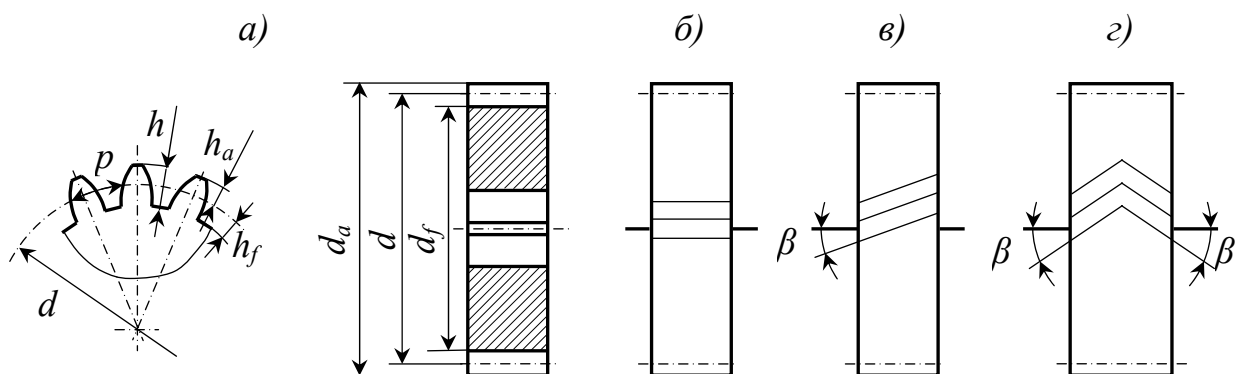


Рисунок 1—Циліндричне зубчасте колесо: а – геометричні розміри вінця з евольвентними зубцями; б, в, г – відповідно прямозубе, косозубе і шевронне колеса

Таблиця 1 – Розміри елементів зубців циліндричних зубчастих коліс

Елементи зубця	Колесо	
	прямозубе	косозубе (шевронне)
Висота: – головки	$h_a = m$	$h_a = m$
– ніжки	$h_f = 1,25m$	$h_f = 1,25m$
– зубця	$h = h_a + h_f = 2,25m$	$h = h_a + h_f = 2,25m$
Радикальний зазор	$c = 0,25m$	$c = 0,25m$
Радіус кривини перехідної кривої	$\rho_f = 0,38m$	$\rho_f = 0,38m$
Діаметри вінця: - ділительний	$d = mz$	$d = mz / \cos \beta$
- вершин зубців	$d_a = d + 2h_a = d + 2m$	$d_a = d + 2h_a = d + 2m$
- впадин	$d_f = d - 2h_f = d - 2,5m$	$d_f = d - 2h_f = d - 2,5m$
Крок зачеплення	$p = \pi m$	$p_t = \pi m / \cos \beta$

Форму зубчастих коліс у більшості випадків визначають у залежності від способу одержання заготовки, що вибирається з урахуванням матеріалу і розмірів коліс, а також обсягу випуску.

1.1 Циліндричні зубчасті колеса зовнішнього зачеплення

В одиничному і дрібносерійному виробництвах зубчасті колеса з діаметром вершин зубців $d_a \leq 200$ мм виготовляють із круглого прокату. При $d_a \leq 600$ мм заготовки коліс одержують куванням у вигляді круглих кувань.

У багатосерійному і масовому виробництві заготовки коліс невеликих і середніх діаметрів ($d_a \leq 600$ мм) виготовляють штампуванням у двосторонніх штампах, а великих діаметрів - литтям і зварюванням.

Колеса з $d_a \leq 250$ мм (рис. 2) виконують у виді дисків з маточинами чи без них. Маточина може бути розташована симетрично або несиметрично. Діаметр маточини приймають $d_{\text{мат}} = 1,7 d_e$ (d_e - діаметр вала, на який насаджується колесо). Довжину маточини приймають $l_{\text{мат}} = (1,0 \dots 1,5) d_e$, але не менш ширини зубцюватого вінця. При виконанні коліс у виді дисків доцільно на торцях виконати виточення глибиною $K = 1 \dots 2$ мм, щоб не обробляти з підвищеною точністю велику торцеву поверхню диска, яка є базою для нарізування зубців.

Ширину торців зубцюватого вінця приймають $S = 2,5 + 2$ мм. На торцях зубцюватого вінця виконують фаски під кутом $\alpha_{\phi} = 45^\circ$ (на косозубих колесах при твердості $\text{HB} > 350$ кут $\alpha_{\phi} = 15^\circ$) розміром $f = 0,7 t$ з округленням до стандартного значення.

Колеса при $250 \text{ мм} \leq d_a \leq 600$ мм виконують з дисками полегшеної форми (рис. 3). У таких колесах товщину диска для зменшення маси колеса роблять значно менше ширини зубцюватого вінця.

Крім того, у дисках між ободом і маточиною передбачають круглі отвори (звичайно 4 або 6) для зручності транспортування і кріплення зубчастих коліс на верстатах при обробці.

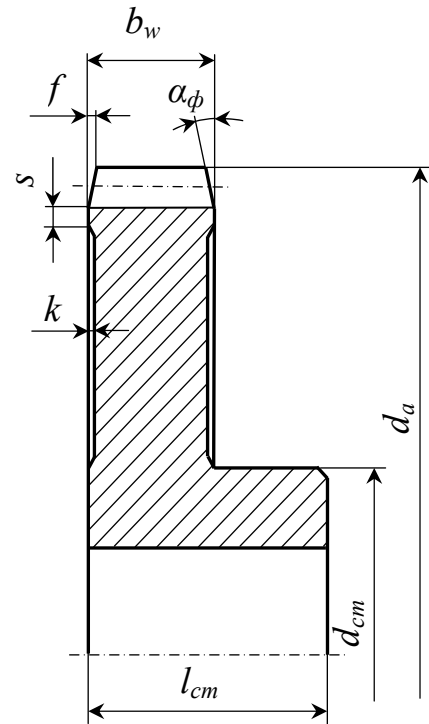


Рисунок 2 – Колесо малого розміру ($d_a \leq 250$ мм)

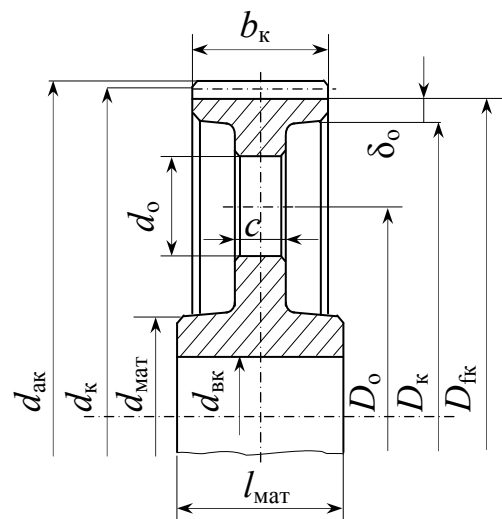


Рисунок 3 – Колесо середнього розміру ($250 \text{ мм} \leq d_a \leq 600$ мм)

У колесах зі штампованих заготовок внутрішні поверхні обода і зовнішні поверхні маточини мають конічну форму (конусність близько 6°).

Рекомендації до визначення розмірів конструктивних елементів коліс наведено в табл. 2.

Таблиця 2 - Розміри елементів дискових коліс при $250 \text{ мм} \leq d_a \leq 600 \text{ мм}$

Розмір (рис. 3)	Формула	Примітка
Зовнішній діаметр маточини	$d_{\text{мат}} = 1,5 d_{\text{вк}} + 10 \text{ мм}$	
Довжина маточини	$l_{\text{мат}} = (1 \dots 1,5) d_{\text{вк}}$	Якщо $l_{\text{мат}} < b$, прийняти $l_{\text{мат}} = b$
Товщина обода	$\delta_o = 2,5 m + 2 \text{ мм}$	Для шевронних коліс $\delta_o = 4 m + 12 \text{ мм}$
Внутрішній діаметр обода	$D_{\text{к}} = d_{\text{фк}} - 2 \delta_o$	
Товщина диску	$C = (0,35 \dots 0,4) b_{\text{к}}$	Для шевронних коліс $C = 0,35 b$
Діаметр отворів	$d_o = 0,25(D_{\text{к}} - d_{\text{мат}})$	При $d_o < 2 \delta_o$ отвори не виконуються
Кількість отворів	4...6	
Діаметр кола розміщення отворів	$D_o = 0,5 (D_{\text{к}} + d_{\text{мат}})$	
Радіуси заокруглень	$R = 6 \dots 8 \text{ мм}$	

Зубчасті колеса з $d_a > 600 \text{ мм}$ при ширині $b_w \leq 200 \text{ мм}$ виготовляють литими зі спицями хрестоподібного перетину (рис. 4), а при $b_w > 200 \text{ мм}$ – двотаврового перетину. Число спиць приймається парним.

Якщо за умовами роботи зубців потрібно застосування високоміцних кутих сталей, а великі розміри не дозволяють одержати заготовку куванням, колеса виконують складеними з двох деталей (рис. 5): кутового зубцюватого вінця і литого чавунного (рідше сталевого) центра, що має обід, диск і маточину (бандажоване колесо). Вінцьє сполучається з колісним центром посадкою з гарантованим натягом (рис. 5, а).

Для більшої надійності в площині з'єднання вінця з центром ставлять стопорні гвинти (рис. 5, б), або з'єднують вінцьє з колісним центром болтами (рис. 5, в).

З метою економії легованих сталей бандажованими виконують іноді колеса середніх розмірів ($d_a = 250 \dots 600 \text{ мм}$).

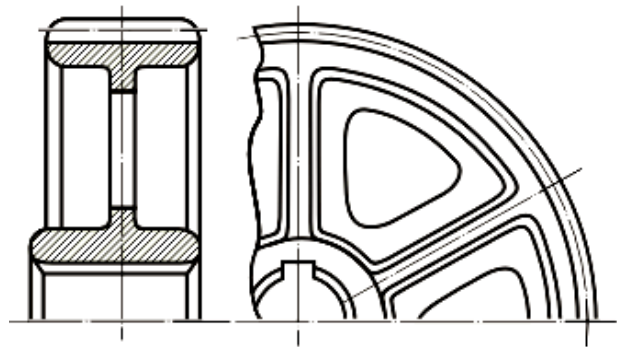


Рисунок 4 – Колесо лите великого розміру ($d_a > 600 \text{ мм}$)

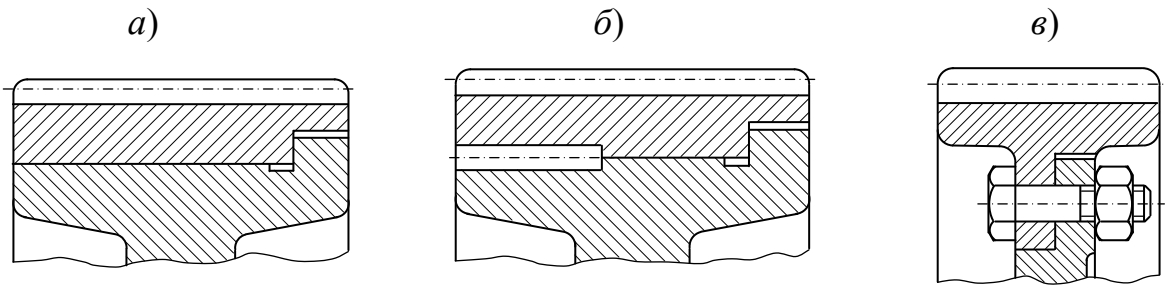


Рисунок 5 – Бандажовані зубчасті колеса з різними способами сполучення вінця з колісним центром: *а* – з гарантованим натягом; *б* – з гарантованим натягом і стопорним гвинтом; *в* – за допомогою болтового з'єднання

Шевронні зубчасті колеса відрізняються від інших циліндричних коліс збільшеною шириною. Шевронні зубчасті колеса бувають двох виконань:

- з доріжкою в середині колеса для виходу інструмента (черв'ячної фрези, рис. 6);
- без доріжки (нарізуються модульною фрезою).

Шевронні колеса без доріжки виготовляють на малопродуктивних верстатах, тому вони застосовуються рідше, ніж колеса з доріжкою.

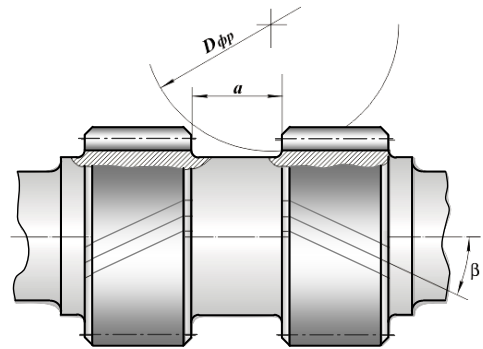


Рисунок 6 – Шевронне колесо

1.2 Циліндричні колеса з внутрішнім зачепленням

На рис. 7 зображені два варіанти конструктивного виконання коліс із внутрішніми зубцями.

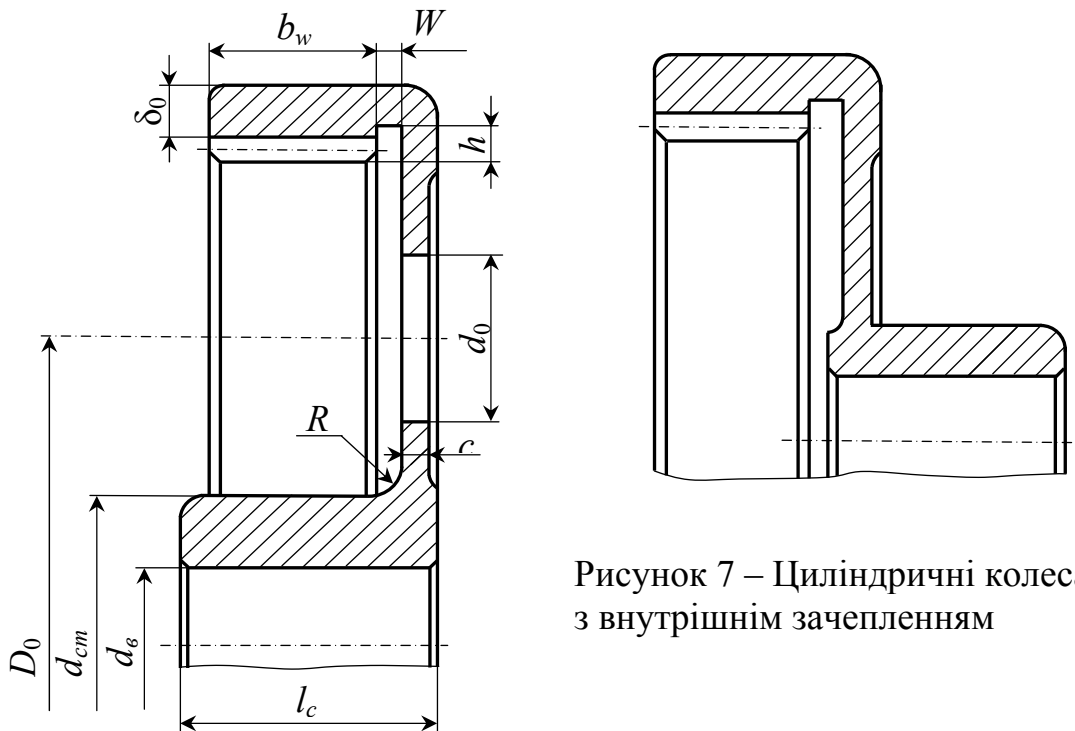


Рисунок 7 – Циліндричні колеса з внутрішнім зачепленням

Колеса з внутрішнім зачепленням мають канавки між дисками і зубцями для виходу інструмента (довбняка) і розміщення стружки, що утворюється при довшанні.

1.3 Шестірні

Можливі два варіанти конструктивного виконання шестірень зубчастих передач: разом з валом (вал – шестірня, рис. 8) і окремо від нього (насадна шестірня, рис. 9). Недоліком першої конструкції є необхідність виготовлення вала з того ж матеріалу, що і шестірня, часто більш якісного і дорогого, чим потрібно для вала. Крім того, при заміні шестірні, наприклад унаслідок зносу чи поломки зубців, приходится замінити і вал. Незважаючи на це, у редукторах часто шестірню виконують заодно з валом. Вал-шестірня має більшу жорсткість і міцність, а також технологічність, що, зрештою, знижує її вартість.

У залежності від співвідношення діаметрів шестірні і вала зубці нарізують на виступаючому вінці (рис. 8, а) або частково поглиблюють у тіло вала (рис. 8, б). При поглибленні зубців потрібні ділянки довжиною "а" для заходу і виходу фрези діаметром D .

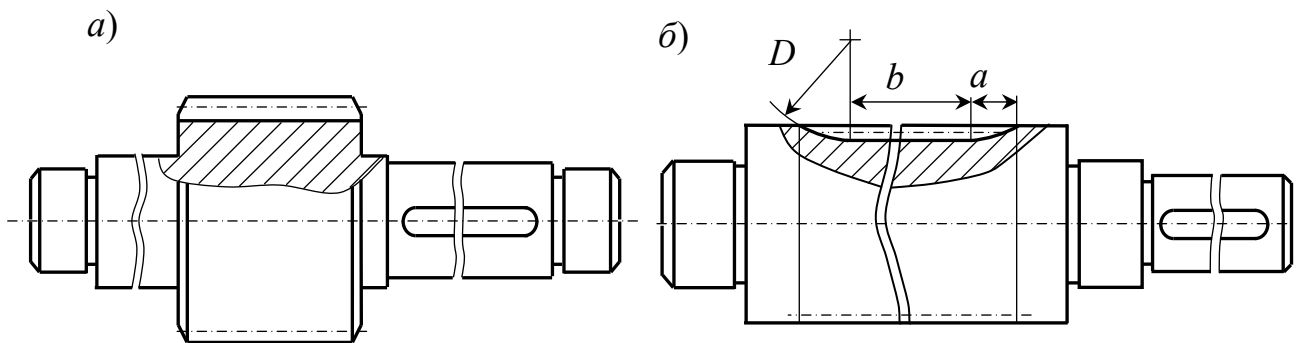


Рисунок 8 – Вал-шестірні: а – зубці нарізані на виступаючому вінці; зубці заглиблені у тіло вала

Шестірня виконується разом з валом при $d_1 / d_g < 2$, (d_1 - ділильний діаметр шестерні).

При $d_1 / d_g > 2$, економічно вигідніше виконувати шестірню насадною. При $2 < d_1 / d_g < 3$ конструктивно насадна шестірня виготовляється у виді суцільного диска (див. рис. 9). При $d_1 / d_g > 3$ шестірня виконується так само, як і дискові колеса (див. рис. 3).

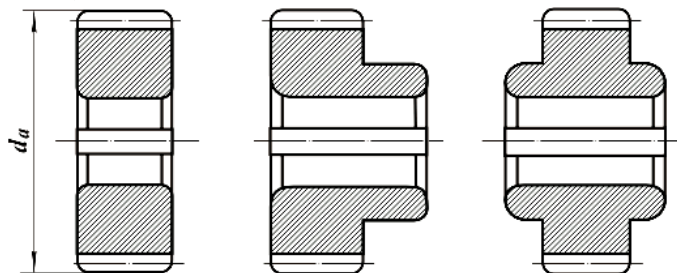


Рисунок 9 – Насадні шестірні

2 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити за зразками конструкцію зубчастих коліс, опис яких наданий вище.

2. Для зубчастого колеса (за вказівкою викладача) визначити геометричні розміри.

Для цього порахувати число зубців z і виміряти діаметр вершин зубців d_a , ширину зубцюватого вінця b , довжину зубця b_L .

Діаметр вершин зубців d_a при парнім числі зубців замірюється безпосередньо (рис. 10, а). При непарнім числі зубців замірюються $d_{омв}$ і B (рис. 10, б). Діаметр вершин зубців дорівнює $d_a = d_{омв} + 2B$.

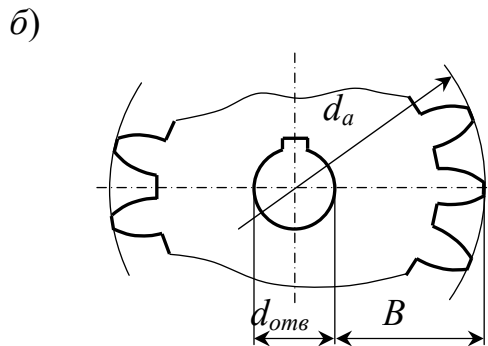
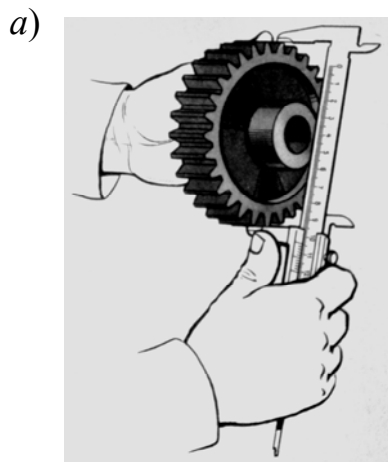


Рисунок 10 – Замірювання діаметра вершин зубців d_a : а – при парнім числі зубців; б – при непарнім числі зубців

За результатами вимірювань визначити кут β нахилу зубців та модуль зачеплення m за формулами

$$\beta = \arcsin(b/b_L); \quad m = d_a / (z / \cos \beta + 2).$$

Прийняти найближчий модуль зачеплення за стандартом. Розрахувати параметри $d_a, d_f, d, h_a, h_f, h, p$ за формулами табл. 1.

Визначити похибку визначення модулю зачеплення. Зробити висновок.

3. Виконати ескіз зубцюватого вінця колеса в торцевій площині.

4. Виміряти конструктивні розміри елементів колеса. Виконати ескіз колеса із вказуванням розмірів.

5. Розрахувати конструктивні розміри елементів колеса за формулами табл.

2. Порівняти виміряні та розрахункові розміри. Зробити висновок.

6. Оформити звіт про лабораторну роботу (форма звіту додається).

ДОНЕЦЬКИЙ ІНСТИТУТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Кафедра теоретичної та прикладної механіки

Звіт по лабораторній роботі 1 : «Визначення геометричних характеристик зубчастого вінця з евольвентними зуб'ями і вивчення конструкцій зубчастих коліс»

1. Ціль роботи

2. Ескіз зубчастого вінця колеса в торцевій площині

3. Результати вимірювань

z	d_a , мм	b , мм	b_L , мм

4. Результати розрахунків

β , град	Модуль m , мм		d_a , мм	d_f , мм	d , мм	h_a , мм	h_f , мм	h , мм	p , мм
	за резуль- татами вимірів	ГОСТ							

5. Ескіз колеса

Розміри елементів колеса

Розмір	Формула	Розрахункове значення, мм	За виміром, мм
Діаметр вала колеса	$d_{\text{БК}}$	— *)	
Зовнішній діаметр маточини	$d_{\text{МАТ}} = 1,5 d_{\text{БК}} + 10$ мм		
Довжина маточини	$l_{\text{МАТ}} = (1 \dots 1,5) d_{\text{БК}}$		
Товщина обода	$\delta_o = 2,5 m + 2$ мм		
Внутрішній діаметр обода	$D_{\text{К}} = d_{\text{БК}} - 2 \delta_o$		
Товщина диску	$C = (0,35 \dots 0,4) b_{\text{К}}$		
Діаметр отворів	$d_o = 0,25(D_{\text{К}} - d_{\text{МАТ}})$		
Кількість отворів	4...6		
Діаметр кола розміщення отворів	$D_o = 0,5 (D_{\text{К}} + d_{\text{МАТ}})$		

*) – Діаметр ділянки вала під колесом $d_{\text{БК}}$ в даному випадку не розраховується, приймається тільки значення, отримане за виміром.

Висновок: _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Вивчення конструкції і розрахунків на довговічність підшипників кочення

Мета роботи: Вивчення конструкції, характеристик та умовних позначень основних типів підшипників кочення, розрахунку їх на довговічність.

Обладнання та пристосування: підшипники кочення різних типів, штангенциркуль.

1 ОСНОВНІ РОЗМІРИ І ПАРАМЕТРИ ПІДШИПНИКІВ

Основні розміри найбільш розповсюджених типів підшипників показано на рис. 1 і 2. До таких розмірів належать внутрішній діаметр d , зовнішній діаметр D і ширина підшипника B . В упорних кулькових підшипниках (рис. 2) ширину характеризує розмір H , а в радіально-упорних роликівих підшипниках (рис. 2) найбільшу ширину визначає розмір T .

Основними розрахунковими параметрами підшипників кочення є **базова динамічна вантажопідйомність C** і **базова статична вантажопідйомність C_0** .

Базова динамічна вантажопідйомність — це постійне радіальне навантаження (а для упорних і упорно-радіальних підшипників осьове навантаження), яке підшипник може умовно сприймати протягом одного мільйона обертів при ймовірності безвідмовної роботи 90%.

Базова статична вантажопідйомність — це таке статичне навантаження на підшипник (радіальне — для радіальних і радіально-упорних підшипників або центральне осьове — для упорних і упорно-радіальних), якому відповідає загальна залишкова деформація тіл кочення і кілець у найбільш навантаженій точці їхнього контакту, що дорівнює 0,0001 діаметра тіла кочення.

З метою забезпечення надійної роботи для підшипників кочення встановлені граничні частоти обертання $n_{гран}$ з урахуванням виду мастила (рідке чи пластичне).

2 УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ ПІДШИПНИКІВ

Умовні позначення підшипників кочення складаються із основного умовного позначення і додаткових умовних позначень, які можуть розташовуватись праворуч і ліворуч від основного умовного позначення. Умовні позначення наносяться на торцях кілець підшипників.

Основні умовні позначення підшипників відповідно до ГОСТ 3189-75 складаються із ряду цифр.

Дві перші цифри, рахуючи справа, означають умовно **внутрішній діаметр d** підшипників:

- для підшипників із внутрішнім діаметром $d \geq 20$ мм цифри зазначають частку від ділення діаметра (в мм) на 5;

- для підшипників із внутрішнім діаметром $d \leq 9$ мм перша цифра праворуч показує фактичний розмір внутрішнього діаметра в мм;
- внутрішні діаметри 10, 12, 15 і 17 мм позначають двома цифрами 00, 01, 02 і 03 відповідно.

Третя цифра праворуч в основному умовному позначенні разом із сьомою свідчать про **серію** підшипників всіх діаметрів ($d \geq 20$ мм): основна з особливо легких серій позначається цифрою 1, легка — 2, середня — 3, важка — 4, легка широка — 5, середня широка — 6 і т.д.

Четверта цифра праворуч показує на **тип** підшипника: 0 — радіальний кульковий однорядний; 1 — радіальний кульковий дворядний сферичний; 2 — радіальний із короткими циліндричними роликами; 3 — радіальний роликовий дворядний сферичний; 4 — роликовий із довгими циліндричними роликами або голчастий; 5 — роликовий із витими роликами; 6 — радіально-упорний кульковий; 7 — роликовий конічний; 8 — упорний кульковий; 9 — упорний роликовий.

П'ята та шоста цифри праворуч, що вводяться не для всіх підшипників, характеризують їхні **конструктивні особливості**.

Додаткове умовне позначення ліворуч від основного вказує на клас точності підшипника, радіальний чи осьовий зазори в підшипнику, величину момента тертя. Цифри 0, 6, 5, 4 і 2, що стоять через знак „тире" перед основним умовним позначенням підшипника, означають його клас точності (2 — найвищий клас точності). Нормальний клас точності позначається цифрою 0, яка в деяких випадках не проставляється.

Додаткове умовне позначення праворуч від основного характеризує матеріал і конструкцію сепаратора, конструктивні зміни, спеціальні вимоги щодо шуму та ін.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ПАРАМЕТРИ ПІДШИПНИКІВ

3.1 Кулькові підшипники радіальні однорядні

Кулькові підшипники радіальні однорядні (рис. 11) виготовляють таких типів: 0000, 60000 і 80000. Підшипники цих типів можуть сприймати не тільки радіальні, але й осьові навантаження, що діють в обох напрямках вздовж осі вала і не перевищують 70% невикористаного допустимого радіального навантаження. Порівняно з іншими типами кулькові радіальні однорядні підшипники працюють з мінімальними втратами на тертя і допускають найбільшу частоту обертання. Співвісність посадочних гнізд під такі підшипники повинна бути в таких межах, щоб перекис зовнішніх кілець відносно внутрішніх не перевищував 10... 15'. Підшипники встановлюють на жорстких двоопорних валах, прогин яких під дією зовнішніх сил не викликає надмірного кутового зміщення осі вала відносно осі посадочного отвору, тобто на валах з відстанню між опорами $L \leq 10 d_g$ (d_g — діаметр вала).

Підшипники типів 60000 і 80000 відповідно з однією і двома захисними шайбами застосовують в таких випадках, коли через обмеження габаритів або

незручності в обслуговуванні небажане використання спеціальних ущільнювальних пристроїв для захисту підшипників від забруднення або утримування мастила.

Сепаратори в радіальних однорядних кулькових підшипниках в основному штамповані з центруванням на тілах кочення. В підшипниках, що працюють в особливих умовах, а також в деяких великогабаритних підшипниках застосовують масивні сепаратори з антифрикційних матеріалів: бронзи, латуні, текстоліту, алюмінієвих сплавів та ін.

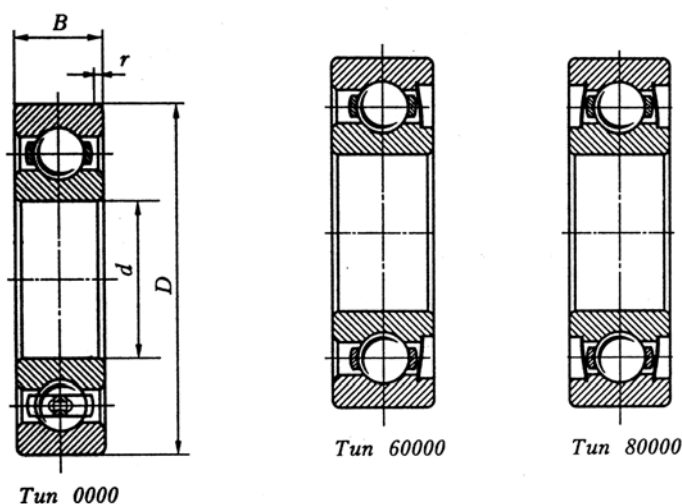


Рисунок 11 - Кулькові підшипники радіальні однорядні

3.2 Кулькові підшипники радіальні дворядні сферичні

Кулькові підшипники радіальні дворядні сферичні (рис. 12) виготовляють таких типів: 1000, 11000 і 111000. Підшипники призначені для сприйняття радіальних навантажень, але вони можуть сприймати одночасно і двостороннє осьове навантаження (до 20% величини невикористаного допустимого радіального). Доріжка кочення на зовнішньому кільці виготовлена сферичною.

Така її форма забезпечує нормальну роботу підшипника навіть при значному (до $2..3^\circ$) перекосі внутрішнього кільця відносно зовнішнього. Підшипники встановлюють в опорах: багатоопорних валів трансмісійного типу; двоопорних валів, що мають значні прогини під дією зовнішніх сил; в конструкціях, де технологічно неможливо забезпечити строгую співвісність посадочних гнізд (при розточуванні отворів в корпусах опор не за один прохід, при встановленні підшипників в окремо розташованих корпусах опор тощо).

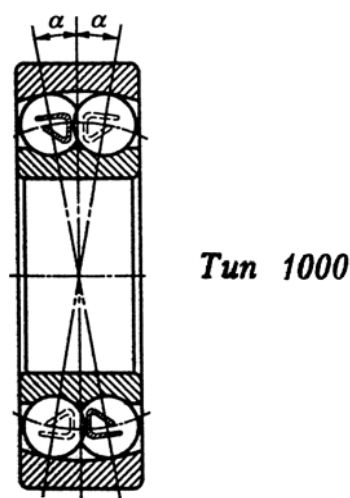


Рисунок 12 – Кульковий підшипник радіальний дворядний сферичний

Сепаратори у більшості дворядних сферичних кулькових підшипників штамповані. Підшипники великих розмірів виготовляють з масивними латунними сепараторами.

3.3 Кулькові підшипники радіально-упорні однорядні

Кулькові підшипники радіально-упорні однорядні (рис. 13) виготовляють таких типів: 36000, 46000 і 66000.

Підшипники цих типів призначені для сприйняття радіальних і односторонніх осьових навантажень. Їхня здатність сприймати осьове навантаження визначається значенням кута контакту α (кут між площиною центрів кульок і прямою, яка проходить через центр кульки і точку дотику кульки з доріжкою кочення на зовнішньому кільці). Із збільшенням кута контакту зростає здатність підшипника сприймати осьове навантаження за рахунок зменшення радіального.

Підшипники встановлюють переважно попарно на двох опорах жорстких коротких валів навіть при умові односторонньої дії осьового навантаження.

Особливістю підшипників є те, що вони вимагають регулювання осьового зазору в процесі їхнього монтажу або у процесі експлуатації.

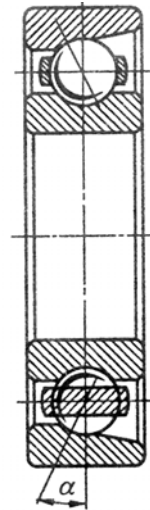
Сепаратори у радіально-упорних кулькових підшипниках бувають штамповані з центруванням на тілах кочення або масивні зі сплавів кольорових металів з центруванням по внутрішньому кільцю.

3.4 Кулькові підшипники упорні

Кулькові підшипники упорні (рис. 14) виготовляють двох типів: 8000 і 38000. Упорні підшипники призначені для сприйняття тільки осьових навантажень. Вони допускають значно меншу частоту обертання порівняно з іншими типами кулькових підшипників, оскільки відцентрові сили, що діють на кульки, значно навантажують сепаратори і доріжки кочення кілець підшипників.

Одинарні упорні підшипники типу 8000 призначені для сприйняття осьових навантажень, що діють в одному напрямку. Вони мають два кільця: одне туге, яке встановлюється на валу, а друге вільне, що розташовується в корпусі опори. Таке розміщення кілець необхідне для самоцентрування упорного підшипника.

Здвоєні упорні підшипники типу 38000 призначені для сприйняття осьових навантажень, що діють у двох напрямках. Ці підшипники мають три кільця: середнє — туге, яке встановлюється на вали, а крайні — вільні для встановлення у гнізді корпуса опори.



Типи:
36000 ($\alpha = 12^\circ$)
46000 ($\alpha = 26^\circ$)
66000 ($\alpha = 36^\circ$)

Рисунок 13 – Кульковий підшипник радіально-упорний однорядний

Сепаратори кулькових упорних підшипників штамповані або масивні зі сталі або сплавів кольорових металів.

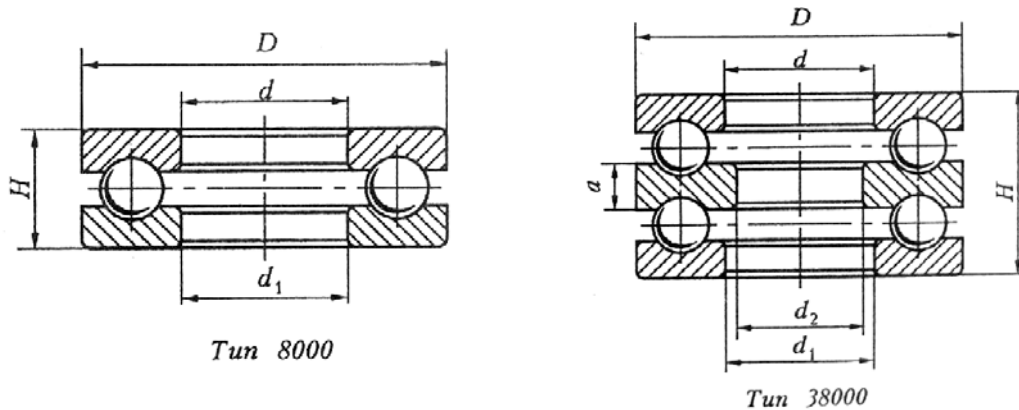


Рисунок 14 – Кулькові підшипники упорні

3.5 Роликові підшипники радіальні з короткими циліндричними роликами

Роликові підшипники радіальні з короткими циліндричними роликами основної номенклатури (рис. 15) виготовляють таких типів: 2000, 12000, 32000 і 42000. Підшипники призначені для сприйняття тільки радіальних навантажень. Вони мають значно більшу радіальну навантажувальну здатність, ніж рівногабаритні радіальні кулькові підшипники, але допускають менші частоти обертання. Підшипники дуже чутливі до перекосів внутрішніх кілець відносно зовнішніх. Тому ці підшипники вимагають високої точності щодо співвісності посадочних гнізд в опорах і можуть застосовуватись тільки для досить жорстких і коротких двоопорних валів.

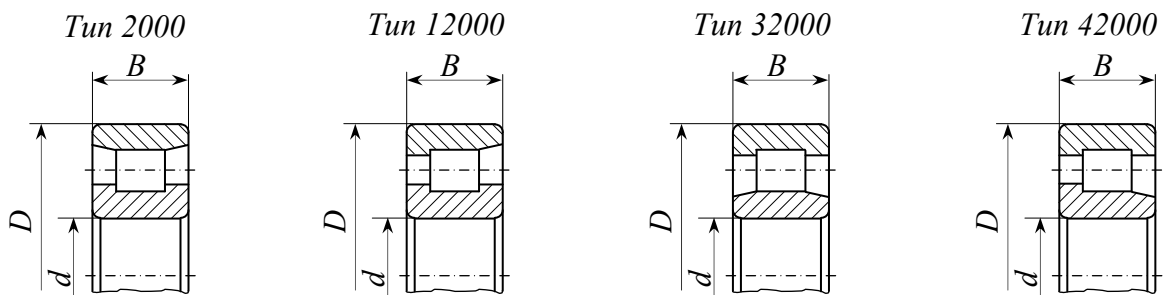


Рисунок 15 – Роликові підшипники радіальні з короткими циліндричними роликами

Однорядні роликові підшипники основного типу (2000) мають такі конструктивні різновидності: 2000 — без бортів на зовнішньому кільці; 12000 — з одnobортовим зовнішнім кільцем; 32000 — без бортів на внутрішньому кільці і 42000 — з одnobортовим внутрішнім кільцем.

Підшипники типів 2000 і 32000 допускають у процесі монтажу і експлуатації двостороннє осьове переміщення внутрішнього кільця відносно зовнішнього, а підшипники типів 12000 і 42000 — тільки одностороннє, причому останні

можуть забезпечувати односторонню фіксацію вала тільки при незначних осьових зусиллях.

Сепаратори в радіальних роликів підшипниках штамповані або масивні зі сталі або сплавів кольорових металів. Центруються масивні сепаратори переважно по двобортовому кільцю.

3.6 Роликові підшипники радіальні голчасті

Роликові підшипники радіальні голчасті (рис. 16) виготовляють таких типів: 24000 і 74000. Дані підшипники призначені для сприйняття тільки радіальних навантажень. Вони мають відносно менші радіальні габарити порівняно з підшипниками інших типів за умови рівності внутрішніх діаметрів та вантажності. Через відсутність сепаратора підшипники мають відносно високі втрати на тертя між голками (роликами). Тому гранична частота обертання значно нижча, ніж у підшипниках із сепараторами.

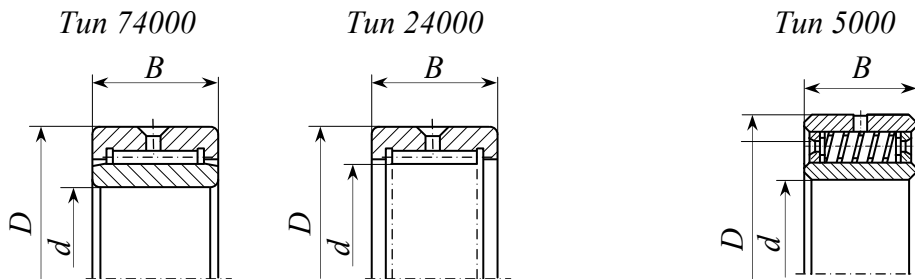


Рисунок 16 – Роликові підшипники радіальні голчасті

Рисунок 17 – Підшипники радіальні з витими роликами

Підшипники типу 24000 не мають внутрішнього кільця. Тому поверхня доріжки кочення утворюється безпосередньо на поверхні вала і повинна мати твердість, точність і шорсткість поверхні підшипникових кілець. Підшипники типу 74000 мають внутрішнє і зовнішнє кільця, причому внутрішнє без бортів, що забезпечує відносну рухомість кілець в осьовому напрямі.

За формою і розмірами до голчастих підшипників подібні підшипники типу 5000, що мають виті циліндричні ролики (рис. 17).

3.7 Роликові підшипники радіально-упорні конічні

Роликові підшипники радіально-упорні конічні (рис. 18) виготовляють таких типів: 7000 — основна номенклатура; 27000 — з великим кутом конусності; 97000 — дворядні і 77000 — чотирирядні. Підшипники цих типів призначені для одночасного сприйняття радіальних і осьових навантажень. Їх допустима частота обертання значно нижча, ніж у підшипників з циліндричними роликами, а здатність сприймати осьові навантаження визначається кутом конусності α зовнішнього кільця. Зі збільшенням кута конусності (тип 27000) осьове нава-

нтаження збільшується за рахунок зменшення радіального. Підшипники не допускають відносного перекосу осей валів і гнізд опор під підшипники.

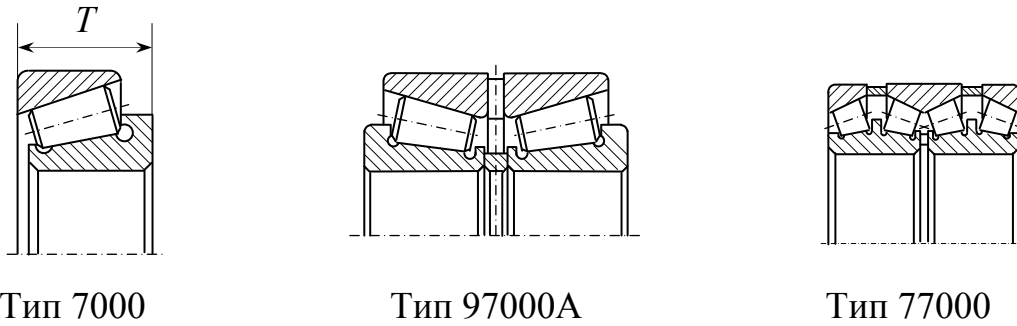


Рисунок 18 – Роликові підшипники радіально-упорні конічні

Однорядні підшипники типів 7000 і 27000 призначені для сприйняття радіальних і односторонніх осьових навантажень. Вони допускають роздільний монтаж зовнішніх кілець і вимагають регулювання осьових зазорів як під час встановлення, так і в процесі експлуатації. Підшипники можна монтувати з попереднім натягом, який створюється при умові розташування вала на двох конічних підшипниках.

Дворядні підшипники типу 97000 призначені для одночасного сприйняття радіальних і двосторонніх осьових навантажень. Необхідні радіальний чи осьовий зазори в підшипнику забезпечуються підшлифовуванням дистанційного кільця, яке встановлюється між внутрішніми кільцями.

Сепаратори конічних підшипників виготовляють із сталі штампуванням або точінням. Центрування сепараторів здійснюється по тілах кочення, які мають форму конічних роликів.

4 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Вивчити по зразках конструкцію підшипників кочення, опис яких наданий вище.

2. Для підшипника кулькового радіального однорядного підшипника, роликового радіального підшипника з циліндричними роликами і роликового радіально-упорного конічного підшипника (підшипники видаються викладачем) необхідно:

- визначити тип і виконати ескіз з зазначенням розмірів;
- виконати розшифровку умовних позначень;
- надати коротку характеристику конструктивних та експлуатаційних якостей;

- за каталогом визначити динамічну вантажність C і статичну вантажність C_0 .

3. Визначити довговічність радіального кулькового підшипника вала одноступінчастого редуктора (тип підшипника, розрахункова схема вала і кутова частота обертання надаються викладачем).

Для цього необхідно з умов рівноваги вала визначити опорні реакції, радіальне F_r і осьове F_a навантаження підшипників.

Параметр осьового навантаження підшипника $e = 0,52 \sqrt[4]{F_a / C_0}$.

Коефіцієнти радіального і осьового навантажень:

- при $F_a / (V F_r) \leq e$ приймаються $X = 1, Y = 0$;

- при $F_a / (V F_r) > e$ приймаються $X = 0,56, Y = 0,44/e$ (V - коефіцієнт обертання; при обертанні внутрішнього кільця $V = 1$).

Еквівалентне навантаження на підшипник

$$P = (X V F_r + Y F_a) k_T k_\sigma,$$

де k_T - температурний коефіцієнт; k_σ - коефіцієнт безпеки.

Довговічність підшипника

$$L_h = \frac{1745}{\omega} \left(\frac{C}{P} \right)^3.$$

4. Оформити звіт про лабораторну роботу (форма звіту додається).

ЛІТЕРАТУРА

1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин. – М. : Наука, 1988. – 638 с.

2. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підруч.– 2-е вид. перероб. – Львів: Афіша 2003. – 560 с.

3. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 496 с.

4. Расчет и конструирование точных механизмов. Лабораторные работы. 2-е изд., доп. и испр. Под общ. ред. В.Т. Середы. Киев – Донецк, изд. объединение «Вища школа». Головное изд-во, 1978. 248 с.

Савенков Вячеслав Миколайович
Тимохіна Валентина Юріївна
Беланов Віктор Якович
Тимохін Юрій Віталійович

ДЕТАЛІ МАШИН ТА ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ *до виконання лабораторних робіт*

Комп'ютерний макет *Савенков В. М.*

Технічні редактори *Григор'єва Л. В.,
Пасько Л. С.*

Підписано до друку 14.09.2010.
Формат 60×84/16. Папір офс. Гарн. Times New Roman.
Друк на ксероксі
Умов. друк. арк. 1,6. Наклад 30 прим. Зам. №

Донецький інститут залізничного транспорту

Надруковано в редакційно-видавничому відділі ДонІЗТ
Свідоцтво про внесення до державного реєстру від 22.06.2004 р.,
Серія ДК № 1851

83018 м. Донецьк – 18, вул. Горна, 6