

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

**ТЕОРЕТИЧНА ТА ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА.
ДЕТАЛІ МАШИН**

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня денної та заочної форм здобуття освіти
за спеціальностями 015 «Професійна освіта (Машинобудування)»,
015 «Професійна освіта (Транспорт)»

Електронний ресурс

Рецензенти:

В. М. Князева – канд. тех. наук, доцент, доцент ЗВО кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій Навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія», Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна;

В. В. Нестеренко – канд. тех. наук, доцент, доцент ЗВО кафедри «Енергетичне машинобудування» Первомайського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.

*Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 11 від 25 червня 2025 року)*

Т 33 **Теоретична** та прикладна механіка. Деталі машин : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня денної та заочної форм здобуття освіти за спеціальностями 015 «Професійна освіта (Машинобудування)», 015 «Професійна освіта (Транспорт)» [Електронний ресурс] / уклад. Ю. В. Малініна. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 45 с.)

Методичні вказівки містять комплекс матеріалів до виконання лабораторних робіт, що охоплюють основні теми навчальної дисципліни, зокрема конструкції механічних передач, редукторів, підшипників кочення. Представлено теоретичні положення, інструкції з виконання, типові задачі, алгоритми розрахунків, графічні матеріали та завдання для самоперевірки.

Для слухачів бакалаврату денної та заочної форм навчання спеціальності 015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)», спеціалізації 015.34 «Машинобудування», 015.38 «Транспорт».

УДК 621.81.001.5(075.8)

© Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна, 2025
© Малініна Ю. В., уклад., 2025

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
Лабораторна робота 1 Вивчення механічних передач	5
Лабораторна робота 2 Вивчення конструкцій і параметрів циліндричних редукторів	14
Лабораторна робота 3 Вивчення конструкцій черв'ячних редукторів	22
Лабораторна робота 4 Вивчення конструкцій підшипників кочення	31
Список літератури	44

ВСТУП

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Теоретична та прикладна механіка. Деталі машин» розроблені з метою сприяння засвоєнню здобувачами вищої освіти практичних навичок аналізу, розрахунку та конструювання елементів машин, які є складовими частинами сучасних механізмів і технічних систем.

Основною метою проведення робіт, наведених у даному посібнику, є ознайомлення з основами практичного дослідження механізмів, ознайомлення з конструкціями деталей машин і механізмів, фізикою процесу їх роботи, формування навичок самостійної постановки і проведення експериментів.

Виконання лабораторних робіт забезпечує закріплення теоретичних знань, формує інженерне мислення та уміння самостійно застосовувати на практиці методи дослідження і розрахунку машинобудівних елементів. Особливу увагу приділено аналізу механічних передач, редукторів, підшипників кочення, їх конструктивним особливостям, кінематичним схемам та принципам роботи.

Методичні вказівки охоплюють повний цикл лабораторної підготовки з курсу «Теоретична та прикладна механіка. Деталі машин» і містять структуровані навчальні матеріали для студентів, а саме: цілі робіт, основні теоретичні положення, питання для самопідготовки, інструкції з виконання, всі необхідні довідкові матеріали, відеоматеріали, протоколи лабораторних робіт, контрольні запитання.

Матеріали відповідають освітній програмі підготовки бакалаврів і призначені для використання студентами як денної, так і заочної форми навчання. Методичні рекомендації можуть бути корисними як під час самопідготовки до занять, так і для ефективного виконання завдань у лабораторному середовищі.

Лабораторна робота 1

ВИВЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ПЕРЕДАЧ

Ціль роботи

Ознайомитися з основними видами механічних передач, їх призначенням і областю застосування. Навчитися визначати типи механічних передач, їх графічне позначення на кінематичних схемах. Сформувати навички складення кінематичних схем за реальними зображеннями передач і навпаки. Вивчити основні переваги і недоліки кожної передачі.

Загальні теоретичні відомості

Механізмом називають систему твердих тіл, призначену для перетворення руху одного або кількох тіл у необхідний рух інших тіл.

Машиною називають механізм або пристрій, що виконує механічний рух і застосовується для перетворення енергії, матеріалів або інформації з метою полегшення або заміни фізичної чи розумової праці людини і підвищення її продуктивності.

До розповсюджених механізмів відносяться:

Редуктор — це механізм для передачі потужності, призначений для зниження кількості обертів двигуна і збільшення обертального моменту, необхідного для приводу промислового обладнання.

Мультиплікатор – пристрій, що збільшує частоту обертання від входу до виходу з однією величиною швидкості вихідного валу.

Коробка швидкостей – механізм, призначений для ступінчастої зміни частоти (швидкості) обертання веденого валу при постійній частоті обертання ведучого шляхом зміни передавального числа.

Варіатор – пристрій, що плавно змінює частоту обертання вихідного валу при постійній частоті обертання вхідного валу..

У загальному випадку в машині можна виділити три складові частини: двигун, передачу і виконавчий елемент (знаряддя).

Двигун перетворює енергію (електричну, теплову, гідравлічну та ін.) в механічний рух і для досягнення необхідних на виконавчому елементі за умовами роботи силових і кінематичних параметрів застосовують передачі.

Передача – механізм, що служить для передачі механічної енергії на деяку відстань, як правило зі зміненням силових та швидкісних параметрів, інколи з перетворенням видів і законів руху.

Механічні передачі класифікуються:

1 Передачі обертового руху ділять за принципом роботи на:

а) передачі з безпосереднім контактом елементів передач:

- передачі зачепленням, що працюють без проковзування (зубчасті, черв'ячні передачі та інші);

- передачі тертям (фрикційні передачі);

б) передачі з проміжною гнучкою ланкою, що забезпечує можливість розміщувати вали на значних відстанях один від одного:

- передачі зачепленням із гнучкою проміжною ланкою (ланцюгові передачі);

- передачі тертям із гнучкою проміжною ланкою (пасові передачі)

Приводом машини називають сукупність двигуна і передачі, основне завдання якого одержання і передача до пристрою знаряддя певного виду механічного руху.

Завдання для самопідготовки

1. З'ясувати призначення і область використання механічних силових передач.

2. Місце передач у приводах сучасних машин і механізмів.

3. Ознайомитись з класифікацією передач по їх основним ознакам.

4. Вивчити основні правила побудови кінематичних схем, умовні позначення елементів механічних передач та деталей, що їх обслуговують, на схемах.

Порядок виконання роботи

1. Занотувати основні поняття лабораторної роботи: передача, механізм, машина, привод, редуктор, мультиплікатор.

2. Переглянути навчальний відеоматеріал.

<https://youtu.be/G4RRKNDOzLc?si=PCLdL7NqIgrwYT-C>

3. Записати основні механічні передачі, які показані у відеоматеріалі, їх характеристики, переваги і недоліки.

4. Використовуючи навчальний фільм, додаток 1 «Умовні графічні позначення механічних передач і елементів кінематичних схем» заповнити таблицю 1 протоколу лабораторної роботи (додаток 2).

5. Використовуючи додаток 1 «Умовні графічні позначення механічних передач і елементів кінематичних схем» заповнити таблицю 2 протоколу лабораторної роботи (додаток 2).

6. Скласти і накреслити кінематичну схему приводу за текстовим описом, використовуючи додаток 1 «Умовні графічні позначення механічних передач і елементів кінематичних схем» та приклади приводів табл. 2 протоколу.

6. Відповісти на контрольні запитання.

7. Захистити лабораторну роботу.

Контрольні питання

1. Що називається, машиною, механізмом, передачею?

2. Назвіть передачі з якими Ви познайомилися під час лабораторної роботи?

3. Назвіть передачі, які передають рух зачепленням?

4. Назвіть передачі, які передають рух тертям?

5. Як за зовнішніми ознаками визначити тип передачі?

6. Назвіть класифікацію циліндричних передач.

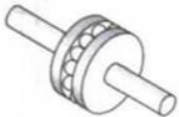
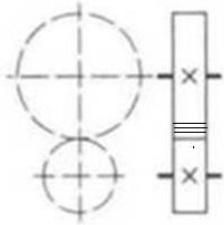
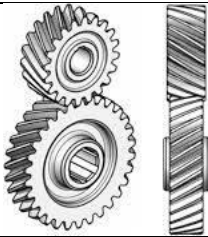
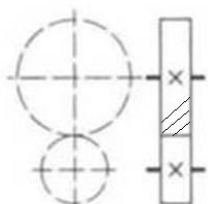
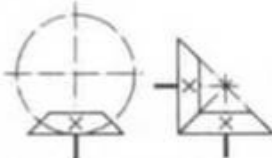
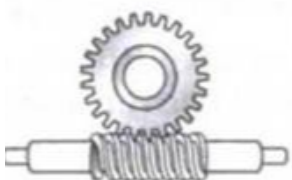
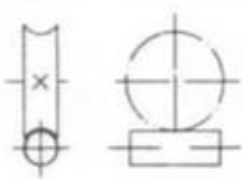
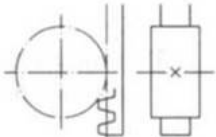
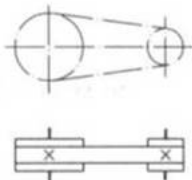
7. Назвіть переваги і недоліки передач зачепленням.

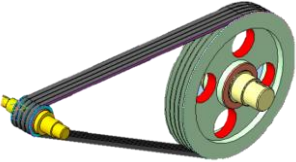
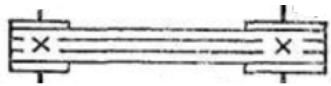
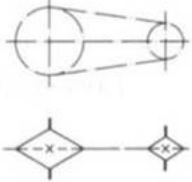
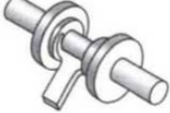
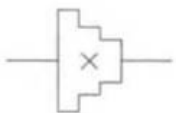
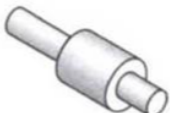
8. Що називається приводом?

9. Як на кінематичній схемі позначається електродвигун?

10. Згадайте де в повсякденні Ви бачили механічні передачі? Які це були передачі?

Умовні позначення передач і деталей на кінематичних схемах

Назва елементу	Наочне зображення	Позначення на схемах
Вал, вісь, стержень		
Підшипник без уточнення типу - радіальний		
- упорний		
Передача зубчаста циліндрична - прямозуба		
- косозуба		
Передача зубчаста конічна		
Передача черв'ячна		
Передача рейкова		
Передача пасова - з плоским пасом		

- клиновим пасом		
Передача ланцюгова		
Електродвигун		
Муфта без уточнення типу		
Муфта зчеплення - кулачкова одностороння		
- кулачкова двостороння		
- фрикційна двостороння		
Шків ступінчастий, закріплений на валу		
З'єднання валів шарнірне		
З'єднання деталі з валом - вільне під час обертання		
- рухоме під час обертання		
- нерухоме (глухе)		

ПРОТОКОЛ
лабораторної роботи 1
ВИВЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ПЕРЕДАЧ

Студент _____

Група _____

Ціль роботи: Ознайомитися з основними видами механічних передач, їх призначенням і областю застосування. Навчитися визначати типи механічних передач, їх графічне позначення на кінематичних схемах. Сформувати навички складення кінематичних схем за реальними зображеннями передач і навпаки. Вивчити основні переваги і недоліки кожної передачі.

Завдання 1. Занотувати основні визначення лабораторної роботи

Механізм _____

Машина _____

Привод _____

Передача _____

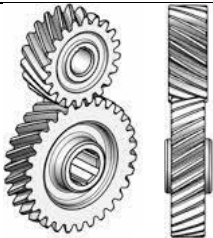
Редуктор _____

Мультиплікатор _____

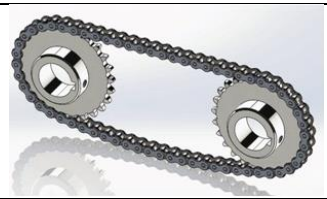
Завдання 2. Заповнити табл. 1, використовуючи додаток 1 і відеоматеріали

<https://youtu.be/G4RRKNDOzLc?si=PCLdL7NqIgrwYT-C>

Таблиця 1 - Основні типи та характеристики механічних передач

Наочне зображення передачі	Умове позначення передачі на кінематичній схемі	Передача руху за рахунок:	Класифікація за розміщенням осей	Інші класифікації (тип пасу, розташування зубців, форма зубців, тощо)	Переваги	Недоліки
Передача 1:						
						
Передача 2:						
						
Передача 3:						
						

Таблиця 1 (продовження)

Передача 4:						
						
Передача 5:						
						
Передача 6:						
						
Передача 7:						
						

Завдання 3. Використовуючи додаток 1 визначте та запишіть, які механічні передачі та елементи, позначені цифрами, на кінематичних схемах приводів наведених у табл. 2

Таблиця 2 - Кінематичні схеми приводів, передачі і елементи, які їх утворюють

Кінематична схема приводу	Передачі і деталі кінематичної схеми
	1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____ 7. _____ 8. _____
	1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____
	1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____

Завдання 4. Привод виконавчого механізму складається з двигуна, черв'ячного редуктора та відкритої циліндричної передачі, використовуючи додаток 1 «Умовні графічні позначення механічних передач і елементів кінематичних схем», приклади приводів наведених у табл. 2 викреслити кінематичну схему даного приводу.

Завдання 5. Дайте відповіді на контрольні запитання. Зробіть висновок.

Висновок _____

Лабораторна робота 2

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ І ПАРАМЕТРІВ

ЦИЛІНДРИЧНИХ РЕДУКТОРІВ

Ціль роботи

Вивчити основні конструкції циліндричних зубчастих редукторів, з'ясувати порядок складання, розбирання та регулювання їх вузлів. Скласти кінематичну схему редуктора та схему евольвентного зубчастого зачеплення, на яких показати основні параметри редуктора і зачеплення. Виконати заміри і розрахунки, що характеризують геометрію та кінематику циліндричних зачеплень.

Загальні теоретичні відомості

Зубчасті редуктори – механізми, які складаються з однієї або більшого числа пар зубчастих зачеплень та призначені для пониження кутових швидкостей (частот обертання) і одночасного збільшення обертальних моментів на веденому валі по відношенню до ведучого валу. Як правило, зубчасті редуктори виконуються у виді окремих агрегатів, які виготовлюються централізовано і мають досить високий ступінь стандартизації та уніфікації.

Основна силова характеристика редуктора це потужність, що передається (обертальний момент) на веденому валі. Основна кінематична характеристика – передатне число. Для досягнення різноманітних значень передатних чисел промисловість випускає одно-, дво- і триступінчасті редуктори. Діапазон рекомендованих передатних чисел одноступінчастого редуктора складає від 2 до 6,3 (8), двоступінчастого 8...40, триступінчастого 31,5...180 і більше.

Завдяки своїй простоті і компактності (найменший габарит по ширині), найбільш поширені двоступінчасті редуктори з розгорнутою схемою. Саме тому подібні редуктори розглядатимуться у лабораторній роботі.

Ступені у двоступінчастих циліндричних редукторах поділяють на швидкохідну і тихохідну, вали іменують як ведучий (швидкохідний), проміжний і ведений (тихохідний). У зв'язку з тим, що вали редуктора розраховані на передачу різних значень обертального моменту, то їх легко відрізнити по діаметрах. При визначенні геометричних параметрів зубчастих зачеплень

прийнято позначати параметри, що відносяться до шестірні індексом «1», а до колеса індексом «2». Для діаметрів кіл стандартом встановлені позначення:

ділильний діаметр (коло, яке ділить зуб на головку і ніжку) - d ,

діаметр початкового кола (кола, які перекочуються одне по одному без ковзання) - d_w ,

діаметр основних кіл (кола, які утворюють евольвенти зубів) - d_b ,

діаметри кіл западин і кіл виступів відповідно d_f і d_a .

Міжосьова відстань зубчастої пари позначається - a_w і являє собою суму початкових (ділильних) радіусів і, як правило, повинна відповідати стандартному значенню.

Відстань між однойменними точками профілів сусідніх зубів по дузі кола називають коловим (торцевим) кроком зубів - p_t . Для косозубих і шевронних зубів крім колового розрізняють нормальний крок зубів p_n – найкоротшу відстань між зубами. Лінійна величина, що в π разів менша за коловий крок (по ділильному колу) називається коловим (торцевим) модулем зачеплення - m_t , а лінійна величина, що в π разів менша за нормальний крок – нормальним модулем m_n .

Модуль – основна характеристика розмірів зубчастих коліс. Для прямозубих коліс значення колового і нормального модулів співпадають. Модулі евольвентних зубчастих зачеплень стандартизовано, причому для косозубих і шевронних коліс по стандарту вибирають значення тільки нормального модуля, а величина колового модуля залежить тільки від кута нахилу зуба. Для косозубих коліс кут нахилу зуба рекомендують приймати в межах $8...22^\circ$, для роздвоєних схем і шевронних зачеплень він може бути 30° і більшим.

Важливим параметром зубчастих коліс є ширина зубчастого вінця, для різних видів розрахунків застосовуються коефіцієнти відносної ширини колеса b . Слід також відмітити, що коефіцієнт b_{av} приймається по стандарту.

Редуктори відносяться до закритих передач, бо в редукторах колеса поміщені в жорсткий герметизований корпус і в зачеплення рясно подається змащування. (Під тиском або шляхом занурення ведених коліс у масляну ванну).

Завдання для самопідготовки

1. З'ясувати призначення і область застосування циліндричних зубчастих передач.
2. Ознайомитись з класифікацією циліндричних редукторів по розташуванню осей валів та розміщенню зубчастих коліс на валах.
3. Вивчити основні терміни, визначення і позначення геометричних, кінематичних та силових параметрів зубчастих циліндричних передач.

Порядок виконання роботи

1. Переглянути навчальний фільм:
https://youtu.be/A_UKM7o6gyw?si=b97pMyN9zNlBzv-X
2. Використовуючи матеріал фільму дати опис конструкції редуктора, його основних конструктивних елементів та їх призначення (додаток 1 до л.р. 2). Дані занести до таблиці 1 протоколу лабораторної роботи (додаток 2 до л.р. 2).
3. Розглянувши рис. 2.1 визначити тип редуктора, кількість ступенів, розташування вхідного і вихідного валів, швидкохідну і тихохідну ступені, накреслити кінематичну схему редуктора. На схемі позначити вхідний, вихідний вал, міжосьові відстані ступенів, числа зубців шестерні і колеса швидкохідної і тихохідної ступені.



Рисунок 2.1 - Редуктор циліндричний двоступеневий

4. За попередньо визначеними на натурному зразку (рис. 2.1) числами зубців і міжосьовими відстанями обрахувати геометричні параметри редуктора табл. 1 протоколу лабораторної роботи. Для визначення значення нормального модуля використати табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Нормальні модулі циліндричних передач за ДСТУ ISO 54-2001

ряди	Модуль, мм
1-й	1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50
2-й	1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 9; 11; 14; 18; 22; 28; 36; 45

Дані вимірювань та розрахунків занести до таблиці 2 протоколу лабораторної роботи (додаток 2)

5. На схемі зачеплення зубчастих коліс вказати основні геометричні параметри (числові значення для тихохідної передачі.

6. Зробити висновки по роботі.

7. Відповісти на контрольні запитання.

8. Захистити лабораторну роботу у викладача.

Контрольні питання

1. Які розрізняють види зубчастих передач і де вони застосовуються?

2. Яке призначення циліндричного редуктора?

3. Від чого залежить кількість ступенів редуктора?

4. Перерахуйте деталі і вузли, з яких складається циліндричний редуктор.

Яке їх призначення?

5. Назвіть основні геометричні параметри зубчастого зачеплення.

6. Що називається кроком зубців?

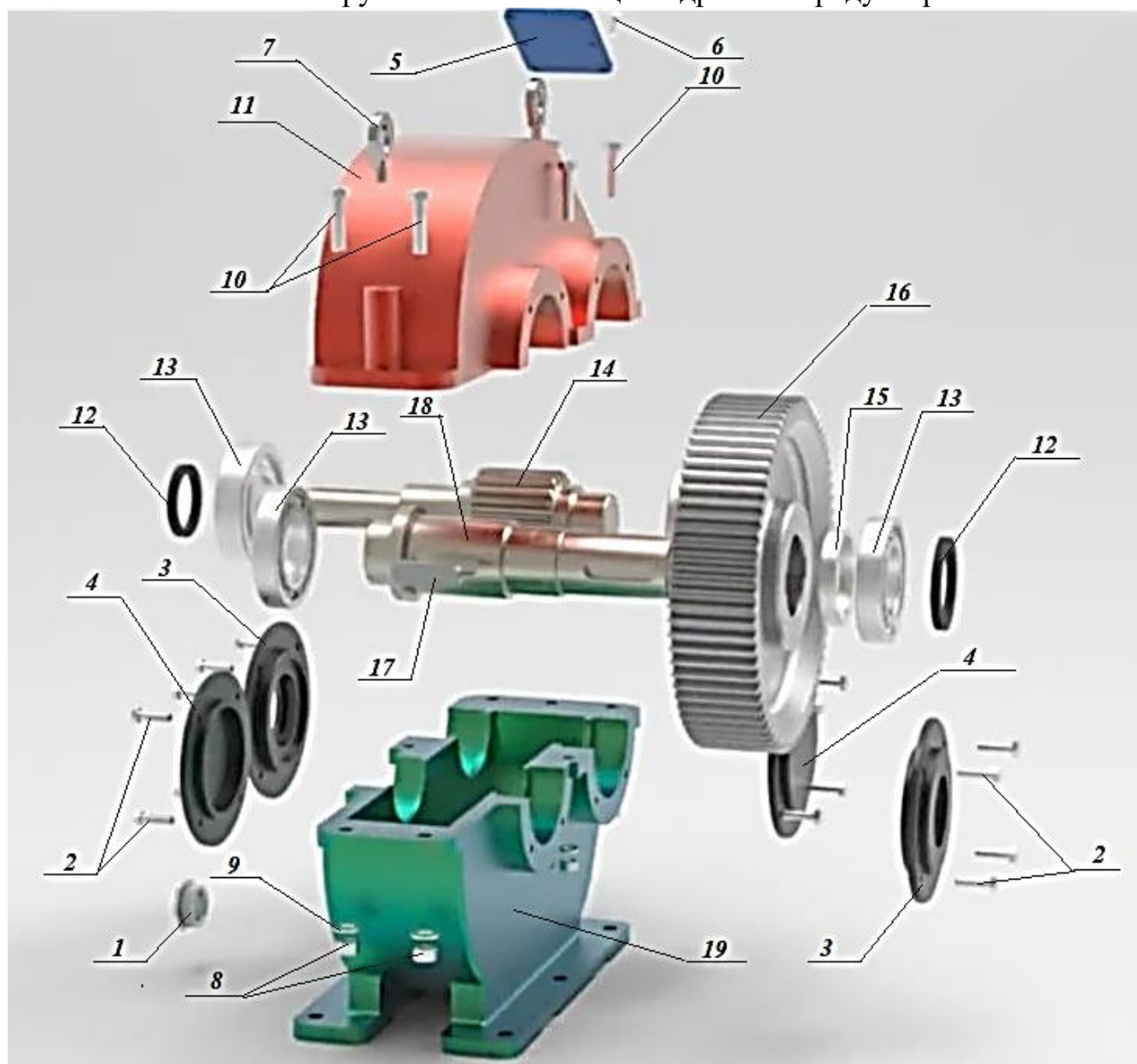
7. Що називається модулем передачі?

8. Який параметр пов'язує частоту обертання вхідного і вихідного валів редуктора?

9. Як визначається передатне число зубчастої передачі?

10. Як визначається передатне число редуктора.

Конструктивні елементи циліндричного редуктора



ПРОТОКОЛ
лабораторної роботи 2
ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ І ПАРАМЕТРІВ ЦИЛІНДРИЧНИХ
РЕДУКТОРІВ

Студент _____

Група _____

Ціль роботи Вивчити основні конструкції циліндричних зубчастих редукторів, з'ясувати порядок складання, розбирання та регулювання їх вузлів. Скласти кінематичну схему редуктора та схему евольвентного зубчастого зачеплення, на яких показати основні параметри редуктора і зачеплення. Виконати заміри і розрахунки, що характеризують геометрію та кінематику циліндричних зачеплень.

1. Запишіть назви конструктивних елементів редуктора зображеного в додатку 1

Таблиця 1 - Назви конструктивні елементів редуктора та їх призначення

Номер елемента на дод. 1	Назва елемента	Призначення елемента
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		

14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		

2. Викресліть кінематичну схему редуктора зображеного на рис. 2.1

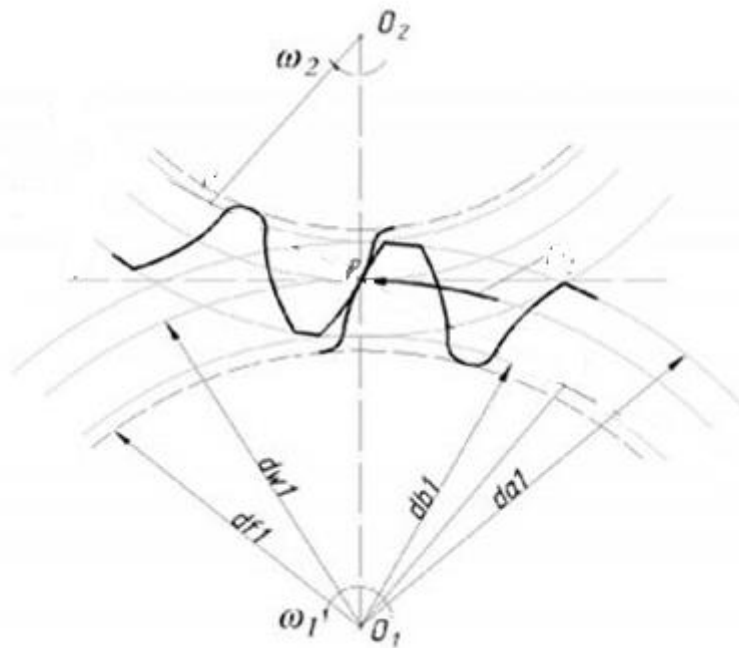
3. Визначте параметри редуктора рис. 2.1.

Таблиця 2 - Геометричні і кінематичні параметри редуктора

Параметр		Спосіб визначення	Значення параметру за ступеннями редуктора	
			швидкохідна (ш)	тихохідна (т)
Тип передачі		візуально		
Кількість зубців	шестерні	підрахунок	$Z_{1ш} = 33$	$Z_{1т} = 16$
	колеса		$Z_{2ш} = 67$	$Z_{2т} = 80$
Передатне число	за ступеннями	$u = \frac{Z_2}{Z_1}$	$u_{ш} =$	$u_{т} =$
	загальне редуктора	$u_p = u_{ш} \cdot u_{т}$	$u_p =$	
Міжосьова відстань, мм		замір	$a_{wш} = 80$	$a_{wт} = 100$
Торцевий модуль, мм		$m_t = \frac{2a_w}{Z_1 + Z_2}$	$m_{тш} =$	$m_{тм} =$
Нормальний модуль, мм		найближчий менший до m_t за табл.	$m_{нш} =$	$m_{нм} =$
Напрямок зубців	шестерні	візуально		
	колеса			
Кут нахилу зубців, град,		$\beta = \arccos\left(\frac{m_n}{m_t}\right)$	$\beta_{ш} =$	$\beta_{т} =$

хв				
Ширина колеса, мм		замір	$b_{2u} = 20$	$b_{2m} = 25$
Коефіцієнт ширини колеса		$\psi_{ba} = \frac{b_2}{a_w}$	$\psi_{bau} =$	$\psi_{bam} =$
Ділильний діаметр, мм	шестерні	$d = m_t Z$	$d_{1u} =$	$d_{1m} =$
	колеса		$d_{2u} =$	$d_{2m} =$
Діаметр виступів, мм	шестерні	$d_a = d + 2m_t$	$d_{a1u} =$	$d_{a1m} =$
	колеса		$d_{a2u} =$	$d_{a2m} =$
Діаметр западин, мм	шестерні	$d_f = d - 2,5m_t$	$d_{f1u} =$	$d_{f1m} =$
	колеса		$d_{f2u} =$	$d_{f2m} =$

4. Вкажіть числові значення геометричних параметрів тихохідної передачі на схемі зачеплення.



5. Висновки _____

Лабораторна робота 3

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ЧЕРВ'ЯЧНИХ РЕДУКТОРІВ

Ціль роботи

Вивчити основні конструкції черв'ячних редукторів, їх застосування переваги і недоліки. Ознайомитися з порядком складання та розбирання редуктора. Опанувати вміння складати кінематичну схему редуктора, схему черв'ячного зачеплення та схему сил, що діють у зачепленні. Навчитися визначати та характеризувати геометричні і кінематичні параметри черв'ячного редуктора.

Загальні теоретичні відомості

Черв'ячний редуктор слугує для зниження кутової швидкості та збільшення моменту обертання на вихідному валу і використовується для передачі руху між валами, які перехрещуються у просторі.

Одноступінчастий черв'ячний редуктор складається з черв'ячної передачі. Черв'ячні передачі являють собою зубчасті - гвинтові передачі, які поєднують у своїй конструкції властивості зубчастих і гвинтових передач. У цих передачах гвинтом є черв'як, а гайкою – черв'ячне колесо.

Завдяки малій шумності і можливості реалізації в одному ступені великих передатних чисел ($u = 10...80$) вони набули широкого застосування в підйомниках, транспортуючих стрічках, приводах воріт, мішалках, верстатах, тощо.

Залежно від форми зовнішньої поверхні черв'яка розрізняють передачі із циліндричним і глобоїдним черв'яком.

Залежно від напрямку лінії витка черв'яка передачі бувають з правим та лівим напрямком лінії витка.

Залежно від числа витків (заходів різьби) черв'яка передачі бувають з одновитковим або багатовитковим черв'яком.

Залежно від розміщення черв'яка відносно колеса передачі бувають з нижнім, боковим та верхніми черв'яками.

Залежно від конструктивного оформлення передачі бувають відкриті та закриті, які працюють у спеціальному корпусі з використанням достатнього змащування.

Залежно від форми гвинтової поверхні різьби циліндричного черв'яка передачі бувають з архімедовим, конволютним та евольвентним черв'яками.

Сили, що виникають у черв'ячному зачепленні при роботі показані на рис. 3.1.

F_{t2} - колова сила на черв'ячному колесі - максимальна сила в зачепленні.

F_{a1} - осьова сила, яка навантажує підшипники черв'яка,

F_{t1} - колова сила на черв'яку,

F_{a2} - осьова сила на колесі,

F_{r1}, F_{r2} - радіальні сили на черв'яку і колесі відповідно.

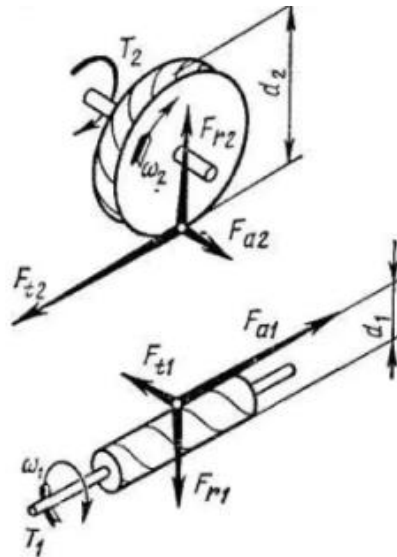


Рисунок 3.1 - Сили в черв'ячному зачепленні

До переваг черв'ячного редуктора можна віднести:

- плавність та безшумність роботи при високих швидкостях;
- достатньо висока надійність та простота догляду в експлуатації;
- великі передатні числа;
- малі габаритні розміри;
- самогальмування.

Недоліки черв'ячних редукторів:

- порівняно невисокий ККД (0,7-0,85);
- потреба використання для черв'ячного колеса дорогих антифрикційних матеріалів;

- низька несуча здатність у порівнянні з зубчастими передачами;
- необхідність вирішення питань перегріву, через поганий відвід тепла у передачі.

Черв'ячні редуктори відносяться до закритих передач, бо в редукторах колесо і черв'як поміщені в жорсткий герметизований корпус і в зачеплення рясно подається змащування. (Під тиском або шляхом занурення ведених коліс у масляну ванну). Для створення додаткової площі охолодження корпуси черв'ячних редукторів виготовляють з ребрами.

Завдання для самопідготовки

1. З'ясувати призначення і область застосування черв'ячних передач.
2. Ознайомитись з основними конструктивними елементами черв'ячних редукторів.
3. Вивчити основні терміни, визначення і позначення геометричних, кінематичних та силових параметрів черв'ячних передач.

Порядок виконання роботи

1. Переглянути навчальний фільм за посиланням:
<https://youtu.be/tgYPxBxsYTM?si=tSAetcUIUk8jXyny>
2. Використовуючи матеріал фільму дати опис конструкції редуктора, його основних конструктивних елементів та їх призначення (додаток 1 до л.р.). Дані занести до таблиці 1 протоколу лабораторної роботи.
3. Розглянувши рис. 3.2 визначити тип редуктора, його складові, накреслити кінематичну схему редуктора. На схемі позначити вхідний, вихідний вал, міжосьову відстань ступенів, число зубців колеса і число заходів черв'яка.

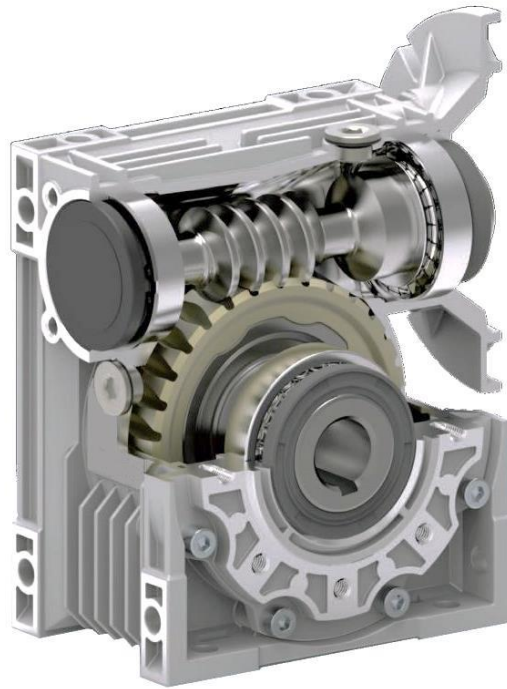


Рисунок 3.2 - Редуктор черв'ячний з верхнім розташуванням черв'яка

4. За попередньо визначеними на натурному зразку (рис. 3.2) даними обрахувати інші геометричні параметри редуктора. результати занести до табл. 2 протоколу лабораторної роботи (додаток 2 до л.р.). Для визначення значення модуля m та коефіцієнта діаметра черв'яка q використати табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Ряд стандартних значень модуля m та коефіцієнта діаметра черв'яка q

m , мм	2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20
q	7,1; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25

5. Вказати на схемі числові значення основних геометричних параметрів черв'яка і колеса (рис. 3.3).

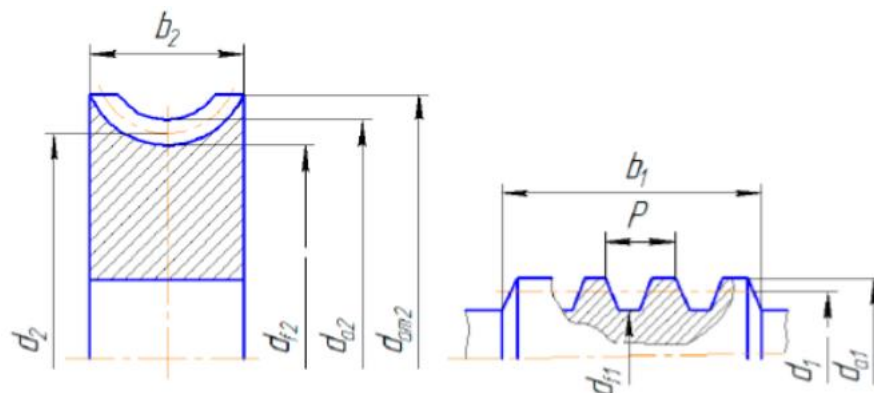


Рисунок 3.3. Геометричні параметри черв'яка і черв'ячного колеса

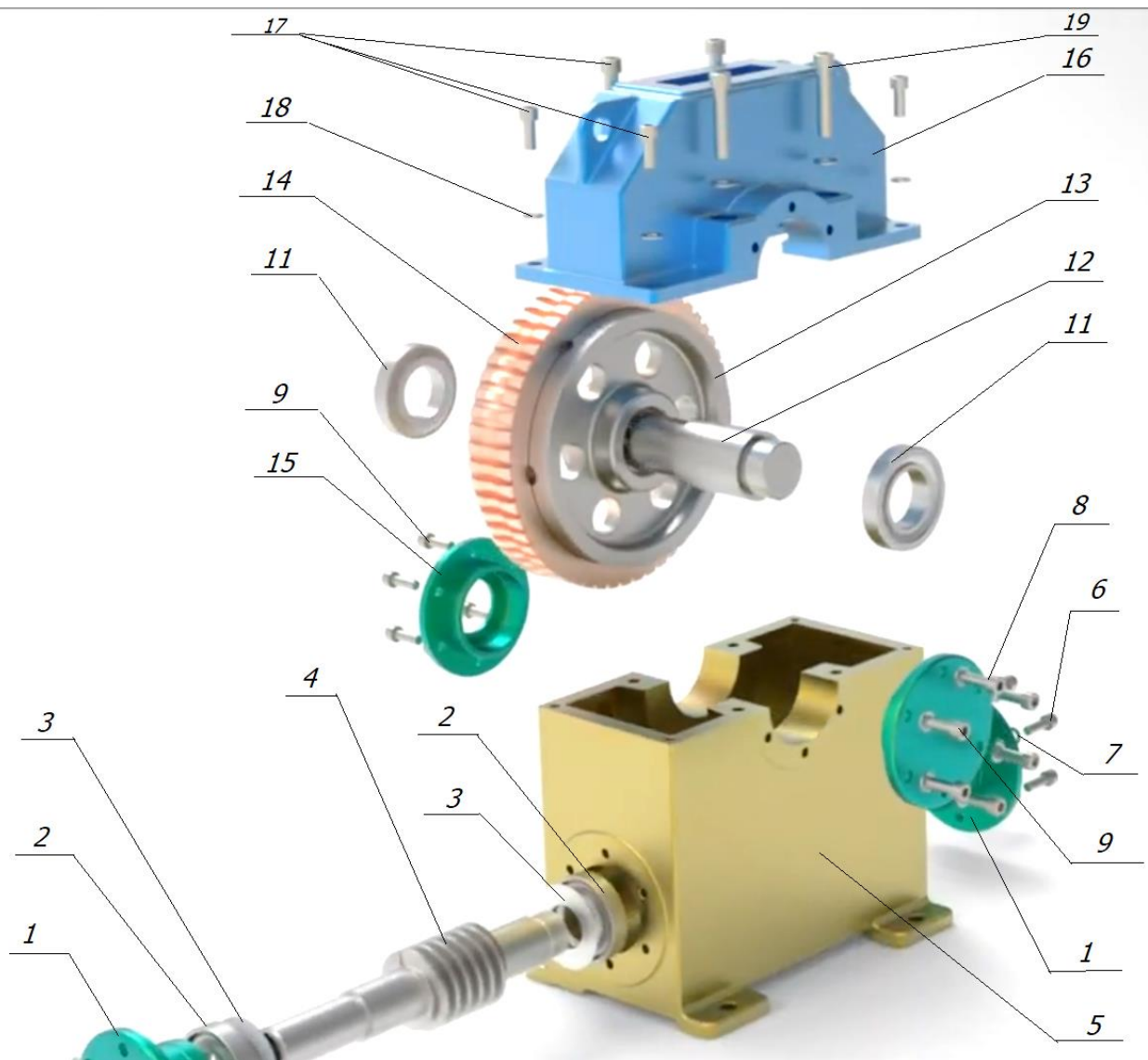
6. На схемі черв'ячного зачеплення розставити сили, що діють у зачепленні (рис. 3.1).

7. Зробити висновки по роботі.
8. Відповісти на контрольні запитання.
9. Захистити лабораторну роботу у викладача.

Контрольні питання

1. Яке призначення черв'ячного редуктора?
2. Наведіть приклади застосування черв'ячних редукторів.
3. Які деталі утворюють черв'ячну передачу? Чим вона відрізняється від зубчастих передач?
4. Назвіть основні види черв'ячних передач.
5. Назвіть переваги і недоліки черв'ячних передач (редукторів).
6. Перерахуйте деталі і вузли, з яких складається черв'ячний редуктор та їх призначення.
7. Назвіть основні геометричні параметри черв'ячного зачеплення.
8. Який параметр пов'язує частоту обертання вхідного і вихідного валів редуктора?
9. Як визначається передатне число черв'ячної передачі?
10. Для чого виконується тепловий розрахунок черв'ячного редуктора?

Додаток 1 до л.р. 3
Конструктивні елементи черв'ячного редуктора



ПРОТОКОЛ
лабораторної роботи 3
«Вивчення конструкцій черв'ячних редукторів»

Студент _____ Група _____

Ціль роботи Вивчити основні конструкції черв'ячних редукторів, їх застосування переваги і недоліки. Ознайомитися з порядком складання та розбирання редуктора. Опанувати вміння складати кінематичну схему редуктора, схему черв'ячного зачеплення та схему сил, що діють у зачепленні. Навчитися визначати та характеризувати геометричні і кінематичні параметри черв'ячного редуктора.

1. Конструктивні елементи редуктора.

Переглянувши навчальний фільм за посиланням (<https://youtu.be/tgYPxBxsYTM?si=tSAetcUIUk8jXyny>) заповнити табл. 1, де цифрами позначені конструктивні елементи редуктора (додаток 1)

Таблиця 1

Конструктивні елементи черв'ячного редуктора та їх призначення

Номер елементу на дод. 1	Назва елемента	Призначення елемента
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		

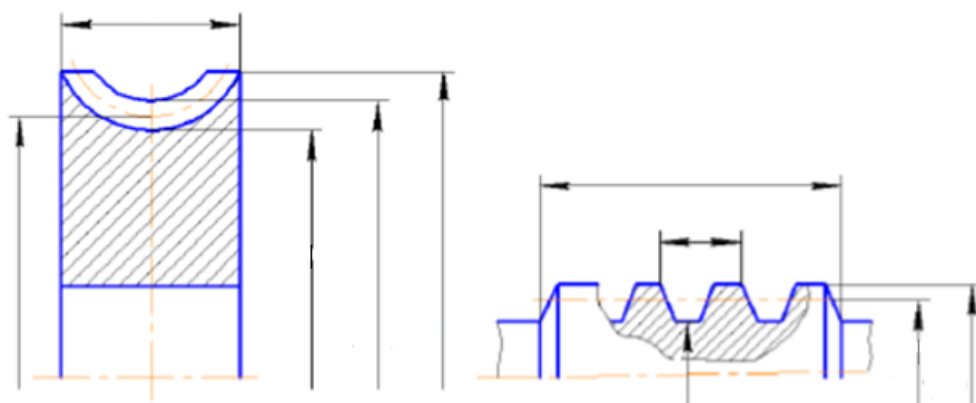
2. Кінематична схема редуктора зображеного на рис. 3.2 методичних вказівок.

3. Визначення параметрів редуктора.

Таблиця 1 - Геометричні і кінематичні параметри редуктора

Параметр		Позначення, (величина виміру)	Спосіб визначення	Значення параметру
Передатне число редуктора		u	$u = \frac{n_{\text{вх}}}{n_{\text{вих}}}$, де $n_{\text{вих}} = 1$	40
Міжосьова відстань		a_w (мм)	замір	125
Кількість зубців колеса		Z_2	підрахунок	40
Число заходів черв'яка		Z_1	$Z_1 = \frac{Z_2}{u}$	1
Осьовий крок витків черв'яка		p (мм)	замір	16
Модуль розрахунковий		m' (мм)	$m' = \frac{p}{\pi}$	
Модуль за ДСТУ 2458-94		m (мм)	ближчий стандартний	
Коефіцієнт діаметру черв'яка		q'	$q' = \frac{2a_w}{m} - Z_2$	
Коефіцієнт діаметру черв'яка за ДСТУ 2458-94		q	ближчий стандартний	
Дільний діаметр	черв'яка	d_1 (мм)	$d_1 = q m$	
	колеса	d_2 (мм)	$d_2 = m Z_2$	
Діаметр вершин	витків черв'яка	d_{a1} (мм)	$d_{a1} = d_1 + 2m$	
	зубців колеса	d_{a2} (мм)	$d_{a2} = d_2 + 2m$	
Діаметр западин	витків черв'яка	d_{f1} (мм)	$d_{f1} = d_1 - 2,4m$	
	зубців колеса	d_{f2} (мм)	$d_{f2} = d_2 - 2,4m$	
Довжина нарізаної ділянки черв'яка		b_1 (мм)	$b_1 = (11 + 0,06Z_2)m + 25$	
Ширина колеса		b_2 (мм)	$b_2 = 0,75 d_{a1}$	
Найбільший діаметр колеса		d_{am2} (мм)	$d_{am2} = d_{a2} + (6m/(Z_1 + 2))$	

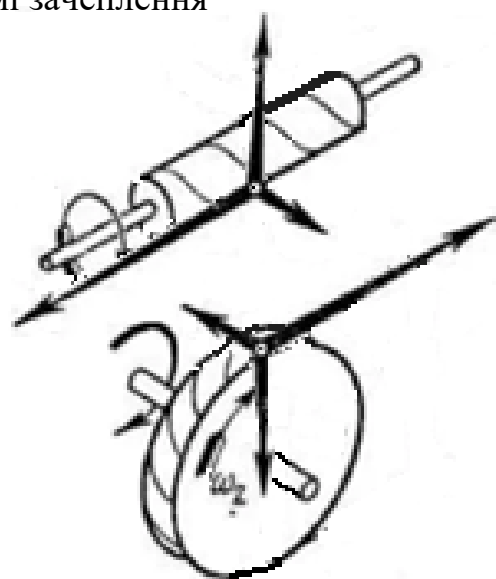
4. Геометричні параметри черв'яка і черв'ячного колеса (проставити числові значення)



5. Сили, що діють у черв'ячному зачепленні.

Напишіть назви сил та розставте їх на схемі зачеплення

F_{t2} — _____
 F_{a1} — _____
 F_{t1} — _____
 F_{a2} — _____
 F_{r1} — _____
 F_{r2} — _____



5. Висновки _____

Лабораторна робота 4

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Ціль роботи

Вивчити конструкції, призначення і основні характеристики підшипників кочення.

Загальні теоретичні відомості

Підшипники кочення – це елемент опор осей, валів та інших деталей, що працюють на використанні принципу тертя кочення, який складається із зовнішнього (1) та внутрішнього кільця (2), тіл кочення (3) і сепаратора (4) – рис. 4.1.



Рисунок 4.1 - Підшипники кочення

Внутрішнє кільце підшипника розміщують на валу або осі, а зовнішнє – у корпусі опори. Обертання внутрішнього кільця відносно зовнішнього забезпечується за рахунок тіл кочення між кільцями. Тіла кочення перекочуються по доріжках кочення (бігових доріжках), які передбачені на зовнішньому та внутрішньому кільцях підшипника. Сепаратор розділяє тіла кочення і утримує їх на однаковій відстані.

Підшипники кочення стандартизовані і виготовляються на спеціалізованих заводах масовим виробництвом. Підшипники кочення є основними видами опор у машинах. Вони виготовляються різних типорозмірів у діапазоні зовнішніх діаметрів до 3 м і масою до 7 т.

Згідно з ДСТУ 3012-95 підшипники кочення розділяють:

1) по напрямку сприйняття навантаження на:

- радіальні, які сприймають радіальне навантаження (рис. 4.2 а, б);
 - радіально-упорні, які здатні сприймати радіальне та осьове навантаження (рис. 2 в, г);
 - упорно-радіальні, що сприймають в основному осьові сили, і одночасно незначні радіальні сили ;
 - упорні, які сприймають тільки осьове навантаження (рис 4.2 д, е).
- 2) по формі тіл кочення на: кулькові (рис. 4.2 а, в, д) та роликові (рис. 4.2 б, г, е);

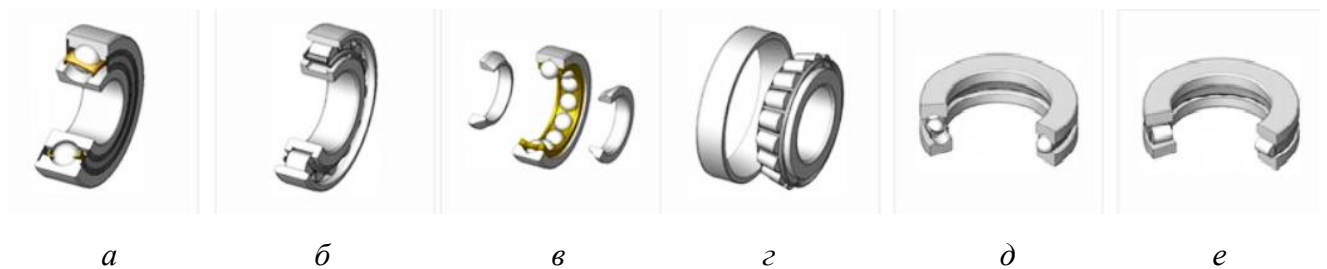


Рисунок 4.2 - Типи підшипників кочення

- 3) за кількістю рядів тіл кочення: одно-, дво-, та чотирирядні (рис. 4.3);



Рисунок 4.3 - Багаторядні підшипники кочення

- 4) за здатністю компенсувати перекося валу: на самоустановлювальні (допускають перекося до $2...3^0$) – рис. 4.4 та не самоустановлювальні;



Рисунок 4.4 - Самоустановлювальні підшипники кочення

- 5) за розмірами: по серіях діаметру (надлегка, особливо легка, легка, середня та важка) та по серіях ширини (особливо вузька, вузька, нормальна широка, особливо широка).

Класифікація підшипників кочення за основними групами і типами:

Кулькові однорядні радіальні типу 0000 призначені для сприйняття радіальних навантажень, але можуть сприймати і осьові навантаження в обох напрямках, до 70 % невикористаного радіального навантаження.

Ці підшипники забезпечують осьову фіксацію валів в межах осьового зазору та задовільно працюють при перекосах кілець на кут не більш 8'. У порівнянні з іншими вони допускають найбільшу частоту обертання валів. Сепаратори переважно штамповані, але в деяких підшипниках, для роботи в особливих умовах (велика частота обертання), застосовують масивні сепаратори з антифрикційних матеріалів: бронзи, текстоліту та ін.

Область застосування – жорсткі двохопорні вали, прогин яких не викликає надмірного кутового зміщення осі вала відносно осі посадочного отвору, вали з відстанню між опорами $L \leq 10d$.

Кулькові радіальні дворядні сферичні типу 1000 призначені для сприйняття радіальних навантажень, але можуть сприймати і осьові навантаження, в обох напрямках до 20 % невикористаного допустимого радіального навантаження. Доріжка кочення на зовнішньому кільці сферична, це забезпечує нормальну роботу підшипника при значному перекосі (до 2...3°) внутрішнього кільця відносно зовнішнього.

Підшипники типу 11000 мають конічний отвір (конусність 1:12), укомплектовані закріплювальною втулкою з гайкою і призначені для встановлення на гладких циліндричних валах у будь якому місці.

Область застосування – багатоопорні вали трансмісійного типу, двохопорні вали, що мають під час роботи прогини, вали в конструкціях, де технологічно неможливо забезпечити строгу співвісність посадочних гнізд (при монтажі підшипників в окремо розташованих корпусах на рамах з незначною жорсткістю та ін.).

Роликові радіальні з короткими циліндричними роликами типу 2000 призначені для сприйняття тільки радіального навантаження. Вони мають значно більшу навантажувальну здатність, ніж аналогічні за габаритом радіальні кулькові підшипники, але допускають меншу частоту обертання. Ці підшипники

дуже чутливі до перекосів так як при цьому виникає концентрація напружень по краю роликів. Область застосування – жорсткі короткі двохопорні вали.

Роликові радіальні сферичні типу 3000 призначені в основному для сприйняття радіальних навантажень, але спроможні сприймати осьове навантаження, діюче в обох напрямках і не перевищує 25 % невикористаного допустимого радіального навантаження. Можуть працювати при чистому осьовому навантаженні, але у цьому випадку працює один ряд роликів. Підшипники мають два ряди бочкоподібних роликів. Допускають перекіс кілець 2...3 °.

Область застосування – важко навантажені багатоопорні вали, які мають значні прогини, вали, які мають консольне навантаження в конструкціях, де технологічно неможливо забезпечити строгу співвісність посадочних гнізд.

Роликові радіальні з довгими циліндричними роликами або голчасті типу 4000 призначені для сприйняття тільки радіального навантаження. Мають значно менші радіальні розміри, ніж інші типи підшипників. Монтаж зовнішнього та внутрішнього кілець з комплектом голок, як правило, виконується окремо один від одного. Перекіс кілець не допускається. Підшипники з сепараторами допускають більшу частоту обертання, але мають меншу навантажувальну спроможність з-за меншої кількості голок.

Область застосування – опори, розміри яких мають обмеження в радіальному напрямку. Найчастіше ці підшипники застосовуються для роботи у режимі коливань (наприклад, карданні вали).

Роликові радіальні з витими роликами типу 5000 призначені для сприйняття тільки радіального навантаження. Ролики, які звиті зі сталеві стрічки, являють собою своєрідні пружини, здатні сприймати та гасити ударні навантаження. У порівнянні з підшипниками з суцільними роликами мають знижену жорсткість і збільшені радіальні зазори, менш чутливі до забруднення вузла. Сепаратори цих підшипників складаються з двох кілець, що з'єднані між собою розпірками, які проходять крізь осьові порожнини роликів.

Область застосування – опори валів з середніми по величині радіальними навантаженнями ударного характеру, зі зменшеними вимогами до точності монтажу.

Кулькові радіально-упорні – типу 6000 призначені для сприйняття радіальних і односторонніх осьових навантажень. Спроможність сприймати осьове навантаження залежить від кута контакту α , зі збільшенням якого зростає осьова вантажопідйомність підшипника. По швидкохідності не поступаються кульковим типу 0000.

Область застосування – жорсткі двохопорні вали. Підшипники встановлюють в обох опорах навіть при умові односторонньої дії навантаження. Для сприйняття двостороннього осьового навантаження однією опорою в ній застосовують здвоєні підшипники. Особливістю підшипників є те, що вони вимагають регулювання осьового зазору в процесі монтажу і у процесі подальшої експлуатації.

Радіально-упорні конічні – типу 7000 призначені для сприйняття одночасно діючих радіальних і осьових навантажень. Допустимі колові швидкості нижчі, ніж у підшипників з короткими циліндричними роликами. Спроможність сприйняття осьового навантаження визначається кутом конусності α зовнішнього кільця. Зі збільшенням кута конусності (тип 27000) осьове навантаження збільшується за рахунок зменшення радіального. Підшипники не допускають перекосу осей валів і гнізд опор. Підшипники можна монтувати з попереднім натягом, який створюється при умові опори вала на двох конічних підшипниках. Існують і дворядні конічні роликові підшипники.

Область застосування - жорсткі двохопорні вали. Підшипники встановлюють попарно навіть за односторонньої дії навантаження. Вони допускають роздільний монтаж зовнішніх кілець і вимагають регулювання зазорів як під час монтажу, так і в процесі експлуатації.

Кулькові упорні – типу 8000 призначені для сприйняття тільки осьових навантажень. Вони допускають значно меншу частоту обертання порівняно з іншими типами підшипників, тому що доріжки кочення кілець можуть сприймати обмежені відцентрові зусилля.

Область застосування – комбіновані опори валів різноманітних машин при дії значних осьових зусиль.

Роликові упорні – типу 9000 призначені для сприйняття осьових навантажень. Мають значно більше допустиме осьове навантаження порівняно з кульковими упорними підшипниками. В роликових упорних підшипниках застосовуються як циліндричні, так і конічні ролики. Останні допускають значно більшу частоту обертання валів.

Область застосування - опори валів при дії значних осьових зусиль. Підшипники типу 9000 головним чином встановлюють у вузлах з вертикальним розташуванням валів.

Вибір підшипника зумовлений різними чинниками: сфера застосування, умови експлуатації, напрямок та величина навантажень, частота обертання валу, температура, допустимі габаритні розміри та інші характеристики.

Найбільше поширення в загальному машинобудуванні одержали наступні типи підшипників кочення: кульковий радіальний однорядний, кульковий радіальний дворядний сферичний, роликовий радіальний з короткими циліндричними роликами, роликовий радіальний дворядний сферичний, роликовий радіальний голчастий, кульковий радіально-упорний, роликовий радіально-упорний конічний, кульковий упорний, роликовий сферичний упорно-радіальний. Умовні позначення цих підшипників на кінематичних схемах і їх зображення на кресленнях наведені у додатку 1 до л.р.

При ремонті та експлуатації машин виникає необхідність встановити тип і розміри підшипників кочення по умовному позначенню.

Умовні позначення підшипників встановлені ДСТУ 3012-95. Для підшипників кочення прийнята цифрова система умовних позначень, що дозволяє довгу назву замінити кількома цифрами, які інформують про всі основні характеристики підшипника (рис. 4.5).

категорія					серія ширин							конструкція	
момент тертя					конструктивний різновид							матеріал	
радіальний зазор					тип підшипника							темп-ра змащення	
точність					серія діаметрів							вібрація	
					внутрішній діаметр								
X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X		X
					7	6	5	4	3	2	1		
Основне умовне позначення													

Рисунок 4.5 - Система умовних позначень підшипників з внутрішнім діаметром від 10 мм і більше.

Розшифрування маркування відбувається з права на ліво. Дві перші цифри основного позначення, рахуючи справа, означають внутрішній діаметр підшипників, до того ж для всіх підшипників із внутрішнім діаметром 20 мм і більше ці дві цифри означають частку від ділення діаметра (в міліметрах) на 5. Внутрішні діаметри 10; 12; 15 і 17 мм позначають двома цифрами 00; 01; 02 і 03 відповідно.

Третя цифра праворуч разом із сьомою свідчать про серію підшипників всіх діаметрів ($d \geq 10\text{мм}$): 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.

Цифри що стоять через знак «тире» перед умовним позначенням підшипника, означають його клас точності (2 – найвищий клас точності). Нормальний клас точності позначається цифрою 0, яка не показується.

Приклади позначення підшипників: 318 – внутрішній діаметр $d=18 \cdot 5 = 90 \text{ мм}$; 3 – середня серія; 0 – радіальний кульковий однорядний

підшипник (нулі перед значущими цифрами спереду позначення не записуються);

7216 – внутрішній діаметр 80 мм, легка серія, підшипник роликовий конічний.

Основні параметри стандартних підшипників – розміри, маса, вантажність (статична і динамічна), гранична швидкість обертання – наводяться у спеціальних каталогах підшипників кочення.

Маркірування найчастіше виконують на торці одного з кілець підшипника,.

Основний матеріал для кілець та тіл кочення підшипників – це підшипникові високовуглецеві хромисті сталі ШХ9, ШХ15 і ШХ15ГС. Твердість після відповідної термообробки кілець і роликів становить 60... 65 HRC, а кульок – 62...66 HRC.

Для основних деталей підшипників кочення великих розмірів широко застосовують цементовані сталі марок 18ХГТ, 12ХНЗА, 20Х2Н4А та інші із твердістю 59...60 HRC.

Сепаратори виготовляють із м'якої вуглецевої сталі методом штампування; для високошвидкісних підшипників використовують масивні сепаратори з антифрикційних бронз, латуні, алюмінієвих сплавів або пластмас (текстоліту, поліаміду).

Завдання для самопідготовки

1. З'ясувати призначення і область застосування підшипників кочення.
2. Ознайомитись з основними конструктивними елементами підшипників.
3. Вивчити основні типи і класифікацію підшипників.
4. Розібратися з принципом маркування підшипників.

Порядок виконання роботи

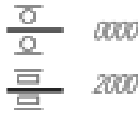
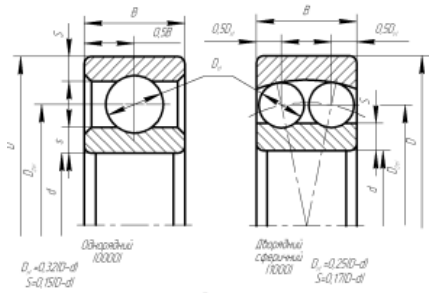
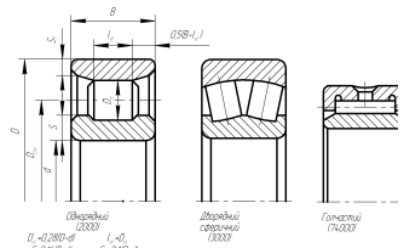
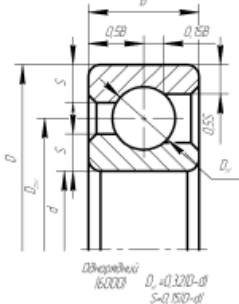
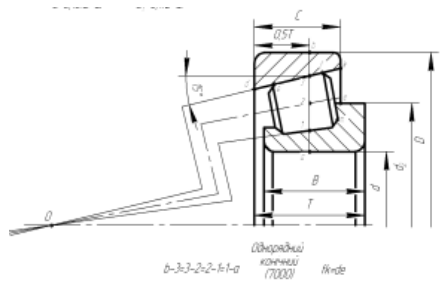
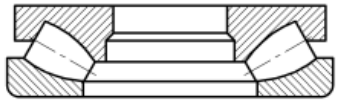
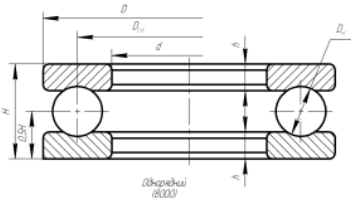
1. Вивчити основні відомості і дати відповіді на питання для самопідготовки.
2. Записати в протокол лабораторної роботи (додаток 2) основні поняття.
3. Розставити назви основних конструктивних елементів підшипників на рис. 1 протоколу лабораторної роботи.
4. Використовуючи методичні вказівки до лабораторної роботи і довідкові матеріали, дати характеристику підшипників, наведених у таблиці 1 протоколу лабораторної роботи (назва, зображення на кресленнях, область застосування).

5. Дати маркування підшипників за тестовим описом.
6. Розшифрувати маркування підшипника.
7. Зробити висновки по роботі.
8. Відповісти на контрольні запитання.
9. Захистити лабораторну роботу у викладача.
10. Надіслати заповнений протокол лабораторної роботи в ДО.

Контрольні питання

1. Яке призначення підшипників?
2. З яких деталей складаються підшипники?
3. Які недоліки мають підшипники?
4. Що означає поняття «тип» підшипника?
5. Назвіть основні типи підшипників.?
4. Навіщо потрібні різні серії підшипників?
5. Як розшифровують умовні позначення підшипників?
6. Які матеріали застосовують для виготовлення деталей підшипників?
7. Назвіть основні параметри підшипників.

Основні типи підшипників кочення*

Назва підшипника та умовне позначення на кінематичній схемі	Зображення на кресленні	
	Кульковий підшипник	Роликовий підшипник
Радіальний 	 Однорядний (00000) $D_1 = +0,320 - d$ $S = +0,150 - d$ Сферичний (10000) $D_1 = +0,250 - d$ $S = +0,170 - d$	 Однорядний (3000) $D_1 = +0,280 - d$ $S = +0,160 - d$ Сферичний (3000) $l_1 = 0$ $S = +0,10 - d$ Голчастий (74000)
Радіально-упорний 	 Однорядний (16000) $D_1 = +0,320 - d$ $S = +0,150 - d$	 Однорядний конічний (7000) $W = d$
Упорно-радіальний		 Сферичний (79000)
Упорний 	 Однорядний (8000) $D_1 = +0,520$	

*Примітка: розшифрування основних типів підшипників

4 цифра справа у маркуванні	Тип підшипника	Приклад позначення
0	Кульковий радіальний однорядний	205
1	Кульковий радіальний сферичний дворядний	1205
2	Роликовий радіальний з короткими циліндричними роликами однорядний	2205
3	Роликовий радіальний сферичний дворядний	3205
4	Роликовий радіальний голчастий	4205
5	Роликовий з витими роликами однорядний	5205
6	Кульковий радіально-упорний (однорядний та здвоєний)	36205, 236205
7	Роликовий радіальний конічний (одно-, дво-, чотирирядний)	7206, 97506, 77172
8	Кульковий упорний (однорядні, двійні)	8205, 38205
9	Роликовий упорно-радіальний сферичний, роликовий упорний сферичний	9039280

ПРОТОКОЛ
лабораторної роботи 4
ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Студент _____ Група _____

Ціль роботи Вивчити конструкції, призначення і основні характеристики підшипників кочення.

1. Занотувати основні визначення лабораторної роботи

Підшипник _____

Підшипник складається з _____

Підшипники класифікують за видами навантаження, що вони сприймають на:

За формою тіл кочення підшипники поділяють на:

4 цифра справа в основному маркуванні підшипника позначає

Для виготовлення підшипників використовують наступні матеріали

2. Вкажіть назви основних конструктивних елементів підшипника на рис. 1.

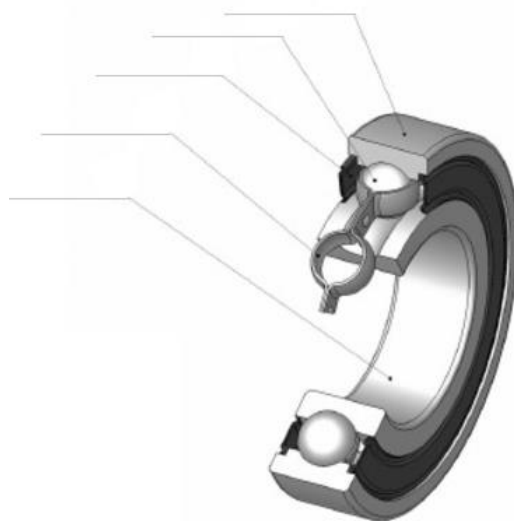
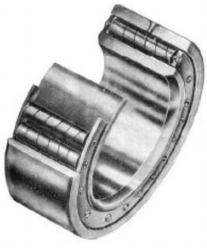


Рисунок 1 - Основні елементи підшипника

3. Заповніть табл. 1, вказавши назву підшипника, його зображення на кресленні та область застосування.

Таблиця 1 – Основні характеристики підшипників

Наглядне зображення підшипника Тип і назва підшипника	Зображення підшипника на кресленні	Область застосування
		
		
		
		
		

4. Запишіть маркування підшипника за текстовим описом

4.1. Підшипник радіально-упорний, роликовий, середньої серії, діаметр внутрішнього кільця 45 мм. - _____

4.2. Підшипник радіальний, кульковий, дворядний, легкої серії, діаметр внутрішнього кільця 65 мм - _____

4.3. Підшипник упорний, роликовий, важкої серії, діаметр внутрішнього кільця 100 мм - _____

5. Розшифруйте маркування підшипника 4308:

5. Висновки _____

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Деталі машин і основи конструювання. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 131 Прикладна механіка, 133 Галузеве машинобудування / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. О. П. Полешко, В. Л. Дубнюк, О. М. Степура. – Електронні текстові дані (1 файл: 3.53 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 146 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/60344>
 2. Гевко Р. Б. Деталі машин та основи автоматизованого конструювання : навчальний посібник до лабораторних робіт / Р. Б. Гевко, Н. І. Хомик, О. С. Жаровський, Т. А. Довбуш. – Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. – 256 с.
 3. Антощенко Р. В., Коломієць В. В., Калінін Є. І, Рідний Р. В, Богданович С. А, Галич І. В, Свіргун О. А. Лабораторний практикум по деталях машин : навчальний посібник для викон. лаб. робіт студ. першого (бакалаврського) рівня вищ. освіти ден. (заоч.) форми навчання інж. спец. 133 – Галузе машинобудування; 208 – Агроінженерія; 274 – Автомобільний транспорт. Харків : ХНТУСГ ім. Петра Василенка, 2020. 150 с.
 4. О. О. Дереза Лабораторний практикум з інженерної механіки (деталей машин): Навчальний посібник / О. О. Дереза, С. М. Коломієць. – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – 159 с
 5. Малащенко В.О., Павлице В.Т. Деталі машин. Збірник завдань та прикладів розрахунків. – Львів: НУЛП, 1999. – 116 с.
 6. Назін, В. І. Деталі машин і основи конструювання : навч. посіб. / В. І. Назін ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т». – Харків : ХАІ, 2021. – 304 с. <http://dspace.library.khai.edu/xmlui/handle/123456789/7743>
 7. О.О. Дереза Практикум з дисципліни «Інженерна механіка (ДМ)»: навчальне видання / О. О. Дереза, С. М. Коломієць. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – 103 с.
 8. Овчаров Б.З. Розрахунки і проектування деталей машин. Частина 1. Механічні передачі: навчальний посібник / Б.З. Овчаров, А.В. Міняйло, Д.І. Мазоренко, Л.М. Тіщенко. Харків: ХНТУСГ, 2006. 366 с.
 9. Овчаров Б.З. Розрахунки і проектування деталей машин. Частина 2. Вали і опори: навчальний посібник / Б.З. Овчаров, А.В. Міняйло, Д.І. Мазоренко, Л.М. Тіщенко. Харків: ХНТУСГ, 2008. 315 с.
- Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин [Текст]: підручник / В.Т. Павлице. – К. : Вища школа, 1993. – 556 с.

Електронне навчальне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Малініна Юлія Володимирівна

ТЕОРЕТИЧНА ТА ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА. ДЕТАЛІ МАШИН

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня денної та заочної форм здобуття освіти
за спеціальностями 015 «Професійна освіта (Машинобудування)»,
015 «Професійна освіта (Транспорт)»

В авторській редакції

Підписано до розміщення 25.06.2025. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 2,95. Обсяг 1,483 Мб. Зам. № 288/25.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009
Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна