

Міністерство освіти і науки України  
Чернігівський промислово-економічний коледж  
Київського національного університету технологій та дизайну

**Методичні вказівки і завдання щодо виконання  
лабораторних робіт з Технічної механіки  
для студентів денної форми навчання спеціальності 5.05070104  
«Монтаж і експлуатація електроустаткування підприємств і  
цивільних споруд»  
(на основі базової середньої освіти)**

Чернігів 2014

Методичні вказівки і завдання щодо виконання лабораторних робіт з Технічної механіки для студентів спеціальності 5.05070104 "Монтаж і експлуатація електроустаткування підприємств і цивільних споруд" (денна форма навчання на основі базової середньої освіти). Методичний посібник / Уклад: Савчук А.М., викладач ЦК природничо-наукової підготовки. – Чернігів, Чернігівський промислово-економічний коледж Київського національного університету технологій та дизайну, 2014.- 77 с.

Рецензент: Седлеш Ю.Б., викладач ЦК природничо-наукової підготовки ЧПЕК КНУТД

Розглянуто і затверджено на засіданні циклової комісії природничо-наукової підготовки від . (Протокол № 1).

## Зміст

Вступ .....	3
Лабораторна робота № 1. Визначення положення центру ваги пласкої складної фігури .....	4
Лабораторна робота № 2. Визначення потужності двигуна гальмуванням .....	6
Лабораторна робота № 3. Вивчення конструкції і принципу дії фрикційного варіатора .....	8
Лабораторна робота № 4. Розрахунок геометричних параметрів циліндричного прямозубого зубчастого колеса .....	11
Лабораторна робота № 5. Вивчення конструкції черв'ячного редуктора .....	13
Лабораторна робота № 6. Вивчення конструкції циліндричного редуктора .....	15
Додатки .....	17
Література .....	18

## Вступ

Навчальна дисципліна Технічна механіка належить до циклу дисциплін природничо-наукової підготовки і вивчається студентами електротехнічного напрямку підготовки у 3,4 семестрах. Із 108 годин загального обсягу (3 кредити ECTS) на лабораторні заняття відводиться 12 годин.

Основною метою вивчення дисципліни є оволодіння методами і прийомами, які використовуються при всіх технічних розрахунках, що пов'язані з проектуванням різноманітних споруд і машин, їх подальшою експлуатацією.

Головне завдання навчальної дисципліни полягає в придбанні навиків грамотно користуватись законами і методами розрахунків опорних реакцій простих стрижневих і балочних систем; аналізу видів руху та розрахунку його кінематичних характеристик; визначення характеру навантаження елементів конструкцій у залежності від виду та розташування зовнішніх сил; проведення розрахунків на міцність для типових схем навантаження.

Значення дисципліни полягає в формуванні майбутнього техника-електрика як спеціаліста. Технічна механіка дозволяє не тільки пояснити важливіші явища в оточуючому середовищі, а також є базою для багатьох технічних дисциплін. Від того, як краще і глибше будуть засвоєні студентами основні положення технічної механіки, тим вільніше вони будуть користуватися її методами, тим легший буде для них перехід до продуктивного вивчення дисциплін професійно-практичної підготовки.

Лабораторні роботи з Технічної механіки способують активізації розумової діяльності студентів, привчають до користування вимірювальними інструментами та приладами, лабораторним обладнанням, знайомить з технікою проведення експерименту, прививає навички оформлення і оброблення отриманих результатів. Експеримент ілюструє відповідне теоретичне положення і сприяє засвоєнню навчального матеріалу.

Для більш ефективного використання часу, що відводиться на проведення лабораторних робіт, необхідно, щоб студенти підготувалися до роботи заздалегідь. Вони повинні чітко уявляти собі мету кожної роботи, її теоретичні основи, принцип дії машин і приладів, що вивчаються у роботі. Підготовленість студентів до проведення робіт повинна контролюватися викладачем. Чим більше самостійності проявить студент при виконанні роботи, тим більше знань, навичок та вмінь він отримає.

## Лабораторна робота №1

**Тема:** Визначення положення центру ваги пласкої складної фігури

### 1 Мета:

- 1.1 Засвоїти принципи визначення положення (координати) центру ваги пласкої складної фігури координатним способом.
- 1.2 Набуття навиків експериментального знаходження положення центру ваги пласкої складної фігури

### 2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Індивідуальне завдання
- 2.2 Калькулятор
- 2.3 Пласка фігура, що вирізана з щільного паперу
- 2.4 Нитка з голкою в якості виску

### 3 Теоретичні відомості:

**Центр ваги** - незмінно пов'язана із твердим тілом крапка, через яку проходить рівнодіючих сил ваги, що діють на частки цього тіла при будь-якому положенні тіла в просторі. В однорідного тіла, що має центр симетрії (коло, куля, куб і т.д.), центр ваги перебуває в центрі симетрії тіла. Для визначення положення центру ваги використовують розрахункові та експериментальні методи.

**Розрахунковий метод.** Координати центру ваги пласкої фігури визначаємо за допомогою формул:

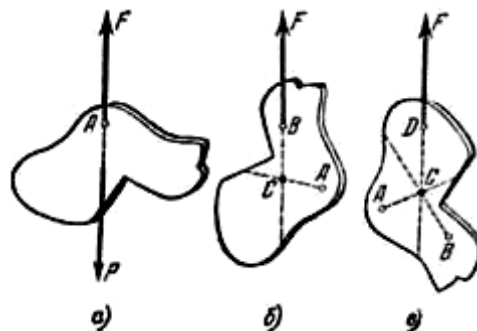
$$X_c = \frac{\sum A_i X_{c_i}}{\sum A_i}; \quad Y_c = \frac{\sum A_i Y_{c_i}}{\sum A_i},$$

де  $X_{c_i}$ ;  $Y_{c_i}$  координати центрів ваги плоских фігур,  $A_i$  - площі простих геометричних фігур.

Для визначення координат центру ваги ділимо плоску фігуру на частини, у яких відомі, або легко розраховуються площини  $A_i$  і координати їх центрів ваги  $X_{c_i}$ ,  $Y_{c_i}$ . У даному випадку в якості таких частин приймаємо прямокутники, трикутники і половини кіл. Площини фігур, що вирізаються із площини заданої фігури вважаємо від'ємними. Застосовуючи наведені формули визначаємо питомі координати.

**Експериментальний метод.** Із щільного паперу вирізають задану плоску складну фігуру. Підвішують її на нитці (рис.1). Очевидно, у положенні рівноваги центр ваги фігури  $C$  повинен лежати на продовженні нитки, інакше сила ваги буде мати момент щодо точки підвісу, який би почав обертати тіло. Тому, провівши на нашій фігурі пряму, що представляє продовження нитки, можемо стверджувати, що центр ваги лежить на цій прямій. Дійсно, підвішуючи тіло в різних точках і проводячи вертикальні прямі, ми переконаємося, що всі вони перетнуться в одній точці. Ця точка і є центр ваги фігури (тіла) - тому що він повинен лежати одночасно на всіх таких прямих.

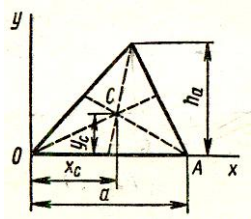
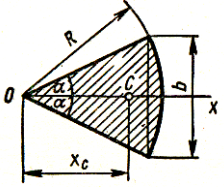
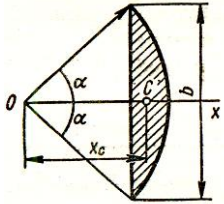
Рис.1



**4 Хід роботи:** Згідно з варіантом визначити положення центра ваги плоскої складної фігури розрахунковим та експериментальним методами.

Площини та координати центрів ваги деяких плоских фігур, що зустрічаються при виконанні роботи, наведені в Таблиці 1. Правильність розрахунків підтвердити експериментальним шляхом.

Таблиця 1

Плоска фігура	Площина	Координати центру ваги
Трикутник		$A = \frac{1}{2} ah_a$  $Y_c = \frac{1}{3} h_a$  $X_c = \frac{1}{3}(x_1 + x_2 + x_3)$ , де $x_1, x_2, x_3$ координати вершин O, A, B.
Круговий сектор		$A = \alpha R^2$  $X_c = \frac{2}{3} R (\sin \alpha / \alpha)$ $\alpha$ – в радіанах; якщо задана хорда сектора, $X_c = b/3\alpha$
	$\alpha = \pi/2$ (на півколо)	$A = \pi R^2/2$  $X_c = 4R/(3\pi)$
	$\alpha = \pi/6$	$A = \pi R^2/6$  $X_c = 2R/\pi$
Круговий сегмент		$A = 0,5 R^2 (2\alpha - \sin 2\alpha)$  $X_c = R (\sin \alpha / \alpha)$ , де $\alpha$ – в радіанах; якщо задана хорда $b=AB$ , $\sin \alpha = b/2R$ і $X_c = b/2\alpha$ $X_c = OC = 2R/\pi = d/\pi$

## 5 Висновки

### 6 Контрольні питання

- 6.1. Яка точка називається центром ваги (ц.в.) системи паралельних сил; тіла?
- 6.2. Яка методика визначення положення центра ваги застосовується для плоских фігур?
- 6.3. У чому полягає принцип визначення положення ц.в. методом підвішування?
- 6.4. Де розташований ц.в. довільного трикутника?
- 6.5. За якими формулами можливо розрахувати положення ц.в. кругового сектора?

**Література:** Никитин Е.М. Теоретическая механика для техникумов. - М.: Наука, 1988.

## Лабораторна робота №2

**Тема:** Визначення потужності електродвигуна гальмуванням

### 1 Мета:

**1.1.** Навчитись визначати залежність потужності електродвигуна від заданої гальмуючої сили.

### 2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Електродвигун;

2.2. Динамометри – 2 шт.;

2.3. Лічильник обертів;

2.4. Секундомір;

2.5. Штангенциркуль;

2.6. Інструкція до виконання лабораторної роботи.

### 3. Теоретичні відомості:

Потужність при обертальному русі тіла визначається за допомогою формули:

$$P = M \cdot \omega,$$

де  $M$  – обертаючий момент, Н·м. Обертаючий момент залежить від зусилля на колі  $F$  – гальмуючої сили та радіуса кола  $r$  :

$$M = F \cdot r,$$

де  $\omega$  - кутова швидкість, рад/с. Кутова швидкість характеризує швидкість обертання тіла за встановлений час:

$$\omega = (2\pi n)/t,$$

де  $2\pi$  – довжина кола обертаючого тіла в радіанах;  $n$  – кількість обертів;  $t$  – час, за який сталися оберти.

Таким чином, потужність електродвигуна в лабораторних умовах можна визначити за допомогою формули:

$$P = (F \cdot r \cdot 2\pi n) / t,$$

де  $F$  – гальмуюча сила, яка діє на шків електродвигуна, Н;  $r$  – радіус шківа, м.

### 4. Хід роботи:

4.1 Лічильник обертів виставити на нульове положення.

4.2 Запустити електродвигун, дати йому постійні оберти і визначити гальмуючу силу:  $F = F_1 - F_2$ ,

де  $F_1$  – показання першого динамометра, Н;

$F_2$  – показання другого динамометра, Н.

4.3. Визначив момент збіжності нульової поділки шкали лічильника з позначкою на корпусі запустити секундомір. Підрахував 1000 обертів двигуна, зупинити секундомір і визначити по ньому час.

4.4. Повторити дослід три рази при других показниках динамометрів.

**Увага!!** Не допускати повної зупинки двигуна, щоб не спалити його обмотку.

4.5 Виміряти діаметр шківа.

4.6 Визначити потужність електродвигуна за формулами.

4.7 Результати вимірювань занести в таблицю.

№ досліду	Радіус шківа, $r$ , м	Кількість обертів, $n$	Час, с	Показання динамометрів		Гальм. сила, $F$ , Н	Потужн. двигуна, $P$ , кВт
				$F_1$ , Н	$F_2$ , Н		
1							
2							
3							

### 5 Висновки:

### 6 Контрольні питання:

6.1. Яка залежність між потужністю та обертаючим моментом?

6.2. Як змінюється потужність при збільшенні гальмуючої сили?

6.3. Що характеризує коефіцієнт корисної дії?

6.4. Які одиниці вимірювання роботи? Потужності?

6.5. Яка залежність між обертаючим моментом і потужністю?

**Література:** Никитин Е.М. Теоретическая механика для техникумов – М.: Наука, 1988, § 86-87.



## Лабораторна робота № 3

**Тема:** Вивчення конструкції і принципу дії фрикційного варіатору

### 1. Мета:

- 1.1. Ознайомитися з призначенням і особливостями фрикційних передач
- 1.2. Вивчити конструкцію і принцип дії лобового фрикційного варіатору
- 1.3. Визначити кінематичні параметри лобового варіатору.

### 2. Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1. Модель діючого лобового варіатору
- 2.2. Вимірювальний інструмент (штангенциркуль)
- 2.3. Плакати, схеми, моделі фрикційних і пасових варіаторів

### 3. Теоретичні відомості:

Фрикційні передачі - це передачі, в яких рух від ведучого тіла ведомому передається силами тертя. Найпростіша фрикційна передача між паралельними валами складається з двох роликів, які притиснені один до одного із заданою силою (рис. 1, а,б). При притисканні ведучого ролика в місці контакту виникають сили тертя, які приводять до обертання веденого ролика. Замінивши циліндричні ролики конічними (рис.1,в), можна здійснити передачу між валами з пересічними осями. Виконавши одне з тіл кочення, зі змінним радіусом кочення, можна здійснити передачу зі змінним передаточним відношенням (варіатор). Найпростішим прикладом такої передачі є лобова передача (рис. 1,г), що складається з диска і ролика. При пересуванні ролика вздовж осі вала змінюється радіус кочення на диску і, отже, передавальне відношення.

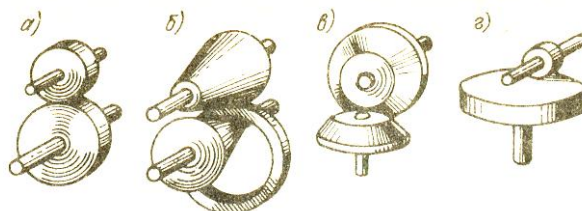


Рис. 1

Для передачі окружної сили фрикційної передачею тіла кочення повинні бути притиснуті одне до іншого.

Фрикційні передачі працюють з невеликим ковзанням. Всі передачі мають пружне ковзання, що викликається пружними деформаціями поверхневих шарів. У передачах, що працюють в маслі, відчувається вплив масляного шару. У варіатора додатково спостерігається геометричне ковзання, пов'язане з неоднаковою зміною швидкості по довжині контакту у тіл кочення. Наприклад, в лобовій передачі (див. рис. 1,г) швидкість  $v_p$  на ролик уздовж твірної постійна, а на диску  $v_d$  – пропорційна радіусу. Тому чисте кочення спостерігається в одній точці, а в інших має місце ковзання зі швидкістю  $v_k$ .

### Переваги фрикційних передач:

- простота тіл кочення;
- рівномірність обертання, що дозволяє застосовувати фрикційні передачі в машинах при високих швидкостях, а також у приладах, наприклад в приладі для перевірки точності зубчастих коліс;
- можливість безступінчастого регулювання частоти обертання. Це є вирішальним для застосування фрикційних варіаторів.

### Недоліки фрикційних передач:

- великі навантаження на вали і підшипники, чи необхідність застосування спеціальних конструкцій з розвантаженими опорами
- необхідність спеціальних натискних пристроїв для притиснення одного тіла кочення до іншого;
- небезпека пошкодження передачі при буксуванні і в окремих випадках нерівномірний знос тіл кочення;
- неможливість, на відміну від передач зачепленням, отримання абсолютно точних середніх передавальних відносин через проковзування і немінучих погрішностях діаметрів тіл кочення, а тому неможливість застосування передачі при необхідності жорсткої кінематичної зв'язку, що не допускає накопичення кутових помилок

Застосовуються фрикційні передачі в основному у безступеневих варіаторах (рис. 2) Сучасні фрикційні варіатори можуть конкурувати з електричними та гідравлічними завдяки своїй простоті і малим габаритам при достатньо високому ККД. Основна кінематична характеристика лобового варіатора – діапазон регулювання:

$$D = U_{\max}/U_{\min},$$

де  $U_{\max}$  найбільше і  $U_{\min}$  найменше передаточне відношення варіатора.

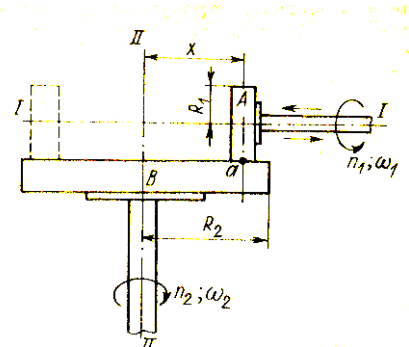


Рис.2

### 4 Хід роботи:

- 4.1. Вивчити теоретичні відомості про фізичні умови передачі обертального руху фракцій і пасових передачах.
- 4.2. Оглянути конструкцію лобового варіатора.
- 4.3. Пересуваючи ролик повздовж диска за допомогою передачі гвинт-гайка, встановити, як змінюється швидкість веденого валу.
- 4.4. Провести досвіди, встановлюючи ролик на найбільшу і найменшу відстань від геометричного центру диска.
- 4.5. Результати опитів звести у таблицю, розрахувати передаточне відношення для підвищення і зниження кутової швидкості веденого валу.
- 4.6. Розрахувати основний кінематичний параметр лобового фрикційного варіатора – діапазон регулювання.

	Граничні параметри $d_1, \text{ м}$	Граничні параметри $d_2, \text{ м}$	Передаточне відношення, $U_{\max}, U_{\min}$	Діапазон регулювання, $D$
Підвищуюча ступінь				
Знижуюча ступінь				

## 5 Висновки:

### 6 Контрольні питання:

- 6.1. Що трапиться, коли сила, що притискає котки один до одного, стане недостатньою?
- 6.2. Чи забезпечує фрикційна передача строго постійне передаточне відношення?
- 6.3. Для чого на ободі одного із котів роблять гумову обкладку?
- 6.4. Як називається механізм, що призначений для безступеневої зміни швидкості обертання веденого валу?
- 6.5. Визначити, не враховуючи ковзання, діаметр веденого котка, якщо діаметр ведучого дорівнює 60 мм, а кутова швидкість ведучого і веденого валів – відповідно 75 і 15 рад/с.
- 6.6. Чи можливо уникнути значного проковзування у фрикційній передачі?
- 6.7. Охарактеризувати область застосування фрикційних передач з огляду на їх переваги.

### Література:

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И. Техническая механика: Учебник для машиностроит. спец. техникумов. – М.: Высш. Шк., 1983.-447 с., ил.4
- 2 Мовнин М.С. и др. Основы технической механики: Учебник для технологических немашиностроительных спец. техникумов/М.С. Мовнин, А.Б.Израелит, А.Г.Рубашкин.-3-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1990. -288с.: ил.
- 3 Фролов М.И. Детали машин: Учеб. для учащихся машиностроит. техникумов.-М.: Высшая шк.-1990

## Лабораторна робота № 4

**Тема:** Розрахунок геометричних параметрів циліндричного прямозубого зубчастого колеса

### 1 Мета:

- 1.1. Набуття навиків розрахунку геометричних параметрів зубчастих коліс
- 1.2. Удосконалення навиків роботи з ГОСТ та вимірювальними інструментами

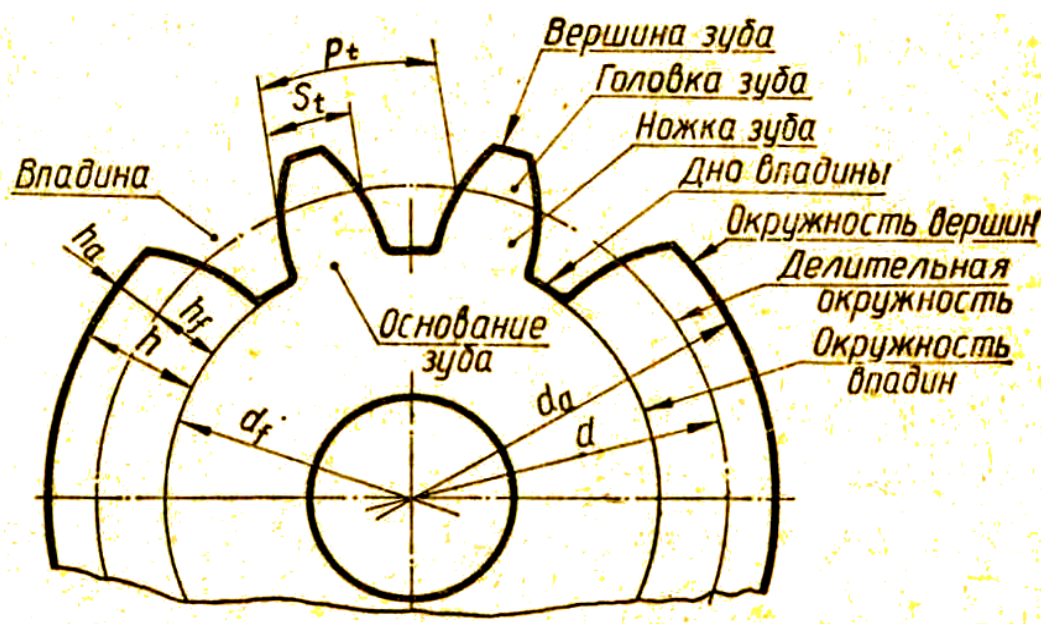
### 2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Зразки циліндричних прямозубих зубчастих коліс
- 2.2. Вимірювальний інструмент (штангенциркуль)
- 2.3. Витяг з ГОСТ 9563-80 „Окружной делительный модуль прямозубого цилиндрического колеса”

### 3 Теоретичні відомості:

Модуль зубчастого колеса  $m$  є однією з основних одиниць зубчастого зачеплення, з яким пов'язані розрахункові залежності для інших геометричних параметрів.

- діаметр ділительного кола  $d = m z$ , де  $z$  – кількість зубів;
- діаметр вершин зубів зубчастого колеса  $d_a = d(z + 2)$ ;
- діаметр западин зубчастого колеса  $d_f = d(z - 2,5)$ ;
- висота зуба  $h = 2,25 m$ ;
- висота ніжки зуба  $h_f = 1,25 m$ ;
- висота голівки зуба  $h_a = m$ ;
- розрахунковий крок  $P_t = \pi m$



#### **4 Хід роботи:**

4.1 Підрахувати кількість зубів колеса  $z$ .

4.2 Виміряти штангенциркулем діаметр вершин зубів  $d_a$

4.3 За формулою визначити розрахунковий модуль зубчастого колеса

$$m = d_a / (z + 2)$$

4.4 За ГОСТ 9563-80 уточнити значення модуля (див. Додаток А)

4.5 Знаючи стандартне значення модуля розрахувати інші геометричні параметри циліндричного прямозубого колеса за формулами, що наведені раніше.

4.6 Виміряти інші елементи даного зубчастого колеса та накреслити ескіз колеса згідно з ГОСТ 2.402 – 68

#### **5 Висновки:**

#### **6 Контрольні питання**

6.1 Яка величина є основною характеристикою розмірів зубів?

6.2 Як визначити передаточне число зубчастої передачі?

6.3 Чи забезпечує зубчаста передача постійність передаточного числа?

#### **Література:**

1 Мовнин М.С. Основы технической механики –Л.:Машиностроение, 1990, с. 200-205

2 Фролов М.И. Техническая механика: Детали машин: - М.: Высш. шк., 1990.-с. 155-158

## Лабораторна робота № 5

**Тема:** Вивчення конструкції черв'ячного редуктора

### 1 Мета

- 1.1. Ознайомлення з конструкцією редуктора і призначення його деталей
- 1.2. Визначення основних параметрів черв'ячної пари шляхом замірювання та розрахунків.

### 2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Стандартний черв'ячний редуктор
- 2.2. Комплект вимірювального та слюсарного інструменту (штангенциркуль, кронциркуль, гаїчні ключі)

### 3 Теоретичні відомості:

Редуктор – зубчата (зокрема черв'ячна) передача, яка призначена для зміни кутових швидкостей і обертальних моментів. Редуктор – самостійний вузол, що встановлюється між електродвигуном і машиною (механізмом). З їх валами редуктор з'єднується за допомогою муфт.

**Черв'ячні передачі** застосовують для передачі руху між осями, які перехрещуються (кут перехрещування, як правило, становить  $90^0$ ). Рух у черв'ячних передачах перетворюється за принципом гвинтової пари чи за принципом нахиленої площини.

#### Переваги і недоліки:

##### Переваги:

- велике передаточне відношення;
- плавність та безшумність роботи;
- висока кінематична точність;
- самогальмування.

##### Недоліки:

- низький ККД;
- знос, заїдання;
- використання дорогих матеріалів;
- висока точність складання.

У черв'ячній передачі (рис.1), так само як і в зубчастій, розрізняють діаметри початкових ( $d_{w1}$ ,  $d_{w2}$ ) та ділительних ( $d_1$ ,  $d_2$ ) циліндрів. У передачах без зсуву  $d_{w1} = d_1$ ,  $d_{w2} = d_2$ .

### 4 Хід роботи:

- 4.1 Оглянути редуктор і намітити план його розборки.
- 4.2 Заміряти 2-3 рази відстань від осями валів, як показано на рис.2; округлити його по ближнього стандартного за ГОСТом. Відстань  $a_w$  занести у таблицю.

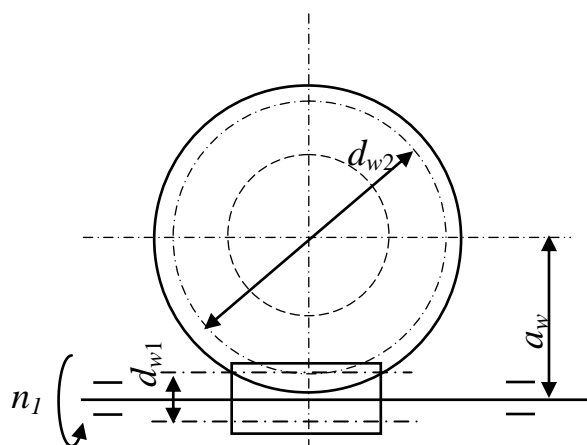


Рис. 1

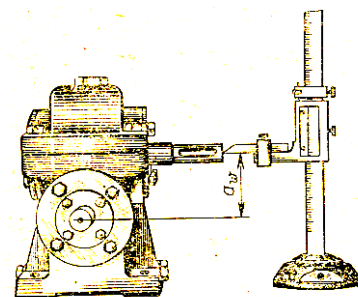


Рис.2

- 4.3 Відвинути кріпінні елементи кришки корпусу і кришки підшипникових вузлів, зняти кришки і ознайомитися з внутрішньою будовою редуктора.
- 4.4 Вивчити спосіб змащення підшипникових вузлів.
- 4.5 Винути черв'ячне колесо разом з валом, черв'як з деталями на ньому. Ознайомитися з конструкцією колеса і черв'яка, шляхом замірювання і розрахунків визначити їх розміри і параметри. Результати занести у таблицю.
- 4.6 Накреслити кінематичну схему редуктора.
- 4.7 Зібрати редуктор у послідовності, зворотній розбиранню.

Найменування параметрів та його одинці вимірювання	Позначення	Спосіб визначення	Результати вимірювання та розрах.
Число зубів колеса	$Z_2$	підрахувати	
Число витків черв'яка	$Z_1$	підрахувати	
Передаточне число	$U$	$U = Z_2 / Z_1$	
Осьовий шаг черв'яка, мм	$p'$	виміряти	
Розрахунковий модуль	$m'$	$m' = p' / \pi$	
Діаметр вершин зубів, мм: черв'яка черв'ячного колеса	$d_{a1}$ $d_{a2}$	виміряти	
Ділильний діаметр, мм черв'яка черв'ячного колеса	$d_1$ $d_2$	$d_1 = d_{a1} - 2m$ $d_2 = Z_2 m$	
Міжцентроса відстань, мм	$a_w$	$a_w = 0,5(d_1 + d_2)$	
Ширина венця колеса, мм	$b_2$	виміряти	

## 5 Висновки

### 6 Контрольні питання:

- 6.1. Охарактеризуйте область застосування черв'ячних редукторів.
- 6.2. Яка основна перевага черв'ячних передач?
- 6.3. Який ланцюг – черв'як чи черв'ячне колесо є ведучим у передачі?
- 6.4. За рахунок який дій можливе збільшення ККД передачі?
- 6.5. Назвіть призначення та місце розташування редукторів у приводі машини.

### Література:

- 1 Мовнин М.С. Основы технической механики –Л.:Машиностроение, 1990, 5
- 2 Фролов М.И. Техническая механика: Детали машин: - М.: Высш. шк., 1990



## Лабораторна робота № 5

**Тема:** Вивчення конструкції циліндричного редуктора

### 1 Мета

- 1.1. Ознайомлення з конструкцією редуктора і призначення його деталей
- 1.2. Складання кінематичної схеми реального циліндричного редуктора
- 1.3. Визначення основних параметрів зубчастих пар редуктора шляхом їх замірювання та розрахунку.

### 2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Стандартний циліндричний двоступеневий редуктор
- 2.2. Комплект вимірювального та слюсарного інструменту (штангенциркуль, кронциркуль, кутомір універсальний, гаїчні ключі)

### 3 Теоретичні відомості:

Редуктор – зубчата (зокрема черв'ячна) передача, яка призначена для зміни кутових швидкостей і обертальних моментів. Редуктор – самостійний вузол, що встановлюється між електродвигуном і машиною (механізмом). З їх валами редуктор з'єднується за допомогою муфт.

За кількістю пар передач редуктори діляться на одноступеневі та багатоступеневі. Одноступеневий редуктор має передаточне відношення  $U \leq 7$ .

Двоступеневі циліндричні редуктори (рис.1) зазвичай застосовують при передаточних числах  $U \leq 40$ . Перша, швидкохідна ступінь редуктора у багатьох випадках має косозубі колеса; тихохідна ступінь може бути виконана з прямими зубами. Не менш часто застосовують редуктори, у яких обидві ступені мають колеса однакового типу (прямозубі, косозубі, шевронні).

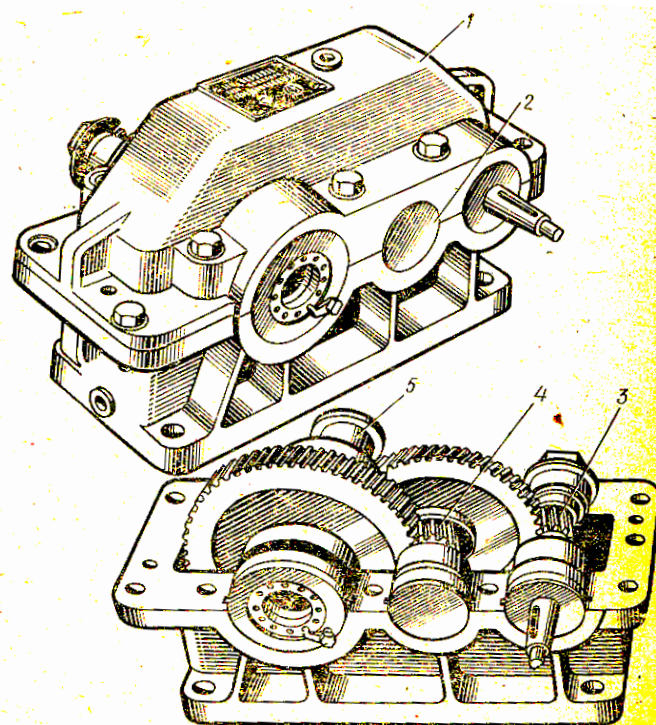


Рис.1

### 4 Хід роботи

- 4.1 Провести зовнішній огляд редуктора, намалювати план розбирання.
- 4.2 Редуктор, що представлений на рис.1 розбирати у наступній послідовності: відгвинтити болти, зняти кришку 1 редуктора і кришки підшипникових вузлів 2; ознайомитися з внутрішньою будовою редуктора і призначенням деталей; звернути увагу на способи змащування підшипників.



4.3 Зняти вхідний 3, проміжний 4 і вихідний 5 вали редуктора з деталями та підшипниками, що на них встановлені.

4.4 Виміряти кут нахилу  $\beta$  зубів колеса безпосередньо по діаметру виступів за допомогою універсального кутоміра (рис.2,а), або за відбитками зубів на папері (рис.2,б), після попереднього нанесення на нього тонкого шару фарби.

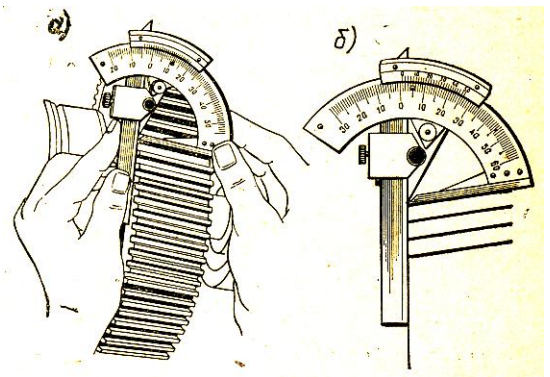


Рис.2

4.5 Зібрати редуктор.

4.6 Скласти та накреслити кінематичну схему редуктора.

4.7 Параметри редуктора занести у таблицю.

Найменування параметрів та його одинці	Позначення	Спосіб визначення	Результати	
			Швидкохідна ступінь	Тихохідна ступінь
Число зубів шестерні	$Z_1$	підрахувати		
Число зубів колеса	$Z_2$	підрахувати		
Передаточне число ступеней	$U_1$ $U_2$	$U_1 = Z_2 / Z_1$ $U_2 = Z_4 / Z_3$		
Загальне передаточне редуктора	$U_{заг}$	$U_{заг} = U_1 U_2$		
Міжосьова відстань	$a_w$	виміряти		
Кут нахилу зубів	$\beta$	див. рис.2		

## 5 Висновки

### 6 Контрольні питання:

6.1 Поясніть призначення редукторів

6.2 Зазвичай, швидкохідна ступінь редуктора складається з прямозубих чи косозубих коліс?

6.3 Як визначити загальне передаточне число багатоступеневого редуктора?

6.4 Який спосіб змащення підшипників використовується у даного редуктора?

6.5 Назвіть переваги редукторів у порівнянні з відкритими передачами.

### Література:

1 Мовнин М.С. Основы технической механики –Л.:Машиностроение, 1990, 5

2 Фролов М.И. Техническая механика: Детали машин: - М.: Высш. шк., 1990

## Додатки

### Додаток А

Витяг з ГОСТ 9563-80 „Окружной делительный модуль прямозубого цилиндрического колеса”

1-й ряд – 0,5; 0,6; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; ....

2-й ряд - 0,55; 0,7; 0,9; 1,125; 1,375; 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; ....

Обираючи модуль, слід пам'ятати, що 1-й ряд є переважним над 2-м.

## Література

### Основна література

- 1 Аркуша А.И., Фролов М.И., «Техническая механика для техникумов, М.:Высшая школа, 1983.
- 2 Йосилевич Г.Б., и др.. Прикладная механика: Для студентов втузов/ Г.Б. Йосилевич, П.А. Лебедев, В.С. Стреляев.- М.: Машиностроение, 1985.
- 3 Ицкович Г.М. Сопротивление материалов: Учеб. для учащихся машиностроит. техникумов.-7-е изд., испр. - М.: Высшая шк., 1986.-352 с.: ил.
- 4 Мовнин М.С. , Израелит А.Б., Рубашкин А.Г. «Основы технической механики», Л.:Машиностроение, 1990
- 5 Мовнин М.С., Израелит А.Б., Рубашкин А.Г Руководство к решению задач по технической механике, М.:-Высшая школа, 1977
- 6 М.С. Мовнин, Д. Г. Гольцикер Техническая механика, Ч.3 Детали машин, Ленинград изд. Судостроение, 1966
- 7 Федуліна А.І. Теоретична механіка: Навч. посіб.- К.: Вища шк., 2005.- 319с.:іл.
- 8 Фролов М.И. Техническая механика: Детали машин: - М.: Высш. шк., 1990.-354 с.: іл.

### Додаткова література

- 1 Йосилевич Г.Б. и др.. Прикладнаяч механіка: Для студентов ВТУЗов/ Г.Б. Йосилевич, П.А. Лебедев, В.С. Стреляев. – М.: Машиностроение, 1985.
- 2 Сборник задач по технической механике/ Под ред.. Г.М. Ицковича.- Ленинград изд. Судостроение, 1968
- 3 Яблонский А.А Курс теоретической механики в двух томах, М.: Гос. изд-во "Высшая школа", 1963





