

## Лекція 1

### МЕХАНІЗМИ ПЕРЕДАВАННЯ ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ РУХУ

#### 8.1 Приводи машин загального призначення

Привід машини займає особливе становище в техніці, тому що без нього механічний рух будь-якого пристрою неможливий. Будь-яка сучасна машина, як відомо, має робочі органи і їх привід. Конструкція і вид робочих органів визначаються цільовим призначенням машини.

Привід - пристрій, за допомогою якого здійснюється рух робочих органів машин.

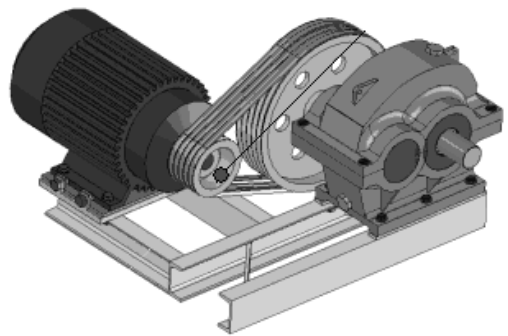
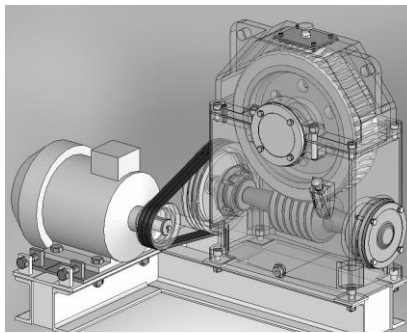


Рисунок 4.1 – Приклади приводів машин

Найбільшого поширення в машинах отримали механічні приводи загального призначення. При цьому їх конструктивні рішення можуть бути найрізноманітніші. Узагальнена схема механічного приводу робочої машини включає в себе електродвигун, передачі (закриті і відкриті) і з'єднальні муфти. Енергія, необхідна для приведення в дію машини або механізму, може бути передана від вала двигуна безпосередньо або за допомогою додаткових пристроїв.

Як правило, привід загального призначення - це електродвигун і передача, тобто електропривод (або електромеханічний привід).

Електричний привід (скорочено - електропривод; ГОСТ Р 50369-92) - це електромеханічна система, призначена для приведення в рух робочих органів різних машин і управління цим рухом з метою здійснення технологічного процесу.

Двигун як елемент цієї системи є джерело або споживач енергії. У механічну систему входить лише ротор двигуна, який має момент інерції, може обертатися з певною швидкістю і розвивати рушійний або гальмівний момент.

Сучасний електропривод - це сукупність безлічі електромашин, апаратів і систем управління ними. Він є основним споживачем електричної енергії (до 60%) і головним джерелом механічної енергії в промисловості.

Електромеханічні приводи класифікуються за рядом ознак. Основними з них є: число двигунів і схема з'єднання їх з передачами; тип двигуна; тип передачі; вид системи управління.

Оскільки привід машини містить багато стандартизованих елементів (передач, з'єднань, муфт, підшипникових вузлів і ін.), які використовуються в різних областях техніки, проектування приводів становить основу тематики курсового проектування по деталях машин.

Кінематична схема приводу (рис.) являє собою креслення, на якому за допомогою умовних позначень і контурних обрисів елементів дається спрощене зображення кінематичного зв'язку між окремими ланками даного механізму або виробу.

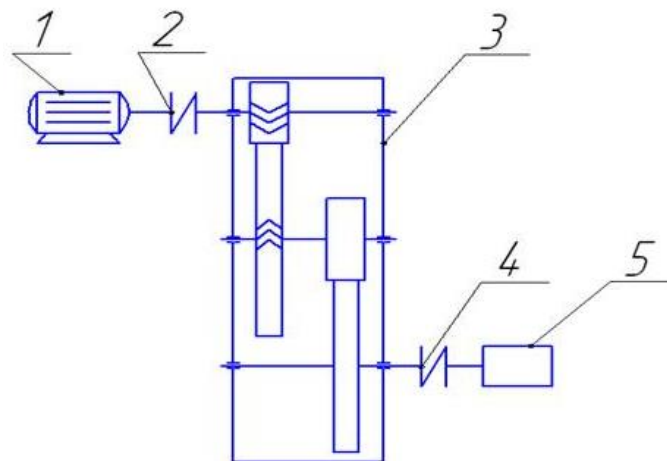


Рисунок 4.2 – Кінематична схема приводу:

- 1 - електродвигун; 2 – муфта; 3 – редуктор; 4 – муфта;  
5 – виконавчий механізм (не входить в привод)

Механічний привід працює за наступною схемою: крутний момент з електродвигуна 1 через муфту 2 передається на швидкохідний вал редуктора 3. Редуктор знижує число обертів і збільшує крутний момент, який через муфту 4 передається на виконавчий механізм 5. Редуктор складається з двох ступенів. Перший ступінь виконана у вигляді шевронною циліндричної передачі, а друга - у вигляді прямозубої. Перевагою даної схеми приводу є малі обороти і великий момент на вихідному валу редуктора. Привід може використовуватися на електромеханічних машинах і конвеєрах.

## 8.2 Призначення механічних передач

Механічна енергія, яка використовується для приведення в рух робочої машини, являє собою енергію обертального руху валу двигуна. Всі сучасні двигуни для зменшення габаритів і вартості виконують швидкохідними з вельми вузьким діапазоном зміни кутових швидкостей. Безпосередньо швидкохідний вал двигуна з'єднують з валом машини рідко (вентилятори і т.п.). В абсолютній більшості випадків режим роботи робочої машини не збігається з режимом роботи двигуна, а також за умовами компонування, габаритів, техніки безпеки двигун не завжди можна безпосередньо з'єднати з виконавчим механізмом. Тому передача механічної енергії від двигуна до робочого органу машини здійснюється за допомогою різних передач.

У машинобудуванні використовують різні види передач: механічні; гідравлічні; пневматичні; електричні; комбіновані, наприклад, гідромеханічні.

*Механічна передача* – механізм, що перетворює задані кінематичні та енергетичні параметри двигуна на потрібні параметри руху робочих органів машин та призначений для погодження режиму роботи двигуна з режимом роботи виконавчих органів. Встановлення передач необхідне у таких випадках:

- якщо швидкості валів робочої машини і двигуна не збігаються;
- якщо необхідно періодично змінювати швидкість робочої машини при постійній швидкості двигуна;
- якщо необхідно перетворити обертовий рух двигуна в інші рухи робочого органу машини;
- зміна напрямку руху або реверсування (*реверс* – зміна напрямку руху на зворотний);
- якщо безпосереднє з'єднання валів двигуна і робочої машини неможливе.

У курсі деталей машин вивчають лише механічні знижувальні передачі обертального руху.

### 8.3 Основні і похідні параметри механічних передач

Незалежно від типу та конструкції в будь-якій механічній передачі можна виділити два вали, які називають у напрямку передачі потужності *вхідним* (ведучим) та *вихідним* (веденим), рис.4.3.



Рисунок 4.3

Цим валам приписують *основні параметри* – потужність  $P$  (кВт) і частота обертання  $n$  (хв<sup>-1</sup>). Параметри вхідного (ведучого) валу мають індекс 1, параметри вихідного (веденого) валу – 2.

Крім основних параметрів, роботу механічної передачі характеризують *похідні параметри* (рис.4.4):

передаточне число	$u = \frac{n_1}{n_2} \quad (4.1)$
коефіцієнт корисної дії (ККД)	$\eta = \frac{P_2}{P_1} \quad (4.2)$
кутова швидкість обертання вала, <i>рад/с</i>	$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (4.3)$
крутний момент, Н·м або $\frac{\text{кВт}}{\text{хв}^{-1}}$	$T = \frac{P}{\omega}; \quad (4.4)$
	$T = 9550 \frac{P}{n} \quad (4.5)$
лінійна швидкість, м/с	$V = V_1 = V_2 = \frac{\omega_1 d_1}{2} = \frac{\omega_2 d_2}{2} \quad (4.6)$ d <sub>1</sub> , d <sub>2</sub> – діаметри ведучого і веденого зубчастих коліс
колова сила, Н	$F_t = F_{t1} = F_{t2} = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2T_2}{d_2} \quad (4.7)$

Навантаження, що передають механічні передачі, можуть бути постійними, а у більшості випадків змінними в часі. Максимальні навантаження  $T_{\max}$  у передачах, що обумовлені дією короткочасних або випадкових перевантажень, можуть у кілька разів перевищувати номінальні розрахункові навантаження:

$$T_{\max} = T \cdot K_{\Pi},$$

де  $K_{\Pi}$  - коефіцієнт короткочасного перевантаження, який беруть за рекомендаціями на підставі експлуатації конкретних машин.

Якщо рекомендації відсутні, а в машині використовують асинхронний двигун, то значення коефіцієнту перевантаження можна брати рівним відношенню пускового моменту до номінального моменту двигуна, яке задається в каталогах.

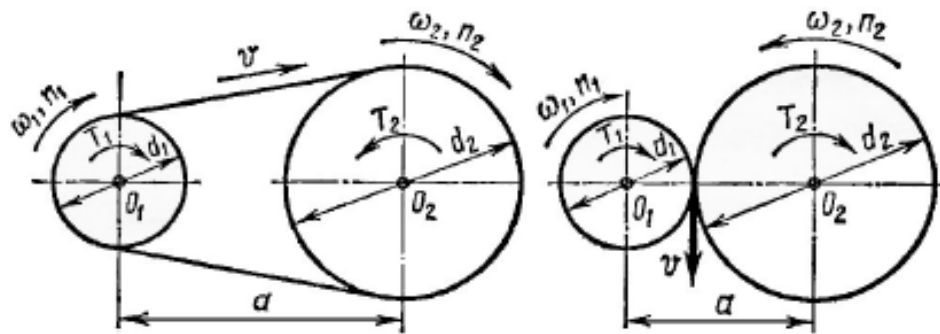


Рисунок 4.4 - Схеми до визначення параметрів передач:  
*a* - передачі тертям; *б* - передачі зачепленням

### 8.4 Класифікація механічних передач

Механічні передачі класифікують за двома основними ознаками:

- за способом передачі руху:
  - тертям (фрикційні, пасові, канатні);
  - зачепленням (зубчасті, черв'ячні, гвинтові, ланцюгові);
- за способом з'єднання ведучої та веденої ланок:

безпосереднім дотиком		з гнучким зв'язком	
фрикційна	зубчаста	ланцюгова	пасова

Для передачі руху між порівняно далеко розташованими одна від одної ланками застосовують механізми, у яких зусилля від ведучої ланки до веденої передається *гнучкими ланками*. Передачі з гнучкими ланками застосовуються в якості силових у машинах загального і спеціального машинобудування (для потужностей до 50 кВт, передаточних чисел до 10, при колових швидкостях до 30 м/с), а також у приладах і апаратах точної механіки (для креслення кривих пристроїв, які реєструють, шкальних механізмів і т.п.). Як гнучкі ланки застосовуються: паси, шнури, канати різних профілів, дріт, сталева стрічка, ланцюги різних конструкцій. Передачі з гнучкими ланками можуть забезпечувати постійне і змінне передатне відношення зі східчастою або плавною зміною його величини. Для збереження сталості натягу гнучких ланок

у механізмах застосовуються натяжні пристрої: натяжні ролики і пружини, противаги і т.п.

Вибір передачі визначається величиною моменту, який передається; швидкістю; передаточним числом; відстанями між осями валів і т.п..

Таблиця 4.1 – Класифікація механічних передач та їх порівняльна оцінка

Спосіб передачі руху	Тип передачі	Взаємне розташування валів	Вид передачі	Передавана потужність $P, кВт$	Колова швидкість $V, м/с$	ККД $\eta$	Передаточне число в одному ступені
Зацепленням	Зубчасті	Паралельне	циліндричні із зубчатою рейкою	1000	150	0,92...0,98	3...6
		Вісі валів перетинаються	конічні			0,92...0,98	1
		Вісі валів перехрещуються	черв'ячні конічні геподні	50	15	0,91...0,97	3...5
	Ланцюгові	Паралельне	з роликівими втулковими зубчастими ланцюгами	100	15	0,91...0,97	2...6
		Паралельне			35		
Із зубчастим пасом	Паралельне				30	0,91...0,97	2...4
Тертям	Пасові	Паралельне	плоскопасові клинопасові Кругло пасові	50	30	0,94...0,97	2...4
		Вісі валів перехрещуються	плоскопасові круглопасові				
	Фрикційні	Паралельне	$u = const$ $u = var$	300	30	0,7...0,8	3...6
		Вісі валів перетинаються	$u = const$ $u = var$				
За принципом гвинтової пари	Гвинт-гайка	Співвісні		100	5	0,3...0,4	1000

Існують і інші класифікації:

- за характером зміни швидкості передачі поділяються на
  - знижувальні (редуктори) - від вхідного вала до вихідного зменшують частоту обертання ( $n_1 > n_2$ ) і збільшують крутний момент ( $T_1 < T_2$ ); передаточне число передачі  $u > 1$ ;
  - підвищувальні (мультиплікатори) - від вхідного вала до вихідного збільшують частоту обертання ( $n_1 < n_2$ ) і зменшують крутний момент ( $T_1 > T_2$ ); передаточне число передачі  $u < 1$ ;

- за конструктивним оформленням передачі бувають *відкритими* (не мають спільного корпусу) і *закриті* (поміщаються в спільний корпус, який забезпечує герметизацію та постійне змащення передачі). Закриті передачі називаються *редукторами*.

## 8.5 Вимоги до передач

*Загальні вимоги до передач:* сталість передаточного відношення; надійність та необхідна довговічність передачі; простота конструкції; компактність і малі габаритні розміри; незначний опір руху, особливо в момент пуску двигуна; порівняно висока точність перетворення руху (кінематична точність); безшумність роботи та вібростійкість; простота керування, в тому числі автоматичного і дистанційного.

*Технологічні вимоги,* які ставляться перед машиною: сталість передатного відношення; безступінчасте регулювання швидкості; високий ККД; маса; точність виготовлення передачі; вартість /наприклад, черв'ячні передачі при інших рівних умовах дорожчі за прості зубчасті/. Щодо габаритних розмірів, то це також важливий критерій і ним не можна нехтувати.