

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія природничих дисциплін

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «Матеріали та деталі»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Аеронавігація

тема –Передачі обертового руху та його основні параметри

Вінниця 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії природничих дисциплін, протокол від
28.08.2023 № 1

Розробник: викладач циклової комісії природничих дисциплін, спеціаліст вищої
категорії, викладач-методист Грибанова С.А.

Рецензенти:

1. Доцент кафедри автомобілів та тракторів Кременчуцького національного
університету імені Михайла Остроградського, кандидат технічних наук,
доцент Черниш А.А.

2. Начальник відділу організації наукової роботи та гендерних питань, к.т.н.,
спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Владов С.І.

План лекції:

1. Функціональне призначення передач.
2. Класифікація механічних передач.
3. Основні параметри передач.
4. Послідовність розгляду передач.

Рекомендована література:

Основна

1. Більченко О.В., Дудка О.І., Лобода П.І. Матеріалознавство. Навчальний посібник, Київ, К.Кондор, 2009 – 152 с.
2. Хільчевський В.В., Кондратюк С.Є, Степаненко В.О., Лопатько К.Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів, Навчальний посібник, Київ, «Либідь», 2002 – 327 с.
3. Животовська К.О, Мамлюк О.В. Авіаційні матеріали та їх обробка. Навчальний посібник, Київ, "Вища освіта", 2003 – 303 с.
4. Гарнець В.М. Матеріалознавство Підручник. Київ, К.Кондор, 2009
5. Попович В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство Навчальний посібник, Львів, 2002. – 264 с.
6. Коновалюк Д.М., Ковальчук Р.М., Байдула В.О., Товстушко М.М. Деталі машин. Практикум. Навч. посіб. К.: Кондор, 2009. – 278 с.
7. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин: Підручник. — Львів: Афіша, 2003. — 557 с.
8. Коновалюк Д. М. Деталі машин: підручник / Д. М. Коновалюк, Р. М. Ковальчук. - К.: Кондор, 2004. - 584 с

Додаткова

9. Малащенко В.О., Янків В.В. Деталі машин. Курсове проектування: Навч. посіб. – 3-тє вид., стереотипне. –Львів: “Новий Світ – 2000”, 2007. 252с.
10. Малащенко В.О., Павлице В.Т. Деталі машин. Збірник завдань та прикладів розрахунків. Львів: Видавництво Новий Світ – 2000, 2009. – 136 с.
11. Мархель І.І. Деталі машин. Навчальний посібник. — Видавництво Алерта, 2016. — 368 с.
12. Дмитро Коновалюк, Рю Ковальчук, В. Байбула, М. Товстушко. Деталі машин. Практикум. – Видавництво Кондор, 2009 – 278с.
13. Анурьев В.І. Довідник конструктора-машинобудівника. - В 3 т. - М.: Машинобудування, 2001. – 859 с.
14. Міняйло А.В., Тіщенко Л.М., Мазоренко Д.І. та ін. Деталі машин: Підручник. – К.: Агроосвіта, 2013. – 448 с.
15. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків: навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А. В. Гайдамака. – Харків: НТУ «ХП», 2020. – 275 с.

16. Малащенко В.О. Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунків. Навч. посіб. — Львів: НУ «Львівська політехніка», 2006. — 196 с., 2009. — 208 с.

17. Павлице В.Т., Данило Я.Я. Різьби, різьбові з'єднання та кріпильні деталі: Довідник. — Львів: Інтеллект-Захід, 2001. — 239 с.

Текст лекції

1. Функціональне призначення передач

Схема машинного агрегату зображена на рис. 1.

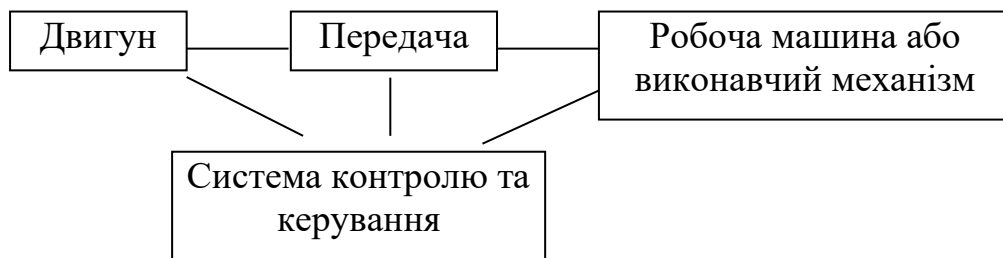


Рисунок 1 – Схема машинного агрегату

Зі схеми випливає, що **передачами** називають механізми, які служать для передавання руху (енергії) на відстань від двигуна до робочої машини. При цьому розв'язують такі задачі :

- 1) зниження або підвищення кутової швидкості обертання;
- 2) ступінчасте або безступінчасте регулювання швидкості робочого органа;
- 3) зміна напрямку руху або реверсування (**реверс** – зміна напрямку руху на зворотний);
- 4) перетворення обертального руху на поступальний, гвинтовий тощо;
- 5) приведення в дію одним двигуном кількох виконавчих механізмів.

Приводом некерованим називають сукупність двигуна та передачі.

Привод керований – це двигун, передача і система контролю та керування.

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

У курсі деталей машин вивчають лише механічні знижувальні передачі обертального руху. Кожна така передача (механізм) має, як мінімум, два основних вала (рис. 2):

- 1) вхідний (ведучий, швидкохідний);
- 2) вихідний (ведений, тихохідний).

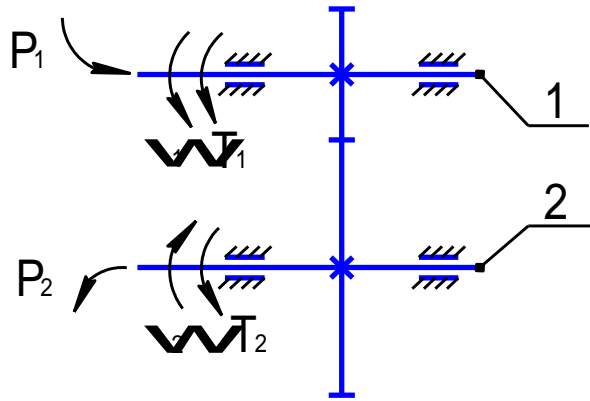


Рисунок 2 – Схема ступеня механічної знижувальної передачі обертального руху

Два вала і посаджені на них деталі, що зв'язані між собою, утворюють **ступінь** передачі. Головні параметри валів ступеня:

- P_1 , P_2 – потужності на вхідному і вихідному валах;
- ω_1 , ω_2 – кутові швидкості обертання ведучого і веденого валів;
- T_1 , T_2 – обертальні моменти швидкохідного і тихохідного валів.

Співвідношення між цими параметрами для механічної знижувальної передачі обертального руху такі:

$$P_1 > P_2, \quad \omega_1 > \omega_2, \quad T_1 < T_2, \quad P_i = T_i \omega_i.$$

2. Класифікація механічних передач

Механічні передачі обертального руху поділяють за кількома ознаками.

За способом передавання руху бувають:

- 1) передачі зачепленням:
 - а) з безпосереднім контактом (зубчасті, черв'ячні та ін.);
 - б) з проміжним гнучким зв'язком (ланцюгові, зубчасто-пасові);
- 2) передачі тертям:
 - а) з безпосереднім контактом (фрикційні);
 - б) з гнучким зв'язком (пасові).

Залежно від характеру зміни кутової швидкості веденого вала розрізняють:

- 1) знижувальні передачі (наприклад, редуктори), в яких $\omega_1 > \omega_2$;
- 2) підвищувальні (наприклад, мультиплікатори), в яких $\omega_1 < \omega_2$.

Причому ω_2 може змінюватися ступінчасто (в **коробках швидкостей**) або плавно в певній межі $\omega_{2min} \leq \omega_2 \leq \omega_{2max}$ (у **варіаторах**).

За розміщенням осей валів передачі бувають:

- 1) з паралельними осями валів (циліндричні);
- 2) з осями валів, що перетинаються (конічні);

3) з перехресними осями валів (черв'ячні та ін.).

За характером руху валів розрізняють:

- 1) прості передачі, в яких осі валів нерухомі у механізмі;
- 2) планетарні, диференціальні, в яких осі валів переміщуються у просторі.

За числом ступенів:

- 1) одноступінчасті;
- 2) багатоступінчасті.

За конструктивним виконанням:

- 1) закриті, які працюють у маслі;
- 2) відкриті.

3. Основні параметри передач

Усі параметри (характеристики) передач можна розподілити на чотири групи: геометричні; кінематичні; силові та енергетичні.

Геометричні параметри

Основні геометричні характеристики передач із безпосереднім контактом (рис. 6.3):

d_1, d_2 – діаметри ведучого і веденого зубчастих коліс;

b_1, b_2 – ширина ($b_2 = b_p$ – розрахункова ширина);

a – міжосьова відстань.

$$a = 0,5 (d_2 \pm d_1),$$

де знак „+” – для зовнішнього контакту (рис. 6.3 а), а знак „–” для внутрішнього зачеплення (рис. 3 б).

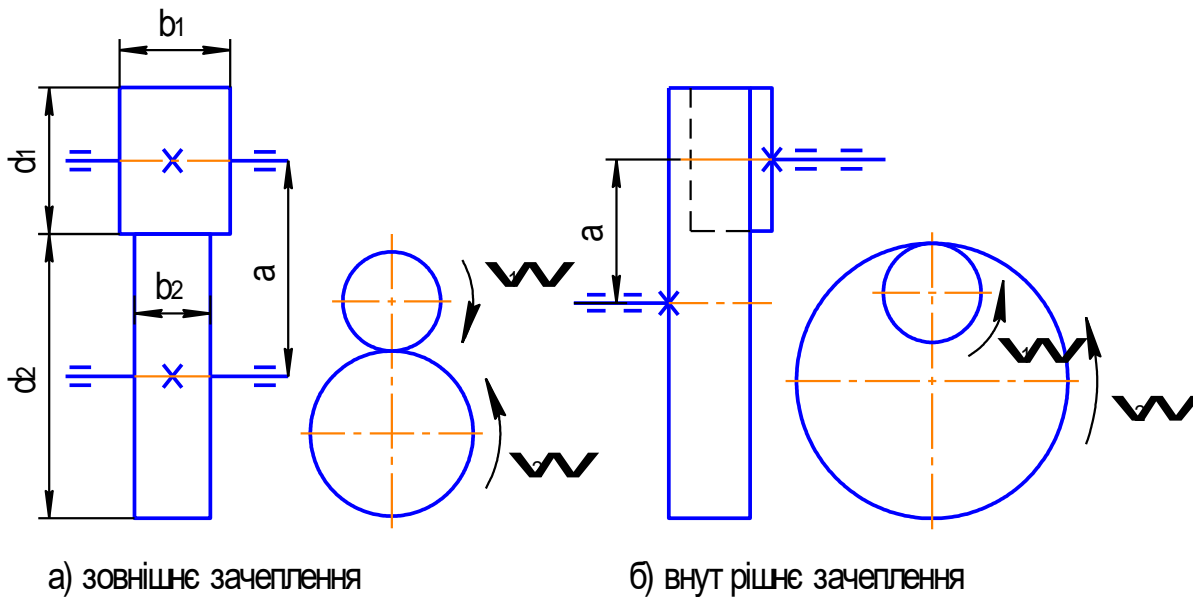


Рисунок 3 – Схеми передач зачепленням

Основні геометричні характеристики передач із гнучким зв'язком зображені на рис. 4. Додаткові параметри – L , b – довжина та ширина гнучкої ланки.

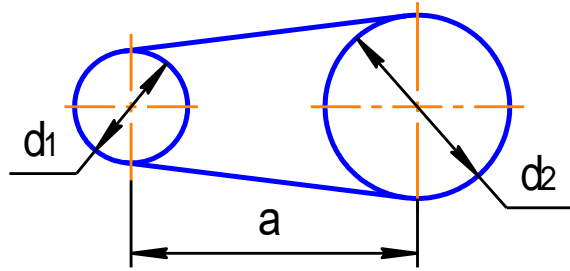


Рисунок 4 – Схема передачі із гнучким зв'язком

Кінематичні параметри

До кінематичних належать такі параметри:

- лінійна (колова) швидкість V [м/с];
- кутова швидкість обертання ω [рад/с], $\omega = 2 V / d$;
- частота обертання n [об/хв], $n = 30 \omega / \pi$;
- передаточне число окремого ступеня $u = \omega_1 / \omega_2 = n_1 / n_2$;
- загальне передаточне число всього привода

$$= u_1 \cdot u_2 \cdot \dots \cdot u_n, \quad u_{\text{пр}} = \prod_{i=1}^n u_i$$

де u_i – передаточне число окремого i -го ступеня;

n – число ступенів.

Силові параметри

Розглянемо силові параметри – сили та моменти на прикладі косозубого зубчастого зачеплення (рис. 5).

Сили взаємодії зубців $F_{n1} = |F_{n2}|$ діють у полюсі зубчастого зачеплення, нормальні до їх поверхні і мають по три складові:

- F_t – колова (тангенціальна) сила, $F_{t1} = |F_{t2}|$;
- F_r – радіальна (уздовж радіуса до центра колеса), $F_{r1} = |F_{r2}|$;
- F_a – осьова (паралельно осі колеса), $F_{a1} = |F_{a2}|$.

Моменти обертання $T_i = F_{ti} d_i / 2$, де $i = 1, 2$.

Енергетичні параметри

До енергетичних параметрів належать:

- потужність на валу $P = T \omega$;
- коефіцієнт корисної дії (ККД) окремого ступеня η , який характеризує відносні втрати потужності

$$\eta = P_2 / P_1 < 1, \quad (P_1 > P_2);$$

- загальний ККД багатоступінчастого механізму $\eta_{\text{пр}}$ із послідовним з'єднанням n окремих передач дорівнює добутку окремих η_i ККД:

$$= \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n, \quad \eta_{\text{пр}} = \prod_{i=1}^n \eta_i$$

Параметри на вихідному валу залежать від характеристик на вхідному валу таким чином:

$$P_{\text{вих}} = P_{\text{вх}} \eta_{\text{пр}}; \quad \omega_{\text{вих}} = \omega_{\text{вх}} / u_{\text{пр}}; \quad T_{\text{вих}} = T_{\text{вх}} \eta_{\text{пр}} u_{\text{пр}} .$$

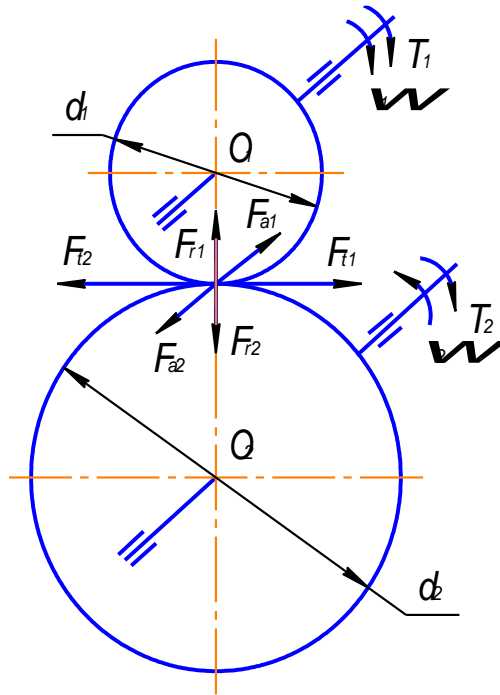


Рисунок 5 – Схема сил, що діють у полюсі косозубого зубчастого зачеплення

4. Послідовність розгляду передач

1. Найменування, призначення, конструкція, основні параметри, галузь використання.
2. Геометричні розрахунки.
3. Умови роботи основних деталей передач: кінематика, динаміка (сили, що діють на деталі), напружено-деформований стан деталей.
4. Види і причини відмов.
5. Критерії працездатного стану та розрахунку.
6. Матеріали та допустимі напруження.
7. Проектувальні та перевірні розрахунки за головними критеріями працездатності.
8. Висновки.

Теми для додаткового самостійного вивчення

1. Мета і послідовність енергокінематичного розрахунку привода машини.
2. Типи і характеристики електродвигунів для приводів машин.