

**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 – Муфти**

**Харків 2022**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 30.08.2022 № 8

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою Кременчуцького  
льотного коледжу Харківського  
національного університету  
внутрішніх справ  
Протокол від 22.08.2022 № 1

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 29.08.2022 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії природничих дисциплін, протокол від  
10.08.2022 № 1

**Розробники:** викладач циклової комісії природничих дисциплін, к.т.н., доцент,  
спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Долударєва Я.С.,  
викладач циклової комісії природничих дисциплін, спеціаліст вищої категорії,  
Сіора А.С.

**Рецензенти:**

1. Завідувач відділення фахової підготовки навчального відділу КЛК ХНУВС,  
старший викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної  
техніки КЛК ХНУВС, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист  
Владов С.І
2. Доцент кафедри автомобілів і тракторів Кременчуцького національного  
університету імені Михайла Остроградського, к.т.н., доцент Черниш А.А.

### План лекції:

1. Призначення муфт приводів машин.
2. Класифікація муфт.
3. Основні параметри муфт.
4. Методика добору муфт.
5. Некеровані муфти.
6. Керовані муфти.
7. Самокеровані муфти.

### 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 розрахунок 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 «ХПІ», 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. Павлище В.Т., Данило Я.Я. Різьби, різьбові з'єднання та кріпильні деталі: Довідник. — Львів: Інтелект-Захід, 2001. – 239 с.

## Текст лекції

### 1. Призначення муфт приводів машин

Муфти – пристрої (вузли і механізми), які служать для з'єднання хвостовиків валів при передаванні обертового моменту, наприклад, вали двигуна і редуктора, редуктора і виконавчого механізму (рис. 1). При цьому параметри руху, як правило, не змінюються, оскільки передаточне число муфти  $u = 1$ .

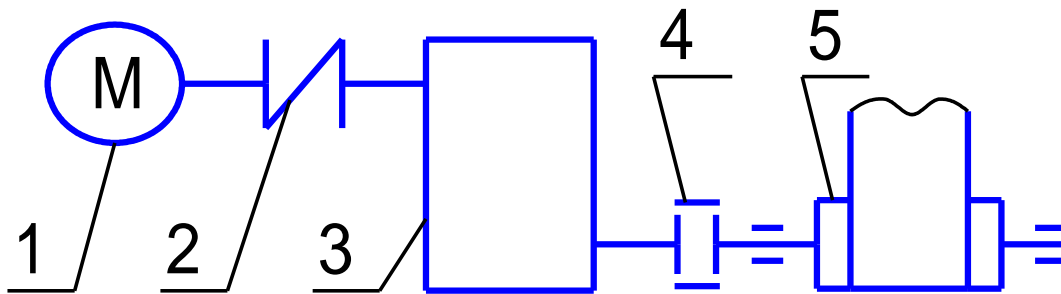


Рисунок 1 – Схема привода стрічкового конвеєра

У зображеному приводі використано дві муфти: швидкохідна муфта 2 з'єднує вали електродвигуна 1 та редуктора 3; тихохідна муфта 4 з'єднує вихідний вал редуктора з валом барабана 5.

Муфти можуть виконувати також інші функції:

- 1) компенсувати неспіввісність валів;
- 2) знижувати рівень динамічного навантаження в приводі;
- 3) з'єднувати та роз'єднувати вали в процесі роботи без зупинки двигуна;
- 4) охороняти машини від поломок при перевантаженнях та зміні режиму роботи.

Практично будь-яка муфта складається з ведучої та веденої півмуфт, посаджених на ведучий і ведений вали, причому з'єднання пів муфт із валами, як правило, глухе (у деяких випадках одна з півмуфт має лише кутову фіксацію).

Півмуфти з'єднані між собою за допомогою або додаткових деталей, або конструктивних елементів, виконаних як одне ціле з півмуфтами.

Основні вимоги до муфт:

- 1) простота конструкції та мінімальні габарити;
- 2) високі надійність і точність передавання руху;
- 3) мінімально можлива вартість;
- 4) високий ККД.

## 2. Класифікація муфт

За принципом дії муфти поділяють на класи: механічні, гідравлічні, електричні та ін. У курсі деталей машин вивчають тільки механічні муфти.

За ознакою керованості розрізняють такі групи механічних муфт:

- 1) некеровані (нерозчіплювані), призначені для сталого з'єднання валів;
- 2) керовані (зчіпні), які служать для з'єднання та роз'єднання валів під час роботи;
- 3) самокеровані (автоматичні), які автоматично з'єднують або роз'єднують вали в разі зміни заданого режиму роботи.

Класифікація механічних муфт за ознакою керованості у вигляді схеми розподілу на групи та підгрупи виконана на рис. 2.

## 3. Основні параметри муфт

Муфти приводів характеризуються такими параметрами:

- 1) обертальним моментом  $T$  (Нм) або потужністю, яка передається за певної частоти обертання (наприклад,  $n = 100$  об/хв,  $P_{100}$ );
- 2) діаметрами з'єднуваних валів  $d_1$  і  $d_2$ , які змінюються в певному діапазоні  $d_{i\min} \leq d_i \leq d_{i\max}$ ,  $i=1,2$ . У конкретному приводі доцільно, щоб  $d_1=d_2$ , у крайньому разі  $d_1=(0,8-1,2)d_2$ ;
- 3) габаритними розмірами;
- 4) масою та моментом інерції (ці величини потрібні в процесі динамічного дослідження привода);
- 5) граничною частотою обертання  $n_{\lim}$ , яка визначається міцністю оберткових деталей, зносостійкістю, нагріванням робочих елементів або іншими критеріями.

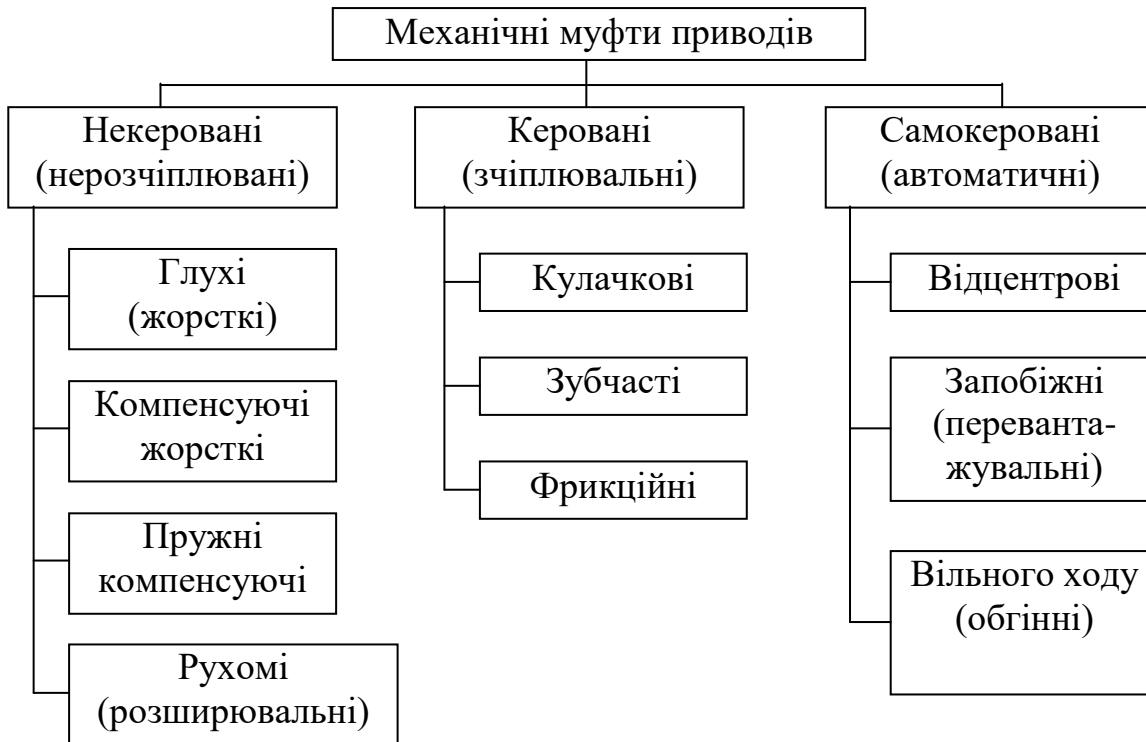


Рисунок 2 – Класифікація механічних муфт

#### 4. Методика добору муфт

Більшість муфт стандартизовані. У зв'язку з цим завдання добору зводиться до добору типорозміру муфти серед наявних у стандартах. Тип муфти повинен відповідати умовам роботи вузла, монтажу та іншим вимогам, які висуваються до муфт у конкретному приводі. Розмір муфти добирають за більшим діаметром з'єднаних валів згідно з такими умовами:

$$T_p = T_n k_1 k_2 \leq [T], \quad n \leq n_{\text{lim}},$$

де  $T_p$ ,  $T_n$  – обертальний момент відповідно розрахунковий і номінальний;

$k_1$  – коефіцієнт відповідальності муфти, який залежить від серйозності наслідків, спричинених відмовою муфти ( $k_1=1,0 - 1,8$ );

$k_2$  – коефіцієнт, який залежить від умов роботи, типу двигуна та виконавчого механізму (при рівномірному навантаженні та спокійній роботі беруть  $k_2 = 0$ , при роботі з ударами та коливаннями навантаження  $k_2 = 1,5$ );

$[T]$  – допустимий обертальний момент для визначеного типорозміру муфти;

$n$ ,  $n_{\text{lim}}$  – частота обертання муфти номінальна та гранично допустима відповідно.

Після добору муфти потрібно перевірити її слабкий елемент, який визначає надійність муфти, за відповідним критерієм працездатності.

## 5. Некеровані муфти

Конструкції муфт докладно розглянуті в підручниках.

Глухі муфти призначені для з'єднання співвісних валів, осі яких лежать на одній прямій. До них належать:

- 1) втулкові;
- 2) фланцеві;
- 3) поздовжньо-згвинчувані.

Недолік втулкових і фланцевих муфт – незручність їх монтажу та демонтажу, для чого потрібне осьове зміщення валів.

Компенсуючі муфти служать для з'єднання неспіввісних валів (осі не лежать на одній прямій, вони мають певні зміщення). Неспіввісність зумовлюється неточністю виготовлення, монтажу і пружними деформаціями.

Розрізняють такі види відхилень від правильного взаємного розміщення осей валів (рис. 3):

- 1 – відхилення відсутні; осі валів співвісні;
- 2 – поздовжнє або осьове  $\Delta l$ ;
- 3 – поперечне або радіальне зміщення  $\Delta r$ ;
- 4 – кутове  $\Delta \alpha$ ;
- 5 – комбіноване.

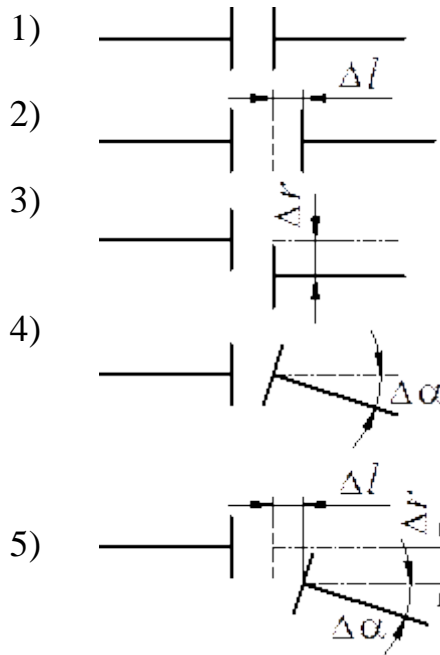


Рисунок 3 – Види неспіввісності

Такі зміщення зумовлюють додаткове навантажування валів та їх опор. Компенсуючі муфти дають змогу знизити шкідливий вплив неспіввісності на роботу деталей. Компенсація здійснюється завдяки або взаємним переміщенням деталей муфт (жорсткі компенсуючі та рухомі муфти), або деформації пружних елементів (пружні компенсуючі муфти).

До компенсуючих жорстких належать муфти:

- 1) зубчасті;
- 2) ланцюгові.

Зубчасті муфти широко використовують у машинобудуванні завдяки їх перевагам: невеликим габаритам і масі, великій навантажувальній здатності, яка визначається великим числом зубців, що зчіплюються одночасно; припустимості високих колових швидкостей (до 25 м/с і більше); технологічності.

Пружні компенсуючі муфти служать в основному для зменшення динамічних (у тому числі ударних) навантажень і захисту привода від резонансних коливань. Крім того, вони припускають деяку компенсацію неспіввісності валів через деформацію пружних елементів, які можуть бути металевими або неметалевими.

До металевих пружних елементів належать: змієподібні пружини, радіальні пакети пластин, виті циліндричні пружини, гільзові пружини, стрижні. Ці елементи працюють на згин і кручення. Вони забезпечують більшу навантажувальну здатність і довговічність муфти, ніж неметалеві елементи.

Основним матеріалом неметалевих пружних елементів є гума, оскільки їй притаманні високі пластичність і демпфірувальна здатність, а також електроізолююча властивість.

Муфти з неметалевими пружними елементами:

- 1) муфта пружна втулково-пальцева (МПВП);
- 2) муфта з гумовою зірочкою;
- 3) муфта з конічним диском;
- 4) муфта з гумовими сухарями;
- 5) муфта з торо подібною оболонкою.

Широке використання в машинобудуванні муфтиМПВП, особливо в приводах від електродвигунів, пояснюється такими її перевагами, як легкість виготовлення, простота пружних елементів, зручність її заміни та надійність. Зовнішню поверхню цих муфт можна використовувати як гальмівний шків.

Рухомі муфти призначені для з'єднання валів, які мають значні відносні зміщення, зумовлені компонованням привода машини. До таких муфт належать:

- 1) кулачково-дискові (хрестові);
- 2) шарнірні.

## 6. Керовані муфти

Такі муфти дають змогу з'єднувати або роз'єднувати вали (а також вали та встановлені на них деталі) у спокої або при їх обертанні за допомогою обов'язкового пристрою – механізму керування.

За принципом роботи такі муфти поділяють на дві підгрупи – синхронні, що базуються на зчепленні, та асинхронні з використанням сил тертя.

Синхронні муфти використовують при значному навантаженні, стиснених габаритах, нечастих вмиканнях і співвісних валах. Вони забезпечують

жорсткий кінематичний зв'язок півмуфт. Їх умикають у строго визначеному положенні і лише на тихому ході, причому вмикання відбувається з ударами та шумом. Якщо синхронні муфти вмикають часто, то для зменшення ударів і шуму використовують синхронізатори – фрикційні муфти, які вмикаються попередньо для того, щоб вирівняти швидкості веденої та ведучої півмуфт синхронної муфти.

До керованих синхронних муфт належать:

- 1) кулачкові;
- 2) зубчасті зчіпні.

Асинхронні муфти забезпечують плавне з'єднання та роз'єднання обертальних валів у широкому діапазоні кутових швидкостей і передаваного навантаження. Завдяки плавному вмиканню вдається запобігти великим прискоренням і шуму. Проте при вмиканні має місце ковзання і, отже, спрацювання деталей машин. Проковзування може відбуватися також у разі перевантажень, муфта при цьому виконує функцію запобіжного пристрою.

До керованих асинхронних муфт належать:

- 1) фрикційні дискові;
- 2) фрикційні конусні.

## **7. Самокеровані муфти**

Самокеровані (самодіючі або автоматичні) муфти автоматично роз'єднують і з'єднують вали :

- 1) при збільшенні швидкості (муфти відцентрові або граничної швидкості);
- 2) при перевантаженнях (муфти запобіжні);
- 3) при зміні напрямку руху (муфти обгінні, які передають рух тільки в одному напрямку).

Відцентрові муфти використовуються для підвищення плавності пуску; розганяння механізмів і машин, які мають значні моменти інерції, двигунами з малими пусковими моментами.

До запобіжних муфт належать:

- 1) муфти з елементом, що руйнується;
- 2) фрикційні автоматичні нормально замкнені;
- 3) пружинно-кулачкові;
- 4) пружинно-кулькові.

До обгінних муфт належать:

- 1) зубчасто-храпові;
- 2) кулачко-храпові;
- 3) роликові обгінні.

## **Теми для додаткового самостійного вивчення**

1. Конструкції муфт.
2. Розрахунки муфт.