

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

Циклова комісія природничих дисциплін

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

**з навчальної дисципліни «Матеріали та деталі»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів**

за темою - Редуктори. Муфти

Харків 2021

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 23.09.2021 № 8

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 22.09.2021 № 2

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 22.09.2021 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії природничих дисциплін, протокол від
10.09.2021 № 2

Розробник: викладач циклової комісії природничих дисциплін, спеціаліст
першої 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 Технології машинобудування Кременчуцького
національного університету імені Михайла Остроградського, к.т.н., доцент
Долударєв В.М.

План лекції:

1. Редуктори. Загальні відомості. Основні схеми рядових редукторів. Розрахункові параметри редукторів. Планетарні редуктори, їхнє застосування та основні схеми. Кінематика планетарних редукторів. Стандартні редуктори і мотор-редуктори. Загальна характеристика стандартних редукторів і мотор-редукторів. Елементи оптимізації приводів машин. Критерії машин.

Муфти приводів. Загальні відомості. Класифікація муфт.

Рекомендована література:

Основна

1. Н.В.Миленька, О.В.Шахова, Конспект лекцій з курсу „Деталі машин”. Кременчук, 2006, укр.

2. В.Т. Павлине. Основи конструювання та розрахунків деталей машин. Київ, „Вища школа”, 1993, укр.

3. Животовська К.О, Мамлюк О.В. Авіаційні матеріали та їх обробка. Навчальний посібник, Київ, "Вища освіта", 2003

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. Малащенко В.О., Павлине В.Т. Деталі машин. Збірник завдань та прикладів розрахунків. Львів: Видавництво Новий Світ – 2000, 2009. – 136 с/

7. Коновалюк Д.М., Ковальчук Р.М., Байдула В.О., Товстушко М.М. Деталі машин. Практикум. Навч. посіб. К.: Кондор, 2009. – 278 с.

Додаткова

8. Більченко О.В., Дудка О.І., Лобода П.І. Матеріалознавство. Навчальний посібник, Київ, К.Кондор, 2009

9. Хільчевський В.В., Кондратюк С.Є, Степаненко В.О., Лопатько К.Г. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів, Навчальний посібник, Київ, «Либідь», 2002

10. Малащенко В.О., Янків В.В. Деталі машин. Курсове проектування: Навч. посіб. – 3-тє вид., стереотипне. – Львів: “Новий Світ – 2000”, 2007. 252 с.

11. Малащенко В.О., Павлине В.Т. Деталі машин. Збірник завдань та прикладів розрахунків. Львів: Видавництво Новий Світ – 2000, 2009. – 136 с.

Текст лекції

1. Редуктори. Загальні відомості. Основні схеми рядових редукторів. Розрахункові параметри редукторів. Планетарні редуктори, їхнє застосування та основні схеми. Кінематика планетарних редукторів. Стандартні редуктори і мотор-редуктори. Загальна характеристика стандартних редукторів і мотор-редукторів. Елементи оптимізації приводів машин. Критерії машин.

Муфти приводів. Загальні відомості. Класифікація муфт.

Механічний редуктор — механізм на основі однієї або більше передач зачепленням, що входить у приводи машин і служить для збільшення крутного моменту разом із зниженням кутової швидкості веденого валу. У редукторах застосовують зубчасті передачі, ланцюгові передачі, черв'ячні передачі та використовують їх у різних поєднаннях — черв'ячні і зубчасті, ланцюгові та зубчасті і т. д. Існують комбіновані приводи, в яких редуктор komponують із варіатором.

Редуктором називають пристрій, що перетворює високу кутову швидкість обертання вхідного валу у меншу на вихідному валі, підвищуючи при цьому, крутний момент. Пристрій, який перетворює малу кутову швидкість у вищу називають мультиплікатором.

Редуктор зі ступінчастою зміною кутової швидкості називається коробкою передач, із безступінчастою — варіатор.

Споживчі характеристики редукторів визначаються наступними параметрами

кінематичними:

- передатним відношенням u ;
- частотою обертання вихідного валу n ;

динамічними:

- допустимими крутним моментом та консольним навантаженням на вихідному валу;
- коефіцієнтом корисної дії η (ККД).

Циліндричні редуктори

Циліндричні редуктори використовуються для передавання обертального руху між паралельними або співвісними валами за допомогою циліндричних зубчастих передач. Вони мають високий ККД (0,94...0,98 на один ступінь) і великий ресурс роботи (36000...50000 год). Можуть використовуватись у швидкохідних машинах (частота обертання вхідного валу 60 с^{-1} а у спеціальних редукторів до 200 с^{-1}).

Недоліки цих редукторів: підвищені вібрації, що знижуються використанням косозубих та шевронних передач, великі габарити при великих передатних відношеннях.

Виконання:

- одноступінчасті ($u = 1,6 \dots 8,0$)
 - з вертикальним розміщенням зубчастих коліс;
 - з горизонтальним розміщенням коліс;
- двоступінчасті ($u = 7,1 \dots 50$)
 - горизонтальні тривісні;
 - горизонтальні із співвісними колесами
 - горизонтальні із роздвоєним швидкохідним ступенем;
 - горизонтальні із роздвоєним тихохідним ступенем;
 - вертикальні тривісні;
- триступінчасті ($u = 25 \dots 250$).

Конічні редуктори

Конічні редуктори служать для передачі обертального руху між осями, що перетинаються (зазвичай під прямим кутом). ККД становить $0,90 \dots 0,96$ на один ступінь. Використовуються в основному одноступінчасті конічні редуктори, багатоступінчасті виконують комбінованими, переважно конічно-циліндричними. Діапазон передатних відношень конічного ступеня $i = 2 \dots 6,3$. Рівень вібрацій дещо вищий ніж у циліндричних редукторів, зниження вібрацій досягають виконанням зубців тангенціальними або коловими.

До недоліків конічних редукторів слід віднести великі габарити, високу трудомісткість і вартість виготовлення, пов'язані із необхідністю регулювань при складанні, а також, підвищені вимоги до несучої здатності підшипників через переважно консольне виконання ведучого валу.

Виконання:

- одноступінчасті ($u = 2 \dots 6,3$)
 - з горизонтально розташованим веденим валом;
 - з вертикально розташованим веденим валом;
- двоступінчастий конічно-циліндричний ($u = 6,3 \dots 40$)
 - з горизонтально розташованим тихохідним валом;
 - з вертикально розташованим тихохідним валом;
 - з вертикально розташованим швидкохідним валом;

Черв'ячні одноступінчасті редуктори

Черв'ячні редуктори на основі черв'ячної передачі забезпечують крутні моменти на тихохідному валу до $M = 850000 \text{ Н} \cdot \text{м}$, передавальні відношення в діапазоні $u = 8 \dots 80$. Корпуси черв'ячних редукторів виконують з ребрами охолодження та вентилятором, розміщеним на валу черв'яка. У залежності від варіанту конструкції тихохідні вали бувають однокінцевими і двокінцевими. Черв'ячні редуктори передають рух між валами, що перехрещуються під прямим кутом.

Виконання:

- одноступінчасті ($u = 8 \dots 80$)
 - з нижнім розміщенням черв'яка;
 - з верхнім розміщенням черв'яка;
 - з вертикальним розміщенням черв'яка;
 - з горизонтальним (боковим) розміщенням черв'яка;
- двоступінчасті
 - циліндрично-черв'ячні ($u = 16 \dots 200$);
 - черв'ячно-циліндричні ($u = 25 \dots 250$);
 - двочерв'ячні ($u = 63 \dots 4000$).

До переваг можна віднести:

- здатність створювати великі передатні числа ;
- компактність передачі ;
- плавність та безшумність у роботі ;
- самогальмівна передача(передає крутний момент тільки в одному напрямі, від черв'яка до черв'ячного колеса) ;
- постійне передатне число ;

Недоліки:

- низький ККД;
 - $z = 1 \quad \eta = 0.6 \dots 0.75$;
 - $z = 2 \quad \eta = 0.8 \dots 0.85$;
 - $z = 4 \quad \eta = 0.85 \dots 0.95$;
- нагрів передачі при роботі ;
- недоцільність використання таких передач для великих потужностей (\leq сотен кіловат);
- необхідність використання кольорових металів для зменшення тертя.

Планетарні і хвильові редуктори

У планетарних редукторах використовуються планетарні передачі, у яких осі певних коліс (сателітів) закріплені на рухомій деталі. Їх ККД досить високий (0,9...0,95). Такі редуктори мають різне конструктивне виконання у залежності від того, який тип передачі використовується (зубчасті циліндричні зовнішнього зачеплення, зубчасті циліндричні внутрішнього зачеплення, конічні зубчасті), яке з центральних коліс є нерухомим та ін.

Перевагою планетарних редукторів є мала питома матеріаломісткість при достатній навантажувальній здатності і довговічності у зв'язку з багатопарним зачепленням (потужність передається у декілька потоків).

Редуктори на основі хвильової передачі можна розглядати як різновид планетарного редуктора на основі гнучкого проміжного колеса. Передаточні числа хвильових редукторів складають $u = 80 \dots 300$ і більше. Такі редуктори мають високу навантажувальну здатність у зв'язку з багатопарністю зачеплення.

Мотор-редуктори

Мотор-редуктор це агрегат, що суміщає в одному корпусі електродвигун і редуктор. Це дозволяє добитися більшої точності взаємного розташування валів редуктора і електродвигуна та зменшення кількості деталей.

Серійно випускаються мотор-редуктори:

- циліндричні двоступінчасті співвісні типу МЦ2С (крутний момент на тихохідному валу $M = 125 \dots 1000 \text{ Н} \cdot \text{м}$, частота обертання тихохідного вала $n = 28 \dots 180 \text{ об/хв}$);
- планетарно-зубчасті, двоступінчасті типу МП₃2 ($M = 125 \dots 1000 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $n = 18 \dots 90 \text{ об/хв}$);
- хвильові горизонтальні типу МВ₃ ($M = 90 \dots 1000 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $n = 5,8 \dots 18 \text{ об/хв}$).

Муфта — вузол (деталь) привода механізму (машини), котрий передає обертовий рух та/або крутний момент, з одного вала на інший, котрий зазвичай розташований на одній осі з першим чи під кутом до нього, або з вала на деталь (шків, зубчасте колесо тощо), що вільно розташована на ньому, без зміни крутного моменту за величиною.

Крім зазначеного, муфти приводів можуть виконувати інші важливі функції: компенсацію невеликих монтажних відхилень взаємного розташування вузлів і агрегатів, роз'єднання валів, автоматичне керування роботою машини,

плавне сполучення валів при запуску машин, захист машин від поломок в аварійному режимі тощо.

Жорсткі (глухі) муфти — забезпечують жорстке сполучення валів. Вони забезпечують стале особливо точне і надійне сполучення валів з допустимим зміщенням осей 0,002...0,005 мм:

втулкові (за ДСТУ 3173-95);

фланцеві (за ДСТУ 3172-95);

поздовжньо-скручувальні (за ДСТУ 2123-92).

Компенсаційні муфти — компенсують радіальні, осьові і кутові зміщення валів :

шарнірні (карданні) муфти — кутове зміщення до 45° (за ДСТУ 3522-97)

зубчасті за ДСТУ 2742-94;

ланцюгові (за ДСТУ 2132-93);

кулачково-дискові (муфта Олдема) за ДСТУ 2131-93

Пружні муфти — компенсують динамічні навантаження (коливання, поштовхи, удари) та невеликі радіальні та кутові зміщення:

муфти з тороподібною оболонкою (за ДСТУ 2124-93);

втулково-пальцеві (за ДСТУ 2128-93);

муфти із зірочкою (за ДСТУ 2129-93)

Зчіпні муфти — для сполучення або роз'єднання валів або валів зі встановленими на них деталями через органи керування, поділяються на:

муфти зачеплення (зчіпні зубчасті, кулачкові);

фрикційні (див. також Муфта зачеплення).

Самокеровані (автоматичні) муфти — спрацьовують автоматично при досягненні якоюсь із величин, що характеризує режим роботи муфти певного значення:

обгінні муфти — передача обертання тільки в одному напрямі (ГОСТ 12935-76);

відцентрові — обмеження частоти обертання;

запобіжні муфти — обмеження моменту, що передається (за принципом роботи бувають: з елементом, що руйнується, пружинно-кулачкові за ДСТУ 2130-93, кулькові (пружинно-кулькові) за ДСТУ 2134-93 і фрикційні за ДСТУ 3174-95).

Гідравлічні (гідродинамічні) муфти — гідродинамічна передача, яка передає потужність, не змінюючи моменту.

незамкнені — з регульованим об'ємом рідини;

замкнені (нерегульовані) — із сталим заповненням.

В'язкісні муфти — муфти, що здатні передавати крутні моменти за посередництвом рідини з високою в'язкістю.

Електромагнітні і магнітні.

Різновиди муфт за використанням

Муфта гирлова — муфта для з'єднання підводного гирлового устаткування з гирлом підводної частини свердловини.

Муфта гирлова цангова — муфта на блоці превенторів чи водовіддільної колони для стикування їх з гирловою головкою підводної свердловини.

Муфта глуха — пробка, заглушка.

Муфта ексцентрикова — муфта, яка складається з двох універсальних шарнірів, що забезпечує можливість гвинтам свердловинного гвинтового насоса в обоймах здійснювати складне планетарне обертання.

Муфта пускова — муфта, яка з'єднує вали протектора та свердловинного гвинтового насоса, забезпечує за допомогою висувних кулачків пуск насоса після досягнення ротором електродвигуна частоти обертання, відповідної максимальному крутному моменту, і захищає насос від зворотного обертання.

