

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Навчально-науковий Аерокосмічний інститут
Механіко-енергетичний факультет
КАФЕДРА МАШИНОЗНАВСТВА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____ (Кіндрачук М.В.)
(підпис) (ПІБ)

«_____» _____ 2016 р.

Методичні рекомендації з самостійної роботи студентів
з опанування навчального матеріалу з дисципліни «Деталі машин»
(мова навчання – українська)

Розробники: П.Носко
П.Філь

Дисципліна „Деталі машин” завершує цикл загальноінженерних дисциплін, що поєднують теорію і методику інженерних розрахунків на міцність деталей та вузлів машин і забезпечують фундаментальну підготовку фахівців.

Мета викладання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є вивчення студентами основ розрахунку, проектування і конструювання типових деталей та вузлів загального призначення і деталей авіаційної техніки.

Завдання вивчення навчальної дисципліни

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є вивчення загальних принципів проектування і конструювання деталей і вузлів загального та спеціального призначення, які зустрічаються в різних механізмах і машинах, побудова моделей і алгоритмів розрахунку типових виробів машинобудування із врахуванням їх головних критеріїв працездатності, що необхідні при створенні нового або модернізації і надійній експлуатації діючого обладнання галузі.

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тематичний план навчальної дисципліни

/п	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)				
		Усього	Лекції	Лабораторні	Практичні заняття	СРС
1 „Механічні передачі машин”						
1.	Класифікація та конструкція механічних, зубчастих, черв'ячних передач, їх опорні вузли та з'єднання	5				5
2.	Зубчасті передачі. Конструювання коліс та розрахунки на міцність	18	6	6		6
3.	Черв'ячні передачі. Конструкції та розрахунок на міцність.	18	6	6		6
4.	Пасові та ланцюгові передачі. Загальні відомості та розрахунки на міцність.	12	4	4		4
5.	Планетарні зубчасті механізми. Загальні відомості.	9	2	4		3
6.	Модульна контрольна робота № 1	3		2		1
Усього		65	18	22		25

/п	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)				
		Усього	Лекції	Лабораторні	Практичні заняття	СРС
2 „Деталі обертального руху та з'єднання деталей машин”						
1.	Осі та вали. Конструкції та розрахунки на міцність	6	2	2		2
2.	Підшипники ковзання та кочення. Конструкції та розрахунки.	12	4	4		4
3.	Муфти. Конструкції та перевірні розрахунки.	3	2			1
4.	Шпонкові та шліцьові з'єднання	3	2			1
5.	Різьбові з'єднання та їх розрахунки на міцність	12	4	4		4
6.	Заклепочні та зварні з'єднання. Розрахунки на міцність.	3	2			1
7	Модульна контрольна робота № 2	3		2		1
Усього за модулем № 2		42	16	12		14
3 „Курсовий проект”						
1.	Розрахунок та конструювання приводів машин	54				54
Усього		54				54
Усього за навчальною дисципліною		161	34	34		93

Лекційні заняття, їх тематика і обсяг

№ п/п	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год)	
		Лекції	СРС
1 „Механічні передачі машин”			
1.1.	Вступ до дисципліни. Основи конструювання та розрахунку деталей машин та їх вузлів	2	1
1.2.	Механічні передачі машин. Основні кінематичні та силові співвідношення в механічних передачах	2	1
1.3.	Зубчасті передачі. Геометричні характеристики циліндричних зубчастих коліс	2	1
1.4.	Матеріали зубчастих коліс та види термообробки. Визначення допустимих контактних та згинальних напружень	2	1
1.5.	Розрахунок на згин зубів циліндричних прямозубих зубчастих коліс	2	1
1.6.	Розрахунок зубів циліндричних прямозубих зубчастих коліс на контактну міцність	2	1
1.7.	Особливості конструювання та розрахунку косозубих та конічних зубчастих коліс	2	1

№ п/п	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год)	
		Лекції	СРС
1.8.	Черв'ячні передачі. Основні геометричні співвідношення, коефіцієнт корисної дії передачі, швидкість ковзання та сили в зачепленні.	2	1
.9.	Розрахунок черв'ячних передач на міцність. Тепловий розрахунок черв'ячного редуктора.	2	1
Усього		18	9
2 „Деталі обертового руху та з'єднання деталей машин”			
1.	Вали та осі. Конструкції та матеріали осей і валів. Розрахункові схеми валів та осей. Критерій розрахунку. Розрахунок валів на статичну і втомну міцність.	2	1
2.	Підшипники кочення. Класифікація і конструкції підшипників. Підбір підшипників за статичною та динамічною вантажопідйомністю та їх розрахунки.	2	1
3.	Муфти приводів. Конструкції та підбір муфт. Перевірні розрахунки муфт.	2	1
4.	Різьбові з'єднання. Загальні відомості. Геометричні параметри різьби. Силкові співвідношення в різьбових з'єднаннях.	2	1
5.	Основні типи різьб, їх стандартизація. Елементи теорії гвинтової пари. Умова самогальмування, ККД гвинтової пари. Методи стопоріння з'єднань. Розрахунок болтових з'єднань.	2	1
6.	Шпонкові з'єднання, типи шпонкових з'єднань. Добирання шпонок і перевірний розрахунок шпонкових з'єднань.	2	1
7.	Шліцьові з'єднання. Призначення, типи та галузь використання. Перевірний розрахунок на міцність. Використання шліцьових з'єднань в вузлах авіаційної техніки.	2	1
8.	Заклепкові та зварні з'єднання. Розрахунок на міцність заклепкових та зварних з'єднань в вузлах авіаційної техніки.	2	1
Усього		16	8
Усього за навчальною дисципліною		34	17

Лабораторні заняття, їх тематика і обсяг

/п	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год)	
		Лабораторні	СРС
1 „Механічні передачі машин”			
1.	Визначення основних кінематичних та силових характеристик механічних передач	6	3
2.	Визначення коефіцієнта корисної дії черв'ячного редуктора	6	3
	Визначення тягової здатності пасових передач	4	2

3.			
4.	Визначення передаточного відношення планетарних передач	4	2
Усього		20	10
2 „Деталі обертального руху та з'єднання деталей машин”			
1.	Визначення критичної частоти обертання вала	2	1
2.	Приклад підбору і розрахунку підшипників кочення	4	2
3.	Дослідження роботи різьбових з'єднань	4	2
Усього		10	5
Усього за навчальною дисципліною		30	15

Самостійна робота студентів і контрольні заходи

№ п/п	Зміст самостійної роботи	Обсяг СРС (годин)
1.	Опрацювання лекційного матеріалу	17
2.	Підготовка до лабораторних занять	15
3.	Вивчення класифікації механічних передач	1
4.	Вивчення класифікації та конструкції зубчастих передач	1
5.	Вивчення класифікації черв'ячних передач та їх розрахунок на міцність	1
5.	Вивчення класифікації та конструкції підшипників кочення	1
6.	Вивчення з'єднань деталей машин та розрахунок їх на міцність	1
7.	Виконання курсового проекту	54
8.	Підготовка до модульних контрольних робіт	2
Усього за навчальною дисципліною		93

Курсовий проект

Метою виконання курсового проекту є закріплення знань, одержаних студентом при вивченні дисципліни, набуття практичних навичок силового розрахунку механізмів, засвоєння методів розрахунку і конструювання типових деталей вузлів та механізмів і машин в цілому.

Курсовий проект складається із розрахункової та графічної частин. Графічна частина виконується на папері для креслення формату А1 (три аркуша). Приблизний об'єм розрахункової частини (розрахунково-пояснювальної записки) складає 20...25 сторінок рукописного тексту. Час на виконання курсового проекту складає 54 години.

Завдання на курсовий проект студенти отримують із методичних вказівок, розроблених кафедрою.

Виконання, оформлення та захист КП здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Графік виконання курсового проекту

Етап	Зміст роботи	Термін виконання, номер тижня	Обсяг, год.
1	2	3	4
1	Розрахунок основних вузлів приводу та виконання його ескізного проекту	6	20
2.	Креслення 2 – 3 деталей редуктора	12	20
3.	Збірне креслення загального виду приводу	15-17	14
Всього			54

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1 „Механічні передачі”

Тема 1. Основні поняття та визначення з основ розрахунку та конструювання деталей машин.

Основні сучасні напрями розвитку машинобудування та авіаційної техніки. Роль дисципліни „Деталі машин” в підготовці фахівців з технічного обслуговування повітряних суден та авіадвигунів. Класифікація деталей та вузлів. Види навантажень, що діють на деталі машин. Основні критерії працездатності машин.

Тема 2. Загальні відомості про передачі.

Призначення передач та їх класифікація. Основні кінематичні та силові співвідношення в передачах. Використання механічних передач в авіаційній техніці.

Тема 3. Фрикційні передачі.

Загальні відомості, класифікація, конструкції та принцип дії. Розрахунок циліндричних фрикційних передач на міцність. Фрикційні передачі в машин обудуван ні.

Тема 4. Основні поняття про зубчасті передачі

Загальні відомості. Види зубчастих передач. Основи теорії евольвентного зачеплення. Матеріали зубчастих коліс та види їх термічної обробки. Розрахункове навантаження. Види руйнування зубів та критерії працездатності зубчастих передач. Допустимі напруження.

Тема 5. Циліндричні прямозубі передачі.

Загальні відомості. Геометричні параметри циліндричних зубчастих передач. Сили в зачепленні прямозубої передачі. Розрахунок на витривалість за контактними та згинальними напруженнями.

Тема 6. Циліндричні косозубі передачі.

Загальні відомості. Основні геометричні параметри. Сили в зачепленні. Еквівалентне колесо. Розрахунок за контактними та згинальними напруженнями. Шевронні циліндричні передачі.

Тема 7. Конічні зубчасті передачі.

Загальні відомості. Геометричні параметри конічних зубчастих коліс. Сили в зачепленні. Розрахунок за контактними та згинальними напруженнями.

Тема 8. Планетарні зубчасті передачі.

Загальні відомості, передаточне відношення, галузь застосування та різновидності планетарних передач. Сили в зачепленні. Розрахунок на міцність планетарних передач.

Тема 9. Черв'ячні передачі.

Загальні відомості. Класифікація черв'ячних передач. Основні геометричні співвідношення в черв'ячних передачах. Матеріали черв'ячної пари, види руйнування та допустимі напруження. Швидкість ковзання в черв'ячному зачепленні та коефіцієнт корисної дії передачі. Сили в зачепленні. Розрахунок черв'ячних передач на міцність. Тепловий розрахунок черв'ячних передач. Застосування черв'ячних передач в авіаційній техніці.

Тема 10. Хвильові зубчасті передачі

Загальні відомості. Основні конструктивні елементи хвильових передач. Типи генераторів хвиль. Матеріали передач. Передаточне число хвильових передач. Розрахунок хвильових передач. Використання хвильових передач в машинобудуванні.

Тема 11. Пасові передачі.

Загальні відомості. Геометричні співвідношення та сили в передачі. Напруження в пасах. Ковзання, передаточне відношення і коефіцієнт корисної дії передачі. Тягова здатність пасових передач. Довговічність паса. Способи натягання пасів. Розрахунок клинопасових та зубчастопасових передач.

Тема 12. Ланцюгові передачі.

Загальні відомості. Основні геометричні параметри та кінематика передачі. Приводні ланцюги та зірочки. Критерії працездатності та розрахунок ланцюгових передач.

Тема 13. Передача гвинт-гайка.

Загальні відомості, конструкція та класифікація. Галузь застосування передач. Конструювання та розрахунок передач гвинт-гайка з тертям кочення та ковзання. Передачі гвинт-гайка у механізмах авіаційної техніки та у технологічному устаткуванні.

2. „Деталі обертального руху та з'єднання деталей”.

Тема 2.1. Вали та осі.

Призначення та характер роботи. Конструкції валів та осей. Проектний та перевірний розрахунки валів. Матеріали для виготовлення валів. Особливості конструювання валів та осей редукторів та авіаційних механізмів.

Тема 2.2. Підшипники кочення.

Загальні відомості. Класифікація і маркування підшипників кочення. Основні типи підшипників кочення. Вибір підшипників за динамічною та статичною вантажопідйомністю. Особливості конструювання опорних вузлів авіаційних редукторів з підшипниками кочення.

Тема 2.3. Підшипники ковзання.

Загальні відомості. Конструкції підшипників та галузь використання. Матеріали підшипників. Підшипники з граничним та рідинним тертям. Основи розрахунку підшипників. Використання підшипників ковзання в опорних вузлах механізмів авіаційної техніки.

Тема 2.4. Муфти.

Загальні відомості про муфти. Некеровані, керовані та самокеровані муфти. Додаткові сили від муфт на елементи конструкції. Підбір муфт. Перевірні розрахунки та конструювання муфт.

Тема 2.5. Різьбові з'єднання.

Загальні відомості. Геометричні параметри різьби. Основні типи різьб, їх стандартизація. Силіві співвідношення в різьбових з'єднаннях. Елементи теорії гвинтової пари. Умова самогальмування, ККД гвинтової пари. Основні кріпильні елементи. Методи стопоріння з'єднань. Розрахунки болтових з'єднань: навантажених тільки осьовою силою; навантажених осьовою силою та моментом затяжки; навантажених силами зсуву в

площині стику. Розрахунок групових болтових з'єднань. Конструювання різьбових з'єднань в авіаційних механізмах. Класи міцності та матеріали різьбових деталей.

Тема 2.6. Шпонкові та шліцьові з'єднання.

Загальні відомості. Основні типи шпонкових з'єднань. Добирання шпонок і перевірний розрахунок з'єднань.

Шліцьові з'єднання. Призначення, типи та галузь використання. Перевірний розрахунок на міцність. Використання шліцьових з'єднань в вузлах авіаційної техніки.

Тема 2.7. Заклепкові з'єднання.

Загальні відомості. Типи заклепок та заклепкових швів. Матеріали заклепок. Розрахунок заклепкових з'єднань. Особливості роботи заклепкових з'єднань в авіаційних конструкціях.

Тема 2.8. Зварні з'єднання.

Загальні відомості та галузь їх використання. Типи зварних швів. Розрахунок зварних з'єднань навантажених силою та моментом. Конструювання зварних з'єднань в машинобудуванні і авіаційних конструкціях.

Модуль №3 „Курсовий проект”.

Курсовий проект (КП) з дисципліни виконується в п'ятому семестрі. Відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань та вмінь з основ розрахунку та конструювання механічних передач та приводів авіаційних механізмів.

Виконання КП є важливим етапом у підготовці до виконання дипломного проекту майбутнього фахівця з технічного обслуговування авіаційної техніки.

Метою курсового проекту є виконання кінематичного та силового розрахунку механічних передач редукторів, підбір підшипників та перевірка їх на довговічність, підбір шпонок та перевірка їх на міцність, вибір мащення зубчастих передач та підшипників, виконання графічної частини та оформлення розрахунково-пояснювальної записки до курсового проекту згідно із ЕСКД.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен:

Знати:

- основні типи сучасних механічних передач, їх будову та конструкцію;
- принципи побудови механізмів і машин та особливості їх функціонування;
- методику вибору матеріалів і допустимих напружень;
- методику розрахунку на міцність типових деталей механічних передач машинобудування та авіаційної техніки;
- методику розрахунку та конструювання типових деталей обертального руху машинобудування та авіаційних механізмів;
- методику розрахунку на міцність розбірних та нерозбірних з'єднань деталей машинобудування та авіаційних механізмів.

Вміти:

- виконувати проектно-конструкторський розрахунок на міцність типових деталей та вузлів машин;
- розробляти раціональну схему механізму;
- розв'язувати окремі задачі проектування та конструювання деталей та вузлів за заданими початковими умовами;
- формувати технічне завдання на конструювання деталей і механізмів загального призначення;

- виконувати стадії розробки проектно-конструкторської документації та зміст окремих етапів проектування;

У результаті засвоєння навчального 1 „Механічні передачі машин” студент повинен:

Знати:

- основні типи сучасних механічних передач, їх будову та конструкцію;
- методику вибору матеріалів, термічної обробки та допустимих напружень;
- методику розрахунку на міцність типових деталей загального машинобудування та авіаційної техніки;

Вміти:

- виконувати проектно-конструкторський розрахунок на міцність типових деталей та вузлів машин;
- розв’язувати окремі задачі проектування та конструювання деталей та вузлів за заданими початковими умовами;
- формувати технічне завдання на конструювання деталей і механізмів загального призначення.

У результаті засвоєння навчального матеріалу навчального 2 „Деталі обертального руху та з’єднання деталей машин” студент повинен:

Знати:

- конструкцію таких деталей, як осі, вали, підшипники, муфти та методику їх розрахунку;
- конструкцію з’єднань за допомогою болтів, гвинтів та шпильок та методику їх розрахунку на міцність;
- конструкцію заклепкових і зварних з’єднань та методику їх розрахунку на міцність.

Вміти:

- визначати сили та моменти, які діють на деталі обертального руху;
- складати розрахункові схеми валів для проектного і перевірного розрахунків;
- розробляти раціональну схему механізму;
- розраховувати на міцність деталі обертального руху;
- розраховувати на міцність з’єднання за допомогою болтів, гвинтів і шпильок; розраховувати на міцність заклепкові та зварні з’єднання;
- формувати технічне завдання на проектування механізмів та визначати вихідні дані.

У результаті виконання курсового проекту студент повинен:

Знати:

- конструкцію та будову сучасних механічних передач загального машинобудування та авіаційної техніки;
- методику вибору матеріалів, термічної обробки та допустимих напружень при розрахунках механічних передач на міцність;
- методику вибору підшипників кочення, муфт;
- методику розрахунку таких з’єднань, як шпонкові, шліцьові, зварні, різьбові та заклепкові;
- методику вибору сорту мастила для редукторів.

Вміти:

- виконати розрахунки на міцність механічних передач, валів та осей, шпонкових з’єднань, підбір підшипників та мастильних матеріалів;
- призначати допуски та посадки при конструюванні деталей машин;

- виконати графічну частину курсового проекту, яка складається з креслення редуктора в двох – трьох проекціях, робочих креслень деталей та креслення загального виду приводу;
- оформити розрахунково-пояснювальну записку до курсового проекту згідно із ЕСКД.

1. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Основні рекомендовані джерела

- 3.1.1. В.Т. Павлице Основи конструювання та розрахунок деталей машин. К.: Вища шк., 1993.-556 с.
- 3.1.2. В.М. Павлов, А.С. Крижановський, Г.М. Борозенець та ін. Деталі машин. Конспект лекцій. - К.: НАУ, 2008. - 164 с.
- 3.1.3 М.Н. Иванов Детали машин.-М.: Высш. шк., 1991. -383 с.
- 3.1.4. Н.Ф. Киркам, Р.А. Баласанян Расчет и проектирование деталей машин. Часть II. - Харьков, Выща шк., 1988. - 140 с.
- 3.1.5. Справочно-методическое пособие. В 2-х кн. Под ред. П.Н. Учаева. - М.; Машиностроение, 1988. - 544 с.

1.2. Додаткові рекомендовані джерела

- 3.2.1 В.Д. Чернілевський, В.С. Павленко, М.В. Любін Технічна механіка. Кн. 4. Деталі машин, К.: ПМК ВО, 1992. - 360 с.
- 3.2.2. Цехнович Л.И., Петриненко И.П. Атлас конструкции редукторов.- К.: „Вища школа”, 1990.- 151с.
- 3.2.3. Баласанян Р.А. Атлас деталей машин. - Х.: Основа, 1996. - 256 с.
- 3.2.4. С.А. Чернявский, Г.М. Ицкович, К.Н. Боков и др. Курсовое проектирование деталей машин. -М.: Машиностроение 1987. -416 с.