

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ.**
для студентів спеціальностей 6.090200
напряму “Інженерна механіка”
заочної форми навчання

Всі цитати, цифровий
та фактичний матеріал,
бібліографічні відомості
перевірені. Написання
одиниць відповідає
стандартам

СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри
технічної механіки і
пакувальної техніки
Протокол № 20
від 25.06.2002р.

Підписи авторів _____
“ _____ ” _____ 2002 р.

Підпис завідувача кафедри _____
“ _____ ” _____ 2002 р.

Підпис рецензента _____
“ _____ ” _____ 2002р.

Київ НУХТ 2002

Теорія механізмів і машин.: Методичні вказівки для студ. спец. 6.090200
напряму “Інженерна механіка” заочн. форми навчан. / Уклад. : В.М. Любімов,
О.І. Ковальов, В.Б. Костін – К.:

Рецензент К.В. Васильківський, канд. техн. наук

Укладачі: В.М. Любімов

О.І. Ковальов

В.Б. Костін, кандидати технічних наук

Відповідальний за випуск : А.І. Соколенко, доктор технічних наук, проф.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.

Основне завдання вивчення курсу “Теорія механізмів і машин” (ТММ) – опанування методів дослідження і створення схем механізмів, необхідних для проектування машин, приладів, автоматичного обладнання, які б відповідали сучасним вимогам ефективності, економічності і конкурентноспроможності.

Навчальна робота студента – заочника з курсу ТММ включає вивчення теоретичного матеріалу за підручниками, розв’язування типових задач, виконання контрольних та лабораторних робіт, курсового проекту. Вивчення теоретичного матеріалу має супроводжуватися складанням конспекту, де доцільно занотувати основні позиції і висновки. Перед виконанням контрольної роботи необхідно вивчити необхідний розділ за підручником, самостійно розв’язати кілька типових задач. Виконана контрольна робота рецензується викладачем і захищається студентом під час сесії. До екзамену допускаються студенти, які успішно захистили контрольну роботу.

Виконання лабораторних робіт сприяє поглибленню теоретичних знань і набуттю навичок експериментальних досліджень механізмів і машин.

Під час виконання курсового проекту формуються навички з використання основ теорії при розв'язанні конкретних прикладних задач аналізу та синтезу механізмів. Готовий курсовий проект рецензується викладачем, після чого студент його захищає.

Література

Основна:

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. - М.: Наука, 1975.- 640 с.
2. Заблонский К.И., Белоконев И.М. , Щекин Б.М. Теория механизмов и машин. – К.: Вища школа., 1989. – 376/
3. Кініцький Я.Т. Теорія механізмів і машин. Текст лекцій.- Хмельницький: ХТУ, 1990.
4. Кожевников С.Н. Теория механизмов и машин. – М.: Машиностроение, 1973. – 591с.
5. Кореняко А.С. Теория механизмов и машин. – К.: Вища школа, 1987. – 206с.
6. Левитский Н.Ч. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1973. – 576с.
7. Теория механизмов и машин./ Под ред. К.В. Фролова. – М.: Высшая школа, 1987. – 496с.
8. Юдин В.А.. Петрокас Л.В. Теория механизмов и машин. – М.: Высшая школа, 1977. – 527с.

Допоміжна:

1. Артоболевский И.И., Эдельштейн Б.В. Сборник задач по теории механизмов и машин. – М.: Наука. 1973. – 256с.
2. Алехнович Н.В. Сборник контрольных работ и курсовых проектов по теории механизмов и машин. – Минск: Высшая школа, 1970. – 252с.
3. Девойно Г.Н. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин. – Минск: Высшая шк., 1986. – 285с.

4. Курсовое проектирование по теории механизмов и машин./ Под ред. А.С. Кореняко. – К.: Вища шк., 1970. – 332с.
5. Любімов В.М., Сторіжко Й.І., Соколенко А.І., Костін В.Б. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи “Структурний аналіз плоских механізмів”.- К.: УДУХТ, 1995.
6. Сторіжко Й.І., Любімов В.М., Костюк В.С. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи “Визначення коефіцієнтів тертя в підшипниках методом інерційного вибігу”.– К.: УДУХТ, 1995.
7. Соколенко А.І., Сторіжко Й.І., Любімов В.М., Ковальов О.І. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи “Зрівноваження мас, що обертаються”. – К.: УДУХТ, 1995.
8. Любімов В.М., Сторіжко Й.І., Соколенко А.І., Костін В.Б. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи “Синтез евольвентного зубчастого зачеплення”. - К.: УДУХТ, 1995.

ПРОГРАМА КУРСУ.

Тема 1. Вступ.

Головні задачі машинобудування в галузі створення нових механізмів і машин, автоматизації і механізації виробничих процесів. Історія розвитку науки про механізми і машини. Значення курсу ТММ для інженерної освіти.

Тема 2. Структура механізмів.

Основні поняття і визначення ТММ: механізм і машина, кінематичні ланцюги, ланки, кінематичні пари і їх класифікація. Основні види механізмів. Ступені вільності плоских і просторових механізмів. Узагальнені координати механізму. Надлишкові пов'язі і місцеві рухомості в механізмах. Структурні групи та їх класифікація. Утворення механізмів методом нашарування структурних груп. Структурний аналіз і синтез механізмів.

Тема 3. Кінематичний аналіз механізмів.

Загальні методи і задачі кінематичного аналізу механізмів. Побудова положень ланок механізму і траєкторій окремих точок. Графічне дослідження кінематики у плоских важільних механізмів методом планів швидкостей і прискорень і методом діаграм. Аналітичне дослідження кінематики плоских важільних механізмів методом замкнених векторних контурів. Експериментальні методи дослідження механізмів.

Тема 4. Кінетостатичний аналіз механізмів.

Основні задачі кінетостатичного дослідження механізму. Характеристики сил, що діють на ланки механізму. Сили інерції ланок плоских механізмів. Побудова розрахункової схеми механізму. Силевий розрахунок груп Ассура 2-го класу. Силевий розрахунок механізму 1-го класу. Важіль М.Є. Жуковського.

Тема 5. Динамічний аналіз машин і механізмів.

Основні задачі динамічного аналізу механізмів. Динамічна модель механізму (еквівалентний механізм). Зведення сил і моментів сил. Зведення мас і моментів інерції. Режими руху механізму. Рівняння руху механізму у формі енергії і в формі моментів (енергетична і диференційна форма). Визначення закону руху ланки зведення механізму при умові, що моменти сил і моменти інерції – функції положень ланок.

Тема 6. Регулювання руху машин і механізмів.

Періодична нерівномірність ходу механізму при усталеному русі. Визначення моменту інерції маховика за методом Віттенбауера. Визначення розмірів і маси маховика. Неперіодична нерівномірність ходу механізму при усталеному русі. Кінетостатика відцентрового регулятора.

Тема 7. Тертя в механізмах і машинах.

Природа сили тертя ковзання. Закони тертя. Тертя в поступальній парі. Тертя в обертальній парі. Тертя на кільцевій поверхні. Тертя у жолобі. Тертя на нахиленій поверхні. Самогальмування. Природа сил тертя кочення. Переміщення вантажу по катках і на колесах. Коефіцієнт корисної дії механізму і систем механізмів при їх різному з'єднанні.

Тема 8. Зрівноваження ланок і механізмів. Віброактивність і віброзахист.

Види не зрівноваженості механізмів. Статичне зрівноваження. Момент не зрівноваження. Неврівноваженість ротора і її види. Джерела коливань і об'єкти віброзахисту. Основні методи віброзахисту. Віброізоляція. Динамічне гасіння коливань. Ударні гасителі коливань. Поглинальники коливань з в'язким та сухим тертям.

Тема 9. Синтез важільних механізмів.

Вхідні і вихідні параметри синтезу і його етапи. Цільові функції, обмеження і додаткові умови синтезу. Синтез за заданими положеннями вхідної і вихідної ланок з урахуванням допустимих кутів тиску. Синтез за коефіцієнтом зміни середньої швидкості вихідної ланки. Синтез за заданою безперервною функцією положення і траєкторією заданої точки механізму. Маніпулятори і роботи: основні поняття і визначення. Структурний синтез маніпуляторів.

Тема 10. Синтез зубчастих передач.

Класифікація зубчастих передач і область їх використання. Основна теорема зачеплення. Графічний метод синтезу спряжених поверхонь (спосіб Рело). Циліндрична зубчаста передача. Евольвентні зубчасті колеса і зачеплення. Верстатне зачеплення. Підрізування та загострення зубців. Основні геометричні співвідношення евольвентної передачі. Якісні показники. Передачі, складені з косозубих коліс. Передачі Новикова. Конічна зубчаста передача. Основні геометричні співвідношення конічної передачі. Черв'ячна передача. Геометричні параметри черв'яка і черв'ячного колеса. Гвинтові і гепоїдні передачі.

Кінематичний аналіз багатоланкових зубчастих передач з нерухомими осями коліс, планетарних та диференціальних механізмів. Хвильова зубчаста передача.

Тема 11. Синтез кулачкових механізмів.

Класифікація і призначення кулачкових механізмів. Закони руху штовхача. Силіві залежності в кулачковому механізмі. Визначення основних

розмірів кулачка за критеріями допустимого кута передачі руху і випуклості профілю.

ПИТАННЯ ДО САМОПІДГОТОВКИ.

1. Вступ.

1.1. Історія і перспективи розвитку науки про механізми і машини.

1.2. Місце і значення курсу ТММ у підготовці інженерів.

2. Структура механізмів.

2.1. Основні поняття і визначення ТММ: машина, механізм, кінематичний ланцюг, ланка, кінематична пара.

2.2. Класифікація кінематичних ланцюгів, ланок і кінематичних пар.

2.3. Ступені рухомості плоских і просторових механізмів.

2.4. Механізми з пасивними ланками і ланками, що утворюють зайві ступені вільності.

2.5. Порядок структурного аналізу плоских механізмів.

2.5.1. Класифікація структурних груп.

2.5.2. Утворення плоских важільних механізмів нашаруванням структурних груп

2.5.3. Визначення класу складного механізму.

2.5.4. Формула будови механізму

3. Кінематичний аналіз механізмів.

3.1. Уявлення про аналіз та синтез механізмів. Задачі і методи кінематичного аналізу.

3.2. Побудова планів положень важільних механізмів. Робочий і холостий хід. Визначення крайніх положень.

3.3. Побудова планів швидкостей важільних механізмів на прикладі шарнірного чотири ланкового, кривошипно-повзунного та кривошипно-кулісного механізмів.

3.4. Обчислення модуля і визначення напрямку кутових швидкостей ланок.

3.5. Побудова планів прискорень для цих важільних механізмів.

- 3.6. Обчислення модуля і визначення напрямку кутових прискорень ланок.
- 3.7. Кінематичне дослідження механізмів методом діаграм.
- 3.8. Визначення кінематичних параметрів плоского чотириланкового механізму методом замкненого векторного контуру.
4. Кінетостатичний аналіз механізмів.
 - 4.1. Класифікація сил, які діють на ланки механізмів і машин.
 - 4.2. Задачі кінематичного аналізу механізмів. Умови статичної визначеності сил, які діють у плоских важільних механізмах.
 - 4.3. Визначення реакцій в кінематичних парах двоповодкових груп.
 - 4.4. Кінетостатика механізму першого класу.
 - 4.5. Теорема про “жорсткий важіль Жуковського”.
5. Динамічний аналіз машин і механізмів.
 - 5.1. Динамічна модель машинного агрегату.
 - 5.2. Зведення сил і моментів сил.
 - 5.3. Зведення мас і моментів інерції.
 - 5.4. Рівняння руху машини в формі рівняння кінетичної енергії.
 - 5.5. Рівняння руху машини у формі диференційного рівняння.
6. Регулювання руху машин і механізмів.
 - 6.1. Режими руху машинного агрегату, коефіцієнт нерівномірності ходу машини при усталеному русі.
 - 6.2. Періодична нерівномірність ходу машин. Визначення моменту інерції маховика за методом Віттенбауера.
 - 6.3. Неперіодична нерівномірність ходу машин. Кінетостатика відцентрового регулятора.
7. Тертя в механізмах і машинах.
 - 7.1. Механічна і молекулярна теорії тертя ковзання. Закони тертя ковзання.
 - 7.2. Тертя в поступальній парі.
 - 7.3. Тертя в обертальній парі.
 - 7.4. Тертя у п'яті.
 - 7.5. Тертя в жолобі.

- 7.6. Тертя при переміщенні вантажу по похилій поверхні. Рушійна сила паралельна похилій поверхні. Рушійна сила прикладена горизонтально. Самогальмування.
- 7.7. Коефіцієнт корисної дії при послідовному і паралельному з'єднанні механізмів .
8. Зрівноваження ланок і механізму. Віб्रोактивність і віброзахист.
 - 8.1. Зрівноваження обертових мас, розташованих в одній площині.
 - 8.2. Зрівноваження обертових мас, розташованих в паралельних площинах.
 - 8.3. Статичне зрівноваження мас плоских важільних механізмів.
 - 8.4. Джерела коливань і об'єкти віброзахисту. Основні методи віброзахисту.
 - 8.5. Демпфування коливань у механічних системах.
 - 8.6. Віброізоляція. Ефективність віброзахисних систем.
 - 8.7. Динамічне гасіння коливань.
 - 8.8. Погашувачі коливань із в'язким та сухим тертям.
 - 8.9. Ударні погашувачі коливань.
9. Синтез важільних механізмів.
 - 9.1. Вхідні і вихідні параметри і етапи синтезу механізмів. Цільові функції, обмеження і додаткові умови синтезу.
 - 9.2. Умови існування кривошипа в плоских чотириланкових механізмах (теорема Грасгофа).
 - 9.3. Синтез чотириланкового шарнірного механізму за двома положеннями ланок з урахуванням допустимих кутів тиску.
 - 9.4. Синтез чотириланкового шарнірного механізму з урахуванням коефіцієнта зміни середньої швидкості вихідної ланки.
 - 9.5. Маніпулятори. Робочий об'єм, зона обслуговування. Кут і коефіцієнт сервісу.
 - 9.6. Промислові роботи. Складові частини роботів. Типи приводів. Системи управління.
10. Синтез зубчастих механізмів.

- 10.1. Зубчасті механізми. Класифікація, область використання і вимоги, які пред'являються до них.
- 10.2. Основна теорема зачеплення. Профілі зубців, що задовольняють основну теорему зачеплення.
- 10.3. Колеса з евольвентною поверхнею зубців. Властивості евольвенти.
- 10.4. Рейкове верстатне зачеплення і коефіцієнт зсуву. Методи виготовлення зубчастих коліс.
- 10.5. Розміри зубчастих коліс при $x = 0$ і $x \neq 0$.
- 10.6. Підрізання та загострення зубців евольвентних циліндричних коліс.
- 10.7. Зовнішнє евольвентне зачеплення (картина зачеплення, основні геометричні залежності).
- 10.8. Якісні показники евольвентного прямозубого зачеплення (коефіцієнти перекриття, відносного ковзання і питомого тиску).
- 10.9. Внутрішнє евольвентне зачеплення (картина зачеплення, основні геометричні залежності).
- 10.10. Косозуба циліндрична передача. Геометричні параметри. Передаточне відношення.
- 10.11. Конічна зубчаста передача. Геометричні параметри. Передаточне відношення.
- 10.12. Черв'ячна передача. Геометричні параметри черв'яка і черв'ячного колеса.
- 10.13. Гвинтова зубчаста передача. Геометричні параметри. Передаточне відношення.
- 10.14. Визначення передаточного відношення зубчастих передач з нерухомими осями обертання коліс.
- 10.15. Визначення передаточного відношення планетарних передач.
- 10.16. Кінематика диференціальної передачі.
- 10.17. Графічний метод визначення передаточного відношення складних зубчастих передач.

- 10.18. Визначення числа сателітів планетарних передач, виходячи з умов сусідства і складання.
- 10.19. Вибір чисел зубців коліс у планетарних передачах.
11. Синтез кулачкових механізмів.
 - 11.1. Класифікація і область використання кулачкових механізмів.
 - 11.2. Кінематичний аналіз кулачкових механізмів.
 - 11.3. Закони руху штовхача і їх вибір.
 - 11.4. Силкові залежності в кулачковому механізмі.
 - 11.5. Визначення розмірів кулачкового механізму з повзунним штовхачем за заданим кутом передачі руху (аналітичним і графічним методами).
 - 11.6. Побудова профілю кулачка з повзунним штовхачем.
 - 11.7. Визначення розмірів кулачкового механізму з коромисловим штовхачем за заданим кутом передачі руху (аналітичним і графічним методами).
 - 11.8. Побудова профілю кулачка з коромисловим штовхачем.
 - 11.9. Вибір радіуса ролика.