

4.5. Заміна вищих кінематичних пар нижчими	132
4.6. Завдання для самостійного виконання.....	135
Запитання для самоконтролю	144

Розділ 5. СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ВАЖИЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ

145

5.1. Структурна класифікація Ассура	145
5.2. Послідовність проведення структурного аналізу плоских важільних механізмів	150
5.3. Приклади структурного аналізу плоских важільних механізмів	152
5.4. Завдання для самостійного виконання.....	165
Запитання для самоконтролю.....	170

Розділ 6. СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ЗУБЧАСТИХ МЕХАНІЗМІВ

171

6.1. Переваги механізмів із вищими кінематичними парами	171
6.2. Загальна класифікація зубчастих механізмів	171
6.3. Триланкові циліндричні зубчасті механізми	174
6.4. Багатоланкові циліндричні зубчасті механізми із нерухомими осями коліс	176
6.5. Багатоланкові циліндричні зубчасті механізми із рухомими осями коліс	179
6.6. Основна теорема теорії плоского зачеплення	183
6.7. Евольвента кола і її властивості	186
6.8. Елементи евольвентного профілю зубчастого колеса	190
6.9. Завдання для самостійного виконання.....	194
Запитання для самоконтролю.....	199

Розділ 7. АНАЛІЗ СТРУКТУРИ МЕХАНІЗМІВ МАШИН АГРОПРОМИСЛОВОСТІ І ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

200

7.1. Машини агропромислового виробництва	200
7.2. Роторні і транспортні машини агропромислового виробництва	213
7.3. Механізми загального призначення	222
7.4. Завдання для самостійного виконання.....	230
Запитання для самоконтролю	248

Розділ 8. ІСНУВАННЯ МЕХАНІЗМІВ У ПРОСТОРИ І ЇХ РУХОМІСТЬ

249

8.1. Види простору і його характеристики	249
8.2. Класифікація простору, в якому існують механізми	251
8.3. Структурна рухомість механізму за простором	278

8.4. Рухомість, яка визначається числом кінематичних пар і кількістю рухомих ланок механізму	280
8.5. Рухомість, яка визначається числом кінематичних пар і кількістю незалежних замкнених контурів механізму	282
8.6. Приклади визначення рухомості важільних механізмів	285
8.7. Приклади визначення рухомості кулачкових механізмів	290
8.8. Приклади визначення рухомості механізмів, які працюють на основі зачеплення	304
8.9. Класифікація і рухомість простих і складних механізмів	317
8.10. Аналіз надлишкових і пасивних в'язей в механізмах	330
Запитання для самоконтролю	335

Розділ 9. АНАЛІЗ СТРУКТУРИ МЕХАНІЗМІВ У ПРОСТОРІ ЇХ

ІСНУВАННЯ

9.1. Умови існування структурних груп Ассура у просторі	336
9.2. Принцип розвитку структурних груп	340
9.3. Структурні моделі механізмів із замкненими кінематичними ланцюгами	342
9.4. Приклади структурного аналізу механізмів у просторі за структурною математичною моделлю	346
Запитання для самоконтролю	352

Розділ 10. ПРОСТОРОВА ТЕОРІЯ КІНЕМАТИЧНИХ ПАР

10.1. Рівняння просторової кривої	353
10.2. Рівняння кривини і кручення просторової кривої	356
10.3. Рівняння поверхні і нормалі до неї	359
10.4. Рівняння кривини і кручення поверхні	364
10.5. Теорія утворення кінематичних пар	374
10.6. Переміщення точок і ліній в елементах кінематичних пар	390
10.7. Умови існування елементів кінематичних пар	393
10.8. Аналітичний аналіз вищої кінематичної пари	398
Запитання для самоконтролю	405

ЗАКЛЮЧЕННЯ

СЛОВНИК ОСНВНИХ ТЕРМІНІВ

ЛІТЕРАТУРА

ДОДАТКИ

ПЕРЕДМОВА

Сучасні вимоги до виробництва і технологій потребують високої кваліфікації майбутнього спеціаліста із фахових та загальнотехнічних дисциплін, які в комплексі складають загальну базу його технічної грамотності і ґрудованості.

Сьогодні треба вміти самостійно реагувати на питання, які пов'язані з використанням передового досвіду експлуатації технічних засобів, новітніх технологій, бути здатними приймати вірні рішення і мати чіткі уявлення по загальним технічним проблемам.

За цільовим призначенням теорія механізмів і машин готує студентів до розв'язування інженерних задач аналізу та проектування схем механізмів і машин, а також до вивчення наступних загальнотехнічних і профілюючих дисциплін: деталей машин і підйомно-транспортних пристроїв, тракторів, сільськогосподарських машин.

На відміну від спеціальних інженерних дисциплін, які вивчають конкретні види машин різних галузей, теорія механізмів і машин розглядає в першу чергу загальні питання дослідження та проектування механізмів незалежно від галузі застосування, розкриває загальні основи будови, кінематики та динаміки, які використовуються при вивченні конкретних механізмів і машин.

Навчальний посібник «Теорія механізмів і машин. Структурний аналіз механізмів» написаний на основі досвіду викладання на кафедрі механіки дисципліни «Теорія механізмів і машин» Національного університету біоресурсів і природокористування України протягом ряду років.

Даний посібник призначений для студентів ОС «Бакалавр» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» у закладах вищої освіти III-IV рівнів акредитації. У ньому викладений теоретичний і практичний матеріал із структурного аналізу курсу теорії механізмів і машин згідно з програмою навчальної дисципліни для закладів вищої освіти.

Після вивчення цього матеріалу студент повинен *знати*:

- терміни, характерні для теорії механізмів і машин;
- основні види механізмів і їх структурну класифікацію;
- послідовність визначення формули будови механізму для подальшого його кінематичного, динамічного аналізу і синтезу.

Студент повинен *вміти* застосовувати основні положення структурного аналізу теорії механізмів і машин при проектуванні сільськогосподарських машин та інших технічних об'єктів:

-
- правильно вибирати і розробляти алгоритми аналізу структурних схем та визначати формулу будови механізмів;
 - проектувати і конструювати типові схеми машин і механізмів;
 - на основі аналізу структури формулювати задачі синтезу з урахуванням бажаних робочих параметрів;
 - підбирати довідникову літературу, стандарти, а також прототипи конструкцій при проектуванні структурних схем.

Частина наданого матеріалу призначена для самостійного опрацювання.

В кінці кожного розділу наведені запитання і завдання для самоперевірки та закріплення знань.

Навчальний посібник також може бути використаний студентами та викладачами інших спеціальностей технічного профілю закладів вищої освіти II - IV рівнів акредитації.

Над підручником працював колектив авторів: Черниш О.М., Березовий М.Г., Яременко В.В.

ВСТУП

Теорія механізмів і машин (ТММ) вивчає загальні методи аналізу та синтезу механізмів і машин.

Методи аналізу – це методи дослідження будови механізмів (аналіз структури механізму), а також кінематичний і динамічний аналіз механізмів.

Методи синтезу – це методи проектування механізмів із заданими характеристиками і робочими параметрами.

Тому в теорії механізмів і машин існують задачі аналізу і задачі синтезу механізмів і машин.

До таких задач відносяться:

- розробка загальних методів дослідження структури, геометрії, кінематики і динаміки типових механізмів та їх схем;
- розробка методів регулювання періодичних і неперіодичних коливань швидкості головного валу машинного агрегату;
- розробка способів зменшення динамічних навантажень механізмів і машин;
- розробка загальних методів проектування типових механізмів, машин-автоматів, роботів і маніпуляторів.

У цілому теорія механізмів і машин являється теоретичною і науковою основою дослідження та розвитку сучасного механічного устаткування і є важливою складовою комплексу загальнотехнічних дисциплін.

Користуючись законами і принципами, що вивчаються у ТММ, можуть бути розроблені машини, механічне устаткування, автоматизовані і роботизовані лінії високої ефективності, економічності і конкурентоздатності.

Теоретичний курс ТММ базується на знаннях з курсів з фізики, вищої та прикладної математики, теоретичної механіки, інженерної та комп'ютерної графіки.

Уміння і знання, що отримані при вивченні курсу ТММ, є основою для подальшого вивчення таких дисциплін як «Деталі машин», «Трактори і автомобілі», «Сільськогосподарські машини», «Підйомно-транспортні машини».

Принциповою відмінністю дисципліни «Теорія механізмів і машин» від інших технічних дисциплін, є те, що ТММ розглядає узагальнені

питання дослідження, аналізу і синтезу механізмів незалежно від галузі їх застосування.

Наприклад, типовий кривошипно-повзунний механізм може використовуватись у двигунах внутрішнього згорання, насосах, поршневих компресорах і т.ін.

У кожному варіанті в залежності від функціонального призначення цього механізму потрібно враховувати специфічні вимоги, які диктуються умовами його використання.

Разом з цим структура, геометрія, кінематичні і динамічні параметри даного механізму підпорядковані однаковим закономірностям у всіх випадках його застосування.

Отже, в теорії механізмів і машин розглядають не конкретні механізми або машини, а їх абстрактні узагальнені моделі.

Такі моделі механізмів і машин можуть бути представлені у вигляді структурних, кінематичних або силових схем.

Таким чином, в теорії механізмів і машин вивчають методи аналізу і синтезу узагальнених для даного виду механізму властивостей незалежно від їх призначення і застосування.

Перша частина курсу теорії механізмів і машин присвячена питанням структурного аналізу механізмів.

Ці питання і розглянуті у даному навчальному посібнику.

Тут надані основні поняття і визначення елементів структури механізмів і машин, класифікації кінематичних пар, механізмів і машин, формули будови механізмів.

Треба відмітити особливу важливість теорії структурного аналізу і синтезу в науці про машини і механізми.

Знайомство з механізмом починається з виділення його складових частин і визначення зв'язків між ними, тобто з вивчення структури.

Від структури залежать вид і усі основні властивості механізму, наприклад, механічна система в залежності від її будови може бути маніпулятором, що імітує рух руки людини, зубчастим механізмом або статично невизначеною фермою.

Тому природно, що теорія структури механізмів і машин є одним з фундаментальних розділів курсу теорії механізмів і машин.

Структурний аналіз і синтез як основа теорії механізмів дає можливість зрозуміти закони будови і роботи механізмів і на цій основі створювати їх розрахункові схеми; проектувати схеми механізмів за заданими властивостями, судити про технологічність існуючих і нових