**Теория механизмов и машин**

для направления 240800 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в

химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»,

специальности 240801 «Машины и аппараты химических производств»

Курс 3 (4) Лекции 34 (12) часа

Семестр 5 (7) Лаб. занятия 17 (12) часов

Часов в неделю 3 Практ. занятия не предусмотрены

Курсовая работа 5 семестр (7 семестр) СРС 24 часа

Курсовой проект не предусмотрен Всего аудиторных 51 час

Расчетно-графическая работа не предусмотрена Всего 75 (24) часов

Контрольная работа нет (7 семестр)

Экзамен 5 семестр (7 семестр)

Зачет не предусмотрен

(сведения по учебному плану

заочной формы обучения указывается в скобках)

**Цель преподавания дисциплины** "Теория механизмов и машин" состоит в обучении студентов основам знаний о структуре, кинематике и динамике механизмов и машин, а также методам их проектирования и расчета.

**Задачи изучения дисциплины:**

1.Приобретение знаний о назначении различных групп механизмов, о принципах работы машин в целом и их отдельных составляющих;

2. Приобретение знаний о структуре механизмов при их анализе и синтезе;

3. Умение проводить кинематический анализ механизмов различными способами;

4. Умение проводить силовой анализ механизмов и исследовать движения под действием внешних сил.

Практические навыки и умения приобретаются в процессе изучения современных методов анализа и синтеза, при выполнении лабораторных работ, а также курсовой работы.

**Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для изучения дисциплины ТММ:**

1. Теоретическая механика – в полном объеме.

2. Высшая математика – в полном объеме.

3. Физика – разделы механики.

4. Инженерная графика – в объеме машиностроительного черчения.

5. Вычислительная техника (информатика) – в полном объеме.

**Требования к знаниям и умениям студентов по дисциплине:**

Студент должен знать основные виды механизмов, методы их анализа и синтеза, кинематические и динамические свойства, функциональные особенности использования в различных модификациях машин.

Студент должен уметь решать практические задачи по расчёту и конструированию различных механизмов и кинематических цепей машин на основе создания их математических моделей.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № модуля | № недели | № темы | Наименование темы | Часы | | | | |
| Всего | Лекций | Лаб. з. | Прак. з. | СРС |
| 1 | 1 | 1 | Введение.  Структура механизмов. | 7 (3) | 2 (1) | 3 (2) |  | 2 |
| 2 | 2 | Кинематический анализ механизмов. | 6 (3) | 2 (1) | 2 (2) |  | 2 |
| 3 | 3 | Построение кинематических диаграмм. | 4 (1) | 2 (1) |  |  | 2 |
| 4 | 4 | Кинематический анализ и синтез кулачковых механизмов. | 6 (3) | 2 (1) | 2 (2) |  | 2 |
| 5 | 5 | Кинематический анализ зубчатых передач. | 6 (2,5) | 2 (0,5) | 2 (2) |  | 2 |
| 6 | 6 | Синтез эвольвентного зубчатого зацепления. | 8 (1) | 2 (1) | 2 |  | 4 |
| 7 | 7 | Синтез многозвенных зубчатых механизмов. | 6 (0,5) | 2 (0,5) | 2 |  | 2 |
| 8 | 8  9 | Механизмы передач с гибкими звеньями.  Винтовые механизмы. | 2 (0,5) | 2 (0,5) |  |  |  |
| 9 | 10 | Механизм универсального шарнира.  Механизм двойного универсального шарнира. | 6 (2,5) | 2 (0,5) | 2 (2) |  | 2 |
| 10 | 11  12 | Механизмы фрикционных передач. Мальтийский механизм. Гидравлические и пневматические механизмы. | 2 (0,5) | 2 (0,5) |  |  |  |
| 2 | 11-12 | 13 | Динамический анализ механизмов. | 8 (2) | 4 (2) |  |  | 4 |
| 13-14 | 14 | Движение механизмов машины под действием приложенных сил. | 4 (1) | 4 (1) |  |  |  |
| 15 | 15 | Трение в кинематических парах. | 2 (0,5) | 2 (0,5) |  |  |  |
| 16 | 16 | Виброзащита механизмов и машин.  Уравновешивание вращающихся звеньев. | 6 (2,5) | 2 (0,5) | 2 (2) |  | 2 |
| 17 | 17 | Основные понятия теории машин-автоматов. | 2 (0,5) | 2 (0,5) |  |  |  |
| Всего | | | | 75 (24) | 34 (12) | 17 (12) |  | 24 |

# Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий.

# Содержание лекционного курса

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  темы | Всего  часов | №  лекции | Тема лекции.  Вопросы, отрабатываемые на лекции |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 2 (1) | 1 | **Введение. Структура механизмов.**  ТММ - научная основа новых машин и механизмов. Исторический очерк развития ТММ. Цели и задачи курса, Разделы ТММ. Основные виды звеньев. Кинематические пары. Степень подвижности механизмов. Структурная классификация механизмов. Условия существования кривошипа. Модификация механизмов при замене пар. |
| 2 | 2 (1) | 2 | **Кинематический анализ механизмов.**  План положения механизма. Масштабные коэффициенты. Определение скорости и ускорения методом планов. |
| 3 | 2 (1) | 3 | **Построение кинематических диаграмм.**  Кинематическое исследование механизмов аналитическими методами. Кинематика шарнирного четырехзвенника. Кинематика кривошипно-ползунного механизма. Кинематика кривошипно-кулисного механизма. |
| 4 | 2 (1) | 4 | **Кинематический анализ и синтез кулачковых механизмов.**  Основные типы кулачковых механизмов. Определение минимального радиуса кулачка. Углы давления. Проектирование кулачкового механизма из условий ограничения угла давления. |
| 5 | 2 (0,5) | 5 | **Кинематический анализ зубчатых передач.**  Классификация зубчатых передач. Геометрические элементы зубчатого колеса. Зубчатые механизмы с неподвижными осями. Планетарные механизмы. Дифференциальные механизмы. |
| 6 | 2 (1) | 6 | **Синтез эвольвентного зубчатого зацепления.**  Образование и свойства эвольвенты. Основная теорема зацепления. Элементы зацепления. Рабочий участок профиля зуба. Коэффициент зацепления. Интерференция профиля зубьев. |
| 7 | 2 (0,5) | 7 | **Синтез многозвенных зубчатых механизмов.**  Синтез многозвенных зубчатых передач с подвижными осями. Синтез многозвенных зубчатых передач неподвижными осями. Планетарные коробки скоростей. |
| 8 | 1 (0,25) | 8 | **Механизмы передач с гибкими звеньями.**  Ременные механизмы. Цепные механизмы. Канатные механизмы. Волновая передача. |
| 9 | 1 (0,25) | 8 | **Винтовые механизмы.**  Резьба, относительное движение. |
| 10 | 2 (0,5) | 9 | **Механизм универсального шарнира. Механизм двойного универсального шарнира.**  Кинематические схемы механизмов. Передаточное отношение. Неравномерность хода. |
| 11 | 1 (0,25) | 10 | **Механизмы фрикционных передач. Мальтийский механизм.**  Механизмы бесступенчатых передач. Коническая и цилиндрическая фрикционная передачи. Коэффициент относительного скольжения. |
| 12 | 1 (0,25) | 10 | **Гидравлические и пневматические механизмы.**  Гидро- и пневмопривод |
| 13 | 2(1) | 11 | **Динамический анализ механизмов.**  Силы, действующие на звенья механизмов. Определение сил инерции звена. |
| 13 | 2(1) | 12 | **Механическая характеристика машины.** Условия статической определимости кинематических цепей. |
| 14 | 2(0,5) | 13 | **Движение механизмов машины под действием приложенных сил.**  План силы. Приведенная масса и приведенный момент механизма. Приведение сил в механизмах. Уравнение кинетической энергии механизма. Режим движения машины. Механический КПД. КПД типовых механизмов. Дифференциальное уравнение движения механизма. |
| 14 | 2(0,5) | 14 | **Неравномерность хода машины при установившемся движении.**  Балансировка роторов. Уравновешивание сил с помощью противовесов и разгружающих устройств. Исследование установившегося движения по диаграмме энергомасс. |
| 15 | 2(0,5) | 15 | **Трение в кинематических парах.**  Трение в поступательных парах. Трение во вращательных кинематических парах. Трение в высших кинематических парах. Трение гибких тел. Жидкостное трение. |
| 16 | 2(0,5) | 16 | **Виброзащита механизмов и машин. Уравновешивание вращающихся звеньев.** Ударная и вибрационная зашита машин. Снижение виброактивности источников колебаний. Виброгашение (активная виброизоляция). Виброизоляция (пассивная виброизоляция). |
| 17 | 2(0,5) | 17 | **Основные понятия теории машин-автоматов.**  Основы теории роботов-манипуляторов. Структура кинематических цепей роботов-манипуляторов. |

# Перечень лабораторных работ

Цель лабораторных работ – ознакомление студентов с экспериментальными методами анализа измерений параметров механизмов, выработка навыка проведения современных методов измерений параметров механизмов и обработки экспериментальных данных.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  темы | Всего часов | № раб. | Наименование лабораторной работы.  Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии |
| 1 | 3(2) | 1 | **Составление кинематических схем и структурный анализ механизмов.** Кинематическая схема механизма. Звено. Кинематическая пара. Степень подвижности механизма. |
| 2,3 | 2(2) | 2 | **Кинематический анализ кривошипно-ползунного механизма.**  План положений, скоростей и ускорений. Кинематические диаграммы. Масштабные коэффициенты. |
| 4 | 2(2) | 3 | **Кинематический анализ кулачковых механизмов.** Виды кулачковых механизмов. Радиус минимальной окружности. Фазовые углы. Кинематические диаграммы. |
| 5 | 2(2) | 4 | **Кинематический анализ зубчатых механизмов с подвижными осями (эпициклических).** Планетарные и дифференциальные механизмы. Передаточное отношение. |
| 6 | 2 | 5 | **Вычерчивание зубьев эвольвентного профиля методом обкатки.** Модуль. Коэффициент смещения. Нулевая передача. Корригированные колеса. |
| 7 | 2 | 6 | **Кинематический анализ зубчатых механизмов с неподвижными осями.** Цилиндрическая передача. Червячная передача. Рядовое последовательное соединение зубчатых колес. Коробка передач. |
| 10 | 2(2) | 7 | **Кинематический анализ универсального шарнира Гука.** Коэффициент неравномерности. Передаточное отношение. Двойной универсальный шарнир. |
| 16 | 2(2) | 8 | **Динамическая балансировка роторов.** Статическая балансировка роторов. Дисбаланс массы. |

Лабораторные работы выполняются бригадой в составе 2-3 человек, но знания индивидуальные. Каждый студент выполняет 6 лабораторных работ.

**Задания для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов складывается из проработки лекционного материала и отдельных вопросов, переданных на самостоятельное изучение по литературе, а также выполнения курсовой работы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  темы | Всего час. | Вопросы для самостоятельного изучения (задания). | Литература. |
| 2-4 | 1 | 1. Расчет сил для перемещения клинчатого ползуна винтовой парой. | [1],[2],[4],[5] |
| 5 | 1 | 2. Расчет передаточных отношений и КПД планетарных передач. | [1],[2],[4],[5] |
| 13-14 | 1 | 3. Приведение масс, сил и моментов сил для построения динамической модели машины. | [1],[2],[3],[5] |
| 16 | 1 | 4.Балансировка роторов. Расчет сил от неуравновешенности ротора. | [1],[2],[4],[5] |

**Курсовая работа**

Целью курсового проектирования является выработка у студентов навыка создания методики проектирования машин, с обоснованием принципиальной схемы и параметров проектируемой машины на основе существующих конструкций, патентных материалов и различных возможных решений. Трудоемкость выполнения курсовой работы- 20 часов (СРС).

Курсовая работа состоит из 2-3 листов чертежей формата А1 и расчетно-пояснительной записки. Часть работы выполняется под руководством преподавателя, а часть - самостоятельно. Под руководством преподавателя студенты участвуют в разработке методики проектирования и в составлении исходных данных. Отдельным студентам дается задание на углубленное рассмотрение некоторых теоретических вопросов или проведения экспериментов на действующих машинах.

При подготовке к защите курсовой работы уделяется внимание пониманию физической сущности результатов, полученных в работе. Отдельные элементы курсового проектирования выполняется с использованием ЭВМ.

Тема курсовой работы-«Проектирование механизмов бобинажно-перемоточной машины».

Основные разделы курсовой работы:

1. Синтез кулачкового механизма.
   1. Построение графиков скорости, перемещения и ускорения толкателя.
   2. Определение геометрических параметров кулачкового механизма.
   3. Построение графика углов давления.
2. Синтез эвольвентного зубчатого зацепления.
3. Расчет маховика.
   1. Построение графиков приведенных моментов, работ и кинетической энергии.
   2. Построение графика приведенного момента инерции.
   3. Определение момента инерции и геометрических параметров маховика.

Исходные данные к курсовой работе выбираются студентами по вариантам, соответствующим номеру по списку группы.

Студенты заочной формы обучения выполняют курсовую работу, пользуясь методическим указанием [6].

**Контрольная работа**

(для студентов-заочников)

Контрольная работа состоит из трех задач, в первой из которых проводится структурный анализ схемы пространственного механизма манипулятора или промышленного робота, во второй- определяется передаточное отношение сложного зубчатого механизма, в третьей- выполняется проектирование схемы одного четырехзвенного рычажного механизма.

Вариант контрольной работы выбирается по предпоследней цифре шифра студента, а вариант числовых значений определяется последней цифрой шифра.

Студенты-заочники выполняют работу по методическому указанию [6].

**Экзаменационные вопросы**

1. Основные виды звеньев. Условные обозначения звеньев. Основные виды механизмов (их кинематические схемы).
2. Классификация кинематических пар.
3. Степень свободы механизмов. Структурные группы Ассура.
4. Виды четырехзвенных механизмов. Условие существования кривошипа.
5. Построение плана скоростей для шарнирного четырхзвенника.
6. Построение плана ускорений для шарнирного четырехзвенника.
7. Построение плана скоростей для кривошипно-ползунного механизма.
8. Построение плана ускорений для кривошипно-ползунного механизма.
9. Построение плана скоростей для кривошипно-кулисного механизма.
10. Построение плана ускорений для кривошипно-кулисного механизма.
11. Построение кинематических диаграмм графическим дифференцированием и интегрированием. Масштабные коэффициенты.
12. Виды кулачковых механизмов. Заменяющие механизмы. Угол давления кулачкового механизма.
13. Виды трехзвенных зубчатых передач с неподвижными осями.
14. Механизмы многозвенных зубчатых передач с неподвижными осями.
15. Механизмы зубчатых передач с подвижными осями. Расчет передаточного отношения.
16. Синтез многозвенных зубчатых передач с подвижными осями.
17. Синтез эвольвентного зубчатого зацепления. Эвольвента, эволюта. Построение эвольвенты.
18. Геометрические элементы зубчатых колес. Модуль зацепления. Угол зацепления. Коэффициент перекрытия.
19. Методы обработки эвольвентных профилей зубьев.
20. Кинематика изготовления зубчатых колес. Подрезание ножки зуба.
21. Мальтийский механизм.
22. Гидравлические и пневматические механизмы.
23. Механизмы с гибкими звеньями.
24. Винтовые механизмы.
25. Механизм универсального шарнира.
26. Механизм двойного универсального шарнира.
27. Фрикционные передачи.
28. Силы, действующие на звенья механизма.
29. Статические, динамические, кинетостатические расчеты.
30. Построение диаграмм сил, работ, моментов и мощностей.
31. Механическая характеристика машины.
32. Силы инерции и моменты инерции звеньев плоских механизмов.
33. Реакции связей.
34. Условие кинетостатической определимости кинематической цепи.
35. Тахограмма механизма.
36. Приведение силы и момента сил.
37. Кинетическая энергия механизма.
38. Приведение масс и моментов инерции.
39. Коэффициент полезного действия. Коэффициент потерь.
40. Маховик. Коэффициент неравномерности.
41. Уравновешивание вращающихся звеньев. Дисбаланс массы.
42. Виды трения в кинематических парах. Трение скольжения.
43. Определение реакций в кинематических парах с учетом сил трения.
44. Вибрация механизмов и машин. Методы виброзащиты.
45. Динамическое гашение колебаний.
46. Виброизоляция механизмов и машин.
47. Манипулятор. Автооператор. Промышленный робот.
48. Структура манипуляторов. ЧПУ.
49. Циклограммы технологических машин.
50. Тактограммы технологических машин.

# Рекомендуемая литература

Основная:

1. Теория механизмов и механика машин: Учеб. для вузов/ К.В.Фролов, С.А.Попов и др.; под ред. К.В.Фролова. - М.: Высш. шк., 2003. - 496 с.
2. Артоболевский Н.Н. Теория механизмов и машин: Учеб. для втузов. - изд. 5-е, перераб. и доп. - М.: Наука, 2000. - 640 с.
3. Попов С.А., Тимофеев Г.А. Курсовое проектирование по теории механизмов и механике машин: Учеб. пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 2004. - 458 с.
4. Смелягин А.И. Теория механизмов и машин. - М.: ИНФРА-М., 2003. - 262 с.
5. Юдин В.А., Барсов Г.А.. Сборник задач по теории механизмов и машин: Учеб. пособие. - изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2001. - 315 с.
6. Теория механизмов и машин. Метод.указан.для студентов-заочников вузов./Левитский Н.И., Солдаткин Л.П.-М.:Высш.шк.,1983.-87с.

Дополнительная:

1. Смелягин А.И. Теория механизмов и машин: Курсовое проектирование: Учеб. пособие для вузов, М.: Высш. шк., 2003.-263с.
2. Гавриленко Б.А. и др. Теория механизмов и машин.- М.: Высш. шк., 2000.-213 с.
3. Фролов К.В., Попов С.А. Теория механизмов и механика машин: Учебник для втузов. Изд. 3-е , стереотип. М.: Высш.шк, 2003.-324с.
4. Белоконев И.М., Балан С.А., Белоконев К.И. Теория механизмов и машин. Изд.2-е, испр. и доп., 2004.-214 с.
5. Левитский И.И. Гуревич Ю.Я., Плахтин В.Д. и др. Теория механизмов и машин: Терминология.- М.: МГТУ им. Баумана, 2004.- 80с.
6. Земченков В.С., Милованова Л.Р. Структурный и кинематический анализ механизмов со сложным движением звеньев. Часть 1: метод. указ. к лаб.раб. Саратов: СГТУ, 2005. 24 с.
7. Земченков В.С., Милованова Л.Р. Проектирование и исследование зубчатых передач. Часть 2: метод. указ. к лаб.раб. Саратов: СГТУ, 2006. 20 с.