**МЕХАНИКА**

(наименование дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Направление подготовки** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль)** Электрооборудование автомобилей и тракторов **Квалификация** Бакалавр

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Форма обучения** |
| **Очная** |
| Курс | 2 |
| Семестр | 3, 4 |
| Лекции, часы | 34 |
| Практические занятия, часы | 16 |
| Лабораторные занятия, часы | 34 |
| Курсовая работа, семестр | 4 |
| Курсовой проект, семестр | - |
| Зачёт, семестр | 3 |
| Экзамен, семестр | 4 |
| Контактная работа по учебным занятиям, часы | 84 |
| Контролируемая самостоятельная работа, тип/семестр | - |
| Самостоятельная работа, часы | 132 |
| Всего часов / зачетных единиц | 216/6 |

**Цель учебной дисциплины**

Целью учебной дисциплины является формирование специалистов, умеющих проектировать соединения, механические передачи, их элементы, являющиеся составными частями электромеханических приводов.

**Планируемые результаты изучения дисциплины**

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

**знать**:

1. устройство и конструкцию соединений, механизмов и механических приводов;
2. методики проектных и проверочных расчетов элементов механического привода; **уметь**:
3. пользоваться технической, справочной литературой и стандартами;
4. выполнять и оценивать результаты проектных и проверочных расчетов элементов электромеханического привода;

- выполнять рабочие чертежи деталей соединений, механизмов, чертежи сборочных единиц и общих видов приводов;

**владеть**:

- методами создания рациональных электромеханических приводов, их моделирования;

- методами анализа соединений, механизмов и приводов с целью оптимизации их характеристик.

**Место учебной дисциплины в системе подготовки студента**

Дисциплина относится к блоку математических и естественнонаучных дисциплин (вариативная часть).

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление, аналитическая геометрия);

- физика (статика, кинематика, динамика, механические колебания);

- теоретическая механика (статика, кинематика и динамика твердого тела);

- инженерная графика.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- системы автоматического проектирования автотракторного оборудования;

- автомобили и тракторы.

**СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Темы лекций**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номера тем | Наименование тем | Содержание |
| 1 | Введение в механические детали и узлы электрооборудования автомобилей | Основополагающая роль курса «Детали машин» в конструкторской подготовке студентов. Знакомство с учебным планом. Литература по курсу. Основные понятия курса. Требования к деталям. Составляющие надежности: безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость. Основные требования к материалам деталей. Модели нагружения. Методы оценки прочностной надежности машин. Основные принципы и этапы разработки машин. |
| 2 | Соединения.  Неразъемные соединения. Заклепочные соединения | Понятие соединений и их классификация.  Проектирование заклепочных соединений. Преимущества и недостатки заклепочных соединений. Расчет на прочность. Применяемые материалы и допускаемые напряжения. |
| 3 | Неразъемные соединения. Соединения с натягом | Соединения деталей с натягом:характеристики, эксплуатационные свойства, способы сборки. Анализ (расчет) посадок, несущей способности и прочности элементов соединений. Вероятностный подход к анализу (расчету) несущей способности. Повышение сопротивления соединения усталости. |
| 4 | Неразъемные соединения. Сварные соединения | Преимущества и недостатки сварных соединений. Применение различных видов сварки. Соединения дуговой сваркой. Виды соединений и их расчет (стыковые, нахлесточные, угловые и тавровые соединения). Выбор допускаемых напряжений. Соединения контактной сваркой. |
| 5 | Резьбовые соединения | Резьбовые соединения:типы и геометрические параметры резьб. Силовые соотношения в резьбовой паре, условие самоторможения, моменты трения в резьбе и на торце гайки. КПД винтовой пары. Распределение нагрузки по виткам резьбы. Способы стопорения резьб. Анализ (расчет) прочности витков резьбы. |
| 6 | Расчет резьбовых соединений. Расчет группы болтов | Анализ (расчет) ненапряженного болта (винта), подверженного действию центральной осевой силы, поперечной сдвигающей силы, осевой силы и крутящего момента. Эффект эксцентричного нагружения болта. Анализ (расчет) группы болтов в плотных соединениях, находящихся под действием сил затяжки и внешней осевой силы.Анализ (расчет) групповых болтовых соединений, находящихся под действием сдвигающей силы и момента, расположенных в плоскости стыка. Анализ (расчет) болтовых соединений, нагруженных силами и моментами в плоскости, перпендикулярной стыку. Анализ (расчет) болтов, нагруженных переменными силами. Материалы резьбовых изделий и допускаемые напряжения. |
| 7 | Разъемные соединения.  Шпоночные и шлицевые (в т. ч. зубчатые) соединения | Разновидности шпоночных соединений, их сравнительный анализ. Конструкции и сравнительная характеристика ненапряженных шпоночных соединений. Выбор параметров и проверка прочности призматических и сегментных шпонок. Прямобочные, эвольвентные (зубчатые) и треугольные шлицевые соединения. Способы центрирования. Анализ (расчет) прямобочных соединений по основным критериям работоспособности: прочности на смятие и износостойкости. |
| 8 | Введение в передачи. Проектирование фрикционных передач | Назначение передач. Классификация механических передач. Основные характеристики передач. Принцип работы фрикционных передач. Преимущества и недостатки по сравнению с другими типами передач, область применения. Классификация фрикционных передач. Кинематика передач с постоянным передаточным отношением. Силы в передаче. |
| 9 | Проектирование ременных передач | Конструкция передачи. Преимущества и недостатки, область применения ременных передач. Геометрические параметры передач. Кинематика передачи. Силовой анализ. КПД, кривые скольжения. Расчет на тяговую способность, допускаемые полезные напряжения в ремне, расчет по критерию долговечности. |
| 10 | Проектирование зубчато-ременных передач | Устройства для натяжения ремней. Типы и материалы ремней, шкивов. Основы проектирования и расчета зубчато-ременных передач. |
| 11 | Проектирование зубчатых передач с цилиндрическими колесами | Преимущества и недостатки зубчатых передач, области их применения. Классификация зубчатых передач. Способы изготовления зубчатых передач. Основные параметры, геометрия и кинематика цилиндрических зубчатых передач. Виды повреждений рабочих поверхностей зубьев и критерии работоспособности. Силы в прямозубом зубчатом зацеплении. Определение расчетной нагрузки. Коэффициент нагрузки и его составляющие. |
| 12 | Расчет цилиндрических зубчатых передач по контактным напряжениям и напряжениям изгиба | Анализ (расчет) контактной выносливости прямозубых цилиндрических передач. Анализ (расчет) изгибной выносливости зубьев цилиндрических прямозубых колес. |
| 13 | Особенности расчета косозубых передач | Особенности геометрии и анализа (расчета) косозубых зубчатых передач. |
| 14 | Проектирование зубчатых передач с коническими колесами | Геометрические и кинематические параметры конических зубчатых передач. Силы в зацеплении. Особенности анализа (расчета) контактной и изгибной выносливости зубьев. Конические зубчатые колеса с непрямыми зубьями. |
| 15 | Проектирование зубчатых передач с зацеплением Новикова | Зубчатые передачи с зацеплением Новикова: основные геометрические параметры, особенности конструкции и анализа (расчета). |
| 16 | Материалы для изготовления зубчатых колес и их термообработка. Выбор допускаемых напряжений | Материалы для изготовления зубчатых колес: основные марки сталей, виды термообработки. Определение допускаемых контактных напряжений. Определение допускаемых напряжений изгиба. |
| 17 | Проектирование червячных передач | Преимущества и недостатки червячных передач, области применения. Разновидности червячных передач. Геометрические параметры и способы изготовления передач. Кинематика передачи. Точность изготовления червячных передач. КПД червячных передач. Силы в червячном зацеплении. Скольжение в зацеплении. Расчет червячной передачи на прочность по контактным напряжениям и напряжениям изгиба. Материалы и допускаемые напряжения. Тепловой расчет, охлаждение и смазка передачи. |
| 18 | Проектирование планетарных передач | Структура и принцип действия планетарного и дифференциального механизмов. Сравнительные достоинства и недостатки планетарных передач. Схемы наиболее распространенных планетарных механизмов. КПД планетарных передач. Методика определения передаточного числа. Силы и моменты на отдельных звеньях. Способы выравнивания нагрузки по потокам (между сателлитами). Определение чисел зубьев колес. Проверка условий соосности, соседства и сборки. Особенности анализа контактной и изгибной выносливости зубьев. |
| 19 | Проектирование волновых зубчатых передач | Структурная схема и классификация волновых передач. Преимущества и недостатки. Принцип действия. Реализуемые схемы и геометрические параметры. Кинематика и КПД передачи. Анализ сопротивления усталостному разрушению (расчет прочности) гибкого колеса. |
| 20 | Проектирование цепных передач | Назначение, структура, разновидности, преимущества и недостатки цепных передач.Основные характеристики, области применения передач. Кинематика цепной передачи и неравномерность движения цепи. Натяжения в ветвях цепи и нагрузка на валы передачи. Критерии работоспособности. Расчет (подбор) цепей. Износостойкость шарниров цепи. Смазка цепных передач. Материалы для изготовления деталей передач. Рекомендации по проектированию цепных передач. |
| 21 | Проектирование передач винт-гайка. Проектирование рычажных передач | Определение, классификация. Преимущества и недостатки, области применения передач винт-гайка скольжения. Конструкция и материалы винтов и гаек. Основные параметры, кинематика передачи, ее КПД. Анализ (расчет) износостойкости, прочности и устойчивости передачи винт-гайка скольжения. Передача винт-гайка качения. Преимущества и недостатки. Применяемые материалы. Основы расчета. Проектирование рычажных передач. |
| 22 | Проектирование валов и осей | Виды и назначение валов и осей. Конструкция и материалы. Предварительное определение размеров валов по пониженным допускаемым напряжениям кручения. Расчет валов и осей на прочность. Анализ (расчет) статической прочности валов. Анализ (расчет) выносливости, жесткости и колебаний валов. |
| 23 | Проектирование подшипников скольжения | Устройство простейших подшипников скольжения, их классификация, области применения подшипников скольжения. Режимы работы подшипников скольжения и типы подшипников от вида трения. Инженерная методика анализа (расчета) радиальных подшипников жидкостного трения. Конструкция подшипников скольжения. Материалы для изготовления вкладышей подшипников скольжения и смазочные материалы. |
| 24 | Подбор подшипников качения | Характеристики, области применения. Классификация и конструкции. Классы точности. Система условных обозначений. Подбор подшипников качения по статической грузоподъемности. Подбор подшипников качения по динамической грузоподъемности. Определение эквивалентной нагрузки. Смазочные материалы. Конструкции подшипниковых узлов (опор). |
| 25 | Муфты механических приводов. Неуправляемые муфты. Управляемые и самоуправляемые муфты | Механические муфты: назначение, классификация. Глухие муфты. Упругие компенсирующие муфты. Жесткие компенсирующие муфты. Управляемые муфты (сцепные). Самоуправляемые муфты. Предохранительные муфты. Центробежные муфты. Муфты свободного хода. Комбинированные муфты. Сведения о порошковых и электромагнитных муфтах. |
| 26 | Упругие элементы, смазка редукторов, конструкция уплотнений | Упругие элементы. Пружины: конструкции и классификация, назначение. Материалы пружин. Параметры и характеристики витых пружин сжатия, растяжения и кручения. Анализ и проектирование пружин. Торсионы, рессоры, тарельчатые пружины. Смазка редукторов общемашиностроительного назначения. Виды и системы смазки. Смазочные устройства. Смазочные материалы. Уплотнение подвижных соединений. |
| 27 | Корпусные детали механизмов | Корпусные детали. Конструирование литых деталей. Конструирование направляющих. |

**Темы лабораторных и практических занятий**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Лабораторные занятия | Часы | Практические  (семинарские) занятия | Часы |
| Л.р. 1. Структурный анализ рычажных механизмов | 2 | Пр.р. 1. Кинематическое, силовое и динамическое исследование плоского механизма | 2 |
| Л.р. 2.Кинематический анализ механизмов | 2 | Пр.р. 2. Определение реакций опор, построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов, подбор сечения балки | 2 |
| Л.р. 3.Кинематический анализ зубчатых механизмов | 2 | Пр.р. 3. Определение напряжений и деформаций при растяжении-сжатии, кручении, изгибе | 2 |
| Л.р. 4.Построение эвольвентных колес методом обкатки | 2 | Пр.р. 4. Кинематический и энергетический расчет передаточного механизма. Разбивка передаточного числа по ступеням с учетом разных критериев | 2 |
| Л.р. 5. Измерение радиального биения цилиндрического зубчатого венца | 2 | Пр.р. 5. Расчет цилиндрической зубчатой передачи | 2 |
| Л.р. 6. Изучение резьбовых соединений | 2 | Пр.р. 6. Расчет червячной передачи | 2 |
| Л.р. 7. Изучение конструкций и определение параметров зубчатых передач цилиндрического редуктора | 2 | Пр.р. 7. Расчеты вала и оси | 2 |
| Л.р.7.Изучение конструкций и примеров использования планетарных передач | 2 | Пр.р. 8. Расчеты соединений деталей | 2 |
| Л.р. 9.Изучение конструкции червячного редуктора | 2 |  |  |
| Л.р. 10.Изучение конструкции и определение параметров гипоидной передачи зубчатого редуктора. | 2 |  |  |
| Л.р. 11. Испытание ременной передачи | 2 |  |  |
| Л.р. 12.Определение критической частоты вращения вала | 2 |  |  |
| Л.р. 13.Изучение конструкций подшипников качения | 2 |  |  |
| Л.р. 14.Экспериментальное исследование свойств подшипников качения (момента трения) | 2 |  |  |
| Л.р. 15.Уплотнения подшипниковых узлов | 2 |  |  |
| Л.р. 16.Испытание дисковой фрикционной  предохранительной муфты | 2 |  |  |
| Л.р. 17.Изучение конструкций и снятие характеристик упругих муфт | 2 |  |  |

**Курсовая работа**

Целью курсового проектирования является формирование у студентов навыков конструирования механизмов приводов рабочих машин.

Примерная тематика курсовых проектов (работ) представлена в приложении хранится на кафедре.

Курсовая работа выполняется в соответствии с заданием. Типовое задание – индивидуальный привод рабочей машины конкретного функционального назначения. В проектируемых механизмах предусматривают применение важнейших и наиболее распространенных типов элементов: передач зацеплением (зубчатых или червячных), передач трением, валов, подшипников, корпусных деталей, муфт, устройств, обеспечивающих, смазку кинематических пар и т.д.

Предусматривается выполнение проектных и проверочных расчетов, конструирование элементов привода и выполнение конструкторской документации, включающей пояснительную записку в объеме 15…20 страниц и чертежи в объеме 1,5 листа формата А1 (сборочный чертеж передаточного механизма, рабочие чертежи 2-х деталей разного типа). По желанию студента предусматривается научно-исследовательская направленность работы.

Выполненная и правильно оформленная курсовая работа сдается руководителю на проверку не позднее, чем за три дня до установленного срока защиты и после проверки может быть представлена к защите. Работа должна быть подписана автором и руководителем. Защита работы производится перед комиссией в составе не менее двух преподавателей кафедры.