

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н. А. Серeda

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Утверждено редакционно-издательским советом ФГБОУ ВО «КГТУ»
в качестве учебно-методического пособия по изучению дисциплины для
студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 621.86 (076)

Рецензент

доктор технических наук, профессор кафедры теории механизмов и машин и деталей машин ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
С. В. Федоров

Середа, Н. А.

Техническая механика: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / Н. А. Середа. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 50 с.

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Техническая механика» содержит тематический план лекционных, практических и лабораторных занятий по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. В пособии сформулированы вопросы и задания для самоконтроля при выполнении практических и лабораторных работ, даны ссылки на рекомендуемую литературу с указанием страниц. Сформированы задания для подготовки к лекционным занятиям, выполняемые студентами в третьем семестре. Даны критерии оценивания упомянутых заданий.

Табл. 7, рис. 10, список лит. – 10 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства 15 июня 2022 г., протокол № 05

УДК 621.86 (076)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.
© Середа Н. А., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛЕКЦИОННЫМ ЗАНЯТИЯМ	6
1.1 Тематический план лекционных занятий.....	6
1.2 Изучение тем и подготовка к лекционным занятиям.....	7
1.3 Рекомендации по выполнению самостоятельной работы студентов при подготовке к лекционным занятиям	17
2 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ	18
2.1 Тематический план практических занятий.....	18
2.2 Подготовка к практическим занятиям	19
3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ	35
3.1 Тематический план лабораторных занятий.....	35
3.2 Сведения о лабораторных занятиях	35
3.3 Рекомендации по выполнению самостоятельной работы студентов при подготовке к защите лабораторных работ.....	40
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	41
ПРИЛОЖЕНИЕ А	42
Задания для подготовки к лекционным занятиям третьего семестра по дисциплине «Техническая механика».....	42
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	46
Критерии оценивания заданий для подготовки к лекционным занятиям в третьем семестре	46
ПРИЛОЖЕНИЕ В	47
Критерии и нормы оценки промежуточной аттестации в виде экзамена	47

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебно-методическое пособие предназначено для изучения дисциплины «Техническая механика». Эта дисциплина включена в основную профессиональную образовательную программу бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Техническая механика – дисциплина, формирующая у обучающихся готовность к применению методик расчета элементов электрических машин и электроприводов. *Целью освоения дисциплины* является изучение методов механического и математического моделирования в технике, общих принципов построения технических систем, современных методов расчета элементов машин и конструкций.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

– основы структурного, геометрического, кинематического и динамического анализа механизмов и машин; основы расчетов узлов и деталей машин на прочность и жесткость;

уметь:

– проектировать и конструировать узлы и детали механизмов и машин в соответствии с требованиями технического задания и стандартов; обосновывать выбор критериев работоспособности применительно к конкретной конструкции;

владеть:

– навыками поиска и анализа информации о современных методах расчета узлов и деталей машин, основах проектирования;

– навыком использования приобретаемых знаний и умений в практической деятельности.

Дисциплина «Техническая механика» опирается на знания, умения и навыки студентов, сформированные при изучении таких дисциплин, как «Алгебра и геометрия», «Математический анализ», «Физика», «Инженерная и компьютерная графика».

Знания, умения и навыки, полученные при изучении технической механики, позволят успешно осваивать дисциплины профессиональной направленности: «Электрические машины», «Электропривод».

Изучение дисциплины предполагает контактную (лекционные, практические и лабораторные занятия) и самостоятельную учебную работы студента.

Форма аттестации по дисциплине «Техническая механика»:

очная форма, второй семестр – **зачет**; третий семестр – **экзамен**;

заочная форма обучения, второй семестр – контрольная работа, **зачет**;

заочная форма обучения, третий семестр – контрольная работа, **экзамен**.

Промежуточная аттестация студентов в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов текущего контроля по темам дисциплины. К видам текущего контроля во втором и третьем семестрах относят: контрольные вопросы по практическим и лабораторным занятиям, тестовые задания по темам дисциплины, две контрольные работы для студентов заочной формы обучения.

Критерии и нормы оценки текущего контроля по дисциплине применительно к каждому практическому занятию представлены в соответствующем учебно-методическом пособии.

Оценочными средствами для промежуточной аттестации в виде экзамена по дисциплине являются контрольные вопросы по темам дисциплины. Критерии и нормы оценки промежуточной аттестации в виде экзамена даны в Приложении В.

Успешное изучение дисциплины «Техническая механика» сопряжено со следующими аспектами:

- следует посетить не менее 95 % лекционных, практических и лабораторных занятий;
- необходимо своевременно осуществлять подготовку к лекционным, практическим и лабораторным занятиям;
- следовать методическим рекомендациям по выполнению самостоятельной работы для каждого вида занятий.

Студент заочной формы обучения должен выполнить две контрольные работы в соответствии с вариантом, выданным преподавателем на установочном лекционном занятии. Каждая контрольная работа для студентов заочной формы обучения как вид текущего контроля успеваемости предусмотрена в учебном плане во втором и третьем семестрах.

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Техническая механика» содержит три раздела и приложения. В первом разделе сформулированы рекомендации по подготовке к лекционным занятиям, во втором – к практическим и в третьем – к лабораторным занятиям.

1 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛЕКЦИОННЫМ ЗАНЯТИЯМ

1.1 Тематический план лекционных занятий

Сформирован тематический план лекционных занятий во втором (весеннем) семестре (таблица 1).

Таблица 1 – План лекционных занятий во втором семестре

Номер темы	Тема лекционного занятия
Тема 1	Знакомство с кинематическими схемами механизмов. Структура механизмов и машин
Тема 2	Параметрический анализ механизмов и машин
Тема 3	Кинематический анализ механизмов и машин
Тема 4	Основы статики. Схемы приложения сил в механизмах. Методы силового анализа механизмов
Тема 5	Основы сопротивления материалов
Тема 6	Деформированное состояние участков тела: растяжение и сжатие, кручение, изгиб, срез и смятие
Тема 7	Основы расчетов на прочность
Тема 8	Динамика механических систем. Основные динамические модели механизмов и машин

Сформирован тематический план лекционных занятий в третьем (осеннем) семестре. В таблице 2 даны названия тем занятий по дисциплине «Техническая механика».

Таблица 2 – План лекционных занятий в третьем семестре

Номер темы	Тема лекционного занятия
Тема 9	Цилиндрические зубчатые передачи
Тема 10	Конические зубчатые передачи
Тема 11	Червячные передачи
Тема 12	Валы и оси. Подшипники. Муфты
Тема 13	Ременные передачи
Тема 14	Цепные передачи
Тема 15	Структура механизмов. Планетарные механизмы
Тема 16	Соединения деталей машин

1.2 Изучение тем и подготовка к лекционным занятиям

Во втором (весеннем) семестре запланированы лекционные занятия. Темы и планы занятий, рекомендуемая литература, информация по изучению тем, вопросы для закрепления пройденного материала представлены ниже.

Тема 1. Знакомство с кинематическими схемами механизмов. Структура механизмов и машин

План занятия

Знакомство с механизмами: подвижные звенья и стойка. Схемы приводов машин. Типовые детали механизмов.

Структура механизмов и машин. Структурная формула П. Л. Чебышева. Структурные группы механизмов. Структурный граф механизма.

Ключевые термины: механизм, звено, виды движения звеньев, кинематическая пара, подвижность, машина, привод, структурная формула П. Л. Чебышева, структурная группа Л. В. Ассура, структурная группа М. З. Коловского, структурный граф механизма.

Рекомендуемая литература: [1, с. 5–17], [4, с. 5–19], [7, с. 6], [10].

Информация по изучению темы: при самостоятельном изучении материала темы следует познакомиться с составом кинематических схем механизмов, запомнить названия подвижных звеньев и вид их движения, а также этапы структурного анализа механизмов. Важным аспектом является визуализация работы механизма, поэтому изучать первую тему следует с применением действующих макетов механизмов либо видеоматериалов.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Назовите подвижные звенья кривошипно-коромыслового механизма.
2. Перечислите подвижные звенья кривошипно-ползунного и кулисного механизмов.
3. Запишите структурную формулу П. Л. Чебышева. Какие параметры в нее входят?
4. Назовите этапы структурного анализа механизмов (машин).
5. Что такое структурный граф механизма (машины)?

Тема 2. Параметрический анализ механизмов и машин

План занятия

Определение длин звеньев механизма аналитическим методом с учетом критериев работоспособности. Построение крайних и текущих положений механизма. Сечения звеньев (деталей) механизма. Геометрические характеристики плоских сечений.

Ключевые термины: геометрия механизмов, крайние положения механизма, текущее положение механизма.

Рекомендуемая литература:

[1, с. 19–21], [3, с. 50–57], [4, с. 33–37], [9, 10].

Информация по изучению темы: при самостоятельном изучении материала темы следует понять, что геометрия механизма является важным критерием при оценке качества передачи движения, а также в процессе определения его кинематических параметров. Необходимо запомнить конфигурации четырехзвенных механизмов, при которых достигаются крайние положения, а также изучить этапы их построения. Обратит внимание на виды сечений деталей механизмов, запомнить их геометрические характеристики.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Зарисуйте крайние положения кривошипно-коромыслового механизма.
2. Изобразите крайние положения кривошипно-ползунного и кулисных механизмов.
3. В каких единицах измеряются длины звеньев?
4. Перечислите порядок действий, выполняемых при построении крайних положений механизма.
5. Назовите этапы, выполняемые при построении текущих положений механизма.
6. Перечислите геометрические характеристики плоских сечений.

Тема 3. Кинематический анализ механизмов и машин

План занятия

Траектории движения точек механизмов. Уравнение траектории движения точки. Поступательное и вращательное движение точки, твердого тела. Плоское (плоскопараллельное) и сложное движение точки, твердого тела. Аналитические методы геометрического и кинематического анализа базовых механизмов: метод проекций на оси координат, функция положения, первая и вторая геометрические передаточные функции.

Ключевые термины: траектория, окружность, дуга, эллипс, поступательное движение, вращательное движение, качательное (возвратно-поворотное) движение, сложное движение, механизм, геометрический анализ, кинематический анализ.

Рекомендуемая литература: [1, с. 17–45], [4, с. 31–48], [6, с. 123–192].

Информация по изучению темы: при самостоятельном изучении материала темы следует запомнить очевидные траектории движения точек, принадлежащие звеньям механизма; а также последовательность действий при выводе уравнения траектории движения точки. Изучить, какие звенья механизмов совершают вращательное, поступательное, качательное и сложное движения. Научиться выводить функцию положения, первую и вторую геометрические передаточные функции для схемы заданного механизма. Ознакомиться с методом проекций на оси координат.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Назовите траектории движения точки, расположенной на кривошипе, шатуне, коромысле, ползуне.

2. Перечислите названия механизмов, выходные звенья которых совершают вращательное, поступательное, качательное (возвратно-поворотное) и сложное движения.

3. Какие аналитические методы кинематического анализа механизмов Вы знаете?

4. В чем состоит геометрический анализ механизмов?

5. Что называют функцией положения, первой и второй геометрическими передаточными функциями?

Тема 4. Основы статики. Схемы приложения сил в механизмах. Методы силового анализа механизмов

План занятия

Аксиомы статики на примере схем приложения сил в механизмах. Сила и система сил. Активные силы и реакции связей, возникающие в опорах. Эквивалентность сил. Действия над силами. Проекция силы на ось (звено). Условие равновесия плоской системы сходящихся сил. Пара сил и момент пары сил. Момент сил относительно точки. Кинетостатический анализ механизмов.

Ключевые термины: механизм, звено, опора, сила, проекция силы, связь, реакции связей, сила полезного сопротивления, условия равновесия.

Рекомендуемая литература:

[1, с. 46–61], [2, с. 12–16], [6, с. 7–18; с. 27–36].

Информация по изучению темы: при самостоятельном изучении материала темы следует познакомиться с составом кинематических схем механизмов, запомнить схему приложения сил в механизмах, изучить аксиомы статики, запомнить действия, осуществляемые над силами при кинетостатическом анализе механизмов.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Назовите состав звеньев кривошипно-коромыслового механизма.
2. Зарисуйте схему приложения сил в кривошипно-коромысловом механизме.
3. К какому звену кривошипно-коромыслового механизма приложена сила полезного сопротивления, если ведущим звеном является кривошип?
4. Какие аксиомы статики используются при кинетостатическом анализе кривошипно-коромыслового механизма?
5. Перечислите исходные данные, встречающиеся в задачах на равновесие сил.

Тема 5. Основы сопротивления материалов

План занятия

Понятия о деформируемом и упругом теле. Гипотезы (допущения) сопротивления материалов. Объекты сопромата. Метод сечений. Напряжения. Внутренние силовые факторы. Продольные силы при растяжении, сжатии. Построение эпюр продольных сил.

Ключевые термины: упругая деформация, пластическая деформация, свойства материала, характер деформаций, брус, стержень, балка, вал, рама, внешние и внутренние силы, продольная сила, эпюра.

Рекомендуемая литература:

[1, с. 116–131], [3, с. 7; с. 11; с. 18–19; с. 20–27].

Информация по изучению темы: при самостоятельном изучении материала темы следует запомнить гипотезы сопротивления материалов, объекты сопротивления, уяснить разницу между внешними и внутренними силами, научиться строить эпюры продольных сил, возникающих при растяжении и сжатии.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Назовите основные гипотезы сопротивления материалов.
2. Перечислите объекты сопротивления материалов.
3. Как определить внутренние силы в поперечных сечениях элементов конструкций?
4. Сформулируйте последовательность действий при построении эпюры продольных сил.
5. Какой вид деформации называют растяжением, сжатием?

Тема 6. Деформированное состояние участков тела: кручение, изгиб, срез и смятие

План занятия

Эпюры крутящих моментов. Изгиб и его виды. Поперечные силы и изгибающие моменты. Правило знаков при изгибе. Типовые случаи нагружения балок при изгибе. Понятие о срезе и смятии.

Ключевые термины: кручение, крутящий момент, изгиб, правило знаков, поперечная сила, изгибающий момент, срез, смятие.

Рекомендуемая литература: [3, с. 58–89].

Информация по изучению темы: при самостоятельном изучении материала темы следует научиться строить эпюры крутящих моментов, запомнить внутренние силовые факторы, возникающие при изгибе; правило знаков при изгибе; этапы построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов, определять вид эпюр в зависимости от характера нагружения конструкции.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Назовите последовательность действий при построении эпюры крутящих моментов.
2. Вспомните правило знаков при изгибе для поперечной силы.
3. Сформулируйте правило знаков для изгибающего момента.
4. Назовите этапы построения эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
5. Перечислите внутренние силовые факторы, возникающие при изгибе.

Тема 7. Основы расчетов на прочность

План занятия

Расчеты на прочность при растяжении, сжатии. Расчеты на прочность при кручении. Расчеты на прочность при изгибе. Расчеты на прочность при срезе и смятии. Звенья механизмов (детали машин), работающие на растяжение и сжатие; кручение; изгиб; срез и смятие.

Ключевые термины: прочность, расчеты на прочность.

Рекомендуемая литература: [3, с. 46; с. 64–71; с. 101].

Информация по изучению темы: при самостоятельном изучении материала темы следует понять ход расчета на прочность при растяжении, сжатии; кручении, изгибе, срезе и смятии. Необходимо запомнить названия звеньев (деталей машин), работающих на растяжение, сжатие; изгиб, кручение, срез и смятие.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Назовите этапы расчета на прочность при растяжении, сжатии; кручении.
2. Что такое срез, смятие?
3. Сформулируйте ход расчетов на прочность при изгибе, срезе и смятии.
4. Перечислите названия элементов конструкций, работающих на растяжение, сжатие; кручение; изгиб; срез и смятие.

Тема 8. Динамика механических систем. Основные динамические модели базовых механизмов

План занятия

Основные теоремы динамики. Примеры использования теорем при анализе механизмов.

Потенциальная и кинетическая энергия точки (тела). Работа силы. Теорема об изменении кинетической энергии. Примеры построения динамических моделей базовых механизмов.

Ключевые термины: количество движения системы, импульс силы, центр масс системы, кинетическая энергия, кинетический момент, потенциальная энергия, работа силы, динамическая модель механизма.

Рекомендуемая литература: [2, с. 83–99], [4, с. 49–77], [6, с. 249–269].

Информация по изучению темы: при самостоятельном изучении материала темы следует запомнить определения ключевых терминов, а также разнообразие динамических моделей механизмов, научиться применять теоремы динамики при анализе работы механизмов.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Что такое количество движения точки (системы)?
2. Что называют импульсом силы?
3. Что такое кинетическая (и потенциальная) энергия точки (системы)?
4. Что такое центр масс системы?
5. Сформулируйте последовательность действий при применении теорем динамики для анализа работы механизмов.

6. Нарисуйте известную Вам динамическую модель механизма?

7. Составьте уравнения для зарисованной динамической модели механизма.

В третьем (осеннем) семестре по дисциплине «Техническая механика» также запланированы лекционные занятия. Темы и планы занятий, рекомендуемая литература, информация по подготовке к занятиям, вопросы для закрепления изученного материала приведены ниже. Перед посещением лекционного занятия в третьем семестре студенту следует выполнить подготовку к этому занятию. По каждой теме лекционного занятия студенту предложено просмотреть видеоматериал и ответить на вопросы к этому материалу (см. Приложение А). По сути, лекционные занятия проводятся в режиме перевернутого класса.

Тема 9. Цилиндрические зубчатые передачи

План занятия

Классификация цилиндрических зубчатых передач. Основные геометрические параметры передачи.

Виды отказа в работоспособности этих передач. Расчет на контактную и изгибную прочность. Методы изготовления цилиндрических зубчатых колес.

Ключевые термины: цилиндрическая передача – прямозубая, косозубая, шевронная; цилиндрическая шестерня, цилиндрическое колесо, вал – быстроходный, тихоходный, промежуточный; подшипники, муфта, межосевое расстояние, делительный диаметр, высота зуба, контактная прочность, изгибная прочность.

Рекомендуемая литература: [1, с. 265–277], [5, с. 81–85].

Информация по подготовке к занятию: перед посещением лекционного занятия в третьем семестре студенту необходимо просмотреть предложенный видеоматериал и ответить на вопросы к этому материалу (см. Приложение А). Форма ответа на вопросы к видеоматериалу сформирована в виде задания в электронной информационной образовательной среде (ЭИОС). Задание оценивается в баллах, учитываются оперативность ответа и его правильность (см. Приложение Б). Срок выполнения задания строго ограничен по времени. По рассматриваемой теме следует запомнить классификацию цилиндрических передач, их методы изготовления, основы расчетов.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Назовите признаки классификации цилиндрических зубчатых передач.
2. Перечислите геометрические параметры цилиндрической зубчатой передачи.
3. Сформулируйте последовательность действий при расчете цилиндрической передачи на контактную прочность.
4. Сформулируйте последовательность действий при расчете цилиндрической передачи на изгибную прочность.

5. Назовите методы изготовления цилиндрических зубчатых колес.

Тема 10. Конические зубчатые передачи

План занятия

Классификация конических зубчатых передач. Основные геометрические параметры этих передач.

Расчет на контактную и изгибную прочность. Методы изготовления конических зубчатых колес.

Ключевые термины: коническая передача, прямой, наклонный и круговой зуб, коническая шестерня, коническое колесо, делительный диаметр на внешнем конусе колеса, внешнее конусное расстояние, внешняя высота зуба, контактная прочность, изгибная прочность.

Рекомендуемая литература: [1, с. 276], [5, с. 85–89].

Информация по подготовке к занятию: перед посещением лекционного занятия в третьем семестре студенту необходимо просмотреть видеоматериал и ответить на вопросы к нему (см. Приложение А). Форма ответа на вопросы сформирована в виде задания в ЭИОС. Задание оценивается в баллах, учитываются оперативность ответа и его правильность. Срок выполнения задания строго ограничен по времени. По рассматриваемой теме следует запомнить классификацию конических передач, их методы изготовления, основы расчетов.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Назовите признаки классификации конических зубчатых передач.
2. Перечислите геометрические параметры конической зубчатой передачи.
3. Сформулируйте последовательность действий при расчете конической передачи на контактную прочность.
4. Сформулируйте последовательность действий при расчете конической передачи на изгибную прочность.
5. Назовите методы изготовления конических зубчатых колес.

Тема 11. Червячные передачи

План занятия

Классификация червячных передач. Передаточное отношение и коэффициент полезного действия (КПД). Геометрические параметры червячной передачи. Примеры расчетов передачи.

Расчет на контактную и изгибную прочность. Расчет червяка на жесткость. Тепловой расчет червячного редуктора. Методы изготовления червяка и червячного колеса.

Ключевые термины: червячная передача, червяк – одно-, двух-, и четырехзаходный; червячное колесо, межосевое расстояние, делительный диаметр, коэффициент диаметра червяка, ширина нарезанной части червяка, передаточное отношение, контактная прочность, изгибная прочность, жесткость червяка.

Рекомендуемая литература: [1, с. 283–289], [5, с. 93–103].

Информация по подготовке к занятию: перед посещением лекционного занятия в третьем семестре студенту необходимо просмотреть видеоматериал и ответить на вопросы к нему (см. Приложение А). Форма ответа на вопросы сформирована в виде задания в ЭИОС. Задание оценивается в баллах, учитывается оперативность ответа и его правильность. Срок выполнения задания строго ограничен по времени. Студенту необходимо запомнить классификацию червячных передач, методы изготовления основных деталей этой передачи, основы расчетов на прочность и жесткость.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Назовите признаки классификации червячных передач.
2. Перечислите геометрические параметры червяка и червячного колеса.
3. Сформулируйте последовательность действий при расчете червячной передачи на контактную и изгибную прочность.
4. Сформулируйте последовательность действий при расчете червяка на жесткость.
5. Назовите методы изготовления червяка и червячного колеса.

Тема 12. Валы и оси. Подшипники. Муфты

План занятия

Вал и ось, классификация. Приближенный расчет вала. Конструирование вала. Расчет вала на прочность и жесткость.

Подшипники скольжения и качения. Выбор подшипников, маркировка.

Назначение и классификация муфт.

Ключевые термины: прямой гладкий вал, ступенчатый вал, подшипник скольжения, подшипник качения, маркировка подшипников, муфта, классификация.

Рекомендуемая литература: [1, с. 290–301; 5, с. 119–123; 8, с. 158–164].

Информация по подготовке к занятию: перед посещением лекционного занятия в третьем семестре студенту необходимо просмотреть видеоматериал по валам и осям, ответить на вопросы к нему (см. Приложение А). Форма ответа на вопросы к видеоматериалу сформирована в виде задания в ЭИОС. Задание оценивается в баллах, учитывается оперативность ответа и его правильность. Срок выполнения задания строго ограничен по времени. По рассматриваемой теме следует запомнить классификацию валов, подшипников, муфт, основы расчета геометрических параметров вала, этапы подбора подшипников и муфт.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Перечислите признаки классификации валов.
2. Назовите основы классификации подшипников.
3. Для каких целей применяют муфты?
4. Сформулируйте признаки классификации муфт.

5. Назовите последовательность определения геометрических параметров вала.
6. Сформулируйте этапы подбора подшипников и муфт в конструкцию.

Тема 13. Ременные передачи

План занятия

Схема ременной передачи, состав звеньев. Геометрические параметры передачи.

Критерии работоспособности и расчета ременной передачи.

Ключевые термины: ведущий шкив, ведомый шкив, вал, подшипники, ремень – прямоугольный, клиновой, поликлиновой, круглый; межосевое расстояние, диаметр шкива, длина ремня, долговечность ремня, коэффициент тяги, сила, действующая на вал передачи.

Рекомендуемая литература:

[1, с. 262–265; 5, с. 103–111; 8, с. 285–289; с. 299–324].

Информация по подготовке к занятию: перед посещением лекционного занятия в третьем семестре студенту необходимо просмотреть видеоматериал и ответить на вопросы к нему (см. Приложение А). Форма ответа на вопросы сформирована в виде задания в ЭИОС. Задание оценивается в баллах, учитывается оперативность ответа и его правильность. Срок выполнения задания строго ограничен по времени. Студенту необходимо запомнить состав ременной передачи, ее классификацию, основы расчетов такого механизма с определением его геометрических параметров.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Назовите детали, входящие в состав ременной передачи.
2. Какие виды поперечного сечения ремня Вы знаете?
3. Запишите формулы для определения геометрических параметров ременной передачи.

Тема 14. Цепные передачи

План занятия

Схема цепной передачи, состав звеньев. Основные параметры передачи.

Критерии работоспособности и расчета цепной передачи.

Ключевые термины: ведущая звездочка, ведомая звездочка, вал, подшипники, цепь – однорядная, двухрядная, многорядная, втулочная, роликовая, зубчатая; шаг цепи, межосевое расстояние, диаметр звездочки, длина цепи, давление в шарнирах цепи.

Рекомендуемая литература: [1, с. 261–262; 5, с. 112–118; 8, с. 297].

Информация по подготовке к занятию: перед посещением лекционного занятия в осеннем семестре студенту необходимо просмотреть видеоматериал и ответить на вопросы к нему (см. Приложение А). Форма ответа на вопросы к видеоматериалу сформирована в виде задания в ЭИОС. Задание оценивается в

баллах, учитывается оперативность ответа и его правильность. Срок выполнения задания строго ограничен по времени. По рассматриваемой теме следует запомнить состав цепной передачи, ее классификацию, основы расчетов этого механизма с определением его геометрических параметров.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Назовите детали, входящие в состав цепной передачи.
2. Перечислите виды цепей.
3. Запишите формулы для определения геометрических параметров цепной передачи.

Тема 15. Планетарные механизмы

План занятия

Многозвенные зубчатые механизмы с неподвижными осями колес. Основы структурного анализа.

Планетарные зубчатые механизмы. Выбор схем планетарных механизмов и их кинематические особенности. Кинематический и силовой расчет. Конструирование планетарных передач.

Ключевые термины: шестерня, зубчатое колесо, высшая кинематическая пара, малое центральное колесо, большое центральное колесо, сателлит, водило.

Рекомендуемая литература: [1, с. 256–258; 5, с. 8–22; 8, с. 218–224].

Информация по подготовке к занятию: перед посещением лекционного занятия в третьем семестре студенту необходимо просмотреть видеоматериал и ответить на вопросы к нему (см. Приложение А). Форма ответа на вопросы сформирована в виде задания в ЭИОС. Задание оценивается в баллах, учитывается оперативность ответа и его правильность. Срок выполнения задания строго ограничен по времени. Студенту необходимо запомнить кинематические схемы механизмов с неподвижными осями колес, а также схемы планетарных передач, основы структурного анализа механизмов с высшими парами, этапы кинематического и силового расчета планетарной передачи.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Назовите виды плоских механизмов с высшей кинематической парой, которые Вы знаете?
2. Перечислите состав деталей, входящих в планетарную передачу.
3. Назовите кинематические особенности планетарных передач.
4. Сформулируйте основы конструирования планетарных передач.
5. В чем отличия зубчатых механизмов с неподвижными осями колес и планетарных передач?

Тема 16. Соединения деталей машин

План занятия

Заклепочные и сварные соединения.

Резьбовые соединения. Расчет резьбовых соединений.

Шпоночные и шлицевые соединения. Методика подбора шпонок.

Ключевые термины: шпоночный паз, шпонка, вал-шлиц, втулка со шлицевыми пазами, резьба, заклепка.

Рекомендуемая литература: [1, с. 234–249; 5, с. 131–146; 8, с. 77–85].

Информация по подготовке к занятию: перед посещением лекционного занятия в третьем семестре студенту необходимо просмотреть видеоматериал и ответить на вопросы к нему (см. Приложение А). Форма ответа на вопросы к видеоматериалу сформирована в виде задания в ЭИОС. Задание оценивается в баллах, учитывается оперативность ответа и его правильность. Срок выполнения задания строго ограничен по времени. По рассматриваемой теме следует запомнить состав соединений деталей машин, их основные геометрические параметры, основы выбора шпонок и шлицев.

Вопросы для закрепления изученного материала

1. Назовите, сколько деталей входит в состав заклепочных и сварных соединений.
2. Сколько деталей в составе резьбовых соединений?
3. Перечислите количество деталей в составе шпоночных и шлицевых соединений.
4. Назовите геометрические параметры шпонок и шлицев.
5. Как выполнить подбор шпонок и шлицев в конструкцию?

1.3 Рекомендации по выполнению самостоятельной работы студентов при подготовке к лекционным занятиям

Во втором (весеннем) семестре студентам следует после каждого лекционного занятия ответить на вопросы для закрепления изученного материала письменно на полях тетради для записи лекций.

В третьем (осеннем) семестре самостоятельная работа студентов очной формы обучения делится на три этапа:

- подготовка к каждому лекционному занятию, осуществляемая в ЭИОС посредством просмотра предложенного видеоматериала и ответов на вопросы к этому материалу;
- фиксирование непонятных моментов, возникших при просмотре видеоматериала, формулирование вопросов к преподавателю;
- посещение лекционного занятия, устранение непонятных моментов у студентов, ответы на вопросы, предназначенные для закрепления изученного материала.

Последнее позволяет осознанно подходить к изучению лекционного материала, способствует более глубокому пониманию полученной информации и успешной сдаче экзамена.

Студенты заочной формы обучения изучают лекционный материал самостоятельно по рекомендуемой литературе, а также по предложенным видеоматериалам. В этом случае студентам следует вести краткий конспект по ключевым терминам темы, а также по вопросам для закрепления изученного материала. Темы занятий второго семестра, посвященные структурному анализу рычажных и зубчатых механизмов и основам расчета на прочность, изучаются студентами в форме контактной работы с преподавателем. Темы третьего семестра для студентов заочной формы обучения – передачи, валы, подшипники – также рассматриваются преподавателем на лекционных занятиях.

2 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

2.1 Тематический план практических занятий

Сформирован тематический план практических занятий во втором (весеннем) семестре. В таблице 3 представлен тематический план практических занятий по дисциплине «Техническая механика» во втором семестре.

Таблица 3 – План практических занятий во втором семестре

Номер темы	Названия тем практического занятия
Тема 1	Знакомство с кинематическими схемами плоских механизмов. Структурный анализ механизмов
Тема 2	Геометрия механизмов. Построение крайних и текущих положений плоских механизмов
Тема 3	Кинематический анализ плоских механизмов аналитическим методом
Тема 4	Схема приложения сил в плоских механизмах. Критерии качества передачи движения
Тема 5	Статика. Определение реакций связей в защемленных и шарнирно-опертых балках
Тема 6	Основы сопромата. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов, эпюр продольных сил
Тема 7	Основы сопромата. Расчет конструкций на прочность

Сформирован тематический план практических занятий в третьем (осеннем) семестре, такие занятия проводятся с применением электронной

информационной образовательной среды (ЭИОС). В таблице 4 приведен тематический план практических занятий по дисциплине «Техническая механика» в третьем семестре.

Таблица 4 – План практических занятий в третьем семестре

Номер темы	Названия тем практического занятия
Тема 8	Подбор электродвигателя для редуктора
Тема 9	Кинематический и силовой расчет редуктора
Тема 10	Выбор материала шестерни и колеса для одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи
Тема 11	Определение геометрических параметров одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи
Тема 12	Проверочный расчет на изгибную прочность цилиндрической зубчатой передачи
Тема 13	Определение геометрических параметров и построение эскиза тихоходного вала редуктора
Тема 14	Подбор подшипников и муфты для редуктора

2.2 Подготовка к практическим занятиям

Во втором (весеннем) семестре практические занятия представляют собой контактную работу с преподавателем в аудитории. Темы практических занятий второго семестра, а также цели и рекомендации сформулированы ниже.

2.2.1 Практическое занятие № 1 на тему: «Знакомство с кинематическими схемами плоских механизмов. Структурный анализ механизмов».

Цель занятия: формирование навыков чтения кинематических схем плоских механизмов, обучение навыкам структурного анализа, а именно: определению степени подвижности плоских механизмов, выделение их структурных групп, построение структурного графа механизма.

Методические рекомендации: при выполнении задания по теме, связанной со структурным анализом механизмов, необходимо научиться анализировать состав звеньев и кинематических пар механизма, определять степень его подвижности. Используя структурную формулу П. Л. Чебышева, выделить структурные группы механизма, сформировать его структурный граф. Полученный структурный граф механизма описать вербально. Пример оформления практического задания по этой теме представлен в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 1).

Рекомендуемая литература: [1, с. 5–15].

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Назовите звенья, входящие в состав кривошипно-коромыслового механизма.
2. Назовите элементы, входящие в состав кривошипно-ползунного механизма.
3. Назовите звенья, входящие в состав кулисных механизмов.
4. Перечислите, какие кулисные механизмы Вы знаете.
5. Перечислите элементы, входящие в состав пятизвенного рычажного механизма.
6. Запишите структурную формулу П. Л. Чебышева. Какие параметры входят в эту формулу?
7. Какие структурные группы механизма Вы знаете? Чем они отличаются друг от друга?
8. Что такое структурный граф механизма? Как выполнить его построение?

2.2.2 Практическое занятие № 2 на тему: «Геометрия механизмов. Построение крайних и текущих положений плоских механизмов».

Цель занятия: формирование навыков построения крайних и текущих положений плоских механизмов.

Методические рекомендации: при выполнении практического задания, связанного с построением крайних и текущего положений механизмов, заданы их кинематические схемы. По этой схеме устанавливают, когда механизм достигает крайних положений, выполняют необходимые расчеты с определением геометрических параметров механизма в крайних положениях, строят крайние и текущие положения на листе миллиметровой бумаги. При выполнении расчетов используют: формулы для определения радиусов R и r , применяемых при построении крайних положений кривошипно-коромыслового и кривошипно-ползунного механизмов; соотношения для рабочей длины кулисы $l_{2\text{раб}}$ в крайнем положении механизма с качающейся и вращающейся кулисами. Пример оформления практического задания по этой теме представлен в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 1).

Рекомендуемая литература: [4, с. 33–37; 9].

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Нарисуйте крайнее правое и крайнее левое положения кривошипно-коромыслового механизма.
2. Изобразите крайние положения кривошипно-ползунного механизма.
3. Нарисуйте крайнее правое и крайнее левое положения кулисного механизма с качающейся кулисой.

4. Изобразите крайние положения кулисного механизма с вращающейся кулисой.

5. Нарисуйте крайнее правое и крайнее левое положения кулисного механизма с поступательно движущейся кулисой.

6. Изобразите текущее положение кривошипно-коромыслового механизма, при котором кривошип перпендикулярен линии центров.

7. Нарисуйте текущее положение кривошипно-коромыслового механизма, при котором кривошип лежит на линии центров.

8. Запишите формулы для определения радиусов R и r , используемых при построении крайних положений кривошипно-коромыслового и кривошипно-ползунного механизмов.

9. Кривошипно-кулисный механизм с качающейся кулисой: запишите формулу для определения рабочей длины кулисы в крайнем положении.

10. Кривошипно-кулисный механизм с вращающейся кулисой: запишите формулу для определения рабочей длины кулисы в крайнем положении. Чем записанная формула отличается от формулы по вопросу 9?

2.2.3 Практическое занятие № 3 на тему: «Кинематический анализ плоских механизмов аналитическим методом».

Цель занятия: формирование навыков вывода функции положения, первой и второй геометрических передаточных функций для плоских механизмов.

Методические рекомендации: при выполнении практического задания, посвященного кинематическому анализу механизмов, следует начертить текущее положение заданного механизма, выполнить вывод функции положения. Затем вывести формулы для определения первой и второй геометрических передаточных функций. Пример оформления практического задания по этой теме представлен в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 1).

Рекомендуемая литература: [1, с. 39–46; 4].

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Запишите функцию положения для кривошипно-ползунного механизма.

2. Напишите соотношение для определения функции положения кулисных механизмов с качающейся и вращающейся кулисами.

3. Запишите функцию положения для кулисного механизма с поступательно движущейся кулисой.

4. Составьте алгоритм определения скорости точки В, принадлежащей коромыслу, для кривошипно-коромыслового механизма, используя понятие о мгновенном центре скоростей (МЦС).

5. Составьте алгоритм определения ускорения точки В, принадлежащей коромыслу, для кривошипно-коромыслового механизма, используя понятие о мгновенном центре ускорений (МЦУ).

6. Запишите первую и вторую геометрические передаточные функции для кривошипно-ползунного механизма.

7. Напишите соотношения для определения первой и второй геометрических передаточных функций кривошипно-кулисных механизмов с качающейся и вращающейся кулисами.

8. Запишите первую и вторую геометрические передаточные функции для кулисного механизма с поступательно движущейся кулисой.

9. Как установить скорость точки А, принадлежащей кривошипу, зная длину кривошипа и его угловую скорость?

10. Как установить ускорение точки А, принадлежащей кривошипу, зная длину кривошипа и его угловое ускорение?

2.2.4 Практическое занятие № 4 на тему: «Схема приложения сил в плоских механизмах. Критерии качества передачи движения».

Цель занятия: формирование навыков вывода формул для определения угла давления и угла передачи, являющихся критериями качества передачи движения.

Методические рекомендации: при выполнении практического задания, посвященного анализу схем приложения сил в плоских механизмах, следует начертить текущее положение заданного механизма, приложить силу (или момент сил) полезного сопротивления, действующую на выходное звено механизма. Выполнить вывод формулы для определения угла давления или угла передачи движения. Построить график изменения угла давления (угла передачи) в функции угла поворота кривошипа. Пример оформления практического задания по этой теме представлен в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 1).

Рекомендуемая литература: [1, с. 46–64; 4, с. 56–65].

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Запишите формулу для определения угла передачи движения в кривошипно-коромысловом механизме.

2. Напишите соотношение для определения силы, действующей вдоль шатуна (кривошипно-коромысловый механизм).

3. Запишите формулу для определения угла передачи движения в кривошипно-ползунном механизме.

4. Напишите соотношение для определения силы, действующей вдоль шатуна (кривошипно-ползунный механизм).

5. Дан кривошипно-коромысловый механизм с геометрическими размерами: $l_1 = 70$ мм; $l_2 = 100$ мм; $l_3 = 70$ мм; $l_0 = 100$ мм. Определить угол передачи движения в интервале изменения угла поворота кривошипа от 0° , 10° , 20° , ... 90° . Построить график угла передачи движения.

6. Дан кривошипно-коромысловый механизм с геометрическими размерами: $l_1 = 70$ мм; $l_2 = 100$ мм; $l_3 = 70$ мм; $l_0 = 100$ мм. Определить значение силы F_2 , действующей вдоль шатуна, в интервале изменения угла поворота кривошипа от 0° , 10° , 20° , ... 90° . Построить график изменения названной силы. Характер изменения угла передачи взять из задания 5.

7. Дан кривошипно-ползунный механизм с геометрическими размерами: $l_1 = 30$ мм; $l_2 = 90$ мм; $l_0 = 120$ мм. Определить угол передачи движения в интервале изменения угла поворота кривошипа от 0° , 10° , 20° , ... 100° . Построить график угла передачи движения.

8. Дан кривошипно-ползунный механизм с геометрическими размерами: $l_1 = 30$ мм; $l_2 = 90$ мм; $l_0 = 120$ мм. Определить значение силы F_2 , действующей вдоль шатуна, в интервале изменения угла поворота кривошипа от 0° , 10° , 20° , ... 100° . Построить график изменения названной силы. Характер изменения угла передачи взять из задания 7.

9. Дан кривошипно-ползунный механизм с геометрическими размерами: $l_1 = 50$ мм; $l_2 = 110$ мм; $l_0 = 160$ мм. Определить угол передачи движения в интервале изменения угла поворота кривошипа от 0° , 10° , 20° , ... 100° . Построить график угла передачи движения.

10. Дан кривошипно-ползунный механизм с геометрическими размерами: $l_1 = 50$ мм; $l_2 = 110$ мм; $l_0 = 160$ мм. Определить значение силы F_2 , действующей вдоль шатуна, в интервале изменения угла поворота кривошипа от 0° , 10° , 20° , ... 100° . Построить график изменения названной силы. Характер изменения угла передачи взять из задания 9.

2.2.5 Практическое занятие № 5 на тему: «Статика. Определение реакций связей в защемленных и шарнирно-опертых балках».

Цель занятия: формирование навыков в определении реакций связей в балках с опорами в виде жесткой заделки и балках с шарнирными опорами, а также в стержнях.

Методические рекомендации: при выполнении практического задания, связанного с определением реакций связей в балках (стержнях), следует вспомнить, сколько реакций связей дает шарнирно-неподвижная и шарнирно-подвижная опоры, а также жесткая заделка. Необходимо начертить балку (стержень), приложить к ней (к нему) заданные активные силы, отбросить связи и заменить их действие реакциями, составить уравнения равновесия и определить числовые значения реакций связей. Составить уравнение

равновесия, используемое для проверки решения, и доказать, что значения реакций связей установлены правильно. К упомянутым уравнениям относят сумму моментов всех сил, действующих на балку относительно какой-либо точки, и сумму проекций сил на оси координат. Пример оформления практического задания по этой теме представлен в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 1).

Рекомендуемая литература: [2, с. 14–16; 3, с. 71–73; 6, с. 29–36].

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Сколько реакций связей возникает в шарнирно-неподвижной опоре? При ответе на вопрос зарисуйте эту опору и обозначьте реакции связей.

2. Сколько реакций связей возникает в шарнирно-подвижной опоре? Отвечая на вопрос, нарисуйте эту опору и обозначьте реакции связей.

3. Сколько реакций связей возникает в жесткой заделке? При ответе на вопрос зарисуйте эту опору и обозначьте реакции связей.

4. Дана балка с опорой в виде жесткой заделки (рисунок 1). К балке приложена равномерно-распределенная нагрузка $q = 8$, кН/м. Длина балки $l_{12} = 4$ м. Определить числовые значения реакций, возникающих в жесткой заделке.

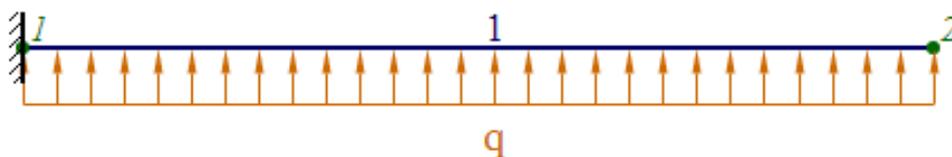


Рисунок 1 – Схема к заданию 4

5. Дана балка с шарнирно-неподвижной и шарнирно-подвижной опорами (рисунок 2). К балке приложена сосредоточенная сила $F = 4$, кН, направленная перпендикулярно к продольной оси балки. Длины участков балки: $l_{12} = l_{23} = 3$ м. Определить числовые значения реакций, возникающих в шарнирных опорах.

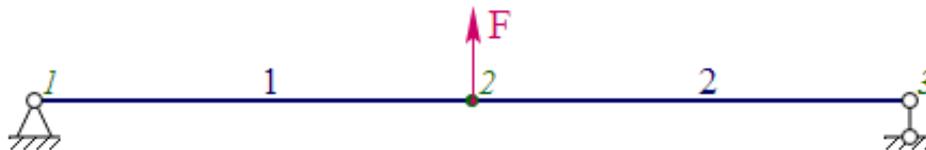


Рисунок 2 – Схема к заданию 5

6. Дана конструкция с шарнирно-неподвижной и шарнирно-подвижной опорами (рисунок 3). К конструкции приложены две сосредоточенные силы. Сила $F_1 = 7$, кН, направленная перпендикулярно к продольной оси конструкции. Сила $F_2 = 5$, кН направлена вдоль оси конструкции и приложена в середине участка 1-2. Длины участков конструкции: $l_{12} = 1$ м, $l_{23} = 3$ м. Определить числовые значения реакций, возникающих в шарнирных опорах.



Рисунок 3 – Схема к заданию 6

7. Покажите направление реакций связей и составьте уравнения равновесия для определения этих реакций в общем виде (рисунок 4). Длины участков балки равны: l_{12} , м, l_{23} , м.

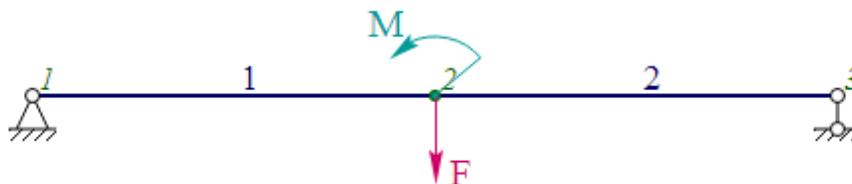


Рисунок 4 – Схема к заданию 7

8. Покажите направление реакций связей и составьте уравнения равновесия для определения этих реакций в общем виде (рисунок 5). Длины участков балки равны: l_{12} , м, l_{23} , м.

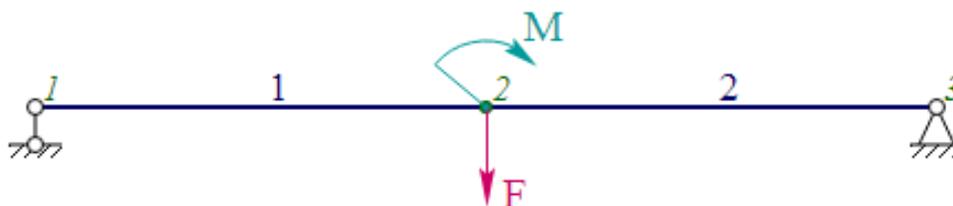


Рисунок 5 – Схема к заданию 8

2.2.6 Практическое занятие № 6 на тему: «**Основы сопромата. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов, эпюр продольных сил**».

Цель занятия: формирование навыков в построении эпюр поперечных сил и изгибающих моментов, эпюр продольных сил применительно к балкам (стержням) с опорами в виде жесткой заделки и балкам (стержням) с шарнирными опорами.

Методические рекомендации: при выполнении этого практического задания необходимо начертить балку (стержень), приложить к ней (к нему) заданные активные силы, установленные в задаче 5 реакции связей, составить уравнения для поперечной силы, изгибающего момента, используя правило знаков при изгибе, а также соотношения для продольной силы. Построить эпюры поперечной силы, изгибающего момента, продольной силы. Пример оформления практического задания по этой теме представлен в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 1).

Рекомендуемая литература: [3, с. 20; с. 71–73].

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Дана балка с опорой в виде жесткой заделки (рисунок 6). К балке приложена равномерно-распределенная нагрузка $q = 8$, кН/м. Длина балки $l_{12} = 4$ м. Определить числовые значения реакций, возникающих в жесткой заделке. Построить эпюры внутренних силовых факторов – поперечной силы и изгибающего момента.

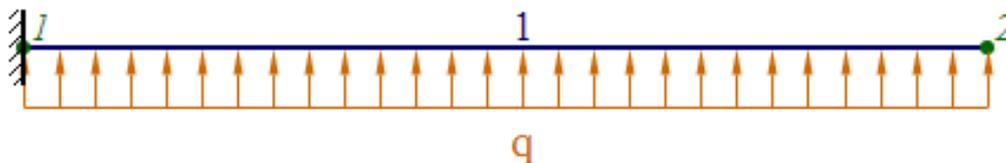


Рисунок 6 – Схема балки к заданию 1

2. Дана балка с шарнирно-неподвижной и шарнирно-подвижной опорами (рисунок 7). К балке приложена сосредоточенная сила $F = 4$, кН, направленная перпендикулярно к продольной оси балки. Длины участков балки: $l_{12} = l_{23} = 3$ м. Определить числовые значения реакций, возникающих в шарнирных опорах. Построить эпюры внутренних силовых факторов – поперечной силы и изгибающего момента.

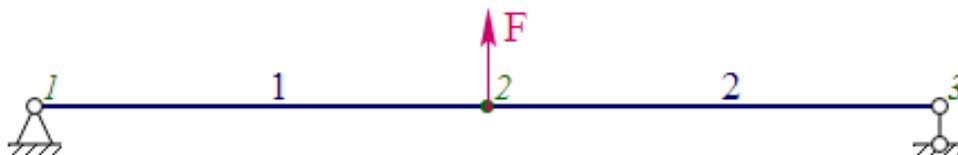


Рисунок 7 – Схема балки к заданию 2

3. Дана конструкция с шарнирно-неподвижной и шарнирно-подвижной опорами (рисунок 8). К ней приложены две сосредоточенные силы. Сила $F_1 = 7$, кН направлена перпендикулярно к продольной оси балки, нагрузка $F_2 = 5$, кН направлена вдоль оси балки и приложена в середине участка 1-2. Длины участков конструкции: $l_{12} = 1$ м, $l_{23} = 3$ м. Определить числовые значения реакций, возникающих в шарнирных опорах. Построить эпюры внутренних силовых факторов – поперечной силы и изгибающего момента, а также продольной (осевой) силы.



Рисунок 8 – Схема конструкции к заданию 3

4. Какой вид будут иметь эпюры поперечных сил и изгибающих моментов при решении задачи по рисунку 6?

5. Назовите вид эпюр поперечных сил и изгибающих моментов при решении задачи по рисунку 7.

6. Какой вид будут иметь эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, а также продольных (осевых) сил при решении задачи по рисунку 8?

7. Определите реакции связей и постройте эпюры поперечных сил и изгибающих моментов (рисунок 9). Заданы значения активных сил и моментов: $F = 5$ кН, $M = 15$ кН·м. Длины участков балки равны: $l_{12} = 3$ м, $l_{23} = 4$ м.

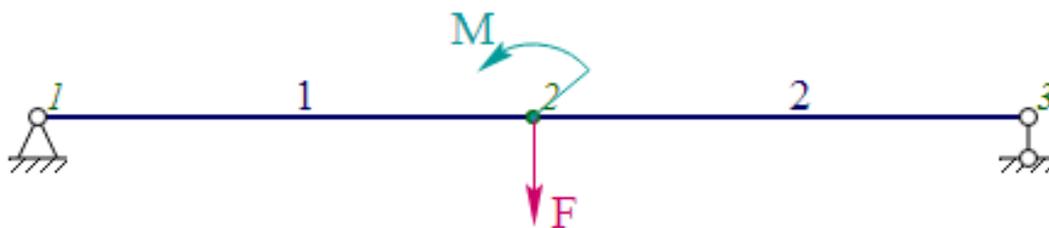


Рисунок 9 – Схема балки к заданию 7

8. Определите реакции связей и постройте эпюры поперечных сил и изгибающих моментов (рисунок 10). Заданы значения активных сил и моментов: $F = 3$ кН, $M = 30$ кН·м. Длины участков балки равны: $l_{12} = 2$ м, $l_{23} = 7$ м.

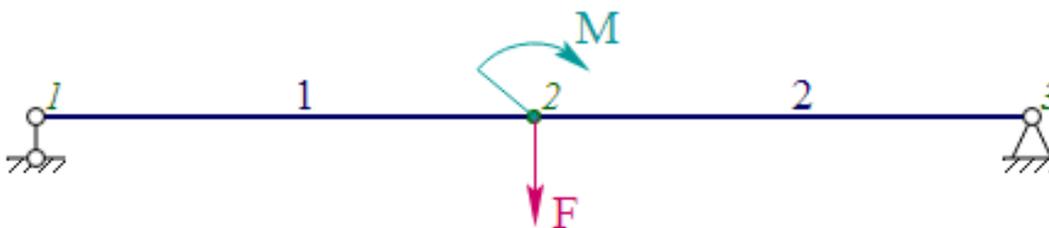


Рисунок 10 – Схема балки к заданию 8

2.2.7 Практическое занятие № 7 на тему: «**Основы сопромата. Расчет конструкций на прочность**».

Цель занятия: формирование навыков в выполнении прочностных расчетов конструкций.

Методические рекомендации: при выполнении практического задания студенту необходимо проверить конструкцию на прочность; определить допустимый изгибающий момент; подобрать сечения балки (стержня). Максимальные значения внутренних силовых факторов взять из задач практического занятия № 6. При проверке прочности конструкции используют условие прочности балки при изгибе; условие прочности стержня при растяжении, сжатии. Пример оформления практического задания по этой теме

представлен в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 1).

Рекомендуемая литература: [3, с. 35–36; с. 78–83].

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Запишите формулу для определения момента сопротивления сечения, если форма конструкции – круг определенного диаметра.
2. Приведите соотношение для определения момента сопротивления сечения, если форма детали – кольцо с большим и меньшим диаметрами.
3. Запишите формулу для определения момента сопротивления сечения, если форма конструкции – прямоугольник определенной высоты и ширины.
4. Приведите соотношение для определения площади поперечного сечения, если форма детали – круг определенного диаметра.
5. Запишите формулу для определения площади поперечного сечения, если форма конструкции – кольцо с большим и меньшим диаметрами.
6. Приведите соотношение для определения площади поперечного сечения, если форма детали – прямоугольник определенной высоты и ширины.
7. Запишите неравенство, иллюстрирующее условие прочности по нормальным напряжениям в случае изгиба.
8. Приведите неравенство, иллюстрирующее условие прочности по нормальным напряжениям в случае растяжения, сжатия.
9. Как выполнить подбор сечения (при изгибе и растяжении, сжатии)?
10. Как определить наибольший допускаемый изгибающий момент при изгибе и наибольшую допускаемую поперечную силу при растяжении, сжатии?

В третьем (осеннем) семестре контактная работа с преподавателем на практических занятиях перенесена в электронную информационную образовательную среду (ЭИОС). По темам предложенных практических занятий (см. таблицу 4) в ЭИОС сформированы задания, которые следует выполнять каждые две недели семестра. За выполнение каждого задания в ЭИОС студенту выставляется балл. Критерии оценивания заданий приведены в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 2). Оперативность и правильность выполнения задания оценивается повышенным баллом. Оценки за выполнение практических заданий в ЭИОС для каждого студента суммируются в течение семестра и учитываются при выставлении отметки на экзамене по дисциплине «Техническая механика». Темы практических занятий третьего семестра, а также цель и рекомендации сформулированы ниже.

2.2.8 Практическое занятие № 8 на тему: «Подбор электродвигателя для редуктора».

Цель занятия: формирование навыков в подборе электродвигателя для редуктора.

Методические рекомендации: при выполнении практического задания анализируют схему редуктора, например, одноступенчатого цилиндрического; по справочнику выписывают значения коэффициентов полезного действия элементов, входящих в его состав; определяют коэффициент полезного действия механизма; устанавливают мощность на быстроходном валу; по таблицам каталога подбирают электродвигатель. При этом применяют следующие аналитические зависимости: формулу для определения коэффициента полезного действия механизма; соотношение для мощности на быстроходном валу; неравенство, используемое при подборе электродвигателя. Пример оформления практического задания по этой теме представлен в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 2).

Рекомендуемая литература: [5, с. 30–32; 7, с. 10–12].

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Из каких элементов состоит одноступенчатый цилиндрический редуктор?
2. Назовите числовое значение КПД пары подшипников качения.
3. Запишите значение КПД цилиндрической зубчатой передачи (закрытой, открытой).
4. Назовите числовое значение КПД муфты.
5. Сколько подшипников качения входят в состав одноступенчатого редуктора?
6. Как называется вал, на котором размещена шестерня цилиндрической зубчатой передачи?
7. Как называется вал, на котором размещено зубчатое колесо цилиндрической передачи?
8. Дана одноступенчатая цилиндрическая зубчатая передача. Мощность тихоходного вала 2,6 кВт. Коэффициент полезного действия подшипников качения 0,99; цилиндрической передачи 0,97; зубчатой муфты 0,98. Определить мощность на быстроходном валу такой передачи.
9. Дана одноступенчатая коническая зубчатая передача. Мощность тихоходного вала 3,5 кВт. Коэффициент полезного действия подшипников качения 0,99; конической передачи 0,96; зубчатой муфты 0,98. Определить мощность на быстроходном валу такой передачи.
10. Дана одноступенчатая червячная передача. Мощность тихоходного вала 5,5 кВт. Коэффициент полезного действия подшипников качения 0,99; червячной передачи 0,7; зубчатой муфты 0,98. Определить мощность на быстроходном валу такой передачи.

2.2.9 Практическое занятие № 9 на тему: «**Кинематический и силовой расчет редуктора**».

Цель занятия: формирование навыков в выполнении кинематического и силового расчета редуктора.

Методические рекомендации: при выполнении практического задания оценивают заданную частоту вращения тихоходного вала редуктора, определяют силовые и кинематические параметры быстроходного вала, а затем тихоходного вала; формулы для определения силовых и кинематических параметров быстроходного и тихоходного валов редуктора выводят, исходя из заданной схемы передачи. Пример оформления практического задания по этой теме представлен в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 2).

Рекомендуемая литература: [5, с. 30–32 и с. 35–40; 7, с. 10–12].

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Как изменяется мощность от вала электродвигателя к тихоходному валу редуктора?
2. Сформулируйте заключение об изменении частоты вращения и угловой скорости от вала электродвигателя к тихоходному валу редуктора.
3. Как изменяется вращающий момент от вала электродвигателя к тихоходному валу редуктора?
4. Параметры P_1 и P_2 – это ...
5. Буквенные обозначения n_1 и n_2 – это ...
6. Параметры ω_1 и ω_2 – это ...
7. Буквенные обозначения T_1 и T_2 – это ...
8. Какие передачи с параллельными осями валов Вы знаете?
9. Дана одноступенчатая цилиндрическая зубчатая передача, передаточное число которой равно 1,25. Частота вращения быстроходного вала 702 об/мин. Определить частоту вращения тихоходного вала.
10. Дана одноступенчатая цилиндрическая зубчатая передача, передаточное число которой равно 3,15. Частота вращения быстроходного вала 695 об/мин. Определить частоту вращения тихоходного вала.

2.2.10 Практическое занятие № 10 на тему: «**Выбор материала шестерни и колеса для одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи**».

Цель занятия: формирование навыков в выборе материала шестерни цилиндрической зубчатой передачи, а также привитие навыков расчета допускаемых контактных и изгибных напряжений.

Методические рекомендации: при выполнении практического задания определяют твердость материала шестерни; подбирают марку материала шестерни и вид термообработки; выполняют расчет допускаемых контактных и изгибных напряжений. Для этого используют формулу определения твердости

материала шестерни; соотношения для предела контактной выносливости шестерни и колеса; формулы по определению допускаемых контактных напряжений; соотношения для предела изгибной выносливости шестерни и колеса; формулы по определению изгибных контактных напряжений. Пример оформления практического задания по этой теме представлен в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 2).

Рекомендуемая литература: [8, с. 11].

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Как определяется допускаемое контактное напряжение для шестерни и колеса цилиндрической зубчатой передачи?

2. Как установить значения допускаемых изгибных напряжений для шестерни и колеса цилиндрической зубчатой передачи?

3. Как подбирается материал шестерни, если известна марка материала зубчатого колеса?

4. Как перевести твердость по Роквеллу в твердость по Бринеллю, применяя онлайн таблицу перевода твердости <https://heattreatment.ru/tablica-onlajn-perevoda-tverdosti>?

5. Расскажите об этапах решения задания, связанного с выбором материала шестерни цилиндрической зубчатой передачи.

6. Зубчатое колесо изготовлено из стали 45, твердость $HB_2 = 170$. Чему равна твердость HB_1 шестерни?

7. Колесо изготовлено из стали 45Х, твердость $HB_2 = 165$. Чему равна твердость HB_1 шестерни?

8. Зубчатое колесо изготовлено из стали 40Х, твердость $HRC_2 = 50$. Как установить твердость HB_2 этого колеса?

2.2.11 Практическое занятие № 11 на тему: «**Определение геометрических параметров одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи**».

Цель занятия: формирование навыков в определении геометрических параметров цилиндрической зубчатой передачи.

Методические рекомендации: при выполнении практического задания определяют межосевое расстояние по формуле, используемой при проектном расчете. Полученное значение межосевого расстояния принимают из ближайших больших стандартных значений по предложенному ряду. Далее выполняют расчет ширины зубчатого венца и модуля (их значения округляют до стандартных по ряду); определяют числа зубьев шестерни и колеса; выполняют расчет диаметров шестерни и колеса. Пример оформления практического задания по этой теме представлен в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 2).

Рекомендуемая литература: [5, с. 81–85; 8].

Вопросы и задания для самоконтроля

1. От каких факторов зависит числовое значение межосевого расстояния?
2. От каких параметров зависит значение ширины зубчатого венца?
3. Функцией каких параметров является модуль зубчатого зацепления?
4. От каких параметров зависит числовое значение суммарного числа зубьев шестерни и колеса?
5. Делительный диаметр шестерни и колеса для цилиндрической передачи представляет собой произведение ...
6. По какой формуле устанавливают диаметр по впадинам зубьев шестерни и колеса для цилиндрической передачи?
7. Запишите формулы для диаметра по выступам зубьев шестерни и колеса у цилиндрической передачи.
8. Назовите формулу для определения межосевого (межцентрового) расстояния у цилиндрической зубчатой передачи внешнего зацепления.
9. Приведите соотношение для определения межосевого (межцентрового) расстояния у цилиндрической зубчатой передачи внутреннего зацепления.
10. Изобразите эскизно цилиндрическую зубчатую передачу на листе миллиметровой бумаги по полученным геометрическим размерам.

2.2.12 Практическое занятие № 12 на тему: «**Проверочный расчет на изгибную прочность цилиндрической зубчатой передачи**».

Цель занятия: формирование навыков в выполнении проверочного расчета на изгибную прочность цилиндрической зубчатой передачи.

Методические рекомендации: при выполнении практического задания определяют окружную силу, возникающую в передаче; устанавливают числовое значение расчетного изгибного напряжения; сравнивают значение расчетного изгибного напряжения с допускаемым, полученным при решении задачи на практическом занятии № 10. На занятии № 12 используется следующий математический аппарат: формула для определения окружной силы; соотношение для расчетного изгибного напряжения применительно к цилиндрической прямозубой передаче; неравенство для сравнения расчетного изгибного напряжения с допускаемым напряжением. Пример оформления практического задания по этой теме представлен в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 2).

Рекомендуемая литература:

[1, с. 254–256; 3, с. 35; 5, с. 81–84; 6, с. 14]

Вопросы и задания для самоконтроля

1. От каких параметров зависит окружная сила F_t , действующая в зубчатом зацеплении для цилиндрической передачи?
2. Сформулируйте фразу: «Расчетное напряжение изгиба является функцией ... параметров».

3. Записать критерий прочности по изгибным напряжениям.
4. Как определить делительный диаметр зубчатого колеса?
5. Назовите формулу для определения вращающего момента T_2 .
6. По какой формуле устанавливается числовое значение модуля зацепления?
7. От каких параметров зависит ширина зубчатого венца b_2 ?
8. На сколько процентов расчетное изгибное напряжение может превышать допускаемое?
9. Дана цилиндрическая косозубая зубчатая передача. Сколько сил возникает в зацеплении этой передачи? Назовите упомянутые силы.
10. Дана цилиндрическая прямозубая зубчатая передача. Сколько сил возникает в зацеплении этой передачи? Назовите упомянутые силы.

2.2.13 Практическое занятие № 13 на тему: «**Определение геометрических параметров и построение эскиза тихоходного вала редуктора**».

Цель занятия: формирование навыков в определении геометрических параметров тихоходного вала, а также навыков его эскизного изображения.

Методические рекомендации: при выполнении практического задания устанавливают диаметр выходного конца тихоходного вала, его числовое значение округляют до стандартного значения. Определяют диаметр вала под подшипник, его значение округляют в большую сторону до числа, кратного пяти. Выполняют расчет диаметра вала под колесо, его числовое значение округляют до стандартного значения. Производят расчеты длин участков тихоходного вала, используя округленные значения его диаметров. Аналитические зависимости, используемые на занятии, – формулы для определения диаметров участков тихоходного вала; соотношения для длин участков этого вала. Пример оформления практического задания по этой теме представлен в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 2).

Рекомендуемая литература: [5, с. 119–123; 8].

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Каким образом определяется диаметр выходного конца тихоходного вала?
2. Как установить диаметр вала под подшипник?
3. От каких параметров зависит диаметр вала под зубчатое колесо?
4. Запишите формулы для определения длин участков вала l_{MT} и l_{KT} .
5. Поясните, от каких параметров зависит длина участка вала под зубчатое колесо.
6. Изобразите эскизно тихоходный вал цилиндрического редуктора.

7. Значения каких геометрических параметров тихоходного вала принимаются по стандартному ряду?

8. Покажите на эскизе тихоходного вала участок, на котором размещается зубчатое колесо?

9. Покажите на эскизе тихоходного вала участки, где устанавливаются опоры вала?

10. Покажите на эскизе тихоходного вала участок, на котором размещается муфта, соединяющая его с валом рабочего органа?

2.2.14 Практическое занятие № 14 на тему: «**Подбор подшипников и муфты для редуктора**».

Цель занятия: формирование навыков в подборе стандартных элементов для редуктора.

Методические рекомендации: при выполнении практического задания подбирают подшипник по заданному ГОСТ, зная округленное значение диаметра вала под подшипник. Выписывают геометрические параметры выбранного подшипника. Для подбора муфты определяют расчетный вращающий момент, зная вращающий момент на тихоходном валу и коэффициент режима работы механизма. Подбирают муфту по заданному ГОСТ. В качестве исходных данных для подбора муфты используют расчетный вращающий момент и диаметр выходного конца тихоходного вала. Пример оформления практического задания по этой теме представлен в учебно-методическом пособии по практическим занятиям (часть 2).

Рекомендуемая литература: [5, с. 126; с. 146].

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Для каких целей применяют муфты?
2. Заполните пропуск в фразе: «Подшипники качения являются ... вала редуктора».
3. Составьте алгоритм подбора муфты для соединения быстроходного вала цилиндрического редуктора с валом электродвигателя.
4. Запишите основные этапы выбора подшипников качения для тихоходного вала цилиндрического редуктора.
5. Перечислите конструктивные особенности кулачково-дисковых муфт.
6. Назовите конструктивные особенности упругой втулочно-пальцевой муфты.
7. Перечислите состав деталей, входящих в подшипник качения.
8. Какие тела качения Вы знаете?
9. Назовите конструктивные особенности втулочных и фланцевых муфт.
10. Перечислите конструктивные особенности цепных муфт.

Студенты заочной формы обучения закрепляют теоретический материал самостоятельно, используя учебно-методическое пособие по выполнению контрольных работ. Студентам-заочникам необходимо выполнить две

контрольные работы – по одной в каждом семестре. В упомянутом пособии сформированы задания с вариантами, дана теоретическая справка и примеры решения задач. Пособие содержит требования к оформлению контрольных работ, а также критерии оценивания.

3 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

3.1 Тематический план лабораторных занятий

Сформирован тематический план лабораторных занятий в третьем (осеннем) семестре. Такие занятия проводятся в специализированной аудитории 308д, оснащенной необходимым лабораторным оборудованием. В таблице 5 приведен тематический план лабораторных занятий по дисциплине «Техническая механика» в третьем семестре.

Таблица 5 – План лабораторных занятий в третьем семестре

Номер темы	Тема лабораторного занятия
Темы 1 и 15	Структурный анализ плоских и пространственных механизмов. Планетарные механизмы. Методы нарезания зубьев
Тема 9	Редуктор цилиндрический. Определение геометрических параметров
Тема 10	Редуктор конический. Определение геометрических параметров
Тема 11	Редуктор червячный. Определение геометрических параметров
Тема 12	Подшипники качения. Маркировка
Тема 13	Ременная передача. Определение основных параметров

3.2 Сведения о лабораторных занятиях

Студенты, выполняя лабораторную работу, в конце занятия оформляют отчет и делают выводы. В учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ к каждой лабораторной работе приведен список контрольных вопросов. Студент имеет право защитить лабораторную работу с оформленным отчетом по ней, ответив на контрольные вопросы в конце лабораторного занятия, на консультации по дисциплине либо в конце семестра. Студенты, защитившие все выполненные лабораторные работы, допускаются к промежуточной аттестации.

3.2.1 Лабораторная работа № 1 на тему:

«Структурный анализ плоских и пространственных механизмов»

Цель занятия: развитие умений и навыков структурного анализа плоских и пространственных механизмов.

Задачи:

- 1) повторить теоретические основы структурного анализа плоских и пространственных механизмов;
- 2) научиться выделять структурные группы, составляющие механизм;
- 3) получить навык в построении и описании структурных графов механизма.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы № 1

1. Перечислите названия звеньев, совершающих поступательное движение.
2. Изобразите любую известную Вам структурную группу Л. В. Ассура.
3. Что такое угол передачи (или угол давления) в плоском механизме?
4. Изобразите любую известную Вам структурную группу М. З. Коловского.
5. Перечислите названия звеньев, совершающих качательное движение.
6. Что такое копир?
7. Продолжите фразу: «К звеньям, совершающим вращательное движение, относят ...».

3.2.2 Лабораторная работа № 2 на тему:

«Планетарные механизмы. Методы нарезания зубьев»

Цель занятия: закрепление у студентов практических умений по определению передаточных чисел планетарных передач, выводу соотношения для условия соосности; формирование навыка вычерчивания эвольвентного профиля зуба.

Задачи:

- 1) закрепить знания по кинематическому расчету механизмов;
- 2) научиться составлять расчетные формулы для определения передаточных чисел планетарного механизма, а также соотношения для условия соосности;
- 3) получить навык вычерчивания эвольвентного профиля зуба.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы № 2

1. Назовите детали, входящие в состав планетарной передачи.
2. Перечислите достоинства и недостатки планетарных передач.
3. Какие методы нарезания зубьев Вы знаете?
4. Назовите инструмент, используемый при нарезании зубьев.

3.2.3 Лабораторная работа № 3 на тему:

«Редуктор цилиндрический. Определение геометрических параметров»

Цель занятия: закрепление у студентов умений обмера геометрических параметров деталей редуктора, формирование навыка расчета двухступенчатого цилиндрического редуктора.

Задачи:

- 1) изучить состав двухступенчатого цилиндрического редуктора, научиться изображать его кинематическую схему;
- 2) выполнить обмер деталей редуктора;
- 3) получить навык расчета параметров двухступенчатого цилиндрического редуктора.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы № 3

1. Сформулируйте фразу: «Редуктор – это устройство ...».
2. Как изменяются в редукторе частота вращения, мощность, вращающий момент от быстроходного вала к тихоходному валу?
3. Назовите преимущества и недостатки косозубой цилиндрической зубчатой передачи.
4. Перечислите виды отказов, возникающих при работе цилиндрической зубчатой передачи.
5. Назовите геометрические параметры цилиндрической зубчатой передачи.
6. Что такое модуль зубчатого зацепления?
7. Какова связь между торцовым и нормальным шагом в косозубой передаче?

3.2.4 Лабораторная работа № 4 на тему:

«Редуктор конический. Определение геометрических параметров»

Цель занятия: закрепление у студентов умений обмера геометрических параметров деталей редуктора, формирование навыка расчета двухступенчатого коническо-цилиндрического редуктора.

Задачи:

- 1) изучить состав двухступенчатого коническо-цилиндрического редуктора, научиться изображать его кинематическую схему;
- 2) выполнить обмер деталей редуктора;
- 3) получить навык расчета параметров двухступенчатого коническо-цилиндрического редуктора.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы № 4

1. Сформулируйте фразу: «Редуктор – это устройство ...».

2. Как изменяются в редукторе частота вращения, мощность, вращающий момент?
3. Назовите преимущества и недостатки конической передачи.
4. Почему модуль в конической передаче имеет разное значение по длине зуба?
5. Перечислите геометрические параметры конического колеса.
6. Какие детали и узлы входят в состав коническо-цилиндрического редуктора.
7. От каких параметров зависит внешнее конусное расстояние?
8. Какова связь между внешним окружным модулем и окружным модулем в среднем сечении?

3.2.5 Лабораторная работа № 5 на тему:

«Редуктор червячный. Определение геометрических параметров»

Цель занятия: закрепление у студентов умений обмера геометрических параметров деталей редуктора, формирование навыка расчета одноступенчатого червячного редуктора.

Задачи:

- 1) изучить состав одноступенчатого червячного редуктора, научиться изображать его кинематическую схему;
- 2) выполнить обмер деталей редуктора;
- 3) получить навык расчета параметров одноступенчатого червячного редуктора.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы № 5

1. Сформулируйте фразу: «Редуктор – это устройство ...».
2. Как изменяются в редукторе частота вращения, мощность, вращающий момент?
3. Преимущества и недостатки червячной передачи.
4. Из каких материалов изготавливается венец червячного колеса?
5. Является ли червячный редуктор самотормозящей передачей?
6. Перечислите основные геометрические размеры червяка, червячного колеса.
7. Назовите единицу измерения модуля.

3.2.6 Лабораторная работа № 6 на тему:

«Подшипники качения. Маркировка»

Цель занятия: закрепление у студентов умений анализа состава деталей в подшипниках качения, формирование навыка расшифровки маркировки этих стандартных узлов.

Задачи:

- 1) изучить состав подшипников качения, научиться их эскизно изображать;
- 2) выполнить обмер деталей подшипника;
- 3) получить навык расшифровки маркировки подшипника качения.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы № 6

1. Каковы конструктивные различия подшипников скольжения?
2. Из каких материалов изготовлены вкладыши?
3. Каковы виды разрушения подшипников скольжения?
4. Каковы критерии работоспособности подшипников скольжения?
5. Назовите классификацию подшипников качения по направлению воспринимаемой нагрузки, по форме тел качения, по основным конструктивным признакам?
6. Каковы достоинства и недостатки подшипников качения по сравнению с подшипниками скольжения?
7. По какому расчетному параметру определяется пригодность выбранного подшипника качения?

3.2.7 Лабораторная работа № 7 на тему:

«Ременная передача. Определение основных параметров»

Цель занятия: закрепление у студентов умений анализа конструкций ременных передач, формирование навыка расчета механизма с гибким элементом.

Задачи:

- 1) ознакомиться с составом конструкции и принципом работы ременной передачи;
- 2) изучить основные силовые и кинематические параметры механизма с гибким элементом, получить навыки измерений таких параметров на лабораторной установке;
- 3) выполнить обработку экспериментальных данных по определению коэффициента полезного действия и коэффициента скольжения, взятых с лабораторной установки.

Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы № 7

1. Укажите назначение, достоинства и недостатки механизмов с гибким элементом.
2. С какой целью и какими способами создают начальное натяжение гибкого элемента?
3. Какие параметры механизма с гибким элементом оказывают влияние на его тяговую способность?
4. Укажите причину упругого скольжения гибкого элемента на шкивах.

5. От каких параметров зависит коэффициент трения гибкого элемента о шкив?

6. Как влияет изменение коэффициента трения на значение окружного усилия?

7. Расскажите о влиянии изменения коэффициента трения на значения сил F_1 и F_2 .

3.3 Рекомендации по выполнению самостоятельной работы студентов при подготовке к защите лабораторных работ

Самостоятельная работа студентов заключается в следующем:

- подготовка бланка отчета выполняется до лабораторного занятия;
- формирование необходимых схем объектов исследования; измерения и расчет проводятся непосредственно на лабораторном занятии;
- подготовка к защите выполненной лабораторной работы по контрольным вопросам.

Лабораторные занятия представляют собой форму контактной работы с преподавателем и являются компонентом образовательной программы. Поэтому для успешного прохождения текущей аттестации эти занятия рекомендованы студентам к регулярному посещению. При защите лабораторной работы студенту предлагается беседа в рамках контрольных вопросов к ней.

Студенты заочной формы обучения выполняют лабораторные работы в аудитории 308д главного учебного корпуса с применением действующего оборудования по следующим темам: «Структурный анализ плоских и пространственных механизмов», «Редуктор цилиндрический. Определение геометрических параметров» и «Редуктор конический. Определение геометрических параметров». Ознакомление с другими лабораторными работами выполняется по материалам соответствующего учебно-методического пособия, а также по видео и презентациям, размещенным в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Батиенков, В. Т. Техническая механика: учеб. пособие / В. Т. Батиенков, В. А. Волосухин, С. И. Евтушенко. – Москва: РИОР: ИНФРА-М, – 2011. – 379 с.
2. Техническая механика / под ред. Д. В. Чернилевского: в 4 кн. Кн. 1. Теоретическая механика. – Москва: Машиностроение. – 2012. – 128 с.
3. Техническая механика / под ред. Д. В. Чернилевского: в 4 кн. Кн. 2. Сопротивление материалов. – Москва: Машиностроение. – 2012. – 160 с.
4. Техническая механика / под ред. Д. В. Чернилевского: в 4 кн. Кн. 3. Основы теории механизмов и машин. – Москва: Машиностроение. – 2012. – 104 с.
5. Техническая механика / под ред. Д. В. Чернилевского: в 4 кн. Кн. 4. Детали машин и основы проектирования. – Москва: Машиностроение. – 2012. – 160 с.
6. Мовнин, М. С. Техническая механика: учебник [в 3 ч.] / М. С. Мовнин, А. Б. Израелит. – Ленинград: Судостроение, 1971. – Ч. 1. Теоретическая механика. – 342 с.
7. Серeda, Н. А. Техническая механика. Структура и геометрия механизмов электрических приборов: учеб. пособие для вузов / Н. А. Серeda. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 185 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-13879-5.
8. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учебное пособие для технических специальностей вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – Москва: Высшая школа, 2001. – 447 с.
9. Серeda Н. А. Теория механизмов и машин. Построение положений механизмов: учебно-методическое пособие по выполнению раздела курсовой работы / Н. А. Серeda. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021. – 53 с.
10. Серeda, Н. А. Теория механизмов и машин: учеб. пособие для студентов, обучающихся в бакалавриате по направлениям подготовки 15.03.01 – Машиностроение, 15.03.02 – Технологические машины и оборудование / Н. А. Серeda. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. – 93 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Задания для подготовки к лекционным занятиям третьего семестра по дисциплине «Техническая механика»

Видеоматериал по теме № 9

«Цилиндрические зубчатые передачи»

размещен в электронной информационно-образовательной среде,
время видео: ≈ 7 мин.

Задание. Внимательно просмотреть видеоматериал и ответить на вопросы:

1. Как называют меньшее колесо цилиндрической зубчатой передачи?
2. Перечислите, достоинства и недостатки цилиндрических зубчатых передач.
3. Как называют зубчатые передачи с параллельными осями валов?
4. Для каких целей применяется реечная передача?
5. Перечислите, основные геометрические параметры цилиндрических зубчатых колес – прямозубых и косозубых.
6. Для каких целей применяют шевронные цилиндрические зубчатые колеса?

Видеоматериал по теме № 10

«Конические зубчатые передачи»

размещен в электронной информационно-образовательной среде,
время видео: ≈ 4 мин.

Задание. Внимательно просмотреть видеоматериал и ответить на вопросы:

1. Каким образом расположены продольные оси валов в конической зубчатой передаче?
2. Как расположена шестерня относительно опор быстроходного вала?
3. Назовите геометрические параметры конической передачи, о которых идет речь в видеоматериале.
4. Дополните фразу: «Модуль цилиндрического колеса равен ... модулю конического колеса».
5. Сколько сил возникает в конической зубчатой передаче? Перечислите эти силы.

Видеоматериал по теме № 11
«Червячные передачи»,
размещен в электронной информационно-образовательной среде,
время видео: ≈ 7 мин.

Задание. Внимательно просмотреть видеоматериал и ответить на вопросы:

1. Как расположены продольные оси валов в червячной передаче?
2. Перечислите состав элементов (деталей), входящих в червячную передачу.
3. Назовите достоинства и недостатки червячных передач.
4. Как можно классифицировать червячные передачи в зависимости от формы внешней поверхности червяка?
5. Перечислите геометрические параметры червяка.
6. Назовите геометрические параметры червячного колеса.
7. Как направлена скорость скольжения в червячной передаче?
8. Какую пару должны образовывать червяк и червячное колесо (с точки зрения применяемых материалов)?

Видеоматериал по теме № 12
«Валы и оси»
размещен в электронной информационно-образовательной среде,
время видео: ~ 6 мин.

Задание. Внимательно просмотреть предложенный видеоматериал и ответить на вопросы:

1. Перечислите названия деталей машин, размещаемых на валах (осях).
2. Назовите признаки классификации валов.
3. Чем отличаются оси от валов?
4. Перечислите требования к материалам валов и осей.
5. Назовите критерии работоспособности валов (осей).
6. Сформулируйте этапы проектирования вала.
7. По какому принципу выбирают установку шарнирно-неподвижных и шарнирно-подвижных опор на валах?
8. Какие параметры входят в формулу для определения расчетного коэффициента запаса для вала?

Видеоматериал по теме № 13

«Ременные передачи»

размещен в электронной информационно-образовательной среде,
время видео: ~6 мин.

Задание. Внимательно просмотреть предложенный видеоматериал и ответить на вопросы:

1. Какое устройство называют ременной передачей?
2. Перечислите состав элементов ременной передачи.
3. Чем обеспечивается сила трения на поверхности соприкосновения шкивов и ремня?
4. Назовите признаки классификации ременных передач.
5. Перечислите достоинства и недостатки ременных передач.
6. На каком валу (редуктора) размещают ведущий шкив ременной передачи?
7. Запишите формулу для определения минимального значения межосевого расстояния.
8. Поясните силовые соотношения в ременной передаче.
9. Что такое тяговая способность ременной передачи?

Видеоматериал по теме № 14

«Цепные передачи»

размещен в электронной информационно-образовательной среде,
время видео: ~5 мин.

Задание. Внимательно просмотреть предложенный видеоматериал и ответить на вопросы:

1. Назовите состав элементов цепной передачи.
2. Дополните фразу: «Цепные передачи применяют для преобразования движения между ... валами».
3. Где в приводах устанавливают цепные передачи (до редуктора, после редуктора, до рабочего органа машины)?
4. Перечислите достоинства и недостатки цепных передач.
5. По назначению цепи бывают...
6. Дополните фразу: «Роликовые, втулочные и ... цепи – это приводные цепи».
7. Какой параметр является основной характеристикой цепной передачи.
8. Запишите формулу для определения минимального значения числа зубьев ведущей звездочки.
9. Перечислите критерии работоспособности цепных передач.

Видеоматериал по теме № 15
«**Структурный анализ рычажного механизма**»
размещен в электронной информационно-образовательной среде,
время видео: ~13 мин.

Задание. Внимательно просмотреть предложенный видеоматериал и ответить на вопросы:

1. Почему механизм называют плоским?
2. Перечислите задачи структурного анализа механизмов.
3. Есть ли в механизме, рассматриваемом в видео, кинематические пары 4-го класса?
4. Сколько в названном механизме кинематических пар 5-го класса?
5. Назовите количество структурных групп Л.В. Ассура в механизме, приведенном в видеоматериале.
6. Дополните фразу: «Входное звено, обладающее одной степенью подвижности и снятое со стойки, называется структурной группой ...».
7. Подумайте, в чем ошибается преподаватель в видео?

Видеоматериал по теме № 16
«**Шпоночные и шлицевые соединения**»
размещен в электронной информационно-образовательной среде,
время видео: ~5 мин.

Задание. Внимательно просмотреть предложенный видеоматериал и ответить на вопросы:

1. Назовите состав деталей, входящих в шпоночное соединение.
2. Перечислите достоинства и недостатки шпоночных соединений.
3. Назовите виды шпоночных соединений.
4. Запишите параметр, по которому подбирают шпонку из стандарта.
5. Сколько деталей входит в состав шлицевого (зубчатого) соединения?
6. Назовите признаки классификации шлицевых соединений.
7. Сформулируйте достоинства и недостатки шлицевых соединений.
8. Критерии работоспособности шлицевых соединений.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Критерии оценивания заданий для подготовки к лекционным занятиям в третьем семестре

В таблице П.1 приведены критерии оценивания заданий для подготовки к лекционным занятиям, выполняемой студентами в третьем семестре.

Таблица П.1 – Критерии оценивания заданий (см. Приложении А)

Номер п/п	Критерии	Балл
1	<i>Развернутость ответа на вопрос:</i>	
	– при ответе на вопрос сформулированы одно, два предложения;	2
	– ответ на вопрос содержит одно, два слова или словосочетания	1
2	<i>Правильность ответа на вопрос:</i>	
	– студент понял вопрос и верно ответил на него;	2
	– студент ошибочно отвечает на вопрос или демонстрирует непонимание вопроса	1
3	<i>Полнота выполнения задания:</i>	
	– студент верно отвечает на все вопросы задания;	2
	– студент правильно отвечает на 80 % вопросов в задании;	1
	– студент способен ответить на 40 % вопросов в задании и менее	0
4	<i>Качество оформления ответа:</i>	
	– ответ студента отличается оригинальностью в оформлении, не содержит опечаток;	3
	– ответ студента аккуратно оформлен, содержит одну, две опечатки;	2
	– ответ студента не отличается качественным оформлением	0
5	<i>Балл от преподавателя:</i>	
	– наличие в ответах на вопрос формул, иллюстраций;	3
	– ответ содержит ссылки на информацию, касающуюся задания, а также смежные темы.	2

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Критерии и нормы оценки промежуточной аттестации в виде экзамена

Применяется универсальная система оценивания результатов обучения. Эта система включает в себя следующие виды оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица П.2).

Таблица П.2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Критерии	Система оценок			
	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ

Критерии	Система оценок			
	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	информации	предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задачи данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Учебное издание

Наталья Александровна Середа

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Редактор Г.А. Смирнова

Подписано в печать 30.06.2022 г. Формат 60 × 90 1/16. Уч.-изд. л. 3,1.
Печ. л. 3,1. Тираж 27 экз. Заказ № 50

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1