

Федеральное агентство по образованию  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГОУВПО «АмГУ»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой АППиЭ

\_\_\_\_\_ А.Н. Рыбалев

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2009г.

МЕХАНИКА (ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА)

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

для специальностей 140101 «Тепловые электрические станции»

Составитель: М.Е. Бошко

Благовещенск 2009 г.

Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
энергетического факультета  
Амурского государственного  
университета

М.Е. Бошко

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Прикладная механика» для студентов очной и заочной форм обучения специальности 140101 «Тепловые электрические станции»

- Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2009.

Учебно-методические рекомендации ориентированы на оказание помощи студентам очной и заочной форм обучения, изучающих курс «Прикладная механика».

Рецензент: Ларченко Н.М., канд. техн. наук, доцент БГПУ

©Амурский государственный университет, 2009

Федеральное агентство по образованию РФ  
Амурский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УНР  
\_\_\_\_\_ Е.С. Астапова

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по механике (прикладной механике)

для специальности 140101 "Тепловые электрические станции"

курс 3, семестр 5, 6

Лекции 36 час. Экзамен 5 семестр

Практические занятия, 18 час.

Лабораторные занятия, 18 час.

Самостоятельная работа, 38 час. + 40 час. (КП) - 6 сем.

Всего часов 110 + 40 (КП)

Составитель Бошко М.Е., ст. преподаватель

Факультет энергетический

Кафедра АППиЭ

2006 г.

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта ВПО (регистрационный номер 214 тех/дс)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры АППиЭ  
12 сентября 2006 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой А.Н. Рыбалёв

Рабочая программа одобрена на заседании УМС по направлению "Тепловые станции"  
" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 200\_\_ г., протокол № \_\_\_

Председатель Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО  
Начальник УМУ  
\_\_\_\_\_ Г.Н. Торопчина  
" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО  
Председатель УМС ЭФ  
\_\_\_\_\_ Ю.В. Мясоедов  
" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО  
Заведующий выпускающей кафедрой  
\_\_\_\_\_ Н.В. Савина  
" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

### 1.1. Цель преподавания дисциплины

Изучить основные разделы прикладной механики. Освоить математические методы исследования механических систем, создать у студентов научную базу для последующего изучения общеинженерных и специальных дисциплин.

### 1.2. Задачи изучения дисциплины

Подготовка инженеров теплоэнергетических специальностей, способных решать задачи, связанные с вопросами исследования, анализа и расчета механических систем.

1.3. Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо при изучении данной дисциплины

Высшая математика, численные методы расчетов, технология конструкционных материалов, инженерная графика, теоретическая механика.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Федеральный компонент

ОПД.Ф.03 Механика:

Прикладная механика:

Требования к конструкциям узлов теплотехнологического оборудования; методика конструирования; прочно-плотные резьбовые соединения; определение нагрузочной способности; опоры; трение скольжения и качения; динамическая и статическая грузоподъемности; долговечность конструкции; механические передачи; конструирование валов, муфт, втулок; системы автоматизированного проектирования оборудования.

2.2. Наименование тем, их содержание и объем в лекционных часах

2.2.1. Основные принципы проектирования. Конструкторская документация. Стандартизация. Унификация. Система автоматизированного проектирования оборудования.

Объем – 1 час.

2.2.2. Основные критерии работоспособности деталей машин и их отказов. Нагрузочная способность. Основы взаимозаменяемости.

Объем – 2 часа.

2.2.3. Основы триботехники деталей машин. Природа трения скольжения, режимы трения.

Природа изнашивания. Конструктивные и технологические способы повышения износостойкости сопряжений деталей.

Трение качения.

Объем – 2 час.

2.2.4. Требования к конструкциям узлов теплотехнического оборудования.

Объем – 1 час.

2.2.5. Сопротивление материалов. Внешние силы. Внутренние силы. Метод сечений. Напряжения. Деформации.

Объем – 2 часа.

2.2.6. Напряженное и деформированное состояние материала.

Объем – 2 часа.

2.2.7. Осевое растяжение (сжатие). Внутреннее усилие. Напряжения. Деформации. Закон Гука. Закон Пуассона. Условие прочности и жесткости.

Объем – 2 часа.

2.2.8. Прямой поперечный изгиб. Внутренние усилия. Напряжения. Деформации. Условия прочности и жесткости.

Объем – 2 часа.

2.2.9. Сдвиг. Кручение. Внутренние усилия. Напряжения. Деформации. Условия прочности и жесткости.

Объем – 2 часа.

2.2.10. Устойчивость сжатых стержней. Критическая сила. Практическая формула расчета на устойчивость.

Объем – 2 часа.

2.2.11. Динамические нагрузки. Учет сил инерции. Ударные нагрузки.

Объем – 2 часа.

2.2.12. Расчет на прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени. Цикл напряжений. Предел выносливости при симметричном цикле.

Объем – 2 часа.

2.2.13. Механические передачи. Классификация. Назначение. Основные силовые и кинематические соотношения.

Объем – 1 час.

2.2.14. Механические передачи зацеплением. Зубчатые, червячные, цепные. Редукторы.

Объем – 2 часа.

2.2.15. Механические передачи трением. Ременные. Фрикционные.

Объем – 1 час.

2.2.16. Передача винт-гайка.

Объем – 1 час.

2.2.17. Валы. Назначение. Конструкции валов. Расчет на прочность.

Объем – 2 часа.

2.2.18. Опоры. Опоры валов. Подшипники качения и скольжения. Статическая и динамическая грузоподъемность.

Объем – 1 час.

2.2.19. Механические муфты. Назначение. Классификация муфт. Конструкции и расчет муфт.

Объем – 1 час.

2.2.20. Неразъемные соединения. Клепаные соединения. Сварные соединения. Прессовые соединения.

Объем – 2 часа.

2.2.21. Разъемные соединения. Резьбовые соединения. Резьбы. Основные геометрические параметры резьб. Классификация резьб. Прочно-плотные резьбовые соединения. Силовые соотношения в резьбовых соединениях. Расчет крепежных резьбовых соединений. Средства против самоотвинчивания резьбовых деталей.

Объем – 2 часа.

2.2.22. Шпоночные и шлицевые соединения.

Объем – 1 час.

2.3. Практические занятия

2.3.1. Геометрические характеристики плоских сечений.

Объем – 2 часа.

2.3.2. Осевое растяжение (сжатие). Построение эпюр продольных сил.

Объем – 2 часа.

2.3.3 Кручение. Построение эпюр моментов крутящих.

Объем – 1 час.

2.3.4. Прямой поперечный изгиб. Построение эпюр Q и M.

Объем – 2 часа.

2.3.5. Расчет валов на прочность и жесткость.

Объем – 2 часа.

2.3.6. Расчет на устойчивость.

Объем – 1 час.

2.3.7. Выбор электродвигателя. Кинематические расчеты. Определение вращающих моментов на валах.

Объем – 2 часа.

2.3.8. Прочно-плотные резьбовые соединения. Расчет.

Объем – 2 часа.

2.3.9. Сварные и заклепочные соединения. Расчет.

Объем – 2 час.

2.3.10. Подбор подшипников качения. Статическая и динамическая грузоподъемность.

Объем – 2 часа.

2.4. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

2.4.1. Диаграммы растяжения малоуглеродистой стали. Механические характеристики.

Объем – 4 часа.

2.4.2. Диаграмма сжатия.

- Объем – 2 часа.
- 2.4.3. Ознакомление с конструкцией зубчатого и червячного редуктора (разборка и сборка).
- Объем – 2 часа.
- 2.4.4. Ознакомление с наиболее распространенными конструкциями подшипников.
- Объем – 2 часа.
- 2.4.5. Ознакомление с наиболее распространенными конструкциями муфт.
- Объем – 2 часа.
- 2.4.6. Ознакомление с конструкциями резьбовых соединений.
- Объем – 2 часа.
- 2.4.7. Ознакомление с конструкциями сварных соединений.
- Объем – 2 часа.
- 2.4.8. Изучение типовых узлов с подшипниками качения.
- Объем – 2 часа.
- 2.5. Курсовой проект, его характеристика  
Проектирование привода общего назначения.  
Курсовой проект состоит из двух частей
1. Графическая часть включает в себя 3 листа чертежей формата А1.
  2. Расчетная часть выполняется в виде пояснительной записки к проекту в объеме 40-50 листов формата А4 и оформляется в соответствии с требованиями СтП АмГУ-05-04. «Проекты (работы) дипломные и курсовые. Правила оформления».
- 2.6. Самостоятельная работа студентов
- 2.6.1. Основы взаимозаменяемости.
- Объем – 1 час.
- 2.6.2. Шероховатость поверхности.
- Объем – 1 час.
- 2.6.3. Напряженное деформированное состояние материала.
- Объем – 2 часа.
- 2.6.4. Построение эпюр продольных, сил нормальных напряжений и перемещений при осевом растяжении (сжатии).
- Объем – 1 час.
- 2.6.5. Опытное изучение свойств материала. Диаграммы растяжения и сжатия. Явление наклепа. Влияние времени на деформацию. Последствия. Ползучесть. Релаксация.
- Объем – 4 часа.
- 2.6.6. Геометрические характеристики плоских сечений.
- Объем – 2 часа.
- 2.6.7. Прямой поперечный изгиб. Построение эпюр Q и M.
- Объем – 2 часа.
- 2.6.8. Кручение. Расчет сплошных и полых валов.
- Объем – 1 час.
- 2.6.9. Устойчивость сжатых стержней.



2.6.10. Динамические нагрузки.	Объем – 1 час.
2.6.11. Повторно-переменные нагрузки.	Объем – 1 час.
2.6.12. Кинематические расчеты.	Объем – 2 часа.
2.6.13. Расчет зубчатой передачи.	Объем - 2 часа.
2.6.14. Механические передачи трением.	Объем – 4 часа.
2.6.15. Передача винт-гайка.	Объем – 1 час.
2.6.16. Расчет. Конструирование валов.	Объем – 1 час.
2.6.17. Расчет подшипников скольжения.	Объем – 6 часа.
2.6.18. Расчет подшипников качения.	Объем – 1 час.
2.6.19. Конструирование подшипниковых узлов.	Объем – 3 часа.
2.6.20. Муфты. Конструкции. Расчет.	Объем – 3 часа.
2.6.21. Неразъемные соединения. Сварные и заклепочные соединения.	Объем – 4 часа.
2.6.22. Разъемные соединения. Резьбовые.	Объем – 2 часа.
2.6.23. Разъемные соединения. Шпоночные.	Объем – 4 часа.
2.6.24. Конструирование зубчатых колес.	Объем – 2 часа.
2.6.25. Эскизное проектирование.	Объем – 3 часа.
2.6.26. Сборочный чертеж редуктора.	Объем – 4 часа.
2.6.27. Чертежи деталей.	Объем – 10 часов.
2.6.28. Спецификация.	Объем – 10 часов.
	Объем – 3 часа.

## 2.7. Перечень и темы промежуточных форм контроля знаний

### 2.7.1. Контрольная работа.

Выбор электродвигателя. Кинематические расчеты. Определение вращающих моментов на валах.

## 2.8. Вопросы к экзамену

1. Критерии работоспособности деталей машин.
2. Нагрузочная способность.
3. Природа трения скольжения.
4. Режимы трения.
5. Природа изнашивания.
6. Конструктивные и технологические способы повышения износостойкости сопряжений.
7. Трение качения.
8. Требования к конструкции узлов теплотехнического оборудования.
9. Сопротивление материалов. Метод сечений.
10. Напряжение. Полное. Нормальное. Касательное. Условие прочности по методу допускаемых напряжений.
11. Деформации. Условие жесткости.
12. Гипотезы прочности.
13. Опасное состояние материала при осевом растяжении (сжатии).  
Определение допускаемого напряжения.
14. Основные механические характеристики.
15. Диаграммы растяжения малоуглеродистой стали.
16. Диаграммы растяжения конструкционных материалов.
17. Диаграммы сжатия конструкционных материалов.
18. Явление наклепа.
19. Влияние времени на деформацию. Последствия. Ползучесть. Релаксация.
20. Осевое растяжение. Внутренние усилия.
21. Осевое растяжение. Напряжение. Условие прочности.
22. Осевое растяжение. Деформации. Закон Гука. Закон Пуассона.
23. Опытное изучение свойств материалов при осевом растяжении (сжатии).  
Влияние температуры.
24. Сдвиг. Внутреннее усилие. Напряжение. Условие прочности.
25. Кручение. Внутренние усилия. Построение эпюр моментов крутящих.
26. Кручение. Расчет сплошных и полых валов на прочность и жесткость.
27. Прямой поперечный изгиб. Внутренние усилия. Построение эпюр  $Q$  и  $M$ .
28. Прямой поперечный изгиб. Напряжения при чистом изгибе. Условие прочности.
29. Деформации при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси.
30. Устойчивость сжатых стержней. Критическая сила.
31. Пределы применимости формулы Эйлера.
32. Практическая формула расчета на устойчивость.
33. Динамические нагрузки.
34. Усталость материала. Цикл напряжений.
35. Кривая усталости при симметричном цикле. Пределы выносливости.
36. Определение коэффициента запаса прочности при симметричном цикле.
37. Практические меры повышения сопротивления усталости.
38. Механические передачи. Виды механических передач.
39. Передачи. Основные силовые и кинематические соотношения.

40. Механические передачи зацеплением. Зубчатая передача.
41. Механические передачи зацеплением. Червячная передача.
42. Механические передачи зацеплением. Цепная передача.
43. Механические передачи трением. Ременная.
44. Механические передачи трением. Фрикционная передача.
45. Передача винт-гайка.
46. Оси и валы. Назначение. Конструкции.
47. Валы. Расчет на статическую прочность.
48. Валы. Расчет на сопротивление усталости.
49. Валы. Расчет на жесткость.
50. Опоры. Классификация. Назначение.
51. Подшипники скольжения. Устройство. Конструкция и назначение. Оценка применения.
52. Подшипники качения. Устройство. Конструкция. Назначение. Оценка применения.
53. Подшипники качения. Подбор. Расчет на статическую и динамическую грузоподъемность.
54. Муфты. Назначение. Классификация.
55. Муфты упругие.
56. Муфты. Расчет.
57. Заклепочные соединения. Расчет заклепочных швов.
58. Заклепочные соединения. Оценка применения.
59. Сварные соединения. Оценка применения.
60. Сварные соединения. Общие сведения.
61. Сварные соединения. Расчеты на прочность сварных швов.
62. Соединения с натягом.
63. Резьбовые соединения. Резьбы. Классификация. Основные параметры резьб.
64. Прочно-плотные резьбовые соединения.
65. Резьбовые соединения. Силовые соотношения в резьбовых соединениях.
66. Резьбовые соединения. Расчет крепежных соединений.
67. Средства против самоотвинчивания резьбовых деталей.
68. Системы автоматизированного проектирования.

### 3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 Основная литература

- 3.1.1. Иосилевич Г.Б. Прикладная механика. М.: Машиностроение, 1989 г.
- 3.1.2. Степин П.А. Сопротивление материалов. М., 1986 г.
- 3.1.3. Сборник задач по сопротивлению материалов под редакцией Качурина В.К., М., 1972 г.
- 3.1.4. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Детали машин. Курсовое проектирование. М.: Машиностроение, 2004 г.

3.1.5. Детали машин. Атлас конструкций под ред. Решетова Д.Н. в 2 частях. М., Машиностроение, 1992 г.

3.2. Дополнительная литература

3.2.1. Ковалев Н.А. Прикладная механика. М.: Высшая школа, 1982 г.

3.2.2. Курсовое проектирование деталей машин. Под редакцией С.А.Чернавского. М.: Машиностроение, 1988 г.

3.2.3. Никифоров А.Д. Взаимозаменяемость, стандартизация, технические измерения: Учеб. пособие М.: Высшая школа, 2000. – 510 с.

3.2.4. Чиченев Н.А., Свистунов Е.А. Руководство к решению задач по прикладной механике. М.: Машиностроение, 1979 г.

3.3. Перечень наглядных пособий, методических указаний и методических материалов

3.3.1. Модели механизмов.

3.3.2. Плакаты по разделам "Сопротивление материалов" и "Детали машин".

3.3.3. Приборы, лабораторные стенды и мерительный инструмент.

3.3.4. Тесты.

3.3.5. Образцы чертежей к выполнению курсового проекта.

3.3.6. Методические указания к выполнению расчетно-графических заданий, лабораторных работ и курсового проекта.

## **ПЛАН – КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ**

### **ЛЕКЦИЯ №1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ**

Цель: Дать научное представление о дисциплине «Сопротивление материалов»

Вопросы: 1.Основные задачи курса  
2.Гипотезы механики материалов  
3.Внешние силы. Классификация  
4.Метод сечений – метод определения внутренних усилий  
5.Напряжение. Полное. Нормальное. Касательное. Физический смысл напряжений  
6.Деформации. Упругие и пластические.  
7.Деформации. Абсолютные, относительные. Линейные и угловые.

### **ЛЕКЦИЯ № 2 ОСЕВОЕ РАСТЯЖЕНИЕ (СЖАТИЕ)**

Цель: Научиться методом расчёта на прочность и жесткость при осевом растяжении, сжатии.

Вопросы: 1.Внутренние усилия  
2.Напряжения в поперечных и наклонных сечениях  
3.Закон парности касательных напряжений  
4.Условие прочности. Три типа задач на прочность  
5.Деформации. Закон Пуассона. Закон Гука. Перемещения.  
6.Потенциальная энергия деформации

### **ЛЕКЦИЯ № 3 Опытное изучение свойств материала при осевом растяжении (сжатии). Теория напряженного и деформированного состояния.**

Цель: Изучить свойства материала при осевом растяжении (сжатии). Основные механические характеристики материала. Умение делать анализ напряженного и деформированного состояния

Вопросы: 1.Диаграмма растяжения и сжатия малоуглеродистой стали  
2.Основные механические характеристики материала

3. Явление наклона
4. Влияние времени на деформацию
5. Последствия. Релаксация. Ползучесть.
6. Опасное состояние материала. Допускаемые напряжения.
7. Коэффициент запаса прочности
8. Понятие о напряженном состоянии материала
9. Виды напряженного состояния
10. Главные площадки и главные напряжения
11. Обобщенный закон Гука

#### **ЛЕКЦИЯ № 4 Теории прочности. Сдвиг.**

Цель: Изучить, как решается задача прочности при сложном напряженном состоянии материалов. Освоить метод расчёта на прочность, соединений работающих на сдвиг

- Вопросы:
1. Назначение теорий прочности
  2. Теория наибольших касательных напряжений
  3. Энергетическая теория прочности
  4. Потенциальная энергия
  5. Практические расчёты на сдвиг

#### **ЛЕКЦИЯ № 5 Геометрические характеристики сечения**

Цель: Научиться вычислять геометрические характеристики плоского сечения

- Вопросы:
1. Площадь сечения. Статический момент сечения. Момент инерции сечения
  2. Зависимость между моментами инерции относительно параллельных осей (без вывода)
  3. Изменение моментов инерции при повороте осей координат (без вывода)
  4. Главные оси и главные моменты инерции
  5. Радиусы инерции

#### **ЛЕКЦИЯ № 6 Кручение**

Цель: Научить проектному расчёту валов.

- Вопросы:
1. Внутренние усилия. Построения эпюр моментов крутящих
  2. Напряжение, деформации в стержнях круглого поперечного сечения
  3. Условие прочности и жесткости сплошных и полых валов
  4. Потенциальная энергия деформаций

## **ЛЕКЦИЯ № 7 Изгиб**

Цель: Научить расчёту деталей и конструкций на изгиб

Вопросы: 1. Общие понятия о деформациях изгиба. Прямой, косой, чистый, поперечный изгиб. Балки. Опорные устройства балок. Статически определимые и неопределимые балки  
2. Внутренние усилия. Определение. Правило знаков  
3. Зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и равномерно распределенной нагрузкой.  
4. Построение эпюр Q и M

## **ЛЕКЦИЯ № 8 Напряжение при чистом изгибе**

Цель: Научить решать задачу прочности при изгибе

Вопросы: 1. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Нейтральная ось. Эпюра распределения  $\sigma$  по сечению  
2. Условие прочности для пластичных и хрупких материалов. Рациональные формы сечения балок

## **ЛЕКЦИЯ № 9 Деформации при изгибе**

Цель: Изучить деформацию при изгибе

Вопросы: 1. Определение изогнутой оси, прогиба, угла поворота сечения  
2. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Его интегрирование.  
3. Метод начальных параметров  
4. Потенциальная энергия деформаций

## **ЛЕКЦИЯ № 10 Сложное сопротивление. Косой изгиб. Внецентренное растяжение (сжатие)**

Цель: Ознакомится с методами расчёта

1. Напряжения.
2. Нейтральная ось.
3. Условия прочности.

## **ЛЕКЦИЯ № 11 Расчёт сжатых стержней на устойчивость**

Цель: 1. Научиться методам расчёта на устойчивость  
2. Усвоить понятие критической силы и критического напряжения

- Вопросы:
1. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия
  2. Формула Эйлера для критической силы
  3. Влияние способа закрепления концов стержня на критическую силу
  4. Пределы применимости формулы Эйлера
  5. Эмпирические формулы для определения критических напряжений
  6. Рациональные формы сечения сжатых стержней

### **ЛЕКЦИЯ № 12 Расчёт на прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени (расчёт на усталость)**

- Цель:
1. Научить расчёту на прочность при повторно–переменных нагрузках
  2. Уяснить понятие предела выносливости

- Вопросы:
1. Основные определения
  2. Циклы напряжений
  3. Кривая усталости при симметричном цикле
  4. Предел выносливости
  5. Факторы, влияющие на процесс выносливости
  6. Практические меры повышения сопротивления усталости

### **ЛЕКЦИЯ № 13 Динамические нагрузки**

Цель: Научить методу расчёта на динамическую нагрузку.

- Вопросы:
1. Напряжение в движущихся деталях (учёт сил инерции)
  2. Напряжение при ударе

### **ЛЕКЦИЯ № 14 Основные критерии работоспособности, надёжности расчета деталей машин**

Цель: Усвоить, что основными критериями работоспособности машин является прочность, жесткость, в некоторых случаях теплостойкость и виброустойчивость.

- Вопросы:
1. Изучение методов на прочность. Условия прочности по методу допускаемых напряжений. Условия прочности по коэффициентам запаса прочности.
  2. Жесткость.
  3. Износостойкость. Виды изнашивания.
  4. Контактные напряжения.



5. Теплостойкость.
6. Виброустойчивость.
7. Понятия надежности и экономичности машины, ресурса, ремонтпригодности, сохраняемости.

### **ЛЕКЦИЯ № 15 Передачи вращательного движения.**

Цель: Уяснить, что из механических передач самые распространенные передачи вращательного движения, так как вращательное движение легче сделать непрерывным, проще и легче осуществить в виде компактной конструкции, при нем легче достигнуть равномерности хода, уменьшить потери на трение.

Вопросы: 1. Классификация передач и их назначение. Оценка их применения. Основные силовые и кинематические соотношения. Фрикционные передачи. Ременные передачи. Зубчатые и червячные передачи. Передача Винт-Гайка.

### **ЛЕКЦИЯ № 16 Детали, обслуживающие вращательное движение.**

Цель: Уяснить, что детали, обслуживающие вращательное движение (валы, оси, подшипники качения и скольжения и муфты) играют большое значение в работоспособности машин.

1. Оси и валы. Назначение. Классификация. Расчет. Материалы.
2. Подшипники скольжения и качения. Устройство. Расчет. Оценка применения.
3. Муфты. Назначение. Оценка применения.

### **ЛЕКЦИЯ № 17 Неразъемные соединения**

Цель: Изучить неразъемные соединения: заклепочные, сварные, клеевые, паяные, соединения с натягом.

1. Виды.
2. Расчет и оценка применения.

### **ЛЕКЦИЯ № 18 Разъемные соединения.**

Цель: Изучить разъемные соединения: резьбовые соединения, шпоночные и шлицевые соединения, клиновые и штифтовые.

1. Виды.
2. Расчет и оценка применения.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ**

### **Практическое занятие № 1**

*Тема «Геометрические характеристики плоских сечений»*

Цель: умение вычислять геометрические характеристики сложного сечения.

Задачи:

- 1) Определение координат центра тяжести сечения.
- 2) Осевые и центробежные моменты инерции сложных сечений.
- 3) Главные центральные оси и главные моменты инерции.

Вопросы для самоконтроля:

- 1) По каким формулам находят координаты центра тяжести плоской фигуры?
- 2) Единицы измерения моментов инерции.
- 3) Чему равна сумма осевых моментов инерции относительно двух взаимно перпендикулярных осей?
- 4) Какие оси называют главными?
- 5) Для каких фигур можно без вычислений установить положения главных центральных осей?
- 6) Относительно, каких центральных осей осевые моменты инерции имеют наибольшее наименьшее значение?
- 7) Какие моменты инерции всегда положительны, какие могут принимать отрицательные значения и равные нулю? Почему?
- 8) Какую роль играют моменты инерции при расчете?
- 9) Как находится радиус инерции?

### **Практическое занятие № 2**

*Тема «Осевое растяжение (сжатие). Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений, перемещений».*

Цель: 1. Научить строить эпюры  $N$ ,  $\sigma$ ,  $\delta$

2. Уяснить, что без построения эпюр невозможно решать основные задачи курса «СМ».

Пример. Расчёт бруса, нагруженного продольными внешними силами.

Вопросы для проверки:

- 1) Какой вид нагружения бруса называется растяжением (сжатием)?
- 2) Что называется продольной силой в сечении бруса?

Что такое эпюры продольных сил  $N$ , нормальных напряжений  $\sigma$ , перемещений  $\delta$ .

- 3) Как они строятся?
- 4) Как записывается и формулируется закон Гука при растяжении (сжатии)?
- 5) Что называется жёсткостью сечения бруса при растяжении (сжатии)?
- 6) Можно ли увеличить жёсткость данного поперечного сечения, применив марку стали с повышенными прочностными характеристиками?
- 7) Условие прочности. Три типа задач на прочность.

### Практическое занятие № 3

*Тема «Прямой поперечный изгиб. Построение эпюр поперечных сил  $Q$  и моментов изгибающих  $M$ ».*

Цель: 1. Научить строить эпюры  $Q$  и  $M$ .

2. Уяснение того, что изгиб – самый распространённый вид деформаций конструкций и сооружений.

Примеры построения эпюр  $Q$  и  $M$  для различных видов нагружения.

Вопросы для проверки:

1. Что такое прямой изгиб?
2. Что такое чистый и поперечный изгиб?
3. Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечных сечениях при поперечном изгибе?
4. Как вычисляют изгибающий момент в поперечном сечении бруса?  
Правило знаков.
5. Как вычисляют поперечную силу в поперечном сечении бруса?  
Правило знаков.
6. Дифференциальные зависимости между  $M, Q$  и  $q$ ?
7. Что такое эпюры поперечных сил  $Q$  и моментов изгибающих? Как они строятся?
8. Как изменяется поперечная сила в сечении, соответствующей точке приложения внешней сосредоточённой силы? Изменяется ли при этом изгибающий момент в этом сечении?

9. Как изменяется изгибающий момент в сечении, в котором к балке приложен внешний сосредоточенный момент? Изменяется ли значение поперечной силы в этом сечении?
10. Чему равна поперечная сила в поперечном сечении, когда момент изгибающий достигает экстремального значения?
11. В чём заключается проверка правильности эпюр поперечных сил и изгибающих моментов?

#### **Практическое занятие № 4**

*Тема «Расчёт валов на жёсткость и прочность».*

Цель: 1. Усвоить расчёт валов на прочность и жёсткость.

2. Уяснение того, что вал – деталь, обслуживающая вращательные движения.

Примеры расчёта на прочность и жёсткость. Проверочный и проектный расчёты.

Вопросы:

- 1) Какие напряжения возникают в поперечном сечении круглого стержня при кручении?
- 2) Как находят их величину в произвольной точке поперечного сечения?
- 3) Возникают ли при кручении нормальные напряжения?
- 4) Чему равен полярный момент инерции круглого сечения?
- 5) Что называется моментом сопротивления при кручении?
- 6) Чему равен момент сопротивления кольцевого сечения? Почему нельзя сказать, что он равен разности моментов сопротивления наружного и внутреннего кругов?
- 7) Как вычисляют момент, передаваемый шкивом, по мощности и числу оборотов?
- 8) Как находят угол закручивания?
- 9) В чём заключается проверочный расчёт?
- 10) В чём заключается проектный расчёт?

#### **Практическое занятие № 5**

*Тема «Расчёт на устойчивость».*

Цель: 1. Усвоить расчёт на устойчивость.

2. Понять, что понятие потери устойчивости заключается в том, что оно может наступить при напряжении, значительно меньше предела прочности (при критическом напряжении).

Задача. Для стержня подобрать сечение из условия устойчивости, применяя способ последовательных приближений. Найти критическую силу и коэффициент запаса устойчивости.

Вопросы для проверки:

1. В чём заключается явление потери устойчивости сжатого стержня?
2. Какая сила называется критической?
3. По какой формуле находят критическую силу? Какое напряжение называется критическим?
4. В каких пределах применима формула Эйлера?
5. Что называется гибкостью стержня?
6. Влияние способа закрепления концов стержня.
7. Формула Ф.С. Ясинского. Для каких стержней она предназначена?
8. Что называется приведённой длиной стержня?
9. Как влияет жёсткость  $EI$  поперечного сечения и длина стержня на величину критической силы?
10. Что такое приведённая длина стержня?

### **Практическое занятие № 6**

*Тема «Выбор электродвигателя. Кинематический расчёт. Определение вращающих моментов на валах».*

- Цель:
1. Научить кинематическому расчёту привода.
  2. Рассмотреть три случая задания исходных данных.
  3. Определение требуемой мощности для трёх случаев. Выбор электродвигателя.
  4. Определение общего передаточного отношения.
  5. Определение общего КПД.
  6. Определение мощностей на валах.
  7. Определение угловых скоростей (частот вращения на валах).
  8. Определение вращающих моментов на валах.

Вопросы:

1. Что такое КПД?
2. Что такое передаточное отношение?
3. Как находятся КПД и передаточное отношение привода, состоящее из нескольких последовательных передач вращательного движения?
4. Что такое окружная сила? Её роль.

5. Связь между моментом вращающим, мощностью и частотой вращения.
6. Основная энергетическая характеристика передачи?
7. Основная кинематическая характеристика привода.

### **Практическое занятие № 7**

*Тема «Резьбовые соединения».*

Цель: 1. Усвоить, что основным критерием работоспособности является прочность.

Задачи: 1. Расчёт болтов по осевой силе.  
2. Расчёт болтов по поперечной силе. Два варианта.

Вопросы для проверки:

1. Основные геометрические параметры резьбы.
2. Какие существуют виды резьбы по числу её заходов? Как определяется заходность резьбы? Сколько заходов у крепёжной резьбы?
3. Какие существуют виды резьбы по направлению наклонов винтов?
4. Как рассчитывают болты, винты и шпильки при действии на них статических нагрузок?
5. Как рассчитывают болт, винт, шпильки при действии переменных нагрузок?
6. Как определяют допустимые напряжения для винтов, болтов и шпилек при расчёте их на прочность?

### **Практическое занятие № 8**

*Тема «Сварные и заклёпочные соединения»*

Цель: усвоить, что основным критерием работоспособности этих соединений является прочность.

Задачи: 1. Расчёт сварных соединений встык и угловыми швами.  
2. Расчёт заклёпочных соединений.

Вопросы для проверки:

1. Область применения заклёпочных соединений.
2. По каким напряжениям проверяются заклёпочные швы?
3. По какому диаметру производят расчёт заклёпок на прочность?
4. Виды сварки.
5. Типы сварных швов.
6. Условия прочности сварных соединений встык и угловыми швами.

## Практическое занятие № 9

*Тема «Подбор подшипников качения. Статистическая и динамическая грузоподъёмность».*

Цель: 1. Усвоить, что критерием работоспособности подшипников качения является износостойкость рабочих поверхностей и долговечность подшипника.

2. Подбор и расчёт П.К. производить по методике ISO (международная организация стандартизации ИСО).

Пример расчета.

Вопросы для проверки:

1. Классификация подшипников качения.
2. Условное обозначение подшипников.
3. Нагрузочная способность подшипника.
4. Что такое долговечность подшипника?
5. Определение базовой динамической грузоподъёмности.
6. Что такое эквивалентная динамическая нагрузка?
7. Как определяют требуемую динамическую грузоподъёмность?

## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ

### Лабораторная работа № 1

*Тема «Испытание конструкционных материалов при осевом растяжении».*

Цель работы: 1. Знакомство с испытательными машинами и работой на них.  
2. Получение диаграммы растяжения.  
3. Определение величин основных механических характеристик материалов и сравнение их с табличными значениями.

Оборудование: Разрывные машины МР-50, МР-200.  
Образцы, применяемые в работе.

1. Краткие теоретические сведения.
2. Диаграмма растяжения конструкционных материалов.
3. Методика проведения лабораторной работы.
4. Форма отчёта. Журнал работы.

Контрольные вопросы:

1. Какова цель работы?
2. Дать краткую характеристику разрывной машины.
3. Какие образцы применяют при испытании?
4. Какой вид имеет диаграмма растяжения образца из малоуглеродистой стали?
5. Назовите характерные точки на диаграмме.
6. Какие деформации называются упругими, остаточными?
7. Что называется пределом пропорциональности, пределом текучести, пределом упругости, пределом прочности?
8. Как определяется истинное сопротивление разрыву?
9. При какой нагрузке возникает шейка?
10. Какие характеристики определяют пластические свойства материала и как они определяются?
11. Как изменяются свойства материала, если он подвергался предварительной вытяжке за предел пропорциональности?



## Лабораторная работа № 2

*Тема «Определение основных механических характеристик различных материалов при сжатии».*

Цель работы: Исследовать опытным путем поведение различных материалов при сжатии и определить их механические характеристики (предел пропорциональности для пластичных материалов и предел прочности для хрупких материалов).

Оборудование: Машина для испытания на сжатие МР-500 или разрывные машины МР-50, МР-200 с приспособлениями для испытаний на сжатие. Образцы, применяемые в работе.

1. Краткие теоретические сведения.
2. Методика проведения лабораторной работы.
3. Форма отчёта. Журнал работы.

Контрольные вопросы:

1. Как определить величину нормальных напряжений в поперечном сечении сжатого образца?
2. Какие механические характеристики определяются при испытании на сжатие?
3. Каковы особенности проведения испытаний на сжатие и как они влияют на результаты опыта?
4. Как испытывают образцы из пластичного материала?
5. Как определить момент начала текучести пластичного материала?
6. Какой вид имеет диаграмма сжатия пластичных материалов?
7. Каков характер разрушения хрупких материалов? От чего он зависит?
8. Как испытывают на сжатие древесину?
9. Как влияет влажность древесины на её прочность?
10. Каково различие между диаграммами сжатия древесины вдоль и поперек волокон?
11. Как определяют предельную нагрузку при сжатии древесины поперек волокон?

## Лабораторная работа № 3

*Тема «Исследование сопротивления сдвигу различных материалов».*

Цель работы: Изучить характер разрушения, определить временное сопротивление сдвигу различных материалов и сравнить его с временным сопротивлением этих материалов при разрыве.

Оборудование: Разрывные машины МР-500.МР-200 с приспособлениями для испытания материалов на сдвиг, дерева на скалывание.

Образцы, применяемые в работе.

1. Краткие теоретические сведения.
2. Методика проведения лабораторной работы.
3. Форма отчета, журнал работы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое срез?
2. Как определяют прочность на срез?
3. В чем условность предела прочности на срез?
4. Как производятся испытания на срез металлического образца?
5. Какие образцы применяются при испытании древесины на скалывание вдоль и поперек волокон
6. Каково соотношение между пределами прочности стали на сдвиг и разрыв?
7. Приведите примеры работы на сдвиг металлических и деревянных деталей.

#### Лабораторная работа № 4

*Тема «Определение характеристик пружины растяжения».*

Цель работы: Установить зависимость деформации пружины от осевого усилия и от параметров пружины.

Оборудование: лабораторный стенд.

1. Устройство и принцип работы установки.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Методика проведения лабораторной работы.
4. Форма отчета к лабораторной работе.
5. Форма отчёта. Журнал работы.

Контрольные вопросы:

1. Какие внутренние силовые факторы возникают в поперечном сечении проволоки пружины при действии осевой силы?

2. Что называется осадкой пружины?
3. От каких величин зависит осадка пружины?
4. От каких параметров пружины осадка зависит в наибольшей степени?
5. Что такое жесткость, податливость пружины?

### Лабораторная работа № 5

*Тема «Конструкции зубчатых передач».*

Цель: Изучить конструкции зубчатых передач.

Оборудование: лабораторный стенд, макеты, плакаты.

1. Краткие теоретические сведения.
2. Методика проведения лабораторной работы.
3. Форма отчета к лабораторной работе.
4. Форма отчёта. Журнал работы.

Контрольные вопросы:

1. Параметры зубчатых передач: передаточное отношение, межосевое расстояние, минимальное число зубьев шестерни, ширина зубчатых колес, коэффициент ширины колеса.
2. Колеса: прямозубые, косозубые, шевронные.
3. Конструкции шестерни. Вал-шестерня.
4. Конструкции колес: кованные, цельнолитые, бандажированные, сварные. Болтовые конструкции.

### Лабораторная работа № 6

*Тема «Геометрические параметры цилиндрической зубчатой передачи»*

Цель: Изучить геометрию и геометрический расчет эвольвентных зубчатых передач.

Оборудование: ГОСТ 165302-70(термины, определения и обозначения, относящиеся к геометрии и кинематике зубчатых передач различных типов с постоянным передаточным отношением).  
ГОСТ-16531-70 (зубчатые цилиндрические передачи).

1. Краткие теоретические сведения:
2. Методика проведения лабораторной работы.
3. Форма отчёта. Журнал работы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое эвольвента? Почему эвольвентное зацепление имеет преимущественное применение?
2. Какая окружность называется делительной?
3. Что такое начальный диаметр?
4. Что называется окружным шагом зубьев?
5. Основная характеристика размеров колес. Чему она равна?
6. Как вычисляют диаметры вершин и впадин зубьев?
7. По какому модулю определяют делительные диаметры зубчатых колес?

### Лабораторная работа № 7

*Тема «Изучение подшипников качения».*

Цель: Изучение типов подшипников качения. Конструкции.  
Назначение. Маркировка подшипников.

Оборудование: Подшипники качения.

1. Краткие теоретические сведения.
2. Методика проведения лабораторной работы.
4. Форма отчёта. Журнал работы.

Контрольные вопросы:

1. Почему подшипники качения получили распространение? Их преимущества и недостатки.
2. Зачем сепаратор в подшипнике?
3. Типы и классификация ПК?
4. Условия применимости шариковых однорядных подшипников?
5. Когда применяют роликовые подшипники?
6. С чем связаны ограничения частоты вращения подшипников в ГОСТе?

### Лабораторная работа № 8

*Тема «Изучение конструкции редуктора».*

Цель: Изучение конструкции червячного редуктора.

Оборудование: Макет привода, состоящий из электродвигателя и двухступенчатой передачи (электродвигатель, муфта, червячный редуктор, открытая коническая передача).

1. Краткие теоретические сведения.
2. Методика проведения лабораторной работы.
3. Форма отчёта. Журнал работы.

Контрольные вопросы:

1. Дать определение редуктора?
2. Как классифицируют редукторы?
3. Типы зубчатых колес редуктора?
4. Какие редукторы применяются для передачи между валами, оси которых пересекаются под прямым углом?
5. Достоинства и недостатки червячных редукторов?
6. Область применения червячных редукторов?

### Лабораторная работа № 9

*Тема «Определение КПД редуктора».*

Цель: Определить КПД редуктора. Сравнить КПД различных редукторов.

Оборудование: Схемы различных редукторов.

1. Краткие теоретические сведения.
2. Методика проведения лабораторной работы.
3. Форма отчёта. Журнал работы.

Контрольные вопросы:

1. Что такое КПД?
2. Нахождение КПД привода, состоящего из отдельных последовательных передач.
3. Из каких деталей состоят подшипники качения?
4. Какие существуют способы посадки и закрепления подшипников качения на валах и их корпусах?
5. Для чего применяют смазку в подшипниках качения и как это осуществляется?

6. Какие виды уплотняющих устройств применяют в подшипниках качения и где именно?
7. Как производят монтаж и демонтаж подшипников качения?
8. Из чего складываются потери мощности в зубчатых передачах?
9. Из чего складываются потери мощности в червячных передачах?