

1. Цель и задачи дисциплины

1.1. Цель преподавания дисциплины.

- формирование у студента инженерного мышления в области механики;
- формирование у студента знаний, умений и навыков по исследованию работы различного авиационного электромеханического оборудования и пилотажно-навигационных комплексов с учетом их кинематики, динамики и прочности, необходимых для последующего изучения специальных дисциплин и деятельности специалиста в эксплуатационных или ремонтных предприятиях гражданской авиации.

1.2. Задачи изучения дисциплины (необходимый комплекс знаний и умений)

1.2.1. Знать:

- общие законы равновесия и движения материальных тел;
- основы инженерных методов расчетов на прочность и жесткость элементов механизмов и конструкций;

1.2.2. Уметь:

- применять законы статики, кинематики и динамики для определения кинематических характеристик элементов авиационных конструкций;
- проводить проектировочные и проверочные расчеты элементов конструкций на прочность при различных видах нагружения;
- проводить кинематическое исследование механизмов;

1.2.3. Иметь представление о:

- механических свойствах конструкционных материалов и методах определения их характеристик.

2. Структура дисциплины

Дисциплина «Механика» состоит из двух частей:

Теоретическая механика и прикладная механика. Каждую из этих частей можно разделить на крупные разделы. – 2 сем, ЛК- 24ч., Пр.3 – 16 час.

В Теоретической механике изучается три раздела: статика, кинематика, динамика.

В разделе «Статика» даются основные понятия и аксиомы статики: связи и реакции связей; правила преобразований различных систем сил; главный вектор и главный момент произвольной системы сил; условия равновесия плоской и пространственной системы сил; понятие и центре тяжести тела и способе определения его координат.

В разделе «Кинематика» даются основные понятия кинематики; способы задания движения; траектория движения; кинематика точки; кинематика твердого тела (поступательное движение, вращение тела вокруг неподвижной оси, плоское движение, сложное движение точки и твердого тела).

В разделе «Динамика» даются основные понятия и законы динамики; две основные задачи динамики: теоремы динамики; работа силы, мощность, коэффициент полезного действия (КПД).

В прикладной механике изучаются два раздела: - 3 сем, ЛК – 40ч., лабораторных работ – 12 ч., практических занятий – 8ч.

Сопrotивление материалов и детали машин, механизмов и приборов.

В разделе «Сопrotивление материалов» рассматриваются вопросы механики деформируемого тела, вопросы обеспечения прочности и жесткости тела при различных видах деформирования: растяжение (сжатие), прочность при переменных напряжениях, понятия об оценке долговечности и надежности элементов конструкций в условиях циклического нагружения.

В разделе «Детали машин, механизмов и приборов» рассматриваются критерии работоспособности и расчет на прочность основных деталей, наиболее широко применяемых в конструкциях авиационного оборудования и электрических машин.

3. Содержание дисциплины

3.1. Перечень лекций и их объем в часах.

Раздел 1. Статика твердого тела – 8 часов.

ЛК 1.1. Задачи статики. Основные понятия. Сила. Эквивалентные, равнодействующие и уравнивающие силы. Аксиомы статики. Связи и реакции связей. Аксиома связей (принцип освобожденности). [1] гл. 1 § 1-3.

ЛК 1.2. Плоская система сходящихся сил. Сложение сходящихся сил. Геометрический способ сложения сил. Проекция силы на ось. Аналитический способ сложения сил. Условия равновесия системы сходящихся сил. [1] гл. 2 § 4-7.

ЛК 1.3. Моменты силы относительно центра (или точки). Момент силы относительно оси. Система параллельных сил, расположенных в одной плоскости. Пара сил, момент пары. Теоремы о парах. Равновесие системы пар. [1] гл. 3 § 8-10, гл. 7 §28.

ЛК 1.4. Плоская и пространственная система произвольно расположенных сил. Проведение плоской системы сил к данному центру. Главный вектор и главный момент системы сил. Условия равновесия произвольной плоской системы сил. Центр параллельных сил. Силовое поле. Центр тяжести твердого тела. Координаты центров тяжести однородных тел. [1] гл. 4 § 11-13, гл. 5 § 14-17 гл. 7 §30 гл. 8 § 31-34.

Раздел 2. Кинематика точки и твердого тела – 8 часов.

ЛК 2.1. Основные понятия кинематики. Задачи кинематики. Способы задания движения точки: естественный, векторный, координатный. Переход от координатного способа задания к естественному. Кинематические характеристики движения точки: вектор скорости точки, вектор ускорения точки. Определение скорости и ускорения точки при координатном и естественном способах задания движения. Оси естественного трехгранника. Касательное и нормальное ускорение точки. [1] гл. 9 § 36-44.

ЛК 2.2. Простейшие виды движения твердого тела. Поступательное движение твердого тела. Вращательное движение твердого тела вокруг оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Скорости и ускорение точек вращающегося тела. [1] гл. 10 § 48-49, 51.

ЛК 2.3. Плоскопараллельное движение твердого тела. Уравнения плоскопараллельного движения. Разложение движения на поступательное и вращательное. Определение скоростей точек тела с помощью мгновенного центра скоростей. [1] гл. 11 § 52-57.

ЛК 2.4. Определение ускорений точек плоской фигуры. Сложное движение точки. Относительное, переносное и абсолютное движение. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса). [1] гл. 11 § 58 гл. 13 § 64-67.

Раздел 3. Динамика точки и твердого тела – 8 часов.

ЛК 3.1. Основные понятия и определения. Предмет динамики. Законы механики Галилея-Ньютона. Две задачи динамики. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Решение первой задачи динамики. Решение основной задачи динамики при прямолинейном и криволинейном движении точки. [1] гл. 15 § 73-76 гл. 16 § 77-79, 82.

ЛК 3.2. Общие теоремы динамики точки. Количество движения точки. Импульс силы. Теорема об изменении количества движения точки. Теорема об изменении момента количества движения точки. Работа силы. Мощность Теорема об изменении кинематической энергии точки. [1] гл. 17 § 83-85, 87-89.

ЛК 3.3. Динамика системы и твердого тела. Масса системы. Центр масс. Моменты инерции твердого тела. Теорема о движении центр масс системы. Теорема об изменении момента количества движения системы. Теорема об изменении главного момента количества движения системы. [1] гл. 21 § 100-103 гл. 22 § 106-107 гл.23 §110-111 гл. 24 § 115-116.

ЛК 3.4. Кинематический момент. Основные понятия теории гироскопа. Теорема об изменении кинетической энергии системы. Некоторые случаи вычисления работы. Работа сил, приложенных к вращающемуся телу. Мощность в этом случае. Приложение общих теорем к динамике твердого тела. Принцип Д'Аламбера. Принцип возможных перемещений. [1] гл. 25 § 121-123 гл. 26 § 128-130 гл.28 §139.

Раздел 4. сопротивление материалов – 22 часа.

ЛК 4.1. Задачи и методы сопротивления материалов. Основные понятия и гипотезы. Реальный объект и расчетная схема. Внутренние силовые факторы. Метод сечений. Основные виды деформаций. Напряжения. [3] гл. 1 § 1.1-1.5 [4] § 4.1-4.4.

ЛК 4.2. Эпюры внутренних силовых факторов. Построение эпюр продольных сил, крутящих моментов, поперечных сил и изгибающих моментов. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки. [3] § 2.1; 4.1; 6.2-6.4.

ЛК 4.3. Растяжение и сжатие. Напряжение в поперечных сечениях бруса. Деформации и перемещения. Закон Гука. Предельные напряжения. Допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности. Расчеты на прочность при растяжении (сжатии). [3] гл. 2 § 2.1-2.4; 2.7; 2.8 [4] § 5.1; 5.3; 5.4; 5.5.

ЛК 4.4. Срез и смятие. Основные понятия о срезе и смятии. Практические расчеты на прочность при срезе и смятии. Геометрические характеристики плоских сечений. Главные моменты инерции и моменты сопротивления простейших сечений. [3] гл. 3 гл.5 § 5.1-5.5 [4] § 6.1; 8.3.

ЛК 4.5. Кручение. Напряжения и перемещения при кручении бруса круглого поперечного сечения. Расчеты на прочность и жесткость бруса при кручении. [3] гл. 4 § 4.2 – 4.4 [4] § 6.2.

ЛК 4.6. Изгиб. Основные понятия и определения. Нормальные напряжения при изгибе. Расчеты на прочность при изгибе. [3] гл. 6 § 6.1; 6.5 [4] § 8.2.

ЛК 4.7. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Потенциальная энергия деформации при растяжении, кручении, изгибе. [3] § 2.5; 4.5; 6.6; 6.9 [4] § 8.4.

ЛК 4.8. Перемещения сечений бруса при изгибе. Определение перемещений методом Мора. Правило Верещагина. [3] гл. 6 § 6.8; 6.10.

ЛК 4.9. Напряженное и деформированное состояние в точке тела. Главные напряжения. Линейное (одноосное), плоское (двухосное) и объемное (трехосное) напряженные состояния в точке. Обобщенный закон Гука. Гипотезы предельного напряженного состояния (гипотезы прочности). Расчеты на прочность при сложном напряженном состоянии. [3] гл. 7 § 7.1 -7.7 [4] § 7.1-7.4.

ЛК 4.10. Сложные виды деформации бруса. Основные понятия и определения. Изгиб бруса в двух взаимноперпендикулярных плоскостях. Изгиб с растяжением бруса. Изгиб с кручением бруса круглого поперечного сечения. [3] гл. 8 § 8.1; 8.3; 8.4 [4] § 8.7.

ЛК 4.11. Расчеты на прочность при переменных напряжениях. Основные понятия и определения. Кривая усталости, предел выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости. Расчет на прочность при переменных напряжениях. [3] гл. 9 [4] гл.10.

Раздел 5. Детали машин, механизмов и приборов – 18 часов.

ЛК 5.1. Основы проектирования деталей. Требования, предъявляемые к деталям. Критерии работоспособности деталей. Основные, применяемые для деталей машин, механизмов и приборов, материалы. Термическая обработка материалов. Взаимозаменяемость и стандартизация деталей. [4] § 12.1; 13.1; 13.2.

ЛК 5.2. Передачи. Назначение и классификация передач. Зубчатые передачи. Достоинства и недостатки, области применения. Эвольвентное зацепление. Основные геометрические параметры зубчатого эвольвентного зацепления. Виды повреждения в эксплуатации зубьев зубчатых колес. Критерии работоспособности зубчатых передач. Контактные напряжения и контактная усталость поверхности зубьев. Понятия о проектном и проверочном расчетах зубчатых передач. [4] § 16.1; 16.2; 16.3; 16.9 [5] § 8.1 – 8.4.

ЛК 5.3. Цилиндрические прямозубые зубчатые передачи. Силы, действующие на зубья колес. Расчет на контактную и изгибную выносливость зубьев колес. . [4] § 16.10; 16.11.

ЛК 5.4. Цилиндрические косозубые зубчатые передачи. Особенности геометрии и кинематики. Силы, действующие на зубья колес. Расчет на контактную и изгибную выносливость зубьев колес. [4] § 16.15 [5] § 8.7.

ЛК 5.5. Конические зубчатые передачи. Геометрия и кинематика конических зубчатых передач. Силы, действующие на зубья колес. Расчет зубьев колес на контактную и изгибную выносливость. Материалы и допускаемые напряжения для колес. [4] § 16.6; 16.10; 16.11 [5] § 8.8; 8.12; 8.13.

ЛК 5.6. Червячные передачи. Геометрия и кинематика червячных передач. Достоинства и недостатки, области применения. Коэффициент полезного действия передачи. Силы, действующие в передаче. Расчет зубьев червячного колеса на прочность. Материалы и допускаемые напряжения. Тепловой расчет передачи. [4] § 17.1-17.5 [5] § 9.1-9.8.

ЛК 5.7. Валы и оси. Назначение и классификация. Основные материалы для валов и осей. Проектирование валов. Проектный и проверочный расчеты. [4] § 22.1; 22.2 [5] § 15.1-15.3.

ЛК 5.8. Соединения вал-ступица. Шпоночные и шлицевые соединения. Достоинства и недостатки, области применения. Подбор соединения, проверочный расчет и смятие. Соединения деталей посадкой с натягом. Достоинства и недостатки, области применения. Расчет соединений. [4] § 27.1-27.3 [5] § 7.1-7.3.

ЛК 5.9. Опоры валов и осей. Подшипники и их классификация. Критерии работоспособности и виды повреждений подшипников скольжения и качения в эксплуатации. Практический расчет (подбор) подшипников качения. [4] § 23.4-23.6 [5] § 16.6-16.8.

3.2. Перечень тем практических занятий и их объем в часах – 24 часа.

ПЗ 3.2.1. Решение задач по теме: «Система сходящихся сил, условия равновесия системы сходящихся сил. Момент силы относительно точки и оси. Момент пары сил» - 2 часа.

ПЗ 3.2.2. Решение задач по теме: «Равновесие системы пар. Определение сил и условий равновесия плоской и пространственной системы сил» - 2 часа.

ПЗ 3.2.3. Решение задач по определению реакций связей при действии системы произвольно расположенных сил – 2 часа.

ПЗ 3.2.4. Решение задач по определению траектории, скоростей и ускорений точки при естественном и координатном способах задания движения – 2 часа.

ПЗ 3.2.5. Решение задач по определению скоростей и ускорений точек тела при его поступательном и вращательном движении – 2 часа.

ПЗ 3.2.6. Решение задач по определению кинематических характеристик рычажных и зубчатых механизмов – 2 часа.

ПЗ 3.2.7. Решение задач по теме: «Первая задача динамики». Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки находящейся под действием постоянных сил – 2 часа.

ПЗ 3.2.8. Решение задач с применением общих теорем динамики точки и твердого тела – 2 часа.

ПЗ 3.2.9. Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении (сжатии), кручении и изгибе – 4 часа.

ПЗ 3.2.10. Расчеты на прочность при растяжении (сжатии), кручении и изгибе – 4 часа.

3.3. Перечень лабораторных работ (занятий) и их объем в часах – 12 часов.

ЛР – 3.3.1. Испытание на растяжение образца и определение характеристик механических свойств стали – 4 часа.

ЛР – 3.3.2. Испытание на кручение образца с построением диаграммы деформирования. Изучение экспериментальных методов исследования напряженного состояния в точке элементов конструкций – 4 часа.

ЛР – 3.3.3. Изучение конструкций различных деталей: зубчатых и червячных колес, подшипников качения и др. Исследования кинематики сложных зубчатых передач, планетарных передач – 4 часа.

3.4. Тематика домашних заданий.

ДЗ 3.4.1. Определение реакций опор составной балки.

ДЗ 3.4.2. Определение скоростей и ускорений точек механизма при плоском движении. Интегрирование дифференциальных уравнений движения материальной точки, находящейся под действием постоянных сил.

ДЗ 3.4.3. Построение эпюр внутренних силовых факторов в сечениях бруса при растяжении, кручении, изгибе.

ДЗ 3.4.4. расчеты на прочность при растяжении, кручении, изгибе.

3.5. Рекомендуемая литература.

Основная учебная литература.

1. С.М. Тарг. Краткий курс теоретической механики. М.: Высшая школа, 1995.
2. И.В. Мещерский. Сборник задач по теоретической механике. М.: Наука, 1985.
3. Н.А. Бородин. Соппротивление материалов. М.: Дрофа 2001.
4. Г.Б. Иосилевич, Г.Б. Строганов, Г.С. Маслов. Прикладная механика. 1989.

Дополнительная литература.

1. Е.М. Никитин. Краткий курс теоретической механики. М.: Наука. 1971.
2. М.Н. Иванов. Детали машин. М.: Высшая школа. 1991.

Учебно-методическая литература.

1. Сазонова З.А., Ильяшенко Д.В. Методические указания и задания на расчетно-графические работы по дисциплине «Механика», для студентов дневного обучения, М.: 1989.
2. С.П. Борисов, А.С. Ефремов. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Соппротивление материалов» ч1. М., МГТУГА, 1998.