

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ при изучении дисциплины «Использование метода конечных элементов в энергомашиностроении»

Самостоятельная работа студентов по изучению дисциплины «Использование метода конечных элементов в энергомашиностроении» включает следующие виды работ:

- изучение материала, вынесенного на лекции;
- изучение материала, вынесенного на лабораторные занятия;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение;
- подготовка к зачету.

Студенты дневной формы обучения изучают дисциплину «Использование метода конечных элементов в энергомашиностроении» на лекциях и лабораторных занятиях, а также самостоятельно.

Одним из видов самостоятельной практической работы, на которой происходит углубление и закрепление теоретических знаний студентов в интересах их профессиональной подготовки, являются краткий опрос на лекции по пройденной теме, практические занятия и самостоятельная работа.

Данные работы имеют цели:

- углубить и закрепить знание теоретического курса;
- приобрести навыки в анализе результата расчетов и составлении отчетов по ним;
- приобрести первичные навыки организации, планирования и проведения научных исследовательских работ.

Таким образом, самостоятельная работа предназначена не только для овладения каждой дисциплиной, но и для формирования навыков самостоятельной работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решить проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т.д.

Самостоятельная работа предусматривает в изучении содержания следующих тем курса «Газовая динамика» по рекомендуемым учебным пособиям, учебникам и дополнительной литературе (перечень приводится в конце рекомендаций), подготовке к лабораторным занятиям, к рубежным контролям, к зачету.

Самостоятельная работа

Тема 1. Введение. Использование метода конечных элементов (МКЭ) в инженерных расчетах. Современные программные комплексы МКЭ.

Цель изучения темы – уяснить суть метода конечных элементов применительно к расчетам на прочность, изучить основные понятия, используемые при изучении дисциплины, познакомиться с современными программами расчета на прочность.

Данная тема достаточно хорошо проработана и изложена в литературе – в учебных пособиях.

При изучении темы рекомендуется использовать учебные пособия [1-4].

Для лучшего усвоения материала рекомендуется изучить следующие вопросы:

1. Расчет на прочность аналитически и численными методами.
2. Что такое САПР, CAD, CAE, CAM?
3. Из каких элементов состоит трехмерная геометрия детали?
4. Суть метода конечных элементов.
5. Непрерывная и дискретная функция.
6. Кусочно-непрерывная функция.
7. Современные программы расчета на прочность, их преимущества и недостатки.

Тема 2. Перемещения, деформации и напряжения. Закон Гука. Типы анализов, проводимых в SolidWorks Simulation (SWS). Общая последовательность подготовки конечноэлементной модели и проведения расчета.

Цель изучения темы – изучить типы расчетов, которые можно выполнять в программе SolidWorks Simulation.

При изучении данной темы рекомендуется пользоваться пособиями [1-5].

Для лучшего усвоения материала рекомендуется изучить следующие вопросы:

1. Перемещения, деформации и напряжения.
2. Закон Гука, линейные и нелинейные материалы.
3. Статический линейный анализ на прочность.
4. Статический нелинейный анализ на прочность.
5. Анализ собственных колебаний.
6. Линейный динамический анализ.
7. Тепловой анализ.

Тема 3. Плоская и трехмерная постановка задачи.

Цель изучения темы – изучить различные варианты выполнения расчетов на прочность (расчеты в трехмерной, осесимметричной и плоской постановке).

При изучении данной темы рекомендуется пользоваться пособиями [1-5].

Для лучшего усвоения материала рекомендуется изучить следующие вопросы:

1. Решение задачи теории упругости в осесимметричной постановке.
2. Решение задачи теории упругости в плоской постановке.
3. Отличие плоской деформации от плоского напряженного состояния.
4. Решение задачи теории упругости в трехмерной постановке.

Тема 4. Типы конечных элементов, используемых в программе SWS.

Цель изучения темы – изучить типы конечных элементов, используемых в программе SWS и различные теории расчета оболочек.

При изучении данной темы рекомендуется пользоваться пособиями [1-5].

Для лучшего усвоения материала рекомендуется изучить следующие вопросы:

1. Трехмерные конечные элементы.
2. Двухмерные конечные элементы.
3. Линейные и параболические конечные элементы.
4. Расчет оболочек как тонкостенных.
5. Расчет оболочек как толстостенных.

Тема 5. Задание физико-механических свойств материалов в программе SWS.

Цель изучения темы – способы задания свойств материалов в программе SWS и поддерживаемые модели поведения материала.

При изучении данной темы рекомендуется пользоваться пособиями [1-4].

Для лучшего усвоения материала рекомендуется изучить следующие вопросы:

1. Способы задания свойств материалов в программе SWS.
2. Модели материала, поддерживаемые в программе SWS.
3. Изотропные и анизотропные материалы.
4. Линейные и нелинейные материалы.

Тема 6. Кинематические и статические граничные условия (ГУ). Соединения. Граничные условия теплообмена. Учет в конечноэлементной модели симметрии детали и приложенных нагрузок.

Цель изучения темы – изучить понятие «граничные условия», изучить способы задания граничных условий в программе SWS.

При изучении данной темы рекомендуется пользоваться пособиями [1-5].

Для лучшего усвоения материала рекомендуется изучить следующие вопросы:

1. Граничные условия, применительно к расчетным программам методом конечных

элементов.

2. Кинематические и статические граничные условия.
3. Задание кинематических граничных условий в программе SWS.
4. Задание статических граничных условий в программе SWS.
5. Граничные условия компонентов в сборке.
6. Граничные условия на удалении.
7. Граничные условия теплообмена.
8. Инерционные нагрузки.

Тема 7. Настройка решателя и запуск процесса вычисления. Команды просмотра результатов расчета. Определение коэффициента запаса прочности.

Цель изучения темы – изучить варианты настройки решателя в программе SWS, команды просмотра результатов расчета и научиться определять коэффициент запаса прочности на основании результатов численного расчета.

При изучении данной темы рекомендуется пользоваться пособиями [1-7].

Для лучшего усвоения материала рекомендуется изучить следующие вопросы:

1. Прямой метод решения задачи МКЭ.
2. Итерационный метод решения задачи МКЭ.
3. Команды просмотра результатов расчета.
4. Расчет коэффициента запаса прочности для задачи в трехмерной постановке для хрупких и пластичных материалов.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Суть метода конечных элементов. Дискретная и непрерывная величина (функция).
2. Алгоритм построения дискретной модели непрерывной функции.
3. САПР, их классификация, САПР для расчета на прочность, их преимущества и недостатки.
4. Статический линейный анализ на прочность.
5. Статический нелинейный анализ.
6. Линейная динамика.
7. Тепловой анализ. Анализ собственных колебаний.
8. Общая последовательность подготовки КЭ модели и проведения расчета.

9. Перемещения, деформации и напряжения. Закон Гука. Модуль упругости и коэффициент Пуассона.
10. Плоская задача теории упругости - плоское напряженное состояние.
11. Плоская задача теории упругости - плоская деформация.
12. Трехмерные конечные элементы.
13. Двухмерные конечные элементы.
14. Поверхностная модель из двухмерных конечных элементов.
15. Задание свойств материала в программе для изотропных материалов.
16. Задание свойств материала в программе для анизотропных материалов.
17. Граничные условия в программах расчета МКЭ. (определение, какие бывают, какие погрешности могут вносить в расчет и почему)
18. Кинематические и статические ГУ (определение). Кинематические ГУ, задаваемые в программе *SW Simulation* (зафиксированная геометрия, ролик/ползун, зафиксированный шарнир, круговая симметрия, основание подшипника, болт).
19. Кинематические и статические ГУ (определение). Кинематические ГУ, задаваемые в программе *SW Simulation* (для сборок – «жестко», «связать», «точечные сварные швы»).
20. Кинематические и статические ГУ (определение). Статических ГУ, задаваемые в программе *SW Simulation* (сила, момент, давление, рабочая нагрузка, тепловая нагрузка).
21. Кинематические и статические ГУ (определение). Статических ГУ, задаваемые в программе *SW Simulation* (граничные условия контакта компонентов в сборке, инерционные нагрузки).
22. Термический (тепловой) анализ. Способы теплообмена.
23. Термический (тепловой) анализ. ГУ теплообмена (1-го, 2-го и 3-го рода). ГУ для задачи теплопроводности, задаваемые в программе *SW Simulation*.
24. Настройка решателя и запуск процесса вычисления. Команды просмотра результатов расчета.
25. Расчет коэффициента запаса прочности.

ЛИТЕРАТУРА

1. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В., Харитонов А.И., Пономарев Н.Б. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 800 с.: ил.
2. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - 448 с.: ил.
3. Алямовский А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation. М.: ДМК Пресс, 2010. 464 с., ил.
4. Алямовский А.А. SolidWorks/CosmosWorks Инженерные анализ методом конечных элементов М.: ДМК Пресс, 2004. - 432 с., ил.
5. Расчет на прочность деталей машин: Справочник/ И.А. Биргер, Б.Ф. Шорр, Г.Б. Иоселевич. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1993. – 640 с.: ил.
6. Петров В.Б. Расчет деталей двигателей внутреннего сгорания методом конечных элементов // Методические указания к практическим занятиям., Ч.2 – Владимир: ВлГУ. – 1999,– 40с.
7. Петров В.Б. Расчет деталей двигателей внутреннего сгорания методом конечных элементов / Петров В.Б., Иванченко А.Б. // Методические указания к практическим занятиям, Ч.2 – Владимир: ВлГУ. – 2001. – 64 с.