



УТВЕЖДАЮ
Первый проректор –
проректор по учебной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Б.В. Падалкин

» _____ 2015 г.

ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ
по направлению подготовки

15.04.03 Прикладная механика
код и наименование направления подготовки

Факультет

Робототехника и комплексная автоматизация (РК)

Полное наименование факультета (сокращенное наименование)

Кафедра(ы)

Прикладная механика (РК5)

Полное наименование кафедры (сокращенное наименование)

Москва, 2015 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К вступительным испытаниям в магистратуру допускаются лица, имеющие документ государственного образца о высшем образовании любого уровня (диплом бакалавра или специалиста).

Лица, предъявившие диплом магистра, могут быть зачислены только на договорной основе.

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Программа вступительных испытаний в магистратуру по направлению подготовки:

15.04.03 Прикладная механика

код и наименование направления подготовки

составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования подготовки бакалавра по направлению:

15.03.03 Прикладная механика

код и наименование направления подготовки

и охватывает базовые дисциплины подготовки бакалавров по названному направлению.

Программа содержит описание формы вступительных испытаний, перечень вопросов для вступительных испытаний и список литературы рекомендуемой для подготовки.

2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы магистратуры по направлению:

15.04.03 Прикладная механика

код и наименование направления подготовки

3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Вступительные испытания проводятся в письменной форме в соответствии с установленным приемной комиссией МГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить письменно на 10 вопросов и задач билета, расположенных в порядке возрастания трудности и охватывающих содержание разделов и тем программы соответствующих вступительных испытаний.

На ответы по вопросам и задачам билета отводится **210 минут**.

Результаты испытаний оцениваются по **стобалльной** шкале.

Результаты испытаний оглашаются не позднее чем через три рабочих дня.

4. ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Письменное испытание проводится по программе, базирующейся на основной образовательной программе бакалавриата по направлению:

15.03.03 Прикладная механика

код и наименование направления подготовки

Перечень разделов и тем дисциплины, включенные в письменное испытание

ДИСЦИПЛИНА. «Прикладная механика» (Сопротивление материалов с элементами теории упругости, строительной механики и теории колебаний)

Цели и задачи дисциплины. Понятие расчетной схемы. Классификация тел по геометрическим параметрам. Классификация внешних сил. Гипотезы о свойствах материала. Внутренние силы. Метод сечений. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня и соответствующие виды нагружения стержня. Напряжения, напряженное состояние. Принцип начальных размеров. Принцип независимости действия сил. Принцип Сен-Венана.

Растяжение и сжатие прямого стержня.

Простейшие задачи растяжения-сжатия. Статически неопределимые задачи, их особенности: зависимость усилий в стержнях от податливости элементов конструкции, температурные и монтажные напряжения. Энергия деформаций при растяжении - сжатии. Основные характеристики механических свойств материалов при растяжении и сжатии. Пластическое и хрупкое состояние материалов. Закон разгрузки и повторного нагружения. Расчет на прочность по допускаемым напряжениям. Условия прочности. Нормативные и фактические коэффициенты запаса. Пластическое деформирование систем, находящихся в условиях растяжения-сжатия. Системы статически определимые и статически неопределимые, остаточные напряжения и перемещения. Расчет на прочность по предельным нагрузкам.

Кручение прямого стержня.

Напряженное состояние чистый сдвиг. Механические свойства материала при чистом сдвиге. Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения (сплошного и пустотелого). Напряжения в поперечном сечении. Угол закручивания. Потенциальная энергия деформации при кручении. Расчет на прочность и жесткость. Статически определимые и статически неопределимые задачи кручения. Основные результаты теории кручения стержня прямоугольного поперечного сечения. Понятие о мембранной аналогии. Свободное кручение тонкостенных открытых и замкнутых профилей. Определение напряжений и перемещений. Понятие о стесненном кручении.

Изгиб прямого стержня.

Геометрические характеристики поперечных сечений стержней. Виды изгиба стержня. Внутренние силовые факторы и дифференциальные зависимости при прямом поперечном изгибе. Чистый прямой изгиб. Расчет на прочность по допускаемым напряжениям. Рациональные формы поперечных сечений балок. Дифференциальное уравнение оси изогнутого стержня. Универсальное уравнение упругой линии. Расчет на жесткость. Потенциальная энергия деформации стержня при изгибе. Косой изгиб и внецентренное растяжение и сжатие. Определение напряжений и перемещений. Расчет на прочность и жесткость. Упруго-пластический изгиб стержня прямоугольного сечения (материал – идеальный упруго-пластичный) – чистый изгиб, поперечный, разгрузка, остаточные напряжения. Предельный внутренний момент для сечений с двумя осями симметрии и с одной. Определение предельной нагрузки для статически определимых балок и плоских рам.

Статически неопределимые стержневые системы. Метод сил.

Потенциальная энергия деформации стержня при произвольном нагружении. Теорема Кастильяно. Определение перемещений с помощью интеграла Мора. Понятие о степенях свободы и связях. Метод сил. Основная и эквивалентная системы. Канонические уравнения метода сил. Коэффициенты канонических уравнений. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Способы проверки правильности решения. Использование прямой и обратной симметрии при расчете статически неопределимых систем. Особенности расчета многоопорных балок. Особенности расчета плоско-пространственных стержневых систем.

Напряженное и деформированное состояние в точке тела. Критерии пластичности и разрушения.

Напряженное и деформированное состояние в точке тела. Тензор напряжений и деформаций. Шаровой тензор и девиатор. Главные площадки и главные напряжения и их определение. Типы напряженных состояний. Дифференциальные уравнения равновесия. Граничные условия. Понятие о перемещении и деформации. Компоненты перемещений. Относительное удлинение в произвольном направлении. Сдвиги. Тензор деформации Коши. Геометрический смысл компонентов тензора деформации. Главные деформации. Объемная деформация. Линейный тензор деформации. Зависимости Коши. Обобщенный закон Гука для изотропного материала. Удельная потенциальная энергия деформации, ее деление на энергию изменения формы и энергию изменения объема. Эквивалентное напряжение. Критерий наибольших касательных напряжений. Критерий энергии формоизменения и различные трактовки его. Критерий Мора начала текучести. Пределы применимости критериев и их экспериментальная оценка. Понятие о механизме разрушения. Теория Гриффитса. Коэффициент интенсивности напряжений и его критическое значение.

Расчет толстостенных цилиндров, нагруженных давлениями (задача Ламе).

Определение напряжений и радиальных перемещений в толстостенных цилиндрах, нагруженных внутренним и внешним давлениями. Частные случаи нагружения цилиндров: цилиндр под действием внутреннего давления; плита с отверстием под действием внутреннего давления; труба под действием внешнего давления; вал, нагруженный давлением; равномерно растянутая плита с отверстием. Принципы расчета составных труб. Автофретирование.

Расчет осесимметричных тонкостенных оболочек и пластин.

Геометрия тонкостенной оболочки вращения, меридиональные и окружные сечения. Безмоментная теория расчета осесимметрично нагруженных тонкостенных оболочек вращения. Цилиндрическая, сферическая и коническая оболочки, находящиеся под действием постоянного и гидростатического давлений.

Изгиб круглых симметрично нагруженных пластин.

Гипотезы о напряженном и деформированном состоянии. Зависимость деформаций от угла поворота нормали. Напряженное состояние. Внутренние силовые факторы. Уравнения равновесия. Соотношения упругости. Напряжения изгиба в круглой пластине. Определение прогибов.

Осесимметричный изгиб цилиндрической оболочки.

Постановка задачи. Гипотезы о напряженном и деформированном состоянии. Геометрические зависимости. Напряжения и внутренние силовые факторы. Дифференциальные уравнения равновесия, вывод основного уравнения. Определение постоянных интегрирования для «длинных оболочек». Краевой эффект.

Прочность при циклически изменяющихся напряжениях.

Явление усталости. Механизм усталостного разрушения. Основные характеристики цикла напряжений. Кривая усталости образца. Предел выносливости образца. Диаграмма предельных амплитуд. Описание влияния основных факторов (концентрации напряжений, абсолютных размеров детали, качества обработки поверхности) на сопротивление усталости. Определение коэффициента запаса усталостной прочности при одноосном напряженном состоянии и чистом сдвиге. Определение коэффициента запаса усталостной прочности при совместном действии нормальных и касательных напряжений (формула Гафа - Полларда). Вероятностный характер усталостного разрушения. Накопление усталостных повреждений и влияние нестационарного нагружения на сопротивление усталости. Закон линейного суммирования повреждений. Понятие об определении долговечности при стационарных и нестационарных режимах.

Устойчивость равновесия продольно сжатых стержней.

Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критическая нагрузка. Устойчивость продольно сжатых стержней – задача Эйлера. Сравнение поведения идеальных и реальных стержней при сжатии. Зависимость критического напряжения от гибкости стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Устойчивость сжатых стержней за пределами пропорциональности. Энергетический метод определения критической нагрузки. Расчет продольно сжатых стержней по коэффициенту понижения допускаемого напряжения сжатия.

Динамическое нагружение.

Постановка задачи расчета при ударном напряжении систем с одной степенью свободы. Основные допущения. Оценка максимальных напряжений и перемещений с помощью уравнения движения или уравнения энергетического баланса.

Малые свободные колебания систем без трения, свободные колебания при малом вязком трении, большое трение, аperiodические режимы, сухое, внутреннее, конструкционное трение, коэффициент поглощения энергии. Вынужденные колебания линейных систем без трения, произвольный закон изменения силы. Гармоническое возбуждение, явление резонанса, поведение вблизи резонанса, биения, действие произвольной периодической силы. Колебания систем с распределенными параметрами: свободные колебания стержней (продольные и крутильные).

Перечень вопросов

1. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях стержня и их определение методом сечений. Виды нагружения стержня.
2. Растяжение (сжатие) прямого стержня. Вывод основных зависимостей (формул) для определения напряжений, деформаций и перемещений.
3. Потенциальная энергия деформации и работа внешних сил при растяжении (сжатии) прямого стержня. Удельная потенциальная энергия деформации.
4. Расчет стержневых систем при растяжении (сжатии) за пределами упругости.
5. Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения - вывод формул для определения напряжений и перемещений.
6. Расчет на прочность при кручении по допускаемым напряжениям. Коэффициент запаса.
7. Связь между упругими характеристиками материала G , E , μ . Вывод зависимости.
8. Кручение тонкостенных закрытых профилей. Вывод формул для определения напряжений и перемещений.
9. Кручение тонкостенных открытых профилей (вывод зависимостей для определения напряжений и перемещений).
10. Потенциальная энергия деформации и работа внешних нагрузок при кручении.
11. Геометрические характеристики плоских фигур.
12. Прямой чистый изгиб. Вывод зависимостей для определения напряжений в поперечном сечении стержня и кривизны оси изогнутого стержня.
13. Дифференциальное уравнение оси изогнутого стержня. Дифференциальные зависимости между q , Q , $M_{изг}$ при изгибе стержня.
14. Потенциальная энергия деформации изгиба стержня.
15. Упруго-пластический изгиб. Определение предельной нагрузки для статически определимых и статически неопределимых балок.
16. Косой изгиб стержня и внецентренное сжатие. Определение напряжений и перемещений.

17. Общий случай нагружения стержня. Определение напряжений, перемещений. Потенциальная энергия деформации в общем случае нагружения.
18. Теорема Кастильяно (вывод).
19. Метод сил раскрытия статической неопределимости. Вывод канонических уравнений метода сил.
20. Теорема о напряжённом состоянии. Вывод зависимостей между напряжениями в трёх взаимноперпендикулярных площадках и в произвольной площадке.
21. Определение главных напряжений в общем случае напряжённого состояния и в случае одной известной главной площадки.
22. Уравнения равновесия для бесконечно малого элемента тела (компонентов тензора напряжений).
23. Связь перемещений и деформаций. Соотношения Коши.
24. Обобщённый закон Гука (вывод зависимостей между напряжениями и деформациями в общем случае напряжённо-деформированного состояния).
25. Потенциальная энергия деформации изменения объёма и изменения формы.
26. Теории предельных состояний. Основные понятия: предельные состояния, коэффициент запаса, эквивалентное напряжение. Обзор теорий начала текучести и разрушения.
27. О критериях разрушения. Идеи Гриффитса. Коэффициент интенсивности напряжений.
28. Безмоментная теория расчёта оболочек вращения: напряжённое состояние, основная гипотеза о распределении напряжений, вывод формулы Лапласа, определение меридионального напряжения.
29. Изгиб круглых осесимметрично нагруженных пластин: основные гипотезы, напряжённое состояние, внутренние силовые факторы, вывод геометрических зависимостей между углом поворота нормали к срединной плоскости и деформациями.
30. Изгиб осесимметрично нагруженных круглых пластин: вывод дифференциальных уравнений равновесия.
31. Осесимметричный изгиб цилиндрической оболочки: основные гипотезы, напряжённое состояние, внутренние силовые факторы, цилиндрическая жёсткость.
32. Осесимметричный изгиб цилиндрических оболочек. Основные гипотезы. Вывод зависимостей между перемещениями и деформациями, вывод дифференциальных уравнений равновесия.
33. Задача Ламе. Постановка задачи. Вывод зависимостей между деформациями и радиальным перемещением. Условие совместности деформации. Напряжённое состояние. Связь деформаций с напряжениями.
34. Задача Ламе. Вывод дифференциального уравнения равновесия.
35. Частный случай задачи Ламе – толстостенный цилиндр, нагруженный внутренним давлением (эпюры напряжений, напряжённое состояние в наиболее нагруженной точке, величина допускаемого внутреннего давления, ограниченность этой величины).
36. Частные случаи задачи Ламе.
37. Выносливость. Физика явления. Основные понятия. Предел выносливости, определение понятия и величины для конкретных образцов.
38. Влияние концентрации напряжений и размеров детали на усталостную прочность (физика явления, количественная оценка).
39. Влияние на усталостную прочность закона изменения напряжений во времени, частоты изменения напряжений, температуры, качества обработки поверхности.
40. Усталостная прочность: диаграмма предельных амплитуд, описание различных условий работы образца в зависимости от соотношения между амплитудой и средним напряжением цикла.
41. Определение коэффициента запаса по выносливости для детали (вывод расчётной формулы).

42. Ударное нагружение систем с одной степенью свободы. Постановка задачи. Оценка величины максимальных напряжений и перемещений при горизонтальном и вертикальном ударе.
43. Малые свободные колебания линейных систем без трения.
44. Вынужденные колебания линейных систем с трением и без трения.
45. Гармоническое возбуждение. Явление резонанса.
46. Продольные колебания стержней.
47. Крутильные колебания стержней.
48. Устойчивость продольно сжатых стержней. Вывод формулы Эйлера для определения критической силы.
49. Энергетический метод определения критической силы для продольно сжатого стержня.
50. Устойчивость сжатых стержней за пределами пропорциональности. Расчет продольно-сжатых стержней по коэффициенту понижения допускаемого напряжения сжатия.

Основная учебная литература

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010.
2. Экспериментальная механика. Под редакцией Вафина Р.К. и Нарайкина О.С. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
3. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний. Изд-во НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009.
4. Демидов С.П. Теория упругости. М.: Высшая школа, 1979.
5. Бидерман В.Л. Механика тонкостенных конструкций, М., Машиностроение, 1977.

Дополнительная учебная литература .

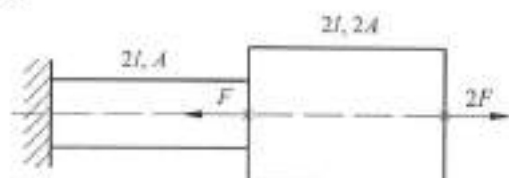
1. Писаренко Г.С., Агарев В.А., Квитко А.Л., Попов В.Г., Уманский В. Сопротивление материалов. – М.: Киев, 1986.
2. Лихарев К.И., Сухова Н.А. Сборник задач по курсу «Сопротивление материалов». – М.: 1980.
3. Сборник задач по сопротивлению материалов. Под редакцией Вольмира А.С. – М.: 1984.
4. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. – М.: 1987.
5. Тимошенко С.П. Сопротивление материалов. ч.1, ч.2. – М.: 1965.
6. Филин А.П. Элементы теории оболочек. Л., Стройиздат, 1987.
7. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Наука, 1976.
8. Светлицкий В.А. Задачи и примеры по теории колебаний. Ч.I и II. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1998.
9. Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. М.: Машиностроение, Л., 1976.

ПРИМЕР билета письменных вступительных испытаний:

БИЛЕТ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ ПО НАПРАВЛЕНИЮ

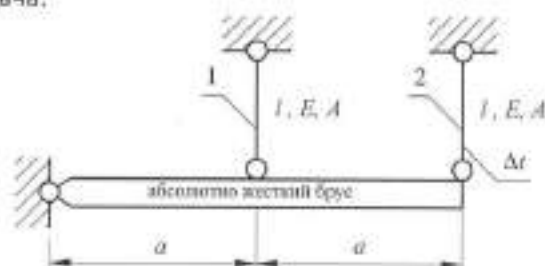
15.04.03 Прикладная механика

- 1 Расчет на прочность при кручении по допускаемым напряжениям. Коэффициент запаса. 10 баллов
- 2 Энергетический метод определения критической силы для продольно-сжатого стержня. 10 баллов
- 3 Записать соотношения упругости для изотропного материала, находящегося в плоском напряженном состоянии. 10 баллов
- 4 Разделение тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор напряжений. 10 баллов
- 5 Задача. 10 баллов



Определить потенциальную энергию деформации U и работу внешних сил W .

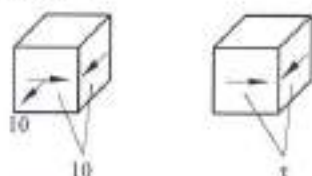
- 6 Задача. 10 баллов



Стержень 2 нагрет.
Дано: $l, E, A, a, \alpha, \sigma_T, n_T$.

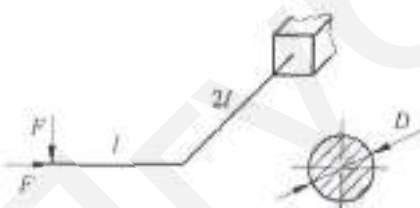
Определить допустимую степень нагрева Δt .

- 7 Задача. 10 баллов



При каком значении τ эти два напряженных состояния равноопасны?
 $\sigma_{TE} = \sigma_{TC}$.

- 8 Задача. 10 баллов

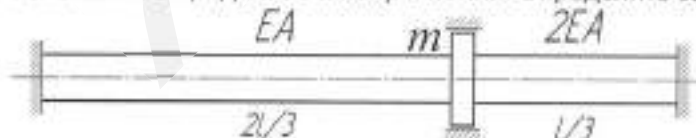


Дано: F, l
 $\sigma_{TE} = \sigma_{TC}$,
 n_T .

Определить диаметр сечения D .

- 9 Задача. 10 баллов

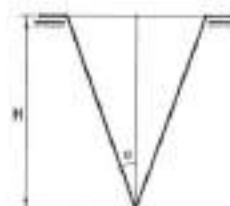
Груз m , закреплённый на безмассовом упругом стержне, способен совершать колебания в продольном направлении. Определить собственную частоту.



- 10 Задача. 10 баллов

Коническая оболочка, геометрия которой характеризуется углом α и высотой H , нагружена постоянным внутренним давлением p . Толщина стенки оболочки постоянна и равна h .

Считая оболочку тонкостенной и безмоментной, записать основные соотношения, необходимые для определения меридиональных и окружных напряжений в гладкой части оболочки. Изобразить вид напряженного состояния.



Автор(ы) программы:

Белкин А.Е., д.т.н., профессор
Сорокин Ф.Д., д.т.н., профессор
Зарубин С.В., к.т.н., доцент

Декан факультета

Зач Заведующий кафедрой

Начальник отдела магистратуры



Г.В. Шашурин

О.С. Нарайкин

Б.П. Назаренко