Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 07.11.2023 10:59:16
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Московский политехнический университет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана транспортного факультета
_____/М.Н. Лукьянов/
«__» _____08_____ 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Теория упругости

Направление подготовки

15.03.03 Прикладная механика

Профиль подготовки (образовательная программа)

«Программирование и цифровые технологии в динамике и прочности»

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва 2022

1. Цели освоения дисциплины.

К **основным целям** освоения дисциплины «Теория упругости» следует отнести:

– изучение основных понятий, моделей и методов решения задач теории упругости;

–развитие умений и навыков выбора расчетной схемы объекта исследования и определения вида напряженно-деформированного состояния отдельных элементов континуальных систем.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Теория упругости» следует отнести:

– ознакомление слушателей с фундаментальными теоремами теории упругости и присущими только этой теории особенностями расчета упругих объектов при различных видах нагружения;

– овладение учащимися алгоритмами решения практических задач теории упругости.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Теория упругости» относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части базового цикла (Б1) основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Теория упругости» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– линейная алгебра и дифференциальное исчисление;
– теоретическая механика;
– сопротивление материалов;
– основы физики прочности и механика разрушения;

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Способен проводить расчет элементов конструкций и узлов ЛА на статическую прочность	**знать:** • Основы теории упругости **уметь:** • Использовать методы теории упругости в решении практических задач **владеть:** • Профессиональной терминологией

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетные единицы, т.е. **72** академических часа (из них 36 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Теория упругости» изучаются на пятом семестре третьего курса: лекции – 1 час в неделю (18 часов), семинарские занятия – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – зачет.

Содержание разделов дисциплины.

Раздел I. Введение.

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Структура курса, его место и роль в подготовке специалистов широкого профиля. Связь курса с другими дисциплинами.

Тема 1.

Силы и напряжения. Равновесие элементарного тетраэдра. Тензор напряжений.

Тема 2.

Главные оси тензора напряжений, главные напряжения. Инварианты тензора напряжений.

Тема 3.

Эллипсоид Ламэ. Понятие о шаровом тензоре и девиаторе напряжений. Разложение общего тензора напряжений на шаровую и девиаторную составляющие.

Тема 4.

Напряжения в октаэдрических площадках. Дифференциальные уравнения равновесия и статические граничные условия.

Раздел II. Теория деформаций и перемещений.

Тема 5.

Координаты Эйлера и Лагранжа. Тензор деформаций. Геометрический смысл составляющих тензора деформаций. Исследование деформаций в заданной точке.

Тема 6.

Главные оси тензора деформаций и главные значения деформаций. Инварианты общего тензора деформаций. Шаровой тензор и девиатор деформаций.

Тема 7.

Разложение вектора перемещений. Определение перемещений по деформациям. Уравнения совместности деформаций. Случай неодносвязной области.

Раздел III. Теория напряженно-деформированного состояния.

Тема 8.

Связь между напряженным и деформированным состояниями. Применение первого и второго законов термодинамики к процессу деформирования упругого твердого тела.

Тема 9.

Модель твердого тела Клапейрона. Обобщенный закон Гука для изотропного тела в напряжениях и деформациях. Соотношения Дюгамеля – Неймана.

Тема 10.

Тензор упругих постоянных. Различные случаи упругой симметрии твердого тела. Закон Гука для ортотропного материала.

Раздел IV. Основные уравнения теории упругости.

Тема 11.

Синтезирующие уравнения теории упругости и возможные методы их решения. Краевые задачи теории упругости.

Тема 12.

Решение задач теории упругости в напряжениях. Решение задач теории упругости в перемещениях. Теорема единственности. Принцип Сен-Венана.

Раздел V. Плоская задача теории упругости.

Тема 13.

Обобщенное плоское напряженное состояние. Плоская деформация. Функция напряжений для плоской задачи.

Тема 14.

Решение плоской задачи теории упругости в декартовой и полярной системах координат. Основные уравнения плоской задачи в полярной системе координат при симметричном относительно оси распределении напряжений.

Раздел VI. Решение частных задач теории упругости.

Тема 15.

Задачи о чистом изгибе и чистом кручении. Задача об изгибе консоли. Задачи, в которых напряжения зависят от радиуса.

Тема 16.

Задача о концентрации напряжений в растягиваемой пластине, ослабленной круговым отверстием. Контактная задача об упругом смятии двух соприкасающихся шаров.

Раздел VII. Вариационные принципы теории упругости.

Тема 17.

Принцип виртуальных работ. Упругий потенциал. Формулы Грина. Теорема Клапейрона. Теорема Бетти.

Тема 18.

Вариационный принцип Лагранжа. Теорема о минимуме полной энергии в линейной теории упругости. Вариационный принцип Кастилиано. Прямые методы решения задач теории упругости.

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Теория упругости» предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов РГР;

– организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости обучающихся включают контрольные вопросы по разделам дисциплины для проведения коллоквиумов (к), задания для выполнения расчетно-графических работ, вопросы для экзаменационных билетов. Образцы тестовых заданий, заданий РГР и экзаменационных билетов приведены в приложении №2.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	Способен проводить расчет элементов конструкций и узлов ЛА на статическую прочность

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-1 Способен проводить расчет элементов конструкций и узлов ЛА на статическую прочность				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: Основы теории упругости	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основы теории упругости	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основы теории упругости. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основы теории упругости, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основы теории упругости, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: Использовать методы теории упругости в	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет:	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений:	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие	Обучающийся демонстрирует полное соответствие

решении практических задач	использовать методы теории упругости в решении практических задач	использовать методы теории упругости в решении практических задач. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	следующих умений: использовать методы теории упругости в решении практических задач. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	следующих умений: использовать методы теории упругости в решении практических задач. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
владеть: Профессиональной терминологией	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет: профессиональной терминологией	Обучающийся владеет профессиональной терминологией в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет профессиональной терминологией, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет профессиональной терминологией, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Теория упругости».

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. Допускает ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах

	показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература

1. Молотников, В.Я. Теория упругости и пластичности [Электронный ресурс] / В.Я. Молотников, А.А. Молотникова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 532 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94741
2. Бажанов, В. Л. Механика деформируемого твердого тела: учебное пособие для вузов / В. Л. Бажанов. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 178 с. — (Высшее образование). URL: https://urait.ru/bcode/472778

б) дополнительная литература

1. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учеб. / П.А. Павлов [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 556 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/90853
2. Лотов, К. В. Физика сплошных сред: учебное пособие для вузов / К. В. Лотов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 135 с. URL: https://urait.ru/bcode/475085

в) Электронный образовательный ресурс:

Курс «Теория упругости»

https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=655

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированный компьютерный класс кафедры «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»: столы, стулья, маркерная доска, компьютеры с прикладным тематическим программным обеспечением, подвесной проектор с интерактивной доской, выход в сеть «Интернет».

Аудитории для лекционных и практических занятий: столы учебные со скамьями, аудиторная доска, универсальный учебный комплекс по «Сопротивлению материалов» СМ-1. Рабочее место преподавателя: стол, стул.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Задачами самостоятельной работы студентов являются:

1. Систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
2. Углубление и расширение теоретической подготовки;
3. Формирование умений использовать специальную литературу;
4. Развитие познавательных способностей студентов, самостоятельности, ответственности и организованности.

Изучение дисциплины неразрывно связано с самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных, практических занятиях и лабораторных работах. При этом студент сам планирует свою самостоятельную работу, что создает более благоприятную обстановку и положительно сказывается на усвоении материала.

На основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных терминов, положений и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения разделов дисциплины.

Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10 минут. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные и практические занятия и консультирование. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед занятиями преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомится с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к лабораторной работе.

После каждого лекционного занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен по дисциплине проводится в форме письменного экзамена с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе вопросов, сформулированных в зачетных или экзаменационных билетах. В билет вносится два теоретических и один практический вопрос из различных разделов дисциплины для более полной проверки знаний студентов. Оценка

выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель принимающий экзамен лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

Приложение 1.

Структура и содержание дисциплины «Теория упругости» по направлению подготовки
15.03.03 «Прикладная механика»
(бакалавр)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	Пятый семестр														
1.1	Введение. Раздел I. Теория напряженного состояния. Тема 1.	5	1	1			2								
1.2	Раздел I. Тема 2.	5	2	1	2		2								
1.3	Раздел I. Тема 3.	5	3	1			2								
1.4	Раздел I. Тема 4.	5	4	1	2		2				+				
2.1	Раздел II. Теория деформаций и перемещений. Тема 5.	5	5	1			2				+				
2.2	Раздел II. Тема 6.	5	6	1	2		2				+				
2.3	Раздел II. Тема 7.	5	7	1			2				+				
3.1	Раздел III.. Теория напряженно-деформированного состояния. Тема 8.	5	8	1	2		2				+				
3.2	Раздел III. Тема 9.	5	9	1			2				+				
3.3	Раздел III. Тема 10.	5	10	1	2		2				+				
4.1	Раздел IV. Основные уравнения теории упругости. Тема 11.	5	11	1			2				+				
4.2	Раздел IV. Тема 12.	5	12	1	2		2				+				

5.1	Раздел V. Плоская задача теории упругости. Тема 13.	5	13	1			2				+				
5.2	Раздел V. Тема 14.	5	14	1	2		2				+				
6.1	Раздел VI. Решение частых задач теории упругости. Тема 15.	5	15	1			2				**Защита РГР**				
6.2	Раздел VI. Тема 16.	5	16	1	2		2								
7.1	Раздел VII. Вариационные принципы теории упругости. Тема 17.	5	17	1			2								
7.2	Раздел VII. Тема 18.	5	18	1	2		2								
	Форма аттестации										**Одна РГР**			**Э**	
	Всего часов по дисциплине в пятом семестре			18	18		36				+				

Приложение 2.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки:	15.03.03 «Прикладная механика»
Профили:	«Программирование и цифровые технологии в динамике и прочности»
Формы обучения:	очная
Виды профессиональной деятельности:	научно-исследовательская, проектно-конструкторская.
Кафедра:	Динамика, прочность машин и сопротивление материалов

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Теория упругости»

Составитель: **к.т.н. Пирожков В.А.**

Москва, 2021 год

Таблица 1

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Теория упругости				
ФГОС ВО **15.03.03 «Прикладная механика»**				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие **компетенции**:				
КОМПЕТЕНЦИИ		**Перечень компонентов**	**Технология формирования компетенций**	**Форма оценочного средства**
индекс	**формулировка**			
ПК-1	Способен проводить расчет элементов конструкций и узлов ЛА на статическую прочность	**знать:** • Основы теории упругости **уметь:** • Использовать методы теории упругости в решении практических задач **владеть:** • Профессиональной терминологией	самостоятельная работа, опрос	УО, РГР

Приложение 2
к рабочей программе

Перечень оценочных средств по дисциплине *Теория упругости*

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы
2	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

Приложение 2.

Фонды оценочных средств по дисциплине «Теория упругости» по направлению подготовки 15.03.03 «Прикладная механика».

Пример экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет ТРАНСПОРТНЫЙ, кафедра «Динамика, прочность машин и сопротивление материалов»
Дисциплина «Теория упругости»
Для 15.03.03 «Прикладная механика»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3.

1. Особенности оценки прочности для трехмерного напряженного состояния. Понятия критерии прочности.

2. Понятие эквивалентного напряжения.

Утверждено на заседании кафедры « ____ » _____ 2021 г., протокол № ____

Зав. кафедрой _____ /А.А. Скворцов/

Вопросы по разделам дисциплины для устного опроса.

1. Координаты Эйлера и Лагранжа. Вектор перемещений. Тензор деформации Грина линейной и нелинейной теории упругости. Соотношения Коши.

2. Геометрический смысл компонент тензора деформаций. Деформация произвольно ориентированного элемента.

3. Главные оси тензора деформации. Инварианты тензора деформаций. Геометрический смысл первого инварианта тензора деформаций линейной теории упругости.

4. Разложение вектора перемещений. Тензор вращений, вектор вращений.

5. Определение перемещений по деформациям. Уравнение Сен-Венана как условие интегрируемости соотношений Коши. Случай неодносвязной области.

6. Силы и напряжения. Равновесие элементарного тетраэдра. Тензор напряжений.

7. Главные оси тензора напряжений. Главные напряжения. Инварианты тензора напряжений.

8. Эллипсоид Ламэ. Разложение тензора напряжений на шаровой тензор и тензор – девиатор. Напряжения на октаэдрических площадках. Интенсивность напряжений.

9. Дифференциальные уравнения равновесия. Статические граничные условия.

10. Применение первого и второго законов термодинамики к процессу деформирования твердого тела.

11. Различные случаи упругой симметрии твердого тела. Закон Гука для изотропного и ортотропного материалов.

12. Полная система соотношений теории упругости. Терминология теории упругости. Уравнения Бельтрама –Мичелла.

13. Полная система соотношений теории упругости. Уравнения Ламэ. Принцип Сен – Венана. Полу обратный метод Сен-Венана.

14. Постановка задачи о кручении прямого бруса.

15. Решение задачи о кручении прямого бруса с помощью функции напряжений.

16. Плоская деформация.

17. Обобщенное плоское напряженное состояние.

18. Функция напряжений плоской задачи теории упругости.

19. Плоская задача теории упругости в полярной системе координат. Общее решение бигармонического уравнения. Решения частных задач.

20. Решение задачи о концентрации напряжений в бесконечной пластине, ослабленной круговым отверстием.

21. Вариационные принципы теории упругости.

Вопросы для экзаменационных билетов по курсу «Теория упругости»

1. Нормальное, касательное и полное напряжение в наклонной площадке. Вывод формул для определения проекций вектора полного напряжения на площадке, наклоненной под известными углами к осям координат.

2. Особенности оценки прочности для трехмерного напряженного состояния. Понятия критерии прочности.

3. Главные напряжения и главные площадки для трехмерного напряженного состояния. Максимальные касательные напряжения.

4. Шаровой тензор напряжений. Тензор-девиатор напряжений. Разложение общего тензора напряжений на шаровую и девиаторную составляющие.

5. Вывод формулы для определения полной удельной потенциальной энергии упругой деформации сплошной среды.

6. Вывод формулы для определения удельной потенциальной энергии упругого формоизменения сплошной среды.

7. Вывод формул для определения нормального и касательного напряжений в октаэдрических площадках.

8. Главные напряжения. Инварианты тензора напряжений.

9. Общий тензор деформаций. Главные оси и главные деформации. Инварианты общего тензора деформаций.

10. разложение общего тензора деформаций на шаровую и девиаторные составляющие.

11. Связь напряжений и деформаций в точке. Закон изменения объема и закон изменения формы.

12. Вывод зависимостей между компонентами перемещений и деформаций

(Уравнение Коши).

13. Вывод уравнений неразрывности деформаций в точке (уравнений Сен-Венана)

14. Решение задач теории упругости в перемещениях.

15. Решение задач теории упругости в напряжениях.

16. Решение задач теории упругости для плоского напряженного состояния.

17. Решение задач теории упругости для случая плоской деформации.

18. Связь между внешними и внутренними силами. Граничные условия.

19. Определения главных напряжений в частных случаях трехмерного напряженного состояния.

20. Решение плоской задачи теории упругости в полярной системе координат.

21. Понятие эквивалентного напряжения.

22. Обобщенный закон Гука для анизотропного тела.

23. Работа упругих сил. Упругий потенциал.

24. Обобщенный закон Гука для изотропного тела в напряжениях.

25. Обобщенный закон Гука для изотропного тела в деформациях.

26. Правила знаков для нормальных и касательных напряжений в точке.

27. Правила знаков для линейных и угловых деформаций.

28. Линейные и угловые деформации в точке. Закон парности деформаций сдвигов.

29. Обозначение компонентов тензоров напряжений.

30. Обозначение компонентов тензоров деформаций.

31. Формулы Клапейрона, Кастилиано, Бетти.

32. Понятие инварианта преобразования координат. Привести примеры.

33. Три круга напряжений Мора. Наибольшее нормальное и наибольшее касательное напряжения в точке.

34. Определение эквивалентных напряжений по I и II теориям прочности.

35. Определения эквивалентных напряжений по III и IV теориям прочности.

36. Определение величины эквивалентного напряжения по обобщенной теории прочности Мора.

37. Основные гипотезы и принципы классической теории упругости.

38. Сравнительная характеристика теории прочности (их недостатки и преимущества друг перед другом).

39. Связь и различие в методах теории упругости и сопротивления материалов.

40. Разложение деформации на «чисто объемную» и на «деформацию формы».