Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра инженерных конструкций, строительных технологий и материалов

УТВЕРЖДАЮ
Директор архитектурно-строительного института
_____ И.В. Зоря
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория упругости с основами пластичности и ползучести

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»
(направленность (профиль): «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»)

Квалификация выпускника
Инженер-строитель

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 6 лет

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: e9cdc8d2e1d8561393a70ffb2f35aadef93db4e4
Владелец: Директор АСИ Зоря Ирина Васильевна
Действителен: с 17 января 2025 г. по 12 апреля 2026 г.
Дата и время: 15-04-2025 14:41:44 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение основных понятий, моделей и методов расчета конструкций с учетом упругости, пластичности и ползучести.

Задачами учебной дисциплины являются:

– усвоение основных понятий о напряжениях и деформациях в объемном теле, основных уравнениях их объединяющих; а также методах решения задач теории упругости в напряжениях и перемещениях;;
– освоение наиболее распространенных методов решения практических задач, представляющих интерес при проектировании сложных строительных конструкций.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Строительная механика;
– Сопротивление материалов;
– Теоретическая механика;
– Строительные материалы;
– Технология композиционных строительных материалов.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Специальные вопросы проектирования высотных и большепролетных железобетонных зданий и сооружений;
– Специальные вопросы проектирования высотных и большепролетных металлических зданий и сооружений;
– Специальные вопросы технологии и организации возведения высотных и большепролетных зданий и сооружений;
– Технологические процессы в строительстве;
– Организация, планирование и управление в строительстве;
– Железобетонные и каменные конструкции (общий курс);
– Металлические конструкции (общий курс);
– Конструкции из дерева и пластмасс;
– Технология возведения зданий и сооружений;
– Сейсмостойкость сооружений.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Теоретическая фундаментальная подготовка	ОПК-1: Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук	ОПК-1.1 Выявляет и классифицирует физические и химические процессы, протекающие на объекте профессиональной деятельности	– знать: теорию напряжений, теорию деформаций, физические соотношения в теории упругости, основные уравнения теории упругости. – уметь: находить решения элементарных задач теории упругости.
		ОПК-1.2 Выбирает физические и химические закономерности для решения практических задач	– знать: основные понятия, принципы, гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести. – уметь: применять вариационные принципы к решению задач теории упругости.
		ОПК-1.3 Решает инженерные задачи с помощью математического аппарата векторной алгебры, аналитической геометрии и математического анализа. Решает инженерно-геометрические задачи графическими способами	– знать: определяющие соотношения упругости, пластичности и ползучести; диаграммы деформирования в пластичности, кривые ползучести. – уметь: определять тензоры напряжений и деформаций, девиатор напряжений и шаровой тензор .

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***5 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет с оценкой*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***108***	*108*
	зачетных единиц	***3***	*3*
Лекции, *академ. час.*		***16***	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***32***	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***51***	*51*
в форме практической подготовки		***0***	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Пространственная задача теории упругости (Теория напряжений.
Геометрическая теория деформации.
Обобщенный закон Гука.
Основные уравнения теории упругости и способы их решения.);

Раздел 2 Основы теории пластичности (Условия начала пластичности.
Деформационная теория пластичности.
Теория течения.);

Раздел 3 Основы теории ползучести (Построение кривых ползучести.
Механические модели деформируемого тела.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Пространственная задача теории упругости	8	
Раздел 2.	Основы теории пластичности	4	
Раздел 3.	Основы теории ползучести	4	
Итого:		**16**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Тензор напряжений	6	
Раздел 1.	Основные уравнения теории упругости и способы их решения	26	
Итого:		**32**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение теоретического материала; 2. Подготовка к	31	

	практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.		
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Прохождение тестирования.	10	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**60**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Зачет с оценкой.	ОПК-1	1. Зачет с оценкой на основе результатов текущего контроля

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – бланковое тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут. Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины на занятии.

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 2 балла. Максимальное количество – 20 баллов.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	-	неудовлетворительно

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

- 14 – 20 баллов – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;
- 10 – 13 баллов – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;
- менее 10 баллов – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на практическом занятии; оценка участия в работе на лекционном занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня знаний и умений обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование проводится в СУО «Moodle» в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Для тестирования используется 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины. Обучающийся выбирает один ответ из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	–	неудовлетворительно

12.2.3 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: зачет с оценкой.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: зачет с оценкой на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на зачете с оценкой

Критерии	Оценка
Все предусмотренные программой практические работы выполнены в полном объеме, при этом среднеарифметическое значение по всем выполненным работам и устным опросам не менее 4,5	Отлично

Все предусмотренные программой практические работы выполнены в полном объеме, при этом среднеарифметическое значение по всем выполненным работам и устным опросам не менее 3,5, но меньше 4,5	Хорошо
Все предусмотренные программой практические работы выполнены в полном объеме, при этом среднеарифметическое значение по всем выполненным работам и устным опросам не менее 3,5, но менее 3	Удовлетворительно
Хотя бы одна практическая работа и/или хотя бы один устный опрос оценен на «неудовлетворительно»	Неудовлетворительно

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Горшков А.Г., Теория упругости и пластичности : учебник для вузов. / Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 416 с. - ISBN 5-9221-0224-9. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922102249.html (дата обращения: 10.04.2025);

2 Ландау Л.Д., Теоретическая физика. Т. VII. Теория упругости : учебное пособие для вузов. / Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. - 5-е изд., стереот.- М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 264 с. - ISBN 978-5-9221-0122-6. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922101226.html (дата обращения: 10.04.2025);

3 Зубчанинов В.Г., Устойчивость и пластичность. Том 1. Устойчивость : учебное пособие / Зубчанинов В.Г. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 448 с. - ISBN 978-5-9221-0732-7. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922107327.html (дата обращения: 10.04.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для

авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– ABBYY FineReader;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– WinRAR;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:
- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Составитель(и):

доцент Панова Валентина Феодосьевна (кафедра инженерных конструкций, строительных технологий и материалов).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Директор Ассоциации СРО
«Кузбасский проектно-научный центр»,
доцент, к.т.н  С.К.Яковлев

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1 Что такое упругость?

А) свойство материалов изменять форму при воздействии нагрузки и принимать первоначальную форму после снятия нагрузки

Б) свойство материалов изменять форму при воздействии нагрузки и оставлять ее после снятия нагрузки

В) свойство материалов внезапно разрушаться при воздействии нагрузки

2 Что такое пластичность?

А) свойство материалов изменять форму при воздействии нагрузки и принимать первоначальную форму после снятия нагрузки

Б) свойство материалов изменять форму при воздействии нагрузки и оставлять ее после снятия нагрузки

В) свойство материалов внезапно разрушаться при воздействии нагрузки

3 Что такое хрупкость?

А) свойство материалов изменять форму при воздействии нагрузки и принимать первоначальную форму после снятия нагрузки

Б) свойство материалов изменять форму при воздействии нагрузки и оставлять ее после снятия нагрузки

В) свойство материалов внезапно разрушаться при воздействии нагрузки

4 Выберите упругий материал.

А) битум

Б) глина

В) стекло

5 Выберите пластичный материал.

А) битум

Б) глина

В) стекло

6 Понятие изотропный материал?

А) материал, у которого свойства имеют одинаковое значение по всему сечению

Б) материал, у которого свойства имеют разное значение по всему сечению

7 Понятие анизотропный материал?

А) материал, у которого свойства имеют одинаковое значение по всему сечению

Б) материал, у которого свойства имеют разное значение по всему сечению

8 Коэффициент, характеризующий поперечную деформацию твердых тел?
А) коэффициент Юнга
Б) коэффициент Пуассона
9 Выберите хрупкий материал.
А) битум
Б) глина
В) стекло
10 Укажите анизотропный материал:
А) древесина
Б) бетон
Ы) стекло

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

1 Устный опрос

Устный опрос проводится для определения степени усвоения материалов лекций и практических занятий.

Раздел 1 Пространственная задача теории упругости

Перечень вопросов для опроса на лекциях:

1 Силы и напряжения.
2 Дифференциальные уравнения равновесия.
3 Напряжения на наклонных площадках.
4 Главные напряжения. Инварианты тензора напряжений.
5 Перемещения и деформации в точке тела.
6 Связь между перемещениями и деформациями
7 Уравнения неразрывности деформаций
8 Обобщённый закон Гука
9 Компоненты тензоров деформаций и напряжений
10 Потенциальная энергия деформации. Полная потенциальная энергия системы

Перечень вопросов для опроса на практических занятиях:

1 Тензор напряжений
2 Что показывают уравнения Навье?
3 Условия на поверхности
4 Шаровой тензор и девиатор напряжений
5 Тензор деформаций.
6 Что характеризуют формулы Коши?
7 Что характеризуют уравнения Сен-Венана?

8 Особенность обобщённого закона Гука?
9 Зависимость между компонентами тензоров деформаций и напряжений

Раздел 2 «Основы теории пластичности»

Перечень вопросов для опроса на лекциях:

1 Условия начала пластичности
2 Основные гипотезы и соотношения деформационной теории пластичности
3 Построение диаграммы деформирования материала
4 Коэффициент поперечной деформации за пределами упругости
5 Теорема о разгрузке. Теорема о простом нагружении

Раздел 3 «Основы теории ползучести»

Перечень вопросов для опроса на лекциях:

1 Постановка задачи теории пластичности
2 Поверхность пластичности
3 Постулат Друкера
4 Ассоциированный закон течения
5 Основные гипотезы и соотношения теории течения
6 Построение кривых ползучести
7 Механические модели деформируемого тела

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО «Moodle».

Перечень вопросов для тестирования:

Раздел 1 «Пространственная задача теории упругости»

1. В каких формулах представлены инварианты тензора напряжений, выраженные через главные напряжения?

1. $$I_1 = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z$$
$$I_2 = \sigma_x\sigma_y + \sigma_y\sigma_z + \sigma_z\sigma_x - \tau_{xy}^2 - \tau_{yz}^2 - \tau_{zx}^2$$
$$I_3 = \sigma_x\sigma_y\sigma_z + 2\tau_{xy}\tau_{yz}\tau_{zx} - \sigma_x\tau_{yz}^2 - \sigma_y\tau_{zx}^2 - \sigma_z\tau_{xy}^2$$
2. $$I_1 = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3.$$
$$I_2 = \sigma_1\sigma_2 + \sigma_1\sigma_3 + \sigma_2\sigma_3$$
$$I_3 = \sigma_1\sigma_2\sigma_3$$
3. $$X_\nu = \sigma_x l + \tau_{xy} m + \tau_{xz} n,$$
$$Y_\nu = \tau_{yx} l + \sigma_y m + \tau_{yz} n,$$
$$Z_\nu = \tau_{zx} l + \tau_{zy} m + \sigma_z n.$$
4. $$\varepsilon_x = \frac{1}{E}\cdot\left[\sigma_x - \nu\cdot(\sigma_y + \sigma_z)\right], \gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G}$$
$$\varepsilon_y = \frac{1}{E}\cdot\left[\sigma_y - \nu\cdot(\sigma_x + \sigma_z)\right], \gamma_{yz} = \frac{\tau_{yz}}{G}$$
$$\varepsilon_z = \frac{1}{E}\cdot\left[\sigma_z - \nu\cdot(\sigma_x + \sigma_y)\right], \gamma_{zx} = \frac{\tau_{zx}}{G}$$

2. В каком диапазоне должно находиться значение коэффициента Пуассона?
   1. 0…0,5
   2. 0…5
   3. 10…30
   4. 0…100

3. Укажите правильное выражение, характеризующее зависимость трех упругих постоянных твердых тел
   1. G = E / 2 (1 + v)
   2. σ = E · ε
   3. τ = G ·Y
   4. $\varepsilon_y = \varepsilon_z = -v \cdot \varepsilon_x$

4. Что показывает выражение $\tau_{xy} = \tau_{yx}$, $\tau_{yz} = \tau_{zy}$, $\tau_{zx} = \tau_{xz}$
   1. закон парности касательных напряжений
   2. уравнение Навье
   3. уравнение Коши

5. Выберите правильное утверждение

1. инварианты тензора напряжений должны сохранять постоянные значения при преобразовании осей координат
2. инварианты тензора напряжений не сохраняют постоянные значения при преобразовании осей координат

6. К какой группе основных уравнений теории упругости относятся обобщенный закон Гука в прямой форме и обобщенный закон Гука в прямой форме?
1. к статическим уравнениям
2. к геометрическим уравнениям
3. к физическим уравнениям

7. Какие свойства характерны для идеально-упругой модели тела?
1. материал тела должен быть без пустот, трещин и пор
2. материал тела должен быть анизотропным
3. во всём объеме материал тела должен иметь одинаковые свойства
4. материал тела должен возвращаться к первоначальной форме и объему после удаления нагрузки

8. Какие уравнения позволяют определить компоненты полного напряжения на любой наклонной площадке?

1. $$\left.\begin{aligned}\frac{\partial \sigma_x}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z}+X=0\\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x}+\frac{\partial \sigma_y}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial z}+Y=0\\ \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y}+\frac{\partial \sigma_z}{\partial z}+Z=0\end{aligned}\right\}$$

2. $$\begin{aligned}X_\nu &= \sigma_x l+\tau_{xy} m+\tau_{xz} n,\\ Y_\nu &= \tau_{yx} l+\sigma_y m+\tau_{yz} n,\\ Z_\nu &= \tau_{zx} l+\tau_{zy} m+\sigma_z n.\end{aligned}$$

3. $$\varepsilon_x=\frac{\partial u}{\partial x};\qquad \gamma_{xy}=\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x};$$
$$\varepsilon_y=\frac{\partial v}{\partial y};\qquad \gamma_{xz}=\frac{\partial v}{\partial z}+\frac{\partial w}{\partial y};$$
$$\varepsilon_z=\frac{\partial w}{\partial z};\qquad \gamma_{zx}=\frac{\partial w}{\partial x}+\frac{\partial u}{\partial z}.$$

9. Какой тензор характеризует напряжения сдвига в точке?
1. девиатор напряжений
2. шаровой тензор
3. тензор деформаций
4. тензор напряжений

10. Сколько напряжений действуют на каждой грани твердого тела в виде параллелепипеда?

1. 1 нормальное напряжение и 2 касательных напряжения
2. 2 нормальных напряжения и 1 касательное напряжение
3. 6 нормальных напряжений и 3 касательных напряжения
4. 3 нормальных напряжения и 6 касательных напряжений

11. Как обозначают компоненты массовых сил, действующих на твердое тело, на оси координат?

1. X dx dy dz, Y dx dy dz, Z dx dy dz
2. τx, τy, τz
3. σx, σy, σz

12. Сколько независимых констант имеет упругий изотропный материал?

1. 3
2. 5
3. 2
4. 10

13. В каком уравнении вместо x нужно поставить модуль Юнга?

1. $\sigma = x \cdot \varepsilon$
2. $T = x \cdot \gamma$
3. $\varepsilon_y = \varepsilon_z = x \cdot \varepsilon_x$

14. Сколько напряжений действуют на каждой грани твердого тела в виде параллелепипеда?

1. 1 нормальное напряжение и 2 касательных напряжения
2. 2 нормальных напряжения и 1 касательное напряжение
3. 6 нормальных напряжений и 3 касательных напряжения
4. 3 нормальных напряжения и 6 касательных напряжений

15.Как называется представленное обозначение?

$$= \begin{vmatrix} \sigma_x - \sigma_{cp} & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y - \sigma_{cp} & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z - \sigma_{cp} \end{vmatrix}$$

1. девиатор напряжений
2. шаровой тензор
3. тензор деформаций
4. тензор напряжений

16. Как называется представленное обозначение?

$$= \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{yx} & \tau_{zx} \\ \tau_{xy} & \sigma_y & \tau_{zy} \\ \tau_{xz} & \tau_{yz} & \sigma_z \end{bmatrix}$$

1. девиатор напряжений
2. шаровой тензор
3. тензор деформаций
4. тензор напряжений

17. Суть обратного метода решения задачи теории упругости
1. непосредственное интегрирование дифференциальных уравнений равновесия совместно с заданными условиями поверхности
2. сначала задаются функциями перемещений или напряжений, затем с помощью уравнений равновесия или условий на поверхности определяют, каким внешним нагрузкам соответствует рассматриваемая система перемещений или напряжений
3. задаются частью напряжений или перемещений и затем интегрируют упрощенные дифференциальные уравнения равновесия совместно с заданными условиями поверхности

18. Какая упругая постоянная пропущена в формулах?

$$\sigma_x = \lambda\Theta + 2 \quad \varepsilon_x; \qquad \tau_{xy} = \quad \gamma_{xy};$$

$$\sigma_y = \lambda\Theta + 2 \quad \varepsilon_y; \qquad \tau_{yz} = \quad \gamma_{yz};$$

$$\sigma_z = \lambda\Theta + 2 \quad \varepsilon_z; \qquad \tau_{zx} = \quad \gamma_{zx};$$

1. модуль Юнга
2. коэффициент Ламе
3. коэффициент Пуассона

19. Укажите основные условия классической теории упругости
1. перемещения тела малы по сравнению с его линейными размерами
2. перемещения тела не зависят от его линейных размеров
3. деформации тела малы по сравнению с единицей
4. деформации тела не зависят от его линейных размеров

20. По какой формуле определяется полное напряжение в точке твердого тела?

1. $p_V = \sqrt{\tau_V^2 + \sigma_V^2}$
2. $p_V = \lim \frac{\Delta F}{\Delta A}$
3. $p_V = \sqrt{X_V^2 + Y_V^2 + Z_V^2}$

21. По какой формуле определяется полное напряжение на наклонной площадке твердого тела?

1. $p_V = \sqrt{\tau_V^2 + \sigma_V^2}$
2. $p_V = \lim \frac{\Delta F}{\Delta A}$
3. $p_V = \sqrt{X_V^2 + Y_V^2 + Z_V^2}$

22. Принцип локальности эффекта самоуравновешенных внешних нагрузок

1. если к малой части тела приложена система взаимно уравновешенных нагрузок, то она вызывает лишь местные напряжения, которые быстро убывают по мере удаления от места приложения нагрузки
2. если к малой части тела приложена система взаимно уравновешенных нагрузок, то она вызывает полные напряжения, которые быстро убывают по мере удаления от места приложения нагрузки
3. если к малой части тела приложена система взаимно уравновешенных нагрузок, то она вызывает лишь местные напряжения, которые очень медленно убывают по мере удаления от места приложения нагрузки

23. Какие уравнения относятся к статическим уравнениям теории упругости?

1. дифференциальные уравнения равновесия и условия на поверхности
2. формулы Коши и уравнения Сен-Венана
3. обобщенные законы Гука в прямой и в обратной формах

24. Как называют представленные уравнения?

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial \sigma_x}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z}+X=0\\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x}+\frac{\partial \sigma_y}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial z}+Y=0\\ \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y}+\frac{\partial \sigma_z}{\partial z}+Z=0\end{aligned}\right\}$$

1. дифференциальные уравнения равновесия
2. условия на поверхности тела
3. тензор напряжений
4. дифференциальные уравнения неразрывности деформаций

25. Что характеризуют условия на поверхности тела?
1. связывают внешние силы с внутренними напряжениями
2. связывают внутренние силы с внешними напряжениями
3. позволяют определить компоненты полного напряжения на любой наклонной площадке с помощью шести компонент тензора напряжений на площадках, параллельных координатным плоскостям
4. позволяют определить компоненты полного напряжения на любой наклонной площадке с помощью трех компонент тензора напряжений на площадках, параллельных координатным плоскостям

26. Укажите формулы, характеризующие обратную форму закона Гука

1. $$\left.\begin{aligned}\frac{\partial \sigma_x}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z}+X=0\\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x}+\frac{\partial \sigma_y}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial z}+Y=0\\ \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y}+\frac{\partial \sigma_z}{\partial z}+Z=0\end{aligned}\right\}$$

2. $$\sigma_x=\lambda\Theta+2G\varepsilon_x;\qquad \tau_{xy}=G\gamma_{xy};$$
$$\sigma_y=\lambda\Theta+2G\varepsilon_y;\qquad \tau_{yz}=G\gamma_{yz};$$
$$\sigma_z=\lambda\Theta+2G\varepsilon_z;\qquad \tau_{zx}=G\gamma_{zx},$$

3. $$\varepsilon_x=\frac{1}{E}\cdot\left[\sigma_x-\nu\cdot(\sigma_y+\sigma_z)\right],\ \gamma_{xy}=\frac{\tau_{xy}}{G}$$
$$\varepsilon_y=\frac{1}{E}\cdot\left[\sigma_y-\nu\cdot(\sigma_x+\sigma_z)\right],\ \gamma_{yz}=\frac{\tau_{yz}}{G}$$
$$\varepsilon_z=\frac{1}{E}\cdot\left[\sigma_z-\nu\cdot(\sigma_x+\sigma_y)\right],\ \gamma_{zx}=\frac{\tau_{zx}}{G}$$

27. Что показывает индекс линейных деформаций?

1. направление деформации
2. координатную плоскость появления деформации
3. ось, параллельно которой направлено напряжение
4. ось, параллельно которой направлена внешняя нормаль к грани тела

28. Что характеризует среднее давление в точке твердого тела?
1. девиатор напряжений
2. шаровой тензор
3. тензор деформаций
4. тензор напряжений

29. Что характеризуют формулы Коши?
1. связывают функции перемещений и деформаций
2. связывают функции напряжений и деформаций
3. связывают функции перемещений и напряжений

30. Как называется представленное обозначение?

$$= \begin{pmatrix} \varepsilon_x & \frac{\gamma_{xy}}{2} & \frac{\gamma_{xz}}{2} \\ \frac{\gamma_{yx}}{2} & \varepsilon_y & \frac{\gamma_{yz}}{2} \\ \frac{\gamma_{zx}}{2} & \frac{\gamma_{zy}}{2} & \varepsilon_z \end{pmatrix}$$

1. девиатор напряжений
2. шаровой тензор
3. тензор деформаций
4. тензор напряжений

Разделы 2 и 3 «Основы теории пластичности», «Основы теории ползучести»

1. В какое условие входит мера упрочнения?
1. условие начала пластичности
2. условие пластичности
3. условия на поверхности

2. Верно ли, что основные законы деформационной теории работают тогда, когда в каждой точке тела компоненты девиатора напряжений возрастают пропорционально некоторому коэффициенту?
1. да
2. нет

3. Какие выводы можно сделать исходя из следующего неравенства: $(\sigma_{iy} - \sigma_{iy}^0) \cdot d\varepsilon_{iyp} > 0$

1. векторы добавочных напряжений и приращений пластических деформаций образуют острый угол
2. векторы добавочных напряжений и приращений пластических деформаций образуют тупой угол
3. поверхность пластичности должна быть выпуклой
4. поверхность пластичности должна быть вогнутой
5. вектор приращений пластических деформаций должен быть нормальным к поверхности пластичности

4. Укажите гипотезу, которая входит в основу и теории течения и деформационной теории пластичности.

1. объемная деформация прямо пропорциональна среднему нормальному напряжению, причем коэффициент пропорциональности
2. интенсивность напряжений является функцией интенсивности деформаций, не зависящей от вида напряженного состояния
3. компоненты девиатора напряжений пропорциональны компонентам девиатора деформаций

5. Укажите гипотезы, положенные в основу теории течения.

1. компоненты девиатора напряжений пропорциональны компонентам девиатора деформаций
2. интенсивность напряжений является функцией интенсивности деформаций, не зависящей от вида напряженного состояния
3. компоненты девиатора приращений пластических деформаций прямо пропорциональны компонентам девиатора напряжений
4. интенсивность напряжений является функцией интеграла от интенсивности приращений пластических деформаций, не зависящей от типа напряженного состояния

6. Как называются деформации твердого тела, которые не исчезают после снятия нагрузки?

1. пластичные
2. упругопластичные
3. упругие

7. Зависят ли условия начала пластичности от вида напряженного состояния тела?

1. да
2. нет

8. В каких пределах изменяется значение функции Ильюшина?

1. 0…1
2. 1…2
3. 0,5…2
4. 0…0,5

9. Как характеризуют упрочнение материала?
   1. работой пластических деформаций
   2. накопленной пластической деформацией
   3. напряжением в конечном состоянии
   4. деформацией в конечном состоянии

10. Какая механическая модель деформируемого тела описывает релаксацию напряжения?
   1. модель упругого элемента
   2. модель вязкого элемента
   3. модель последовательно соединенного упругого и вязкого элементов
   4. модель параллельно соединенного упругого и вязкого элементов

11. Какие утверждения соответствуют Постулату Друкера?
   1. в процессе нагружения добавочные напряжения производят положительную работу
   2. за весь цикл дополнительного нагружения и разгрузки добавочные напряжения выполняют положительную работу, если имели место пластические деформации
   3. объемная деформация прямо пропорциональна среднему нормальному напряжению, причем коэффициент пропорциональности

12. Какое из уравнений описывает модель последовательно соединенного упругого и вязкого элементов?
   1. уравнение Максвелла
   2. уравнение Фойгта
   3. уравнение Кельвина

13. Какое уравнение выражает первую гипотезу деформационной теории пластичности?
   1. $\Theta = \sigma_0 / K$
   2. $D_н = \varphi D_д$

3. $\sigma_i = f(\varepsilon_i)$

14. Какое уравнение справедливо для следующего выражения: уменьшение интенсивности напряжений прямо пропорционально снижению интенсивности деформаций, причем коэффициент пропорциональности тот же, что и в пределах упругости?

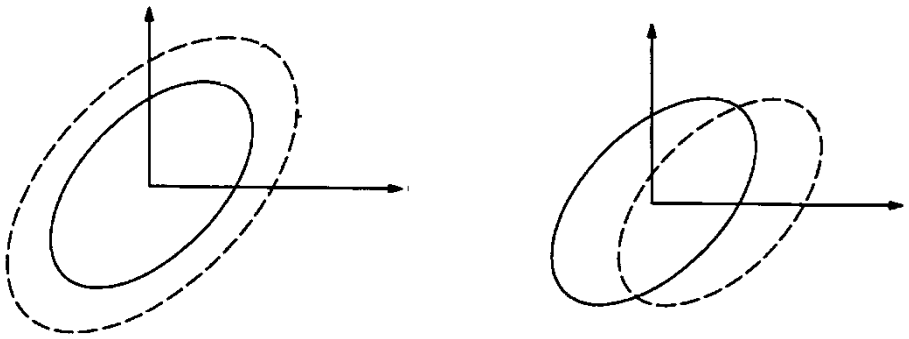
1. $\sigma_i = A\,\varepsilon^{m_i}$
2. $\Delta\sigma_i = 3G\Delta\varepsilon_i$
3. $\sigma_i = f(\varepsilon_i)$

15. Какое уравнение характеризует условие пластичности?

1. $f_т(\sigma_{iy}) = 0$
2. $\omega(\varepsilon_i) = 0$
3. $f(\sigma_{iy}) = 0$
4. $\sigma_i = f(\varepsilon_i)$

16. Какой вид упрочнения изображен на рисунке 2?

1 2



1. изотропное упрочнение
2. кинематическое упрочнение
3. комбинированное упрочнение

17. Когда твердое тело переходит в ластичное состояние?

1. когда максимальное касательное напряжение равно пределу текучести материала
2. когда максимальное касательное напряжение больше предела текучести материала
3. когда максимальное касательное напряжение меньше предела текучести материала

18. Как называется коэффициент η в уравнении, которое описывает вязкоупругое тело Максвелла?

1. модуль упругости
2. коэффициент вязкости
3. коэффициент пропорциональности
4. объемная деформация тела

19. Как строят кривые ползучести?

1. как зависимость деформаций от времени
2. как зависимость напряжений от времени
3. как зависимость времени от деформаций
4. как зависимость времени от напряжений

20. Укажите математическое выражение ассоциированного закона течения

1. $(\sigma_{iy} - \sigma_{iy}^{0})\, d\varepsilon_{iyp} > 0$
2. $d\varepsilon_{iyp} = d\lambda\, (df / d\sigma_{iy})$
3. $\sigma = E\varepsilon + \eta\, (d\varepsilon / dt)$
4. $\sigma + n\, (d\sigma / dt) = H\varepsilon + nE\, (d\varepsilon / dt)$

21. Какое уравнение является математическим выражением Постулата Друкера?

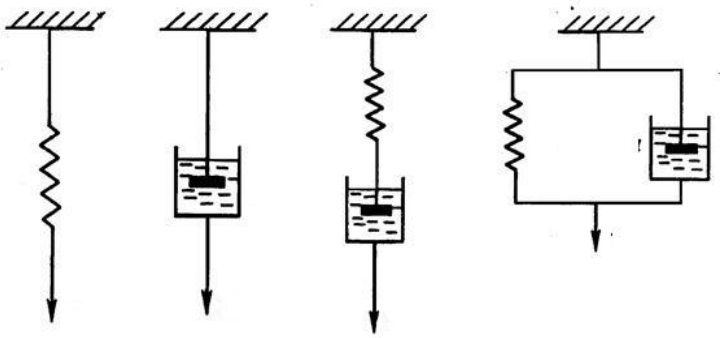
1. $(\sigma_{iy} - \sigma^{0}_{iy})\, d\varepsilon_{iyp} > 0$
2. $d\varepsilon_{iyp} = d\lambda\, (df / d\sigma_{iy})$
3. $f(\sigma_{iy}) = 0$
4. $\sigma_{i} = 3G\varepsilon_{i}\, (1 - \omega)$

22. Выберите правильное утверждение

1. мгновенный модуль упругости больше длительного модуля упругости
2. мгновенный модуль упругости меньше длительного модуля упругости
3. мгновенный модуль упругости равен длительному модулю упругости

23. На каком рисунке представлена модель тела Максвелла?

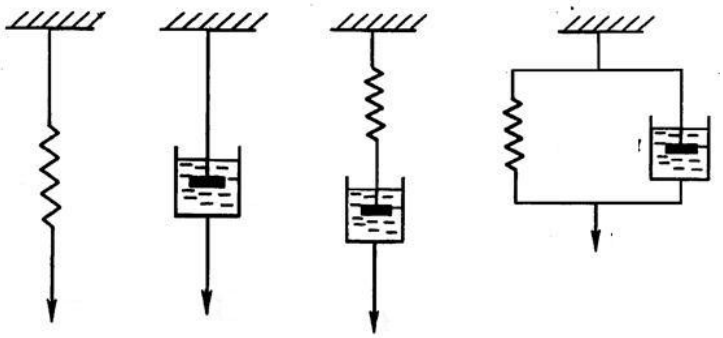
а б в г



1. а
2. б
3. в
4. г

24. На каком рисунке представлена модель тела Фойгта?

а б в г



2. а
3. б
4. в
5. г

25. Почему коэффициент поперечной деформации за пределами упругости не имеет постоянного значения, а возрастает с увеличением деформаций?

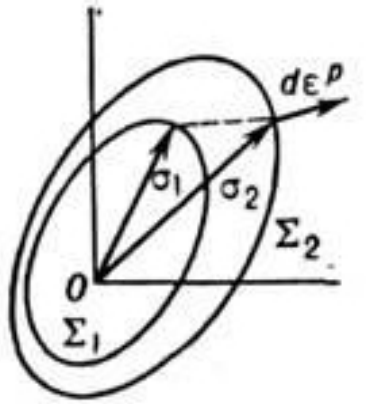
1. потому что напряжения увеличиваются медленнее деформаций
2. потому что деформации увеличиваются медленнее напряжений
3. потому что напряжения уменьшаются медленнее деформаций
4. потому что деформации уменьшаются медленнее напряжений

26. При каком упрочнении поверхность пластичности не смещается в сторону деформирования, а только расширяется?

1. при изотропном упрочнении
2. при кинематическом упрочнении

27. Какой метод можно применить для решения задачи теории пластичности в перемещениях?
1. метод упругих решений
2. приближенный метод решений
3. прямой метод
4. обратный метод

28. Что изображено на рисунке?



1. поверхность пластичности
2. поверхность начала пластичности
3. диаграмма растяжения
4. кривая ползучести

29. Какие выражения характеризуют условия несжимаемости материала?
1. $\varepsilon_0 = 0$
2. $\varepsilon_i = \varepsilon$
3. $\varepsilon_i = \varepsilon - \varepsilon_0$

30. По какой формуле определяется модуль упрочнения?
1. $(\sigma_i - \sigma_т) / (\varepsilon_i - \varepsilon_{iт})$
2. $(\sigma - \sigma_т) / (\varepsilon - \varepsilon_т)$
3. $3G\varepsilon_i (1-\omega)$

31. По какой формуле определяется модуль упрочнения при растяжении?
1. $(\sigma_i - \sigma_т) / (\varepsilon_i - \varepsilon_{iт})$
2. $(\sigma - \sigma_т) / (\varepsilon - \varepsilon_т)$

3. $3G\varepsilon_i (1-\omega)$

32. Чем характеризуется релаксация?
1. резким спадом напряжения в начальной стадии нагружения
2. резким спадом деформации в начальной стадии нагружения
3. резким спадом напряжения в конечной стадии нагружения
4. резким спадом деформации в конечной стадии нагружения

33. Что показывает это уравнение $D_н = \varphi D_д$?
1. объемная деформация прямо пропорциональна среднему нормальному напряжению, причем коэффициент пропорциональности тот же, что и в пределах упругости
2. компоненты девиатора напряжений пропорциональны компонентам девиатора деформаций
3. интенсивность напряжений является функцией интенсивности деформаций, не зависящей от вида напряженного состояния

34. Что показывает это уравнение $f_т (\sigma_{iy})=0$?
1. условия начала пластичности
2. условия пластичности
3. условия упругости

35. Что показывает это уравнение $\Theta = \sigma_0 / K$?
1. объемная деформация прямо пропорциональна среднему нормальному напряжению, причем коэффициент пропорциональности тот же, что и в пределах упругости
2. компоненты девиатора напряжений пропорциональны компонентам девиатора деформаций
3. интенсивность напряжений является функцией интенсивности деформаций, не зависящей от вида напряженного состояния

36. Что показывает это уравнение $\sigma_i = A\varepsilon^m$?
1. теорему о простом нагружении
2. теорему о разгрузке
3. теорию пластичности
4. теорию упругости

37. Что показывает это уравнение $\sigma_i = f(\varepsilon_i)$?

1. интенсивность напряжений является функцией интенсивности деформаций, не зависящей от вида напряженного состояния
2. компоненты девиатора напряжений пропорциональны компонентам девиатора деформаций
3. объемная деформация прямо пропорциональна среднему нормальному напряжению, причем коэффициент пропорциональности тот же, что и в пределах упругости

38. Что такое ползучесть?
1. способность медленно деформироваться во времени при постоянном напряжении
2. способность быстро деформироваться во времени при постоянном напряжении
3. способность принимать первоначальную форму при снятии нагрузки
4. способность внезапно разрушаться под действием нагрузки

39. Что называют релаксацией?
1. изменение напряжений во времени в результате нагружения тела
2. изменение деформаций во времени в результате нагружения тела
3. способность внезапно разрушаться под действием нагрузки
4. способность принимать первоначальную форму после снятия нагрузки

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Практическая работа на тему «Тензор напряжений»

Примерные задачи

3. Известен тензор напряжений для некоторой точки тела:

$$Тн=\begin{vmatrix} 40 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 20 \end{vmatrix}$$

Определить правильность записанных для него шарового тензора и девиатора напряжений и посчитать инварианты напряжений.

$$T_ш = \begin{vmatrix} 30 & 0 & 0 \\ 0 & 30 & 0 \\ 0 & 0 & 30 \end{vmatrix}$$

$$D_н = \begin{vmatrix} 90 & 0 & 0 \\ 0 & 30 & 0 \\ 0 & 0 & -110 \end{vmatrix}$$

4. Для некоторой точки тела известен тензор напряжений:

$$T_н = \begin{vmatrix} 150 & 0 & 0 \\ 0 & 80 & 0 \\ 0 & 0 & -50 \end{vmatrix}$$

Разложить тензор напряжений на шаровой тензор и девиатор напряжений. Определить коэффициенты, характеризующие упругие свойства твердого тела λ и μ, если известны коэффициент Пуассона $\upsilon = 0{,}35$ и модуль упругости при растяжении (модуль Юнга) $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

5. Для некоторой точки тела известен тензор напряжений:

$$T_н = \begin{vmatrix} 200 & 0 & 0 \\ 0 & 130 & 0 \\ 0 & 0 & 90 \end{vmatrix}$$

Разложить тензор напряжений на шаровой тензор и девиатор напряжений. Определить коэффициенты, характеризующие упругие свойства твердого тела λ и E, если известны коэффициент Пуассона $\upsilon = 0{,}25$ и коэффициент Ламе $\mu = 0{,}25 \cdot 10^5$ МПа.

6. Для некоторой точки тела известен тензор напряжений:

$$T_н = \begin{vmatrix} 130 & 0 & 0 \\ 0 & 90 & 0 \\ 0 & 0 & -10 \end{vmatrix}$$

Разложить тензор напряжений на шаровой тензор и девиатор напряжений. Определить коэффициенты, характеризующие упругие свойства твердого тела λ и υ, если известны коэффициент

Ламе $\mu = 0{,}25 \cdot 10^5$ МПа и модуль упругости при растяжении (модуль Юнга) $E = 1 \cdot 10^5$ МПа.

7. Для некоторой точки тела известен тензор напряжений:

$$T_н = \begin{vmatrix} -6 & 0 & 0 \\ 0 & -12 & 0 \\ 0 & 0 & -15 \end{vmatrix}$$

Определить величину главных касательных напряжений, максимальное значение касательных напряжений, инварианты напряжений и относительную объемную деформацию Θ, если известны коэффициент Пуассона $\upsilon = 0{,}3$ и модуль упругости при растяжении (модуль Юнга) $E = 1{,}5 \cdot 10^5$ МПа.

8. Для некоторой точки тела известен тензор напряжений:

$$T_н = \begin{vmatrix} -3 & 5 & 10 \\ 12 & -8 & 5 \\ 8 & 10 & -20 \end{vmatrix}$$

Определить величину главных касательных напряжений, максимальное значение касательных напряжений, инварианты напряжений и модуль упругости при сдвиге G, если известны коэффициент Пуассона $\upsilon = 0{,}45$ и модуль упругости при растяжении (модуль Юнга) $E = 1{,}5 \cdot 10^5$ МПа.

9. Заданы выражения для компонент тензора деформаций и упругие постоянные твердого тела.

$\varepsilon_x = 2 \cdot 10^{-3} \cdot x$, $\varepsilon_y = 2 \cdot 10^{-3} \cdot y$, $\varepsilon_z = 4 \cdot 10^{-3} \cdot z$,
$\gamma_{xy} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot$, $\gamma_{zx} = 0 \cdot$, $\gamma_{yz} = (2 \cdot z + 1) \cdot 10^{-3} \cdot$,
$E = 0{,}8 \cdot 10^5$ МПа, $\mu = 0{,}3 \cdot 10^5$ МПа
Записать функции напряжений в точке тела с координатами Xc = 0,2 м, Yc = 0,3 м, Zc = 0,4 м и определить числовые значения нормальных и касательных напряжений.

10. Определить значения нормальных и касательных напряжений в заданной точке тела с координатами Xc = 0,4 м, Yc = 0,1 м, Zc = -0,1 м, если известны функции напряжений.

$\sigma_x = (4{,}5 \cdot x + 1{,}5 \cdot y + 0{,}5 \cdot z) \cdot 10^2$ МПа,

$\sigma_y = (1,5 \cdot x + 4,3 \cdot y + 0,2 \cdot z) \cdot 10^2$ МПа,
$\sigma_z = (1,5 \cdot x + 1,5 \cdot y + 2,3 \cdot z) \cdot 10^2$ МПа.
$\tau_{xy} = 0,6 \cdot 10^2$ МПа,
$\tau_{yz} = (1,3 \cdot z + 0,1) \cdot 10^2$ МПа,
$\tau_{xz} = 0$.
Записать тензор напряжений, шаровой тензор и девиатор напряжений.

11. Заданы выражения для компонент тензора деформаций и упругие постоянные твердого тела.
$\varepsilon_x = 4 \cdot 10^{-3} \cdot x$, $\varepsilon_y = 5 \cdot 10^{-3} \cdot y$, $\varepsilon_z = 6 \cdot 10^{-3} \cdot z$,
$\gamma_{xy} = 3 \cdot 10^{-3} \cdot$, $\gamma_{zx} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot$, $\gamma_{yz} = (3 \cdot z + 2) \cdot 10^{-3} \cdot$,
$E = 0,5 \cdot 10^5$ МПа, $\mu = 0,2 \cdot 10^5$ МПа
Записать функции напряжений в точке тела с координатами Xc = 0,1 м, Yc = 0,5 м, Zc = -0,3 м и определить числовые значения нормальных и касательных напряжений.

12. Определить значения нормальных и касательных напряжений в заданной точке тела с координатами Xc = 0,2 м, Yc = 0,4 м, Zc = 0,3 м, если известны функции напряжений.
$\sigma_x = (3,5 \cdot x + 1,2 \cdot y + 0,3 \cdot z) \cdot 10^2$ МПа,
$\sigma_y = (1,3 \cdot x + 3 \cdot y + 0,8 \cdot z) \cdot 10^2$ МПа,
$\sigma_z = (1,9 \cdot x + 6 \cdot y + 2 \cdot z) \cdot 10^2$ МПа.
$\tau_{xy} = 0,5 \cdot 10^2$ МПа,
$\tau_{yz} = (1,2 \cdot z + 0,3) \cdot 10^2$ МПа,
$\tau_{xz} = 0,2 \cdot 10^2$.
Записать тензор напряжений, шаровой тензор и девиатор напряжений.

13. Записать тензор деформаций, если известны его компоненты в точке тела с координатами Xa = -8 м, Ya = 5 м, Za = 1 м. также определить коэффициент Пуассона υ для материала тела.
$\varepsilon_x = 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot x$, $\varepsilon_y = 6 \cdot 10^{-3} \cdot y$, $\varepsilon_z = 6 \cdot 10^{-3} \cdot z$,
$\gamma_{xy} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot$, $\gamma_{zx} = 2,5 \cdot 10^{-3} \cdot$, $\gamma_{yz} = (5 \cdot z + 3) \cdot 10^{-3}$

14. Записать тензор деформаций, если известны его компоненты в точке тела с координатами Xa = 36 м, Ya = -8 м,

Za = -10 м. также определить коэффициент Пуассона υ для материала тела.

$\varepsilon_x = 2{,}5\cdot10^{-3}\cdot x$, $\varepsilon_y = 4{,}5\cdot10^{-3}\cdot y$, $\varepsilon_z = 4{,}5\cdot10^{-3}\cdot z$,

$\gamma_{xy} = 0\cdot$, $\gamma_{zx} = 0\cdot$, $\gamma_{yz} = (3\cdot z + 5)\cdot10^{-3}$

13. Известен тензор напряжений для некоторой точки тела:

$$Тн = \begin{vmatrix} 68 & 10 & 50 \\ 30 & 10 & 40 \\ 55 & 10 & 25 \end{vmatrix}$$

Определить правильность записанных для него шарового тензора и девиатора напряжений и посчитать инварианты напряжений.

$$Тш = \begin{vmatrix} 45 & 45 & 45 \\ 0 & 0 & 0 \\ 50 & 50 & 50 \end{vmatrix}$$

$$Dн = \begin{vmatrix} 90 & 100 & 0 \\ 0 & 30 & 40 \\ 0 & 0 & -20 \end{vmatrix}$$

14. Известен тензор напряжений для некоторой точки тела:

$$Тн = \begin{vmatrix} 10 & 5 & 5 \\ -2 & -15 & -20 \\ 10 & 5 & 15 \end{vmatrix}$$

Определить правильность записанных для него шарового тензора и девиатора напряжений и посчитать инварианты напряжений.

$$Тш = \begin{vmatrix} 50 & 50 & 50 \\ 0 & 0 & 0 \\ 40 & 40 & 40 \end{vmatrix}$$

$$Dн = \begin{vmatrix} 80 & 75 & 60 \\ 50 & -50 & 50 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

15. Записать тензор деформаций, если известны его компоненты в точке тела с координатами Xa = -16 м, Ya = 6 м, Za = 4 м. также определить коэффициент Пуассона υ для материала тела.

$\varepsilon_x = 2{,}5\cdot10^{-3}\cdot x$, $\varepsilon_y = 5\cdot10^{-3}\cdot y$, $\varepsilon_z = 5\cdot10^{-3}\cdot z$,

$\gamma_{xy} = 4\cdot10^{-3}\cdot$, $\gamma_{zx} = 1{,}5\cdot10^{-3}\cdot$, $\gamma_{yz} = (2\cdot z + 3)\cdot10^{-3}$

Практическая работа на тему «Основные уравнения теории упругости и способы их решения»

Пример задания: Для тела, изображенного на рисунке 3, известны три компоненты вектора перемещения как функции координат x, y, z:

$$u = a \cdot \left(x^2 + \alpha \cdot y\right),$$
$$v = b \cdot \left(\alpha \cdot x + y^2 + z^2\right),$$
$$w = c \cdot \left(\alpha \cdot y + z^2\right).$$

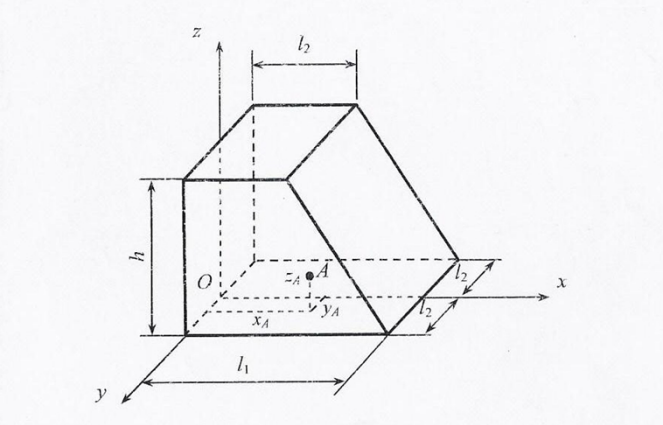


Рисунок – Расчётная схема пространственного тела

Требуется:

1. Определить компоненты тензора деформаций и тензор напряжений в произвольной точке тела.

2. Определить компоненты объёмной нагрузки X, Y, Z и поверхностной нагрузки XV , YV , ZV на наклонной грани тела.

3. Найти величину относительной объемной деформации Θ и среднего нормального напряжения σ0 в точке A с заданными координатами xa, ya, za. Записать тензор напряжений TH, шаровой тензор TШ и девиатор напряжений DH, а также определить инварианты тензора напряжений I1, I2, I3 в точке A .

4. Определить величины главных напряжений σ1, σ2, σ3 и наибольшего касательного напряжения τmax в точке A .

5. Определить погрешность вычисления инвариантов тензора напряжений в точке A.

Задание решается по вариантам.

Вариант	a, $м^{-1}$	b, $м^{-1}$	c, $м^{-1}$	α, м	l_1, м	l_2, м	h, м	x_a, м	y_a, м	z_a., м
E=2·10^5 МПа, ν=0,25										
1	$1\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2
2	$2\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	$4\cdot10^{-3}$	0,6	0,5	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2
3	$3\cdot10^{-3}$	$4\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-3}$	0,4	0,3	0,2	0,3	0,1	-0,1	0,2
4	$4\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-3}$	$1\cdot10^{-3}$	0,3	0,4	0,3	0,4	0,2	-0,1	0,3

5	$5\cdot10^{-3}$	$1\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}$	0,5	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1
$E=2\cdot10^{5}$ МПа, ν=0,3										
6	$1\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-3}$	$1\cdot10^{-3}$	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
7	$2\cdot10^{-3}$	$1\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}$	0,3	0,5	0,4	0,2	0,3	-0,2	0,1
8	$1\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	0,5	0,5	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3
9	$2\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	$4\cdot10^{-3}$	0,6	0,3	0,2	0,3	0,1	-0,1	0,2
10	$3\cdot10^{-3}$	$4\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-3}$	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	-0,1	0,3
$E=1\cdot10^{5}$ МПа, ν=0,35										
11	$1\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
12	$2\cdot10^{-3}$	$1\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}$	0,6	0,5	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2
13	$3\cdot10^{-3}$	$4\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-3}$	0,5	0,5	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3
14	$2\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	$4\cdot10^{-3}$	0,3	0,4	0,3	0,4	0,2	-0,1	0,3
15	$5\cdot10^{-3}$	$1\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}$	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	-0,1	0,3
$E=1\cdot10^{5}$ МПа, ν=0,45										
16	$1\cdot10^{-3}$	$4\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}$	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3
17	$2\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-3}$	0,5	0,3	0,4	0,4	0,2	-0,1	0,2
18	$3\cdot10^{-3}$	$4\cdot10^{-3}$	$5\cdot10^{-3}$	0,3	0,3	0,2	0,4	0,1	-0,1	0,1
19	$1\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	0,2	0,1	0,1	0,1	-0,1	0,2	0,3
20	$2\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	$4\cdot10^{-3}$	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	-0,1	0,1