Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет

Инженерно-технический институт

Кафедра технологических машин и технологии машиностроения

Рабочая программа дисциплины

включая фонд оценочных средств и методические указания
для самостоятельной работы обучающихся

Б1.Б.17 «Сопротивление материалов»

Направление подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы
Направленность (профиль) – "Автомобиле- и тракторостроение"
Квалификация - бакалавр
Количество зачётных единиц (часов) – 3 (108)

г. Екатеринбург 2021

Разработчик: к.т.н., доцент _____ /С.А. Одинцева/

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры технологических машин и технологии машиностроения (протокол № 7 от «20» января 2021 года).

Зав. кафедрой _____ /Н.В. Куцубина/

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией Инженерно-технического института

(протокол № 6 от «04» февраля 2021 года).

Председатель методической комиссии ИТИ _____ /А. А. Чижов/

Рабочая программа утверждена директором Инженерно-технического института

Директор ИТИ _____ /Е. Е. Шишкина/

«04» марта 2021 года

Оглавление

1. Общие положения …….……. 4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы ……... 4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ...…….. 5
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся …… 6
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов ……. 6
5.1. Трудоемкость разделов дисциплины ……..... 6
очная форма обучения …… 6
заочная форма обучения ……. 7
5.2. Содержание занятий лекционного типа …….. 7
5.3. Темы и формы занятий семинарского типа ……...……. 10
5.4. Детализация самостоятельной работы …… 10
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине ……. 11
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине …… 13
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы …… 13
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания …… 14
7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы …… 15
7.4. Соответствие балльной шкалы оценок и уровней сформированных компетенций …….. 23
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся ……. 24
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине …… 24
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине ……... 25

1. Общие положения

Дисциплина «Сопротивление материалов», относится к блоку Б1 учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы (профиль – "Автомобиле- и тракторостроение").

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Сопротивление материалов» являются:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», утвержденный приказом Минобрнауки РФ № 273-ФЗ от 29.12.2012;
- Приказ Минобрнауки России № 301 от 05.04.2017 г. Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ № 162 от 06.03.2015.
- Профессиональный стандарт «Конструктор в автомобилестроении» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты от Российской Федерации от 13 марта 2017 г. № 258н;
- Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы (направленность - "Автомобиле- и тракторостроение") подготовки бакалавров по очной и заочной форме обучения, одобренный Ученым советом УГЛТУ (протокол № 6 от 20.06.2019).

Обучение по образовательной программе 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы (направленность - "Автомобиле- и тракторостроение") осуществляется на русском языке.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине, являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

Цель дисциплины - формирование теоретических знаний и практических навыков решения стандартных задач профессиональной деятельности, основанных на фундаментальных знаниях общих методик расчета материалов.

Задачи дисциплины:

- изучение сопротивления материалов в объеме необходимом для усвоения общепрофессиональных и специальных дисциплин;
- достижение глубокого понимания обучающихся сути механических явлений;
- развитие логического мышления, освоения приемов и навыков творческой деятельности;
- формирование технического мышления, позволяющего повышать надежность выпускаемой продукции.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций**:**

ОПК-2 - способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.

ОПК-4 - способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- методы расчета на прочность при деформациях растяжение, сжатие, кручение, изгиб;

уметь:

- определять характеристики напряженного состояния;

владеть навыками:

- определения систем по параметрам статически определимые и статически неопределимые, по числу степеней свободы.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к обязательной части, что означает формирование в процессе обучения у обучающихся основных профессиональных знаний и компетенций в рамках выбранного профиля.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин ОПОП и написания выпускной квалификационной работы.

Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин

4.

№	Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
1	Начертательная геометрия и инженерная графика	Материаловедение. Технология конструкционных материалов	Детали машин и основы конструирования
2	Физика	Компьютерная графика	Конструкция наземных транспортно-технологических машин
3	Математика		Теория наземных транспортно-технологических машин
4	Теория механизмов и машин		Расчет и конструирование автомобилей и тракторов
5	Теоретическая механика		Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

Указанные связи дисциплины «Сопротивление материалов» дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии с ФГОС ВО, что обеспечивает требуемый теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения и будущей деятельности выпускника.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего академических часов	
	очная форма	**заочная форма**
Контактная работа с преподавателем:	**54**	**8**
лекции (Л)	16	2
практические занятия (ПЗ)	24	4
лабораторные работы (ЛР)	14	2
Самостоятельная работа обучающихся	**54**	**100**

Вид учебной работы	Всего академических часов	
	очная форма	**заочная форма**
изучение теоретического курса	14	36
подготовка к текущему контролю знаний	10	30
подготовка домашнего задания	26	30
подготовка к промежуточной аттестации	4	4
Вид промежуточной аттестации: зачет	**зачет**	**зачет**
Общая трудоемкость	**3/108**	**3/108**

*Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий, включает занятия лекционного типа, и (или) практические занятия, лабораторные работы, и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающегося с преподавателем, а также аттестационные испытания промежуточной аттестации. Контактная работа может включать иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Часы контактной работы определяются Положением об организации и проведении контактной работы при реализации образовательных программ высшего образования, утвержденным Ученым советом УГЛТУ от 25 февраля 2020 года.

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов

5.1. Трудоемкость разделов дисциплины

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Задачи курса сопротивления материалов. Основные понятия. Понятия о напряженном и деформированном состоянии. Метод сечений.	2	2	-	4	6
2	Центральное растяжение-сжатие. Сдвиг.	2	4	4	10	6
3	Механические свойства материалов. Геометрические характеристики	2	4	4	10	6
4	Поперечный изгиб. Кручение. Расчеты на прочность.	2	4	6	12	8
5	Анализ напряженного и деформированного состояния в точке.	2	2	-	4	6
6	Сложное сопротивление.	2	2	-	4	6
7	Интеграл Мора. Способ Верещагина.	2	2	-	4	6
8	Статически неопределимые системы	2	4	-	6	6
	Итого по разделам:	16	24	14	54	50
	Промежуточная аттестация				-	4
	Итого:	**108**				

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Задачи курса сопротивления материалов. Основные понятия. Понятия о напряженном и деформированном со-	0,25	0, 5	-	0,75	12

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
	стоянии. Метод сечений.					
2	Центральное растяжение-сжатие. Сдвиг.	0,25	0, 5	2	2,75	12
3	Механические свойства материалов. Геометрические характеристики	0,25	0, 5	-	0,75	12
4	Поперечный изгиб. Кручение. Расчеты на прочность.	0,25	0, 5	-	0,75	12
5	Анализ напряженного и деформированного состояния в точке.	0,25	0, 5	-	0,75	12
6	Сложное сопротивление.	0,25	0, 5	-	0,75	12
7	Интеграл Мора. Способ Верещагина.	0,25	0, 5	-	0,75	12
8	Статически неопределимые системы	0,25	0, 5	-	0,75	12
	Итого по разделам:	2	4	2	**8**	**96**
	Промежуточная аттестация					**4**
	Всего:	**108**				

5.2. Содержание занятий лекционного типа

Тема 1. *Введение. Основные положения. Задачи курса сопротивления материалов.*

Связь курса с другими дисциплинами. Методика решения задач в сопротивлении материалов. Выбор и обоснование расчетной схемы. Определение стержня, пластины, оболочки, массива. Перемещения угловые и линейные. Принцип начальных параметров. Упругость и пластичность. Основные гипотезы о деформируемом теле. Внешние силы и их классификация. Силы объемные и поверхностные. Нагрузки статические и динамические. Нагрузки постоянные и переменные во времени. Принцип Сен-Венана.

Принцип независимости действия сил. Внутренние силы и метод их изучения (метод сечений). Напряжение полное, нормальное и касательное. Деформации линейные и угловые.

Понятия о напряженном и деформированном состоянии. Растяжение и сжатие. Напряжения в поперечные и наклонные сечения прямого стержня. Деформации продольные и поперечные. Коэффициент Пуассона. Закон Гука при одноосном напряженном состоянии. Модуль упругости. Определение осевых перемещений поперечных сечений. Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений и осевых перемещений. Потенциальная энергия деформации. Удельная потенциальная энергия.

Тема 2. *Механические свойства материалов при растяжении и сжатии.*

Опытное изучение свойств материалов при растяжении. Механические характеристики. Диаграмма сжатия. Пластическое и хрупкое состояние материала, типы разрушения. Влияние температуры и скорости нагружения на механические характеристики материала.

Расчеты на прочность при растяжении и сжатии.

Расчет по допускаемым напряжениям. Расчет по разрушающим нагрузкам. Основные понятия о надежности и долговечности конструкции. Типы задач при расчете на прочность: проверка на прочность, подбор сечений и определение грузоподъемности стержней.

Тема 3. *Геометрические характеристики поперечных сечений стержня.*

Статические моменты площади. Осевые, полярные и центробежные моменты инерции площади. Радиусы инерции. Зависимости между моментами инерции для параллельных осей. Изменение осевых моментов в зависимости от угла поворота координатных осей. Главные оси инерции. Главные моменты инерции. Определение положения главных осей и вычисление главных моментов инерции различных сечений.

Тема 4. *Кручение. Исследование чистого сдвига.Изгиб прямых стержней.*

Главные напряжения при чистом сдвиге. Закон Гука для сдвига. Зависимости между E, G, v для изотропного тела. Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения. Напряжения в поперечном сечении стержня. Угол закручивания. Жесткость при кручении. Потенциальная энергия деформации круглого стержня при кручении. Расчет сплошного и пустотелого круглого стержня на прочность и жесткость. Основные результаты теории кручения стержней некруглого сечения.

Внешние силы, вызывающие изгиб. Опоры и опорные реакции. Определение внутренних силовых факторов в поперечных сечениях балок при изгибе. Дифференциальные зависимости между M, Q и q. Эпюры M и Q. Чистый и поперечный изгиб. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб. Касательные напряжения при поперечном изгибе стержня (формула Д.И.Журавского). Касательные напряжения при изгибе тонкостенных стержней. Понятие о центре изгиба. Главные напряжения при изгибе. Рациональное сечение балок.

Тема 5.*Теории прочности и их назначение. Эквивалентное напряжение.*

Критерии возникновения пластических деформаций. Теория наибольших касательных напряжений. Теория энергии формоизменения. Теория хрупкого разрушения. Теория Мора.

Тема 6. *Общий случай действия нагрузок на стержень. Косой изгиб.*

Определение напряжений, нахождение положения нейтральной оси и опасных точек в сечении. Расчет на прочность стержней большой жесткости при совместном изгибе и растяжении или сжатии. Определение положения нейтральной линии и напряжений. Внецентренное сжатие, изгиб с кручением

Тема 7. *Потенциальная энергия деформации и общие методы определения перемещений.*

Потенциальная энергия –стержня при произвольном нагружении. Теоремы о взаимности работ и перемещений. Теорема Кастилиано и принцип наибольшей работы. Интеграл Мора для вычисления перемещений произвольно нагруженного стержня. Способ Верещагина.

Тема 8. *Статически неопределимые системы.*

Понятие о степенях свободы и связях. Метод сил. Канонические уравнения. Выбор основной системы. Расчет статически неопределимых балок и простейших рам.

5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебным планом по дисциплине предусмотрены лабораторные и практические занятия.

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
1	Задачи курса сопротивления материалов. Основные понятия. Понятия о напряженном и деформированном состоянии. Метод сечений.	Практическая работа	2	0,5
2	Центральное растяжение-сжатие. Сдвиг.	Лабораторная работа	4	2

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
		Практическая работа	4	0,5
3	Механические свойства материалов. Геометрические характеристики	Лабораторная работа	4	-
		Практическая работа	4	0,5
4	Поперечный изгиб. Кручение. Расчеты на прочность.	Лабораторная работа	6	-
		Практическая работа	4	0,5
5	Анализ напряженного и деформированного состояния в точке.	Практическая работа	2	0,5
6	Сложное сопротивление.	Практическая работа	2	0,5
7	Интеграл Мора. Способ Верещагина.	Практическая работа	2	0,5
8	Статически неопределимые системы	Практическая работа	4	0,5
		Итого часов	**38**	**6**

5.4 Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
1	Задачи курса сопротивления материалов. Основные понятия. Понятия о напряженном и деформированном состоянии. Метод сечений.	Изучение теоретического курса	6	12
2	Центральное растяжение-сжатие. Сдвиг.	Изучение теоретического курса	1	4
		Подготовка к текущему контролю	1	2
		Подготовка домашнего задания	4	6
3	Механические свойства материалов. Геометрические характеристики	Изучение теоретического курса	1	4
		Подготовка к текущему контролю	1	2
		Подготовка домашнего задания	4	6
4	Поперечный изгиб. Кручение. Расчеты на прочность.	Изучение теоретического курса	1	4
		Подготовка к текущему контролю	0,5	2
		Подготовка домашнего задания	6,5	6
5	Анализ напряженного и деформированного состояния в точке.	Подготовка к текущему контролю	6	12
6	Сложное сопротивление.	Изучение теоретического курса	1	4
		Подготовка к текущему контролю	0,5	4
		Подготовка домашнего задания	4,5	4
7	Интеграл Мора. Способ Верещагина.	Изучение теоретического курса	1	4
		Подготовка к текущему контролю	0,5	2
		Подготовка домашнего задания	4,5	6
8	Статически неопределимые системы	Изучение теоретического курса	3	4
		Подготовка к текущему контролю	0,5	4
		Подготовка домашнего задания	2,5	4
	Подготовка к промежуточной аттестации (зачету)		4	4
		Всего часов:	**54**	**100**

6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

Основная и дополнительная литература

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
	Основная литература		
1	Степин, П. А. Сопротивление материалов : учебник / П. А. Степин. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1038-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168383 — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2021	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
2	Межецкий, Г. Д. Сопротивление материалов : учебник / Г. Д. Межецкий, Г. Г. Загребин, Н. Н. Решетник. – 5-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2016. – 432 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=453911 – ISBN 978-5-394-02628-7. – Текст : электронный.	2016	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
	Дополнительная литература		
3	Салахутдинов, Ш. А. Сопротивление материалов : учебное пособие / Ш. А. Салахутдинов, С. А. Одинцева, Д. В. Шейкман. — Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. — 180 с. — ISBN 978-5-94984-656-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/142509 — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2018	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
4	Подгорный, А.С. Сопротивление материалов: лабораторный практикум / А.С. Подгорный, Ю.П. Захаров; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва: Альтаир : МГАВТ, 2009. – 195 с. : табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430010 – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.	2009	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

*- прежде чем пройти по ссылке, необходимо войти в систему.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий.

.

Электронные библиотечные системы

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе УГЛТУ (http://lib.usfeu.ru/), ЭБС Издательства Лань http://e.lanbook.com/ ЭБС Университетская библиотека онлайн http://biblioclub.ru/, содержащих издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированных по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы

Справочные и информационные системы

1. Справочная Правовая Система Консультант Плюс
2. Информационно-правовой портал Гарант. Режим доступа: http://www.garant.ru/

3. База данных Scopus компании ElsevierB.V.https://www.scopus.com/
4. «Антиплагиат. ВУЗ»

Профессиональные базы данных

1. Научная электронная библиотека elibrary. Режим доступа: http://elibrary.ru/.
2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал (http://window.edu.ru/)
3. Библиотека Машиностроителя (https://lib-bkm.ru/)
4. Электронная Интернет - библиотека для «технически умных» людей «ТехЛит.ру». Режим доступа: http://www.tehlit.ru/.
4. База данных «Открытая база ГОСТов» (https://standartgost.ru/)
5. Интернет-сайт Федерального агентства по техническому регулированию. Режим доступа: http://www.gost.ru/.
6. Интернет-сайт Издательского центра «Академия». Режим доступа:http:// www.academia-moscow.ru/.

Нормативно-правовые акты

1. Гражданский кодекс Российской Федерации от 30.11.1994 года N51-ФЗ.
2. Федеральный закон «О защите прав потребителей» от 07.02.1992 N 2300-1 (ред. от 08.12.2020).
3. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 N 102-ФЗ.
4. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 N 184-ФЗ.
5. Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006 N 149-ФЗ.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

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

Формируемые компетенции	Вид и форма контроля
ОПК-2 - способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.	**Промежуточный контроль:** контрольные вопросы и задачи к зачету **Текущий контроль:** тестирование, защита лабораторных и практических работ, выполнение домашнего задания
ОПК-4 - способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	**Промежуточный контроль:** контрольные вопросы и задачи к зачету **Текущий контроль:** тестирование, защита лабораторных и практических работ, выполнение домашнего задания

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Критерии оценивания тестовых задач на контрольные вопросы и задачи к зачету (промежуточный контроль формирование компетенций ОПК-2, ОПК-4):

зачтено

- дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе про-

слеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

- дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные обучающимся с помощью «наводящих» вопросов;

- дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания обучающимся их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

не зачтено - обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

Критерии оценивания выполнения заданий в тестовой форме (текущий контроль формирования компетенций ОПК-2, ОПК-4)

По итогам выполнения тестовых заданий оценка производится по четырехбалльной шкале. При правильных ответах на:

86-100% заданий – оценка *«отлично»;*

71-85% заданий – оценка *«хорошо»;*

51-70% заданий – оценка *«удовлетворительно»;*

менее 51% - оценка *«неудовлетворительно».*

Критерии оценивания защиты лабораторных и практических работ (текущий контроль формирования компетенций ОПК-2, ОПК-4):

зачтено - выполнены все задания, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

не зачтено - обучающийся не выполнил или выполнил неправильно задания, ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

Критерии оценивания домашнего задания (текущий контроль, формирование компетенций ОПК-2, ОПК-4):

зачтено - работа представлена в срок, выполнены все разделы домашнего задания, оформление, структура и стиль работы образцовые; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, рекомендации и выводы; при защите домашнего задания даны правильные ответы на все вопросы.

зачтено– работа представлена в срок, некоторые разделы домашнего задания выполнены с незначительными замечаниями; в оформлении, структуре и стиле задания, нет грубых ошибок; задание выполнено самостоятельно, присутствуют собственные выводы; при защите домашнего задания даны правильные ответы на все вопросы с помощью преподавателя.

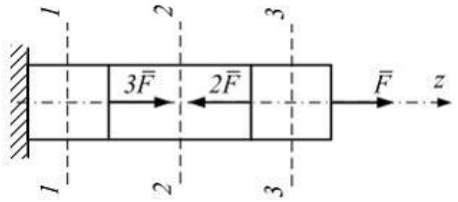
не зачтено - работа представлена позже установленного срока, задания в выполнены не полностью или неправильно; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения; оформление задания не соответствует требованиям; при защите домашнего задания не даны ответы на поставленные вопросы.

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Задания в тестовой форме (текущий контроль)

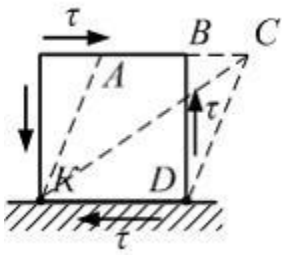
Текущий контроль знаний по темам курса проводится также в форме тестирования. Тест состоит из 5 вопросов. Приведен примерный тест по теме «Растяжение прямого стержня», «Кручение стержней круглого сечения», «Изгиб. Расчет статически определимой балки», «Статически неопределимые системы», «Устойчивость сжатых стержней».

1. Для стержня, схема которого изображена на рисунке, продольная сила N в сечении 2-2 будет…



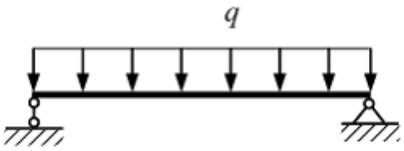
Варианты ответов:
1) равной нулю; 2) равномерно распределенной по сечению;
3) растягивающей; 4) сжимающей.

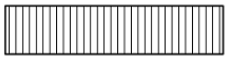
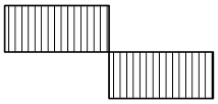
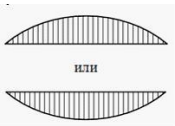
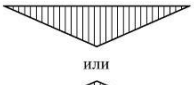
2. Напряженное состояние «чистый сдвиг» показано на рисунке. Штриховыми линиями показан характер деформации. Углом сдвига называется угол …



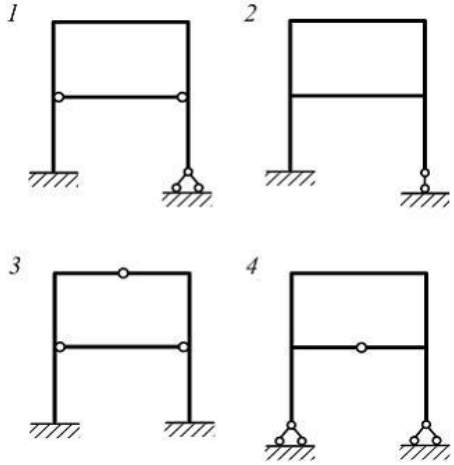
Варианты ответов ○ *KAB* ○ *ACK* ○ *BCD* ○ *BDC*

3. Балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой интенсивности q. Эпюра изгибающих моментов имеет вид…



1)  ; 2)  ; 3)  ; 4)  .

4. Система, четыре раза статически неопределимая (один раз внешним образом и три раза внутренним), показана на рисунке …



Варианты ответов ○ 2 ○ 3 ○ 4 ○ 1

5. Критическое напряжение в сжатом стержне большой гибкости определяется по формуле …

Варианты ответов ○ $\frac{\lambda^2 E}{\pi^2}$ ○ $\frac{\sigma_{пред}}{ny}$ ○ $\frac{\pi E}{\lambda}$ ○ $\frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$.

Домашнее задание (текущий контроль)

Домашнее задание по дисциплине представляет собой расчетную работу с построением эпюр. Преподавателем каждому обучающемуся выдается вариант индивидуального задания, который содержит исходные данные. Алгоритм выполнения домашней работы прописан в методических указаниях.

Пример домашнего задания теме «Растяжение прямого стержня»

Стальной брус нагружен силой *F* и удельным весом (78 кН/м^3).

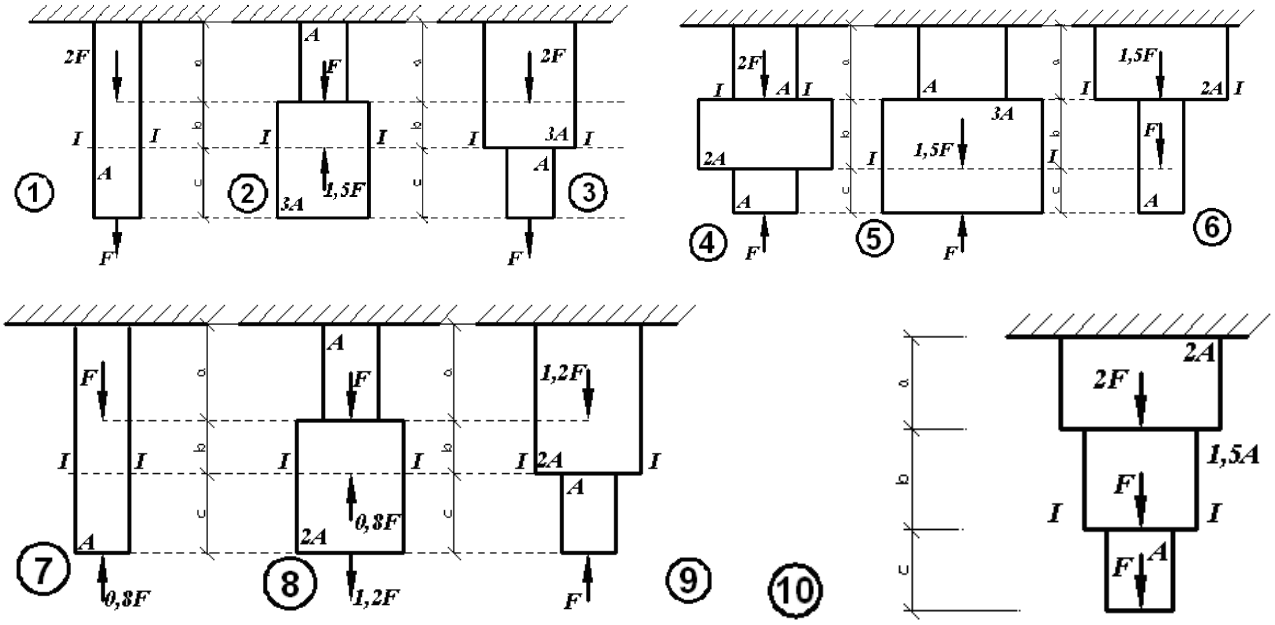
Требуется:

- построить эпюры нормальных сил и напряжений по длине бруса;
- указать положение наиболее опасного сечения и величину нормального напряжения в этом сечении;
- определить перемещение поперечного сечения I–I бруса.

Примем, что материал бруса имеет модуль продольной упругости $E = 2 \cdot 10^5$ МПа. Данные к этой задаче приведены в таблице, схемы – на рисунке

№	Схема бруса	А, см^2	F, кН	а, м	в, м	с, м
1	1	10	11	2,1	2,5	1,1
2	2	11	12	2,2	2,6	1,2
3	3	12	13	2,3	2,7	1,3
4	4	13	14	2,4	2,8	1,4
5	5	14	15	2,5	2,9	1,5
6	6	15	16	2,6	3,0	1,6

7	7	16	17	2,7	3,1	1,7
8	8	17	18	2,8	3,2	1,8
9	9	18	19	2,9	3,3	1,9
10	10	19	20	3,0	3,4	2,0



Задания для практических и лабораторных работ (текущий контроль)

1. Определение центра тяжести сложной фигуры. Построение центральных осей. Определение осевых, центробежных моментов инерции относительно центральных осей. Определение положения главных центральных осей с учетом угла поворота. Определение осевых моментов инерции относительно главных центральных осей. Определение радиусов инерции, построение эллипса инерции.

2. Определение опорной реакции. Определение внутренних силовых факторов, возникающих при деформации растяжение. Построение эпюр.

3. Определение реактивного момента. Определение внутренних силовых факторов, возникающих при деформации кручение. Построение эпюр. Определение диаметра вала из условия прочности.

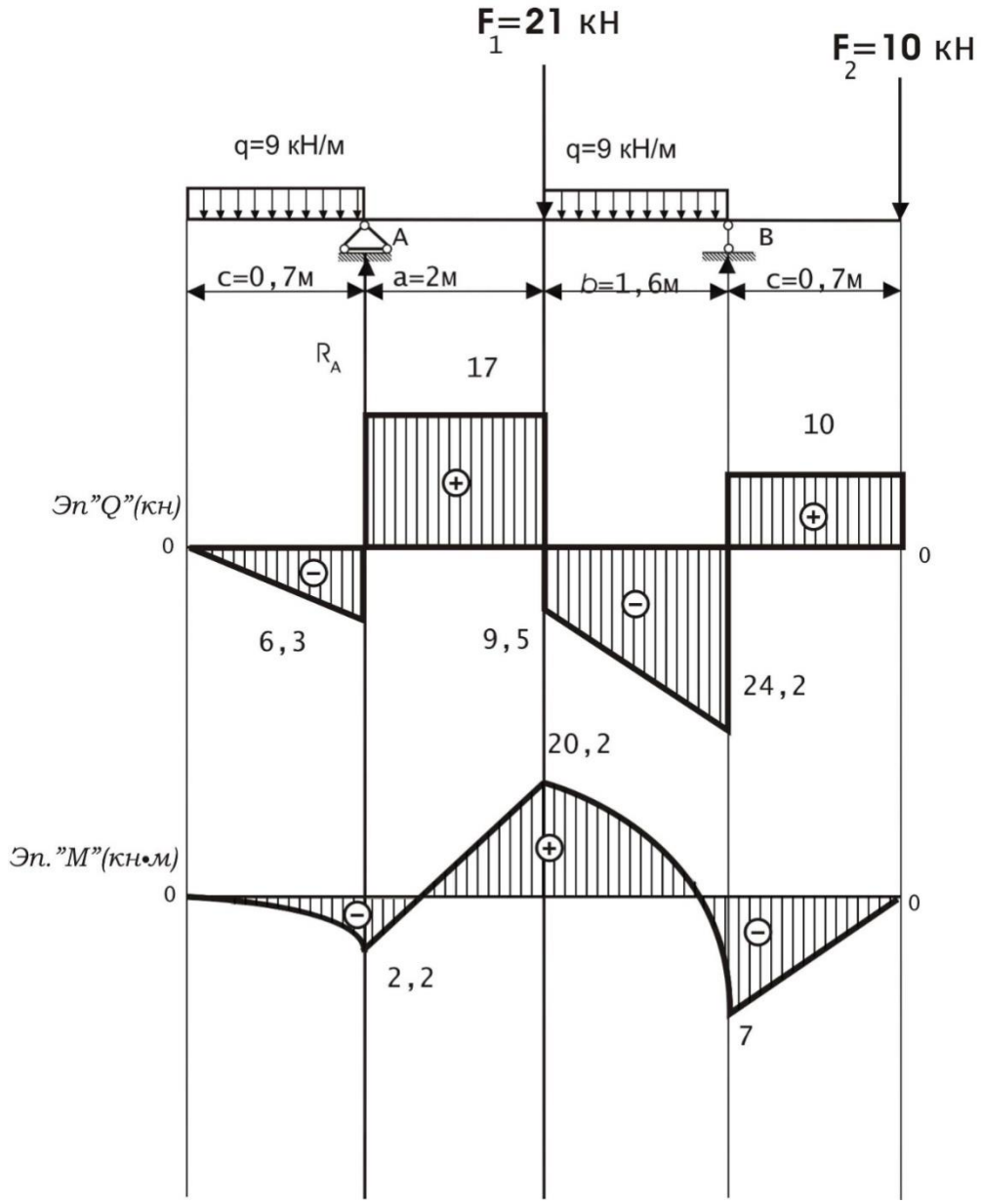
4. Определение опорных реакций. Определение внутренних силовых факторов, возникающих при деформации изгиб. Построение эпюр. Из условия прочности подбор двутавровой балки.

5. Определение степени статической неопределимости. Составление канонического уравнения. Определение внутренних силовых факторов, возникающих при деформации изгиб (статически неопределимая балка). Построение эпюр.

Пример практической работы

Определить и построить эпюры: крутящих моментов - $M_{кр}$, поперечных сил Q, подобрать сечение двутавра.

1. Определение опорных реакций



$$\sum M(A) = 0$$

$$-q \cdot c\left(\frac{c}{2}\right) + F_1 \cdot a + q \cdot b\left(\frac{b}{2} + a\right) - R_B \cdot (a+b) + F_2(a+b+c) = 0$$

$$R_B = \frac{-q \cdot c\left(\frac{c}{2}\right) + F_1 \cdot a + q \cdot b\left(\frac{b}{2} + a\right) + F_2(a+b+c)}{(a+d)} = 0$$

$$R_B = 34{,}19 кН$$

$$\sum M(B)=0$$

$$F_2\cdot c-q\cdot b\left(\frac{b}{2}\right)-F_1\cdot b+R_A(a+b)-q\cdot c\left(\frac{c}{2}+a+b\right)=0$$

$$R_A=\frac{F_1\cdot b+q\cdot b\cdot\left(\frac{b}{2}\right)-F_2\cdot c+q\cdot c\cdot\left(\frac{c}{2}+a+b\right)}{(a+b)}=0$$

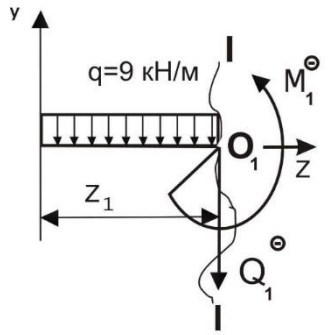
$$R_A=17{,}5кН$$

Проверка

$$\sum F(y)=\sum R$$

$$-q\cdot c+R_A-F_1-q\cdot b+R_B-F_2=0$$

2. Определение внутренних силовых факторов методом сечений



Сечение I-I

$$0\le z_1\le c$$

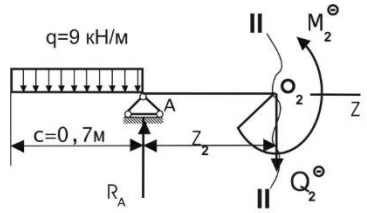
$$-Q_1-q\cdot z_1=0$$

$$\begin{cases}-Q_1'-q\cdot c=0\\-Q_1-q\cdot c=0\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}Q_1'=-q\cdot z_1=0\\Q_1=-q\cdot c=-6{,}3кН\end{cases}$$

$$\sum M(O_1)=0$$

$$-M_1-q\cdot z_1\cdot\left(\frac{z_1}{2}\right)=0$$

$$\begin{cases}M_1=-q\cdot z_1\left(\frac{z_1}{2}\right)=0\\M_1=-q\cdot c\cdot\left(\frac{c}{2}\right)=-2{,}2кН\cdot м\end{cases}$$



Сечение II-II

$$0\le z_2\le a$$

$$\sum F(y)=0$$

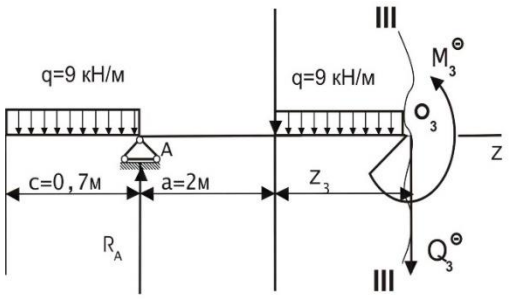
$$-Q_2+R_A-q\cdot c=0$$

$$Q_2=R_A-q\cdot c=17{,}5-6{,}3=11{,}2кН$$

$$\sum M(O_2)=0$$

$$-M+R_A\cdot z_2-q\cdot c\left(\frac{c}{2}+z_2\right)=0$$

$$\begin{cases}M_2=R_A\cdot z_2-q\cdot c\cdot\left(\frac{c}{2}+z_2\right)=-2{,}3кНм\\M_2=R_A\cdot a-q\cdot c\cdot\left(\frac{c}{2}+a\right)=20{,}2кНм\end{cases}$$



Сечение III – III

$0 \le z_3 \le b$

$\sum F(y) = 0$

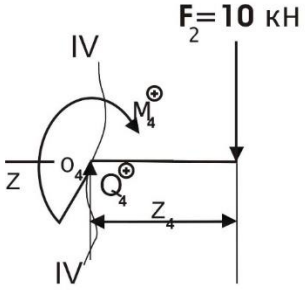
$-Q_3 - q \cdot c + R_A - F_1 - q \cdot z_3 = 0$

$$\begin{cases} Q_3 = R_A - q \cdot c - F_1 - q \cdot z_3 = -9{,}8\text{кН} \\ Q_3 = R_A - q \cdot c - F_1 - q \cdot b = -24{,}2\text{кН} \end{cases}$$

$\sum M(O_3) = 0$

$$-M_3 - q \cdot z_3\left(\frac{z_3}{2}\right) - F_1 \cdot z_3 + R_A(a + z_3) - q \cdot c\left(\frac{c}{2} + a + z_3\right) = 0$$

$$\begin{cases} M_3 = -q \cdot z_3\left(\frac{z_3}{2}\right) - F_1 \cdot z_3 + R_A(a + z_3) - q \cdot c\left(\frac{c}{2} + a + z_3\right) \\ = 20{,}2\kappa Hм \\ M_3 = -q \cdot b\left(\frac{b}{2}\right) - F_1 \cdot b + R_A(a + b) - q \cdot c\left(\frac{c}{2} + a + b\right) = -7\kappa Hм \end{cases}$$



Сечение IV-IV

$0 \le z_4 \le c$

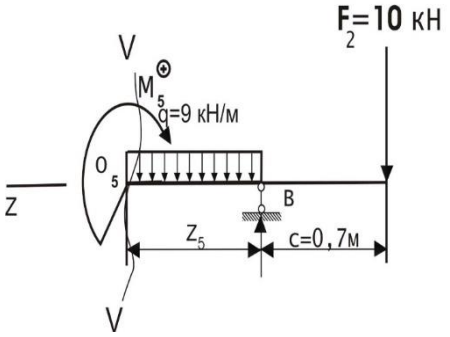
$\sum F(y) = 0$

$Q_4 - F_2 = 0$

$Q_4 = F_2 = 10\kappa H$

$\sum M(O_4) = 0$

$$\begin{cases} M_4 = -F_2 \cdot z_4 = 0 \\ M_4 = -F_2 \cdot c = -7\kappa H \end{cases}$$



Сечение V-V

$$0 \le z_5 \le b$$

$$Q_5 - q \cdot z_5 - F_2 + R_B = 0$$

$$\begin{cases} Q_5 = q \cdot z_5 + F_2 - R_B = -24{,}19кН \\ Q_5 = q \cdot b + F_2 - R_B = -9{,}79кН \end{cases}$$

$$\sum M(O_4) = 0$$

$$M_5 + q \cdot z_5 \left(\frac{z_5}{2} \right) - R_B \cdot z_5 + F_2 \cdot (z_5 + c) = 0$$

$$\begin{cases} M_5 = -F_2 \cdot c = -7кНм \\ M_5 = -q \cdot b \cdot \left(\frac{b}{2} \right) + R_B \cdot b - F \cdot (b + c) = 20{,}18кНм \end{cases}$$

3. Подбор сечения двутавровой балки

$$\sigma_{расч} = \frac{|M_{\max}|}{W_x} \le [\sigma], \qquad [\sigma] = 160МПа$$

$$W_x = \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{20{,}2}{160000} = 1{,}26 \cdot 10^{-4} м^3 = 0{,}000126м^3 = 126см^3$$

№ 16

$$W_x = 109см^3; h = 160мм; b = 81мм; S = 5{,}0мм; t = 7/8мм$$

$$I_X = 873см^4; S_X = 62{,}3см^3$$

$$\sigma_{расч} = \frac{|M_{\max}|}{W_x} = \frac{20{,}2}{109 \cdot 10^{-6}} = 185МПа$$

$$\delta = \left| \frac{185 - 160}{185} \right| \cdot 100\% = 13б5\%$$

$$\tau_{\max(1)} = \frac{|Q_{\max}| \cdot S_X}{I_X \cdot S} = \frac{24{,}2 \cdot 10^3 \cdot 62{,}3 \bullet 10^{-6}}{873 \cdot 10^{-8} \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = 34МПа$$

$$\tau_{(2)} = \frac{|Q_{\max}| \cdot S_X}{I_X \cdot S}$$

$$S_X = b \cdot t \cdot \frac{h}{2} = 0{,}00005м^3$$

$$\tau_2 = 27МПа$$

$$\tau_3 = \frac{|Q_{\max}| \cdot S_X}{I_X \cdot b} = 17МПа$$

Пример лабораторной работы

Испытание на растяжение стального образца

Построение диаграммы растяжения. Определение основных механических характеристик.

Цель работы: изучение поведения материала в процессе растяжения и определение его механических характеристик

Разрыв образца и определение механических характеристик производится на разрывной машине ГМС-50.

Порядок проведения работы

Для испытания берутся круглые образцы стандартных размеров (рис.1) Перед испытанием производится замер первоначального диаметра и длины образа. На поверхности, образца наносят две поперечные риски или толчки, расстояние между которыми и принимают за расчетную длину. Эти риски наносят на расстоянии 1см от головки образца. После этого образец вставляется в захваты машин и включается нагрузка.

В процессе испытания ведется наблюдение за поведением образца по диаграмме, вычерчиваемой записывающим прибором машины. Ось абсцисс на диаграмме показывает удлинение образца, а ось ординат – нагрузку.

На рис. 2 приведена диаграмма на растяжения образца малоуглеродистой стали. Вначале наблюдается быстрый рост нагрузки, диаграмма идет по наклонной прямой, что соответствует прямолинейной зависимости между нагрузкой и деформацией. Затем прямолинейный участок в точке **B** переходит в криволинейный.

Точка **B** диаграммы соответствует наибольшей нагрузке, после которой прямолинейная зависимость между нагрузкой и деформацией уже не наблюдается. Эта нагрузка соответствует пределу пропорциональности $\boldsymbol{\sigma_{pr}}$ материала. Величина предела пропорциональности равна отношению нагрузки $\mathbf{F_{pr}}$ к площади поперечного сечения образца:

$$\boldsymbol{\sigma_{pr}} = \frac{\mathbf{F_{pr}}}{\mathbf{A_0}}$$

С этого момента деформации растут быстрее. На диаграмме вычерчивается криволинейный участок **BC**, который переходит в приблизительно прямолинейный участок, где деформации растут без увеличения нагрузки – материал «течёт». Горизонтальный участок называется площадкой текучести, а нагрузка F_y соответствует пределу текучести. Величина предела текучести определяется из выражения

$$\boldsymbol{\sigma_y} = \frac{\boldsymbol{F_y}}{\boldsymbol{A_0}}$$

Если явная площадка текучести соответствует, то определяют условный, технический предел текучести. Это напряжение, соответствующее остаточному удлинению, где l_0 – первоначальная длина образца.

$$\boldsymbol{\sigma_{0,2}} = \frac{\mathbf{F_{0,2}}}{\mathbf{A_0}}$$

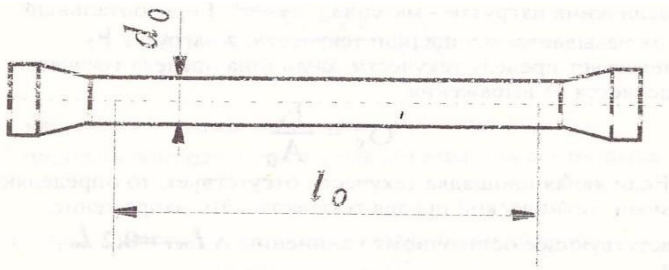


Рис. 1 Стандартный образец для испытания стали на растяжение

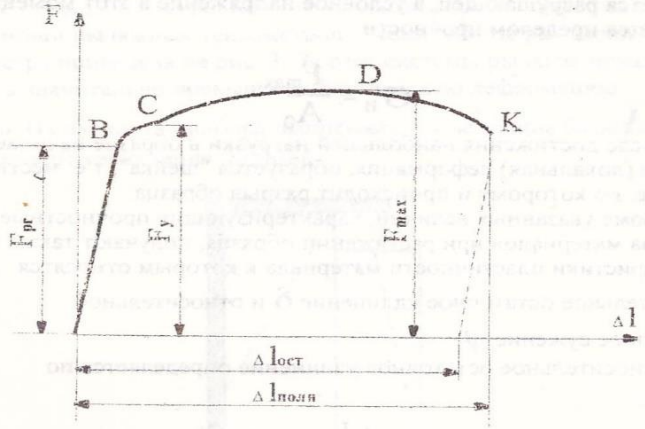


Рис. 2 Диаграмма растяжения образца из малоуглеродистой стали

За площадкой текучести диаграмма вновь идет вверх и в точке **D**достигает наибольшего значения. Наибольшая нагрузка разрушающей, а условное напряжение в этот момент называется пределом прочности

$$\boldsymbol{\sigma}_{И} = \frac{\mathbf{F_{max}}}{\mathbf{A_0}}$$

После достижения наибольшей нагрузки в образце начинается местная (локальная) деформация, образуется «шейка», т.е. местное сужение, по которому и происходит разрыв образца.

Кроме указанных величин, характеризующих прочностные свойства материалов при растяжении образца, получают также и характеристики пластичности материала, к которым относятся относительное остаточное удлинение $\boldsymbol{\delta}$и относительное поперечное сужение Ψ

Относительное остаточное удлинение определяется по формуле:

$$\boldsymbol{\delta} = \frac{\Delta \mathbf{l}_{ост}}{\mathbf{l_0}} \mathbf{100}$$

где $\Delta \boldsymbol{l}_{ост} = \boldsymbol{l_1} - \boldsymbol{l_0}$ – абсолютное удлинение

l_0, l_1 – расчетная длина образца до и после деформации

Относительное остаточное сужение равно:

$$\boldsymbol{\Psi} = \frac{\mathbf{A_0} - \mathbf{A_1}}{\mathbf{A_0}} \mathbf{100}$$

где A_0 – начальная площадь поперечного сечения образца, A_1 – площадь поперечного сечения образца в месте разрыва.

Контрольные вопросы и задачи к зачету (промежуточный контроль)

Промежуточная аттестация по дисциплине согласно учебному плану проводится в форме зачета. Билет включает в себя два вопроса из теоретической части курса и тестовую задачу. Перечень контрольных вопросов и примерные задачи приведены ниже.

Тестовые задачи к зачету

Промежуточная аттестация по дисциплине согласно учебному плану проводится в форме зачета. Зачет включает в себя тестовые задачи. Примеры тестовых задач приведены ниже.

1. Утверждение, что напряжения и перемещения в сечениях, удаленных от места приложения внешних сил, не зависят от способа приложения нагрузки, называется…

Варианты ответов:

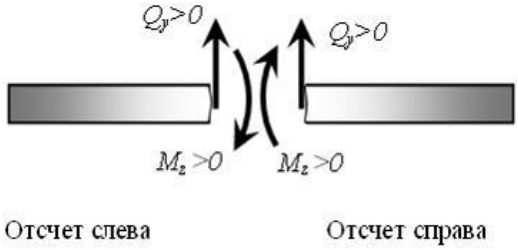
1) принципом независимости действия сил;
2) гипотезой плоских сечений;
3) принципом начальных размеров;
4) принципом Сен-Венана.

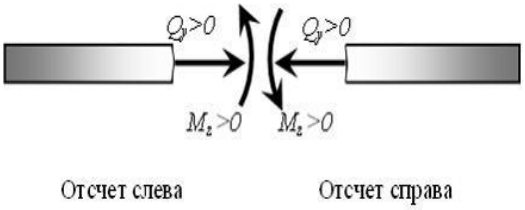
2. Правило, согласно которому на взаимно перпендикулярных площадках элемента, выделенного из тела, касательные напряжения равны по величине и направлены к общему ребру (или от него), называют…

Варианты ответов:

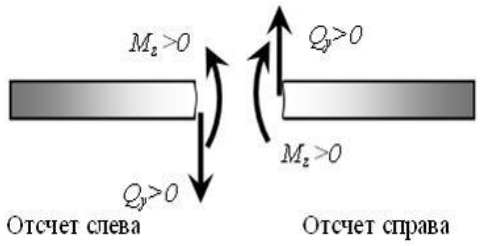
1) масштабным эффектом;
2) законом парности касательных напряжений;
3) законом Гука при сдвиге;
4) условием неразрывности деформаций.

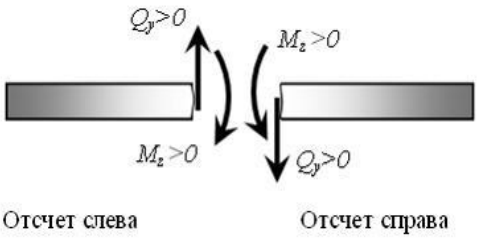
3. Правило знаков для поперечной силы Q_y и изгибающего момента M_z изображено на рисунке…

1) 

; 2) 

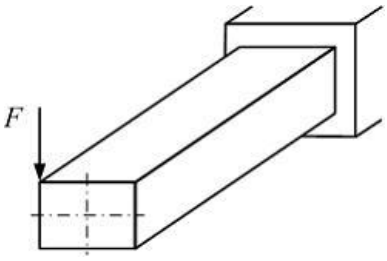
;

3) 

; 4) 

.

4. При данном нагружении стержень прямоугольного поперечного сечения испытывает…



1)кручение и плоский поперечный изгиб; 2) кручение и изгиб;
3) кручение; 4) плоский поперечный изгиб.

7.4. Соответствие оценок и уровней сформированных компетенций

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Высокий	зачтено	Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены. Обучающийся демонстрирует свободное владение материалом, способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы, использовать законы и методы математики при решении профессиональных задач.
Базовый	зачтено	Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями. Обучающийся свободно владеет материалом, способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы, использовать законы и методы математики при решении профессиональных задач.
Пороговый	зачтено	Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки. Обучающийся способен под руководством владеть материалом, применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы, использовать законы и методы математики при решении профессиональных задач.
Низкий	Не зачтено	Теоретическое содержание курса не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий. Обучающийся не владеет материалом, не способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы, использовать законы и методы математики при решении профессиональных задач.

8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль в контроле за работой студентов). Самостоятельная работа студентов в вузе является важным видом их учебной и научной деятельности.

О*сновными видами самостоятельной работы* обучающихся по дисциплине являются:

- подготовка к текущему контролю (защита лабораторных и практических работ);
- подготовка к текущему контролю (задания в тестовой форме);
- подготовка к текущему контролю (выполнение домашнего задания)
- подготовка к промежуточной аттестации (зачет).

Выполнение домашнего задания представляет собой вид самостоятельный работы, направленный на закрепление обучающимися изученного теоретического материала на практике. Домашнее задание имеет четкую структуру, последовательность, цельность текста и расчетов, позволяют создавать ее по принципу логичности, чтобы части были связаны между собой и обладали смысловой нагрузкой. Домашнее задание включает: титульный лист, исходная схема задания, расчетная схема, необходимые графические построения (эпюры).

Задания в тестовой форме сформированыпо всем разделам дисциплины.

Данные тесты могут использоваться:

- обучающимися при подготовке к зачет в форме самопроверки знаний;
- преподавателями для проверки знаний в качестве формы текущего контроля на практических занятиях;
- для проверки остаточных знаний обучающихся, изучивших данный курс.

Задания в тестовой форме рассчитаны на самостоятельную работу без использования вспомогательных материалов, то есть при их выполнении не следует пользоваться учебной и другими видами литературы. Прочитав задание, следует выбрать правильный ответ.

На выполнение теста отводится ограниченное время. Оно может варьироваться в зависимости от уровня тестируемых, сложности и объема теста. Как правило, время выполнения тестового задания определяется из расчета 45-60 секунд на один вопрос.

Содержание тестов по дисциплине ориентировано на подготовку обучающихся по основным вопросам курса. Уровень выполнения теста позволяет преподавателям судить о ходе самостоятельной работы обучающихся в межсессионный период и о степени их подготовки к зачету.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для успешного овладения дисциплиной используются следующие информационные технологии обучения:

- При проведении лекций используются презентации в программе MSOffice (PowerPoint), осуществляется выход на профессиональные сайты, используются видеоматериалы различных интернет-ресурсов, платформа LMS Moodle.
- Практические занятия по дисциплине проводятся с использованием демонстрационных образцов, графиков, таблиц и нормативно-технической документации.

В процессе изучения дисциплины учебными целями являются первичное восприятие учебной информации, ее усвоение, запоминание, а также структурирование полученных знаний и развитие интеллектуальных умений, ориентированных на способы деятельности репродуктивного характера. Посредством использования этих интеллектуальных умений достигаются узнавание ранее усвоенного материала в новых ситуациях, применение абстрактного знания в конкретных ситуациях.

Для достижения этих целей используются в основном традиционные информативно-развивающие технологии обучения с учетом различного сочетания пассивных форм (лекция, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов обучения (повествовательное изложение учебной информации, объяснительно-иллюстративное изложение) и практических методов обучения (выполнение практических работ).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- семейство коммерческих операционных систем семейства Microsoft Windows;
- офисный пакет приложений Microsoft Office;
- программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»;

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Реализация учебного процесса осуществляется в специальных учебных аудиториях университета для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Все аудитории и лаборатории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. При необходимости обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется в специализированной аудитории, которая оборудована компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УГЛТУ.

Есть помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Требования к аудиториям

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Помещение для лекционных занятий	Стационарная мультимедийная установка (проектор, экран). Учебная мебель
Помещение для практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации	Столы компьютерные, стулья. Рабочие места, оборудованные компьютерами с выходом в сеть Интернет.
Помещение для лабораторных занятий	Лаборатория по сопротивлению материалов, оснащенная столами и стульями; рабочими местами, шкафами, необходимым оборудованием и инструментом (ГМС-50, МК-30, РМИ 250, Р-5).
Помещения для самостоятельной работы	Столы компьютерные, стулья. Рабочие места, оборудованные компьютерами с выходом в сеть Интернет, электронную информационную образовательную среду Университета.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, столы, стулья, приборы и инструменты для профилактического обслуживания учебного оборудования