

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Кузнецова Эмилия Васильевна

Должность: Исполнительный директор

Дата подписания: 10.12.2025 21:08:48

Уникальный программный ключ:

01e176f1d70ae109e92d86b7d8f53ec82fb087d6

Рассмотрено и одобрено на
заседании Ученого совета
Протокол № 25/6 от 21 апреля 2025
года, с изменениями и дополнениями,
одобренными протоколом Ученого
совета № 25/11 от 28 ноября 2025 года

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-
воспитательной работе и
качеству образования

Ю.Н.Паничкин

«28» ноября 2025 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Сопротивление материалов»

Направление подготовки	23.03.01 ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ
Направленность подготовки (профиль)	«Организация перевозок и безопасность движения»
Уровень программы	бакалавриат
Форма обучения	очная

Рязань 2025 г.

1. Общие положения

Дисциплина «Соппротивление материалов», относится к блоку Б1 учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования подготовки 23.03.01 - Технология транспортных процессов (профиль - Организация перевозок и безопасность движения).

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

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ;
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. № 245;
- Приказ Минобрнауки России № 636 от 29.06.2015 г. «Об утверждении порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- Приказ Министерства труда и социальной защиты от 08.09.2014 № 616н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по логистике на транспорте»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» (уровень бакалавриат), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 07.08.2020 № 911;
- Учебные планы ОПОП ВО 23.03.01 «Технология транспортных процессов» направленность (профиль) «Организация перевозок и безопасность движения» по очной форме обучения, одобренные Ученым советом РИБИУ (протокол № 25/6 от 21 апреля 2025).

Обучение по образовательной программе 23.03.01 - Технология транспортных процессов (профиль - Организация перевозок и безопасность движения) осуществляется на русском языке.

2. 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
Контактная работа с преподавателем:	52,35
лекции (Л)	24
практические занятия (ПЗ)	12
лабораторные работы (ЛР)	12
промежуточная аттестация (ПА)	0,35
Самостоятельная работа обучающихся	91,65
изучение теоретического курса	26
подготовка к текущему контролю знаний	30
подготовка к промежуточной аттестации	35,65
Вид промежуточной аттестации:	Экзамен
Общая трудоемкость	5/180

*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 РИБИУ от 25 февраля 2020 года.

3. 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 обучающимися сути механических явлений;
- формирование научного мировоззрения;
- 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-1 - способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- теорию, методики и основные законы в области естественных наук;
- теорию, методики и основные законы в области общетехнических наук;

уметь:

- использовать полученные теоретические знания при решении задач в технических приложениях профессиональной деятельности;

владеть навыками:

- применения естественнонаучных методик в реализации технологических процессов в профессиональной деятельности;
- применения общетехнических методик в реализации технологических процессов в профессиональной деятельности.

4. 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

Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
Математика	Гидравлика и гидро-пневмопривод	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
Физика	Дополнительные главы математики	
	Теоретическая механика	
	Дополнительные главы физики	
	Материаловедение. Технология конструкционных материалов	

Указанные связи дисциплины «Соппротивление 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.

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	С аостоятельная работа
1	Задачи курса сопротивления материалов. Основные понятия. Понятия о напряженном и деформированном состоянии. Метод сечений.	1	-	-	1	4
2	Центральное растяжение-сжатие. Сдвиг.	1	1	4	7	4
3	Механические свойства материалов. Геометрические характеристики	2	1	-	4	4
4	Поперечный изгиб. Кручение. Расчеты на прочность.	2	1	4	12	4
5	Анализ напряженного и деформированного состояния в точке.	1	-	-	1	4
6	Сложное сопротивление.	2	-	-	2	4
7	Изгиб с кручением.	2	1	-	4	4
8	Теория напряженного и деформированного состояния в точке. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация.	1	-	-	1	4
9	Теория прочности.	2	-	-	1	4
10	Интеграл Мора. Способ Верещагина.	2	-	-	2	4
11	Косой изгиб. Внецентренное сжатие.	2	2	-	3	4
12	Статически неопределимые системы.	2	2	-	4	4
13	Устойчивость сжатых стержней.	2	2	-	3	4
14	Динамические нагрузки.	2	2	4	7	4
	Итого по разделам:	24	12	12	52	56
	Промежуточная аттестация	x	x	x	0,35	35,65
	Всего:				144	

5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебным планом по дисциплине предусмотрены практические занятия.

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоемкость, час
			очная
1	Центральное растяжение-сжатие. Сдвиг.	Лабораторная работа	4
		Практическая работа	1
2	Механические свойства материалов. Геометрические характеристики	Практическая работа	1
3	Поперечный изгиб. Кручение. Расчеты на прочность.	Лабораторная работа	4
		Практическая работа	1
4	Анализ напряженного и деформированного состояния в точке.	Практическая работа	-
5	Сложное сопротивление.	Практическая работа	-
6	Изгиб с кручением.	Практическая работа	1
7	Теория напряженного и деформированного состояния в точке. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация.	Практическая работа	-
8	Теория прочности.	Практическая работа	-
9	Интеграл Мора. Способ Верещагина.	Практическая работа	-
10	Косой изгиб. Внецентренное сжатие.	Практическая работа	2
11	Статически неопределимые системы.	Практическая работа	2
12	Устойчивость сжатых стержней.	Практическая работа	2
13	Динамические нагрузки.	Практическая работа	2
		Лабораторная работа	4
Итого			24

5.4 Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	очная
1	Задачи курса сопротивления материалов. Основные понятия. Понятия о напряженном и деформированном состоянии. Метод сечений.	Подготовка к тестовым вопросам, повторение лекционного материала	4
2	Центральное растяжение-сжатие. Сдвиг.	Подготовка к тестовым вопросам, подготовка к практической и лабораторной работе, повторение лекционного материала	4
3	Механические свойства материалов. Геометрические характеристики	Подготовка к тестовым вопросам, подготовка к практической работе, повторение лекционного материала	4
4	Поперечный изгиб. Кручение. Расчеты на прочность.	Подготовка к тестовым вопросам, подготовка к практической и лабораторной работе, повторение	4

		лекционного материала	
5	Анализ напряженного и деформированного состояния в точке.	Подготовка к тестовым вопросам, подготовка к практической работе, повторение лекционного материала	4
6	Сложное сопротивление.	Подготовка к тестовым вопросам, подготовка к практической работе, повторение лекционного материала	4
7	Изгиб с кручением.	Подготовка к тестовым вопросам, подготовка к практической работе, повторение лекционного материала	4
8	Теория напряженного и деформированного состояния в точке. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация.	Подготовка к тестовым вопросам, подготовка к практической работе, повторение лекционного материала	4
9	Теория прочности.	Подготовка к тестовым вопросам, подготовка к практической работе, повторение лекционного материала	4
10	Интеграл Мора. Способ Верещагина.	Подготовка к тестовым вопросам, подготовка к практической работе, повторение лекционного материала	4
11	Косой изгиб. Внецентренное сжатие.	Подготовка к тестовым вопросам, подготовка к практической работе, повторение лекционного материала	4
12	Статически неопределимые системы.	Подготовка к тестовым вопросам, подготовка к практической работе, повторение лекционного материала	4
13	Устойчивость сжатых стержней.	Подготовка к тестовым вопросам, подготовка к практической работе, повторение лекционного материала	4
14	Динамические нагрузки.	Подготовка к тестовым вопросам, подготовка к практической и лабораторной работе, повторение лекционного материала	4
15	Подготовка к промежуточной аттестации	Подготовка к экзамену	35,65
Итого			91,65

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.

Тема 2. 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 3. 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.

Тема 4. 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 5. Кручение. Исследование чистого сдвига.

Главные напряжения при чистом сдвиге. Закон Гука для сдвига. Зависимости между E , G , ν 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.

Тема 6. 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 7. Изгиб прямых стержней.

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 8. Потенциальная энергия деформации при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси прямого стержня и его интегрирование.

Метод начальных параметров. Балки на упругом основании. Теория напряженного и деформированного состояния в точке. Главные площадки и главные напряжения. Определение положения главных площадок и отыскание -величин главных напряжений. Определение напряжений в наклонной площадке при двухосном напряженном состоянии. Графическое изображение напряженного состояния с помощью круга Мора. Экстремальные касательные напряжения. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация. Удельная потенциальная энергия. Удельная энергия

изменения объема и изменения формы.

Тема 9. Теории прочности и их назначение. Эквивалентное напряжение.

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

Тема 10. 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 11. 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 12. Статически неопределимые системы.

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

Тема 13. Продольный изгиб стержня.

Понятие об устойчивой и неустойчивой формах равновесия. Устойчивость сжатых стержней.

Понятие о критической нагрузке. Формула Эйлера для различных случаев опорного закрепления. Понятие о гибкости и приведенной длине стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Понятие о потере устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности материала. Исследование Ясинского. Коэффициент продольного изгиба. Подбор сечений при расчете на устойчивость. Продольно-поперечный изгиб, проверка устойчивости и прочности.

Тема 14. Динамическая нагрузка.

Использование принципа Даламбера. Силы инерции. Упругие колебания систем с одной степенью свободы. Определение динамического коэффициента при колебаниях. Ударные нагрузки. Продольный удар. Изгибающий удар. Крутящий удар. Напряжения и деформации при ударе.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.1 Общие методические рекомендации по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде института (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При проведении учебных занятий по дисциплине обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплины в форме курса, составленного на основе результатов научных исследований, проводимых институтом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- *балльно-рейтинговая технология оценивания;*

- *электронное обучение;*

- *проблемное обучение.*

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование

рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости. Максимальное количество баллов в семестре - 100.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

Результат обучения считается сформированным (повышенный уровень), если теоретическое содержание курса освоено полностью; при устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний, использует в ответе дополнительный материал; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, качество их выполнения оценено числом баллов от 86 до 100, что соответствует повышенному уровню сформированности результатов обучения.

Результат обучения считается сформированным (пороговый уровень), если теоретическое содержание курса освоено полностью; при устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, качество их выполнения оценено числом баллов от 61 до 85,9, что соответствует пороговому уровню сформированности результатов обучения.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже 61, что соответствует допороговому уровню.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Возможно ведение конспекта лекций в виде интеллект-карт.

6.3 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

6.4 Методические указания по подготовке к контрольным мероприятиям

Текущий контроль осуществляется в виде устных, тестовых опросов по теории, тестирования. При подготовке к опросу студенты должны освоить теоретический материал по темам, выносимым на этот опрос.

При подготовке к аудиторной контрольной работе студентам необходимо повторить материал лекционных и практических занятий по отмеченным преподавателям темам.

6.5 Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-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 и магистрантов).

Самостоятельная работа студентов в вузе является важным видом их учебной и научной деятельности. Самостоятельная работа играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. В связи с этим, обучение в вузе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части - процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому самостоятельная работа должна стать эффективной и целенаправленной работой студентов.

Формы самостоятельной работы бакалавров разнообразны. Они включают в себя:

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;

В процессе изучения дисциплины *основными видами самостоятельной работы* являются:

- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям)
- самостоятельная работа над отдельными темами учебной дисциплины в соответствии с учебно-тематическим планом;
- подготовка докладов;
- выполнение контрольной работы обучающимися заочной формы
- подготовка к зачетному мероприятию.

Подготовка докладов по выбранной тематике предполагает подбор необходимого материала и его анализ, определение его актуальности и достаточности, формирование плана доклада, таким образом, чтобы тема была полностью раскрыта. Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным. Способ изложения материала для выступления должен носить конспективный или тезисный характер. Подготовленная в PowerPoint презентация должна иллюстрировать доклад и быть удобной для восприятия.

Самостоятельное выполнение *тестовых заданий* по всем разделам дисциплины сформированы в фонде оценочных средств (ФОС).

Данные тесты могут использоваться:

- бакалаврами при подготовке к зачету с оценкой в форме самопроверки знаний;
- преподавателями для проверки знаний в качестве формы промежуточного контроля на практических занятиях;

Тестовые задания рассчитаны на самостоятельную работу без использования вспомогательных материалов. То есть при их выполнении не следует пользоваться учебной и другими видами литературы.

Для выполнения тестового задания, прежде всего, следует внимательно прочитать поставленный вопрос. После ознакомления с вопросом следует приступить к прочтению предлагаемых вариантов ответа. Необходимо прочитать все варианты и в качестве ответа следует выбрать индекс (цифровое обозначение), соответствующий правильному ответу.

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 бакалавров по основным вопросам курса. Уровень выполнения теста позволяет преподавателям судить о ходе самостоятельной работы студентов в межсессионный период и о степени их подготовки к экзамену.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлены в «Фонде оценочных средств по дисциплине»

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

Формируемые компетенции	Вид и форма контроля
ОПК-1 - способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	Промежуточный контроль: контрольные вопросы и задачи к экзамену Текущий контроль: тестирование, защита лабораторных и практических работ, выполнение домашнего задания

7.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Для проверки хода и качества усвоения учебного материала, стимулирования учебной работы обучающихся и совершенствования методики преподавания рекомендуется проводить текущий контроль на всех видах учебных занятий путем выборочного или фронтального опроса.

На практических занятиях рекомендуется применять различные формы и методы контроля: устный опрос, фронтальный контроль как теоретических знаний путем проведения собеседований, так и умений, и навыков путем наблюдения за выполнением заданий самостоятельной работы.

Текущий и промежуточный контроль по изучаемой дисциплине осуществляется преподавателями согласно кафедральной системе рейтинговой оценки качества освоения дисциплины.

Устный опрос (УО) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. УО обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя, т.к. при непосредственном контакте создаются условия для его неформального общения со студентом. Воспитательная функция УО имеет ряд важных аспектов: нравственный, дисциплинирующий (систематизация материала при ответе), дидактический (лучшее запоминание материала при интеллектуальной концентрации), эмоциональный и др. Обучающая функция УО состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту. УО обладает также мотивирующей функцией: правильно организованное собеседование, может стимулировать учебную деятельность студента, его участие в научной работе.

Контроль знаний осуществляется по следующим направлениям:

Входной контроль знаний студента

Цель контроля: выявить наиболее слабо подготовленных студентов.

Рекомендации: студентам выдать темы, которые необходимо им проработать для дальнейшего успешного изучения дисциплины.

Текущий контроль знаний студента

Текущий контроль знаний студента осуществляется по вопросам, составленным преподавателем по прошедшим темам.

Цель контроля: проверка усвоения рассмотренных тем студентом. При текущем контроле успеваемости акцент делается на установлении подробной, реальной картины студенческих достижений и успешности усвоения ими учебной программы на данный момент времени.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины. Подобный контроль помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, в некоторых случаях - даже формирование определенных профессиональных компетенций.

Шкала оценивания тестов

(за правильный ответ дается 1 балл)

«незачет» - 60% и менее «зачет» - 61-100%

7.2.1 Методические рекомендации по проведению зачета/экзамена

1. Цель проведения

Основной целью проведения зачета/экзамена является определение степени достижения целей по учебной дисциплине или ее разделам. Осуществляется это проверкой и оценкой уровня теоретических знаний, полученных студентами, умения применять их к решению практических задач, степени овладения студентами компетенций в объеме требований рабочей программы по дисциплине, а также их умение самостоятельно работать с учебной литературой.

2. Форма проведения

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине в соответствии с учебным графиком является зачет/экзамен.

3. Метод проведения

Зачет/экзамен проводится по билетам либо без билетов по перечню вопросов.

Зачет/экзамен допускается проводить с помощью технических средств контроля (компьютерное тестирование), а также методом индивидуального собеседования, в ходе которого преподаватель ведет со студентом обсуждение одной проблемы или вопроса изученной дисциплины (части дисциплины). При собеседовании допускается ведение дискуссии, аргументированное отстаивание своего решения (мнения). При необходимости могут рассматриваться дополнительные вопросы и проблемы, решаться задачи и примеры.

4. Критерии допуска студентов к зачету/экзамену

В соответствии с требованиями руководящих документов и согласно Положению о текущем контроле знаний и промежуточной аттестации студентов института, к зачету/экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы.

5. Организационные мероприятия

5.1. Назначение преподавателя, принимающего зачет/экзамен

Зачет/экзамен принимается лицами, которые читали лекции по данной дисциплине. Решением заведующего кафедрой определяются помощники основному экзаменатору из числа преподавателей, ведущих в данной группе практические занятия, а если лекции по разделам учебной дисциплины читались несколькими преподавателями, то определяется состав комиссии для приема зачета/экзамена.

5.2. Конкретизация условий, при которых студенты освобождаются от сдачи зачета/экзамена (основа - результаты рейтинговой оценки текущего контроля).

По представлению преподавателя, ведущего занятия в учебной группе, заведующий кафедрой может освободить от сдачи зачета/экзамена студентов, показавших отличные и хорошие знания по результатам рейтинговой оценки текущего контроля.

Количество одновременно находящихся экзаменуемых в аудитории. В аудитории, где принимается зачет/экзамен, может одновременно находиться студентов из расчета не более пяти на одного преподавателя. В случае проведения зачета/экзамена с помощью технических средств контроля в аудитории допускается количество студентов, равное количеству компьютеров в аудитории.

Время, отведенное на подготовку ответа по билету, не должно превышать: для зачета/экзамена в письменной форме - 20 минут, для компьютерного тестирования - по 2 мин на вопрос. По истечению данного времени после получения билета (вопроса) студент должен быть готов к ответу.

Организация практической части зачета/экзамена. Практическая часть организуется так, чтобы обеспечивалась возможность проверить умение студентов применять теоретические знания при решении практических заданий. Она проводится путем постановки экзаменуемым отдельных задач, упражнений, заданий, требующих практических действий по решению заданий. Каждый студент выполняет задание самостоятельно путем производства расчетов, решения задач, работы с документами и др. При выполнении заданий студент отвечает на дополнительные вопросы, которые может ставить экзаменатор.

Действия преподавателя на зачете/экзамене.

Студенту на экзамене разрешается брать один билет.

Во время испытания промежуточной аттестации для подготовки к ответу студенты не могут

пользоваться рабочими программами учебных дисциплин, а также необходимым нормативными документами.

Использование материалов, не предусмотренных указанным перечнем, а также попытка общения с другими студентами или иными лицами, в том числе с применением электронных средств связи, несанкционированные преподавателем перемещение по аудитории и т.п. не разрешается и являются основанием для удаления студента из аудитории.

Задача преподавателя на зачете/экзамене заключается в том, чтобы внимательно заслушать студента, предоставить ему возможность полностью изложить ответ. Заслушивая ответ и анализируя методы решений практических заданий, преподаватель постоянно оценивает, насколько полно, системно и осмысленно осуществляется ответ, решается практическое задание.

Считается бестактностью прерывать ответ студента, преждевременно давать оценку его ответам и действиям.

В тех случаях, когда ответы на вопросы или практические действия были недостаточно полными или допущены ошибки, преподаватель после ответов студентом на все вопросы задает дополнительные вопросы с целью уточнения уровня освоения дисциплины. Содержание индивидуальных вопросов не должно выходить за рамки рабочей программы. Если студент затрудняется сразу ответить на дополнительный вопрос, он должен спросить разрешения предоставить ему время на подготовку и после подготовки отвечает на него.

7.2.2 Шкала и критерии оценивания на зачете

Критерии	Оценка	
	«зачтено»	«не зачтено»
Объем	Твердые знания в объеме основных вопросов, в основном правильные решения практических заданий, освоены все компетенции	Нет твердых знаний в объеме основных вопросов, освоены не все компетенции
Системность	Ответы на вопросы в пределах учебного материала, вынесенного на контроль.	Нет ответов на вопросы учебного материала, вынесенного на контроль.
Осмысленность	Допускает незначительные ошибки при ответах и практических действиях.	Допускает значительные ошибки при ответах и практических действиях.
Уровень освоения компетенций	Осваиваемые компетенции сформированы	Осваиваемые компетенции не сформированы

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

7.3.1. Пятибалльная шкала для текущего контроля, для промежуточного контроля в форме экзамена, зачета с оценкой.

Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы.

«5» (*отлично*) - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается 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;

«4» (*хорошо*) - 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 студентом с помощью «наводящих» вопросов;

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

«2» (неудовлетворительно) - студент 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 оценки выполнения практических заданий:

«5» (отлично). Выполнены все задания практических работ, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо). Выполнены все задания практических работ, обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно). Выполнены все задания практических работ с замечаниями, обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно).

Критерии оценки выполнения тестовых заданий

5» (отлично). Даны верные ответы не менее, чем на 86% тестовых заданий

Обучающийся на высоком уровне

- способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально историческом, этическом и философском контекстах.

«4» (хорошо). Даны верные ответы не менее, чем на 71% тестовых заданий.

«3» (удовлетворительно). Даны верные ответы не менее, чем на 51% тестовых заданий.

«2» (неудовлетворительно). Даны верные ответы менее, чем на 51% тестовых заданий.

Критерии оценки подготовки докладов, сообщений:

«5» (отлично). Обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

«4» (хорошо). Обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

«3» (удовлетворительно). Обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает недостаточно свободное владение монологической речью, терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

«2» (неудовлетворительно). 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 последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

Успешность изучения дисциплины предполагает две составляющие. Первая составляющая - усредненная оценка, полученная студентом по итогам текущего контроля. Вторая составляющая - оценка знаний студента по итогам промежуточного контроля. Усредненный итог двух частей балльной оценки освоения дисциплины выставляется в ведомость и зачетную книжку обучающегося.

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 представлены в ФОС по данной дисциплине.

7.3.2. Двухбалльная шкала оценивания (зачтено/не зачтено) для текущего контроля и

промежуточного контроля в форме зачета.

Критерии оценивания выполнения заданий в тестовой форме на зачете (промежуточный контроль формирования компетенций):

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

61-100% заданий - оценка «зачтено»;

менее 61% заданий- оценка «не зачтено».

Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы опроса (текущий контроль формирования компетенции):

«зачтено» - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки.

«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 докладов и презентаций (текущий контроль формирования компетенции):

«зачтено» - работа выполнена в соответствии с требованиями, выбранная тема раскрыта, материал актуален и достаточен, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«не зачтено»- обучающийся не подготовил работу или подготовил работу, не отвечающую требованиям, ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

Критерии оценивания защиты лабораторных работ (текущий контроль формирования компетенции):

«зачтено» - обучающийся решил поставленные задачи, связанные с обеспечением безопасности дорожного движения на транспорте.

«не зачтено» - обучающийся не решил поставленные задачи, связанные с обеспечением безопасности дорожного движения на транспорте.

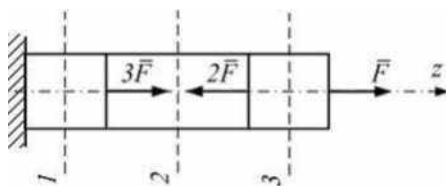
Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в ФОС по данной дисциплине.

7.4. 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 10 вопросов. Приведен примерный тест по теме «Растяжение прямого стержня».

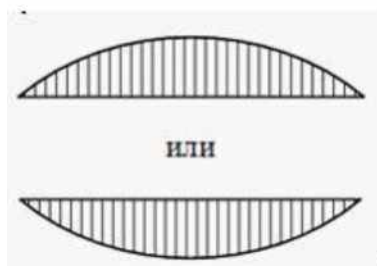
Для стержня, схема которого изображена на рисунке, продольная сила N в сечении 2-2 будет...



Варианты ответов:

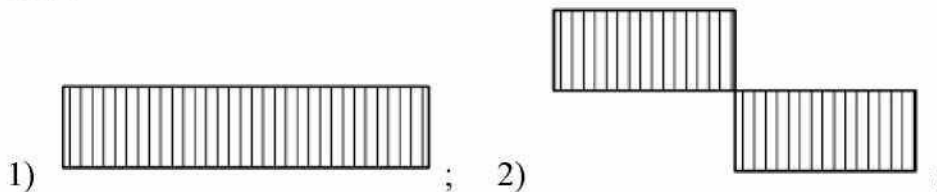
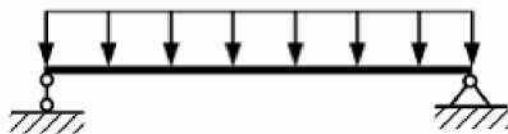
- 1) равной нулю; 2) равномерно распределенной по сечению;
- 3) растягивающей; 4) сжимающей.

Балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой интенсивности q . Эпюра



изгибающих моментов имеет вид...

q



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.

3)

4)

Пример домашнего задания теме «Растяжение прямого стержня».

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

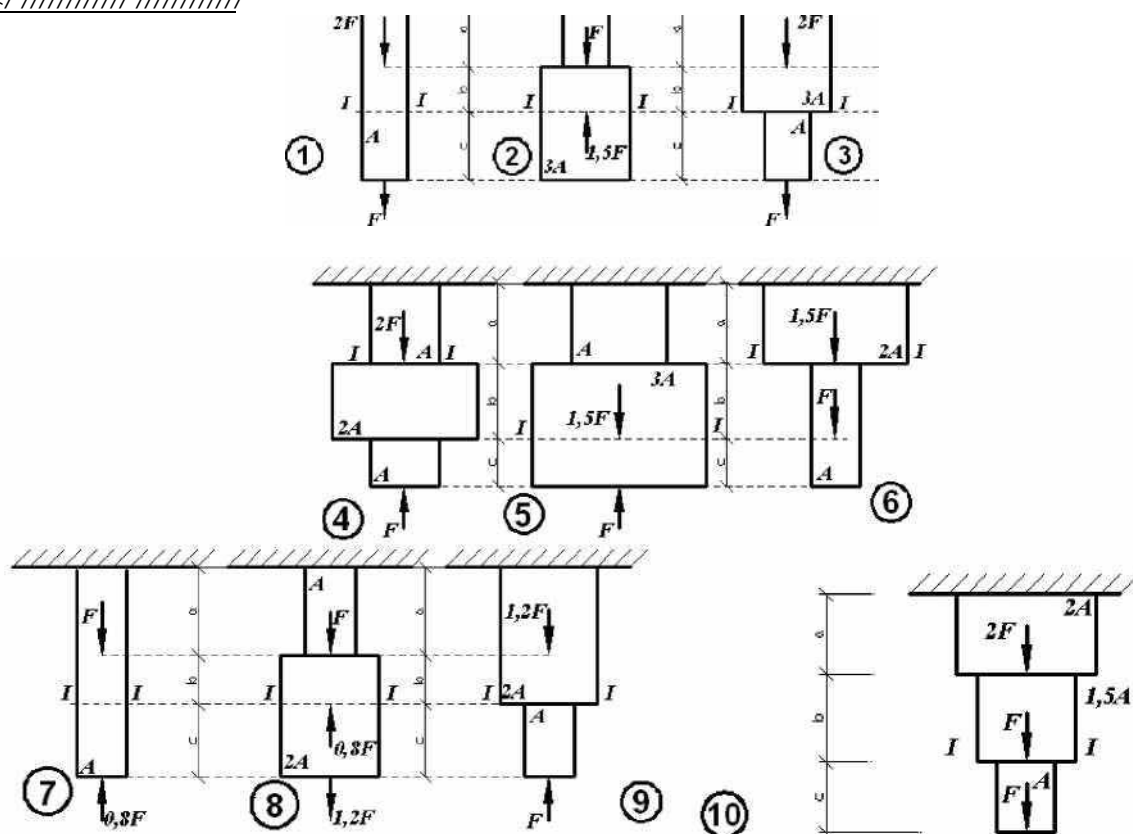
Требуется:

- 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 $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$. Данные к этой задаче приведены в таблице, схемы - на рисунке

№ строки	Схема бруса	$A, \text{ см}^2$	$F, \text{ кН}$	$a, \text{ м}$	$b, \text{ м}$	$c, \text{ м}$
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.

6. Определение положения нулевой линии. Определение максимальных расчетных напряжений.

7. Определение усилий натяжения ремней на шкивах. Определение и построение эпюр внутренних изгибающих моментов методом сечений относительно осей. Определение диаметра вала (по 3 гипотезе прочности).

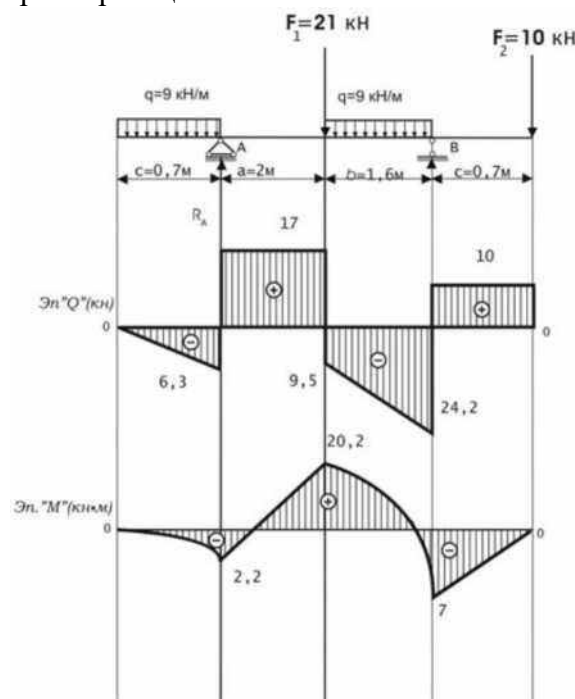
8. Определение гибкости стержня. Определение допускаемой нагрузки.

9. Определение динамического напряжения и перемещения без учета веса балки и с учетом веса балки.

Пример практической работы

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

1. Определение опорных реакций



$$q'c[cJ + F''a + q''b(b + aJ \sim R''(a + b) + F(a + b + c)] = 0$$

$$q \blacksquare c | c | + F \blacksquare a + q \blacksquare b | b + a | + F(a + b + c)$$

$$\frac{\quad}{L2z} \frac{\quad}{L2} \frac{\quad}{2} = 0$$

$$R_B =$$

$$\sum M^{(B)} = 0$$

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

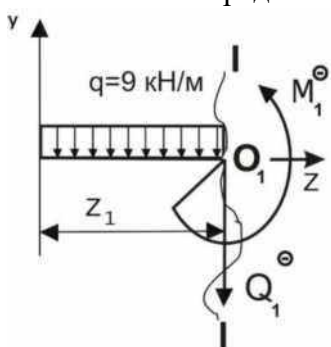
$$R = 17,5 \text{ кН}$$

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

$$0 < z_1 < c$$

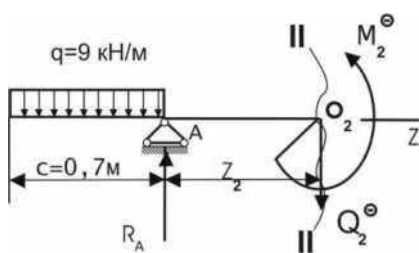
$$\sum F_z = 0 \quad \Rightarrow \quad Q_1 - q \cdot z_1 = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad Q_1 - q \cdot c = 0 \quad \text{if } Q_1 = -q \cdot z_1 = 0$$

$$\sum M^{(O_1)} = 0 \quad \Rightarrow \quad -Q_1 \cdot c = 0 \quad [Q = -q \cdot c = -6,3 \text{ кН}]$$

M_1

$$-2,2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$



Сечение II-II

$$0 < z_2 < a$$

$$\sum F_y = 0 \quad \Rightarrow \quad -Q_2 + R_A - q \cdot c = 0$$

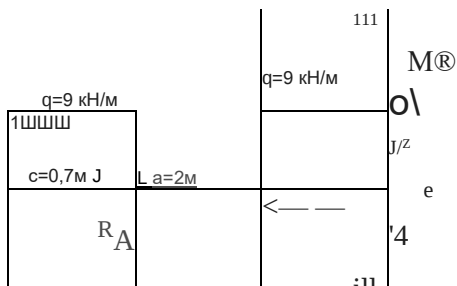
$$Q = R - q \cdot c = 17,5 - 6,3 = 11,2 \text{ кН}$$

$$\sum M^{(O_2)} = 0$$

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

$$\therefore M_2 = R \cdot \left(\frac{c}{2} \right) - q \cdot c \cdot \left(\frac{c}{2} + a \right) = -2,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = R \cdot a - q \cdot c \cdot \left(\frac{c}{2} + a \right) = 20,2 \text{ кН} \cdot \text{м}$$



Сечение III - III

$$0 < z_3 < b$$

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

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

$$Q_3 - R_A - q \cdot c - F_1 - q \cdot z_3 = -9,8 \text{ кН}$$

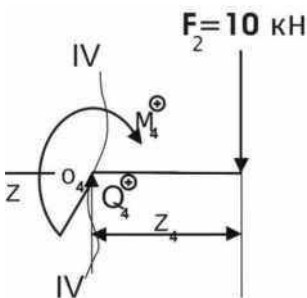
$$[Q_3 - R_A - q \cdot c - F_1 - q \cdot b = -24,2 \text{ кН}$$

$$-F \cdot z_3 + R_A \cdot (a + z_3) - q \cdot c \cdot c$$

$$z_3 = 1 \text{ м}$$

$$M = -q \cdot z_3^2 / 2 - F \cdot z_3 + R_A \cdot (a + z_3) - q \cdot c \cdot c = -20,2 \text{ кНм}$$

$$< -20,2 \text{ кНм}$$



$$M = -q \cdot b \cdot (b + z_4) - F \cdot b + R_A \cdot (a + b) - q \cdot c \cdot c = -7 \text{ кНм}$$

Сечение IV-IV

$$0 < z_4 < c$$

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

$$Q_4 - F_2 = 0$$

$$Q_4 - F_2 = 10 \text{ кН}$$

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

$$M_4 - F_2 \cdot z_4 = 0$$

$$[M_4 - F \cdot c = -7 \text{ кНм}]$$

Сечение V-V

$$0 < z_5 < b$$

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

$$JQ - q \cdot z + F - R = -24,19 \text{ кН}$$

$$IQ - q \cdot b + F - R = -9,79 \text{ кН}$$

$$IM(O_4) = 0$$

3. Подбор сечения двутавровой балки

$$a_{расч} W \leq M_{м} / [\sigma], \quad [\sigma] = 160 \text{ МПа}$$

$$M_5 + q \cdot z_5^2 / 2 + R_B \cdot z_5 + F_2 \cdot (z_5 + c) = 0$$

$$M_5 - F \cdot c = -7 \text{ кНм}$$

$$M = -q \cdot b \cdot (b + z_5) + R_B \cdot b - F \cdot (b + c) = -20,18 \text{ кНм}$$

$$W = \frac{M}{[\sigma]} = \frac{202}{160000} = 1,26 \text{ м}^3$$

$$- 1,26 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 - 0,000126 \text{ м}^3 - 126 \text{ см}^3$$

№ 16

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

$$I_x = 873 \text{ см}^4; S_x = 62,3 \text{ см}^3$$

$$\sigma = \frac{M_x}{I_x} \cdot y = \frac{20,2}{873} \cdot 160 = 3,68 \text{ МПа}$$

$$\frac{185 - 160}{185} \cdot 100\% = 13,65\%$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M_{\text{max}}}{I_x} \cdot y = \frac{24,2 \cdot 10^3}{873} \cdot 160 = 4,48 \text{ МПа}$$

$$S_r = b \cdot t = 81 \cdot 7/8 = 60,375 \text{ мм}^2$$

$$\sigma = 27 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{max}} = 17 \text{ МПа}$$

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 образца. 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 **В** переходит в криволинейный.

Точка **В** диаграммы соответствует наибольшей нагрузке, после которой прямолинейная зависимость между нагрузкой и деформацией уже не наблюдается. Эта нагрузка соответствует пределу пропорциональности $\sigma_{\text{пр}}$ материала. Величина предела пропорциональности равна

отношению нагрузки $F_{\text{рг}}$ к площади поперечного сечения образца:

$$\sigma_{\text{тр}} = \frac{F_{\text{тр}}}{A_0}$$

С этого момента деформации растут быстрее. На диаграмме вычерчивается криволинейный участок **ВС**, 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

Если явная площадка текучести отсутствует, то определяют условный предел текучести. Это напряжение, соответствующее удлинению, равному 0,2% от первоначальной длины образца.

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

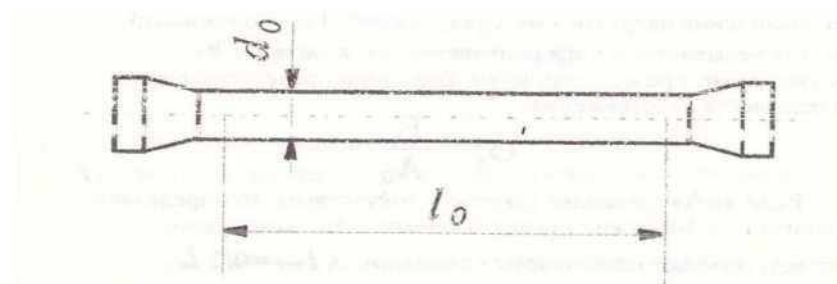


Рис. 1 Стандартный образец для испытания стали на растяжение

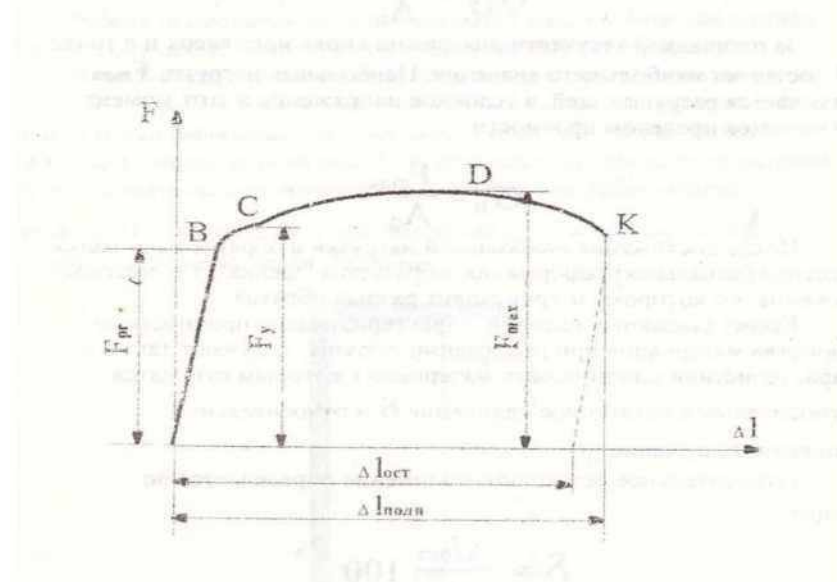


Рис. 2 Диаграмма растяжения образца из малоуглеродистой стали

соответствующее остаточному удлинению, где l_0 -

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

$$\sigma_{\text{Тп}} = \frac{F_{\text{Тп max}}}{A_0}$$

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 δ и относительное поперечное сужение ψ

Относительное остаточное удлинение определяется по формуле:

$$\delta = \frac{l_{\text{ост}} - l_0}{l_0} \cdot 100$$

где $l_{\text{ост}} = l_{\pm} - l_0$ — абсолютное удлинение

$$\psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100$$

l_0, l_1 - расчетная длина образца до и после деформации

A_1 - площадь поперечного

Относительное остаточное сужение равно:

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

Примерные задачи

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.