

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



«УТВЕРЖДАЮ»
 Проректор
 по учебно-методической работе

А.А. Панфилов
 « 27 » 12 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 54.03.04 «Реставрация»
Профиль подготовки «Реставрация станковой живописи»
Уровень высшего образования бакалавриат
Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
5	6/216	36	36		108	Экзамен (36)
Итого	216	36	36	-	108	Экзамен (36)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Сопротивление материалов» являются:

- изучение и освоение студентами теоретических положений курса, положенных в основу инженерных методов расчёта типовых элементов конструкций на прочность и жесткость в условиях статического нагружения и при циклически изменяющихся напряжениях;
- развитие умений и навыков выбора расчётной схемы типовых элементов конструкций при различных видах деформаций;
- развитие умений и навыков практических расчётов на прочность, жесткость типовых деталей и узлов при статических видах нагружения, при расчётах на устойчивость и на усталостную прочность;
- освоение студентами экспериментальных методов определения механических свойств материалов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Сопротивление материалов» является дисциплиной вариативной части учебного плана и служит основой для изучения дисциплин «Физико-технические исследования», «Химико-технические исследования».

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются знание высшей математики, теоретической механики, инженерной графики, физики, материаловедения.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

Процесс изучения дисциплины «Сопротивление материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность применять современные методы исследования объектов культурного наследия, поставить цель и сформулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций (ОПК-6).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Демонстрировать и применять на практике базовые знания, методы и алгоритмы исследования, усвоенные в ходе её изучения; имеющуюся информацию механического характера о природных объектах и технических системах с целью последующего создания соответствующих математических моделей, динамических процессов и явлений; знания о механической компоненте современной естественнонаучной картины мира для понимания процессов и явлений, происходящих в природе и техносфере.

Знать – на соответствующем уровне – предметное содержание всех изучаемых в вузе разделов сопромата, его основные понятия и законы, понимание их значимости как теоретического фундамента современной техники и технологий.

Уметь самостоятельно строить и исследовать математические и механические модели технических систем, квалифицированно применяя при этом аналитические и численные методы исследования и используя возможности современных компьютеров и информационных технологий; находить рациональный подход к решению механических проблем повышенной сложности, в том числе требующих оригинальных подходов; читать и анализировать учебную и научную литературу по математике, информатике, теоретической механике и сопротивлению материалов.

Владеть основывающимися на законах механики и сопротивления материалов методами и алгоритмами исследования равновесия материальной точки, твёрдого тела и механической системы, математической и естественнонаучной культурой.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

4.1. Учебно-образовательные разделы дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, применением интерактивных методов	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контр. работы и др.	СРС	КП/КР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Основные положения сопротивления материалов	5		10	10			30		8/40	
1.1	Краткие исторические сведения о развитии сопротивления материалов	5	1	2	2			6		2/50	
1.2	Виды элементов конструкций и нагрузок	5	2	2	2			6		2/50	
1.3	Деформации, внутренние силы упругости, допущения	5	3	2	2			6		2/50	
1.4	Метод сечений. Виды деформаций и напряжений	5	4, 5	4	4			12		2/25	
2	Расчеты на прочность при статическом нагружении. Простые деформации	5		8	8			24		8/50	
2.1	Внутренние силы. Метод сечений. Напряжения и деформации.	5	6	2	2			6		2/50	
2.2	Растяжение-сжатие. Расчет на прочность и жесткость прямых стержней.	5	7	2	2			6		2/50	Рейтинг-контроль №1
2.3	Кручение. Расчет на прочность и жесткость валов.	5	8	2	2			6		2/50	
2.4	Геометрические характеристики поперечных сечений бруса.	5	9	2	2			6		2/50	
3	Сложное сопротивление.	5		18	18			54		14/39	
3.1	Прямой изгиб. Расчет на прочность балок.	5	10	2				6		2/50	
3.2	Косой изгиб.	5	11	2	2			6		2/50	
3.3	Сдвиг. Расчет прочности на сдвиг.	5	12	2	2			6		2/50	Рейтинг-контроль №2
3.4	Устойчивость равновесия сжатых стержней.	5	13	2	2			6		2/50	
3.5	Изгиб с кручением	5	14 15	4	4			12		2/25	
3.6	Смятие. Расчет прочности на смятие	5	16	2	2			6		2/50	

3.7	Усталость. Расчет на прочность при циклических нагрузках.	5	17 18	4	4			12		2/25	Рейтинг-контроль №3
	Промежуточная аттестация.										Экзамен
	Всего:			36	36			108		30/42	36

4.2. Содержание учебно-образовательных разделов

1. Основные положения сопротивления материалов

1.1. Краткие исторические сведения о развитии сопротивления материалов.

1.2. Виды элементов конструкций и типы нагрузок.

1.3. Деформации, внутренние силы упругости, допущения в сопротивлении материалов.

1.4. Виды деформаций и напряжений. Метод сечений. Геометрические характеристики плоских сечений. Моменты инерции. Геометрические характеристики составных сечений. Стандартные сечения.

2. Расчеты на прочность при статическом нагружении. Простые деформации

2.1. Введение. Основные понятия. Схематизация форм элементов, свойств материалов. Основные принципы сопротивления материалов. Внешние и внутренние силы. Метод сечений. Внутренние усилия.

2.2. Центральное растяжение-сжатие. Продольная сила. Нормальные напряжения. Линейное напряженное состояние. Деформации. Закон Гука. Механические свойства материалов. Характеристики прочности. Прочностная модель типовых элементов. Расчет на прочность. Перемещения и деформации. Расчет на жесткость. Эпюры продольных сил, нормальных напряжений, линейных перемещений.

2.3. Кручение. Крутящий момент. Касательное напряжение. Угловые деформации и перемещения. Расчет на прочность и жесткость.

2.4. Сдвиг. Напряженное состояние чистый сдвиг. Практический расчет элементов, работающих на сдвиг.

3. Сложное сопротивление

3.1. Прямой изгиб. Внутренние усилия: поперечная сила, изгибающий момент, эпюры. Напряжения и деформации при изгибе. Прочностная модель элементов при изгибе. Расчет на прочность. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Метод Мора.

3.2. Косой изгиб. Внутренние усилия. Нормальное напряжение. Нулевая линия в поперечном сечении балки. Опасные точки. Расчет на прочность при косом изгибе. Перемещения.

3.3 Сдвиг. Напряженное состояние чистый сдвиг. Практический расчет элементов, работающих на сдвиг.

3.4. Устойчивость сжатого стержня. Задача Эйлера. Критическая сила. Пределы применимости формулы Эйлера. Гибкость стержня. Формула Ясинского. Практический расчет сжатого стержня

3.5. Изгиб с кручением. Расчет на прочность.

3.6. Смятие. Расчет прочности на смятие.

3.7. Усталость. Динамическое действие нагрузки. Расчет элементов, движущихся с постоянным ускорением. Ударное действие нагрузки. Динамический коэффициент. Расчет на прочность при ударе. Расчет на прочность при циклических нагрузках.

4.3. Практические занятия

Практические занятия являются формой индивидуально-группового обучения. Целью практических занятий является закрепление теоретического материала на основе решения соответствующих задач и рассмотрения примеров расчета на прочность и жесткость типовых элементов конструкций.

Темы практических занятий

№ п/п	Учебно-образовательный раздел Цели практических занятий	Наименование занятия
1	Раздел 1. Цель: Изучение основных понятий и определений статики, аксиом, связей и их реакций. Овладение навыками проектирования сил на оси координат и определения момента сил относительно точки и оси. Научить определять реакции связей одного и нескольких тел, составлять уравнения равновесия при действии на тело различных систем сил.	<ol style="list-style-type: none">1. Проектирование силы на ось. Система сходящихся сил.2. Произвольная плоская система сил. Уравнения равновесия.3. Равновесие сочлененной системы тел.4. Произвольная пространственная система сил. Уравнения равновесия.

<p>2</p>	<p>Раздел 2. Цель: Изучение основных принципов сопротивления материалов. Овладение навыками составления прочностной модели типовых элементов конструкций при различных видах статической нагрузки. Освоение методов расчета на прочность типовых элементов конструкций.</p>	<p>5. Метод сечений. Растяжение–сжатие. Определение продольной силы, построение эпюры N.</p> <p>6. Нормальное напряжение при растяжении-сжатии. Условие прочности. Виды расчета на прочность. Выбор рациональных сечений.</p> <p>7. Перемещения и деформации при растяжении-сжатии. Эпюры перемещений. Расчет стержня на жесткость.</p> <p>8. Геометрические характеристики плоских сечений. Центр тяжести. Моменты инерции.</p> <p>9. Кручение. Крутящий момент. Касательное напряжение при кручении. Расчет на прочность .</p> <p>10. Прямой изгиб. Внутренние усилия, эпюры.</p> <p>11. Напряжения в поперечном сечении балки при изгибе. Методы расчета на прочность.</p> <p>12. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Методы определения перемещений, метод Мора.</p>
<p>3</p>	<p>Раздел 3. Цель: Изучение принципа независимости действия сил применительно к сложному сопротивлению. Усвоение методов расчета на прочность типовых элементов конструкций при совместном действии нескольких внутренних усилий. Оценка действия нескольких факторов нагрузки.</p>	<p>13. Косой (сложный) изгиб. Определение внутренних усилий. Построение эпюр.</p> <p>14. Опасное сечение. Построение нулевой линии. Расчет на прочность.</p> <p>15. Внецентренное растяжение-сжатие. Внутренние усилия. Нормальное напряжение. Построение нулевой линии. Расчет на прочность. Построение ядра сечения.</p> <p>16. Определение критической силы в зависимости от гибкости стержня. Формула Эйлера, формула Ясинского.</p> <p>17. Расчет на устойчивость с использованием коэффициента продольного изгиба.</p> <p>18. Расчет стержня на прочность при ударной нагрузке. Динамический коэффициент.</p>

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ориентация на образовательные технологии, являющиеся конкретным способом достижения целей образования в рамках намеченной стратегической технологии.

При чтении лекций по темам 1.3; 1.4; 2.1; 3.2 используется метод проблемного изложения материала с применением макетов.

Большая часть лекционного материала оформлена в виде презентации с использованием стандартной программы в PowerPoint. Для демонстрации данного наглядно-иллюстрированного материала лекций используется соответствующая аппаратура (ноутбук, проектор).

Для реализации компетентного подхода предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. предусмотрено проведение ролевых игр, запланирован разбор конкретных ситуаций с целью формирования и развития профессиональных компетенций у обучающихся (ПК-3, ПК-6).

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 42%.

С целью активизации самостоятельной работы студентов целесообразно использование опережающей самостоятельной работы. Студенты самостоятельно изучают отдельные темы, отдельные вопросы, дополнительную литературу до изучения теоретического материала, что позволяет преподавателю опереться на изученный студентами материал. При этом вырабатываются значительный багаж знаний, навыков и умений, способность анализировать, осмысливать и оценивать современные события, решать профессиональные задачи на основе единства теории и практики, что гарантирует успешное освоение профессии.

Обсуждение студенческих докладов проходит в диалоговом режиме. Такая интерактивная технология способствует развитию у студентов анализировать и синтезировать изучаемый материал, оформлять, представлять и докладывать его аудитории, умению вести дискуссию, аргументировано отстаивать свою точку зрения.

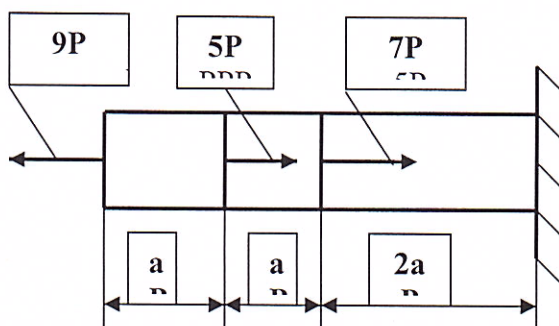
Для того чтобы на экзамене оценить не только объем выученной информации, но и проверить полученные умения и навыки целесообразно в экзаменационный билет вводить вопрос практического характера.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости:

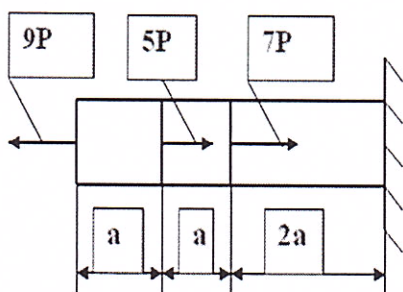
РЕЙТИНГ – КОНТРОЛЬ 1

Задача на растяжение и сжатие



Стальной стержень круглого поперечного сечения нагружен продольными силами. Построить эпюры нормальных сил и перемещений. Определить диаметр стержня, если допускаемое напряжение $[\sigma] = 160$ МПа, модуль упругости $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

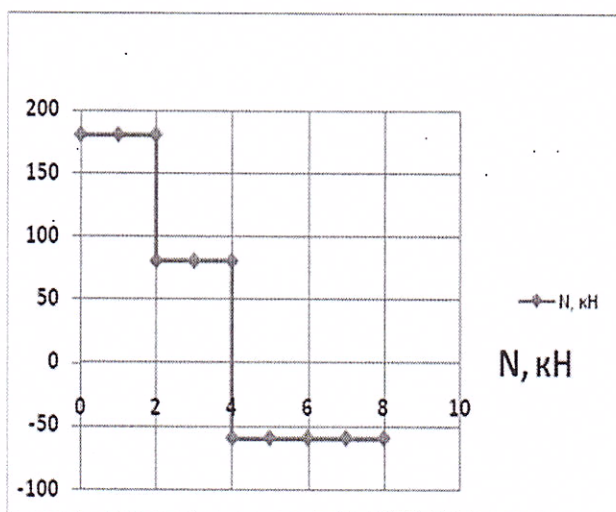
$P = 20$ кН, $a = 2$ м.

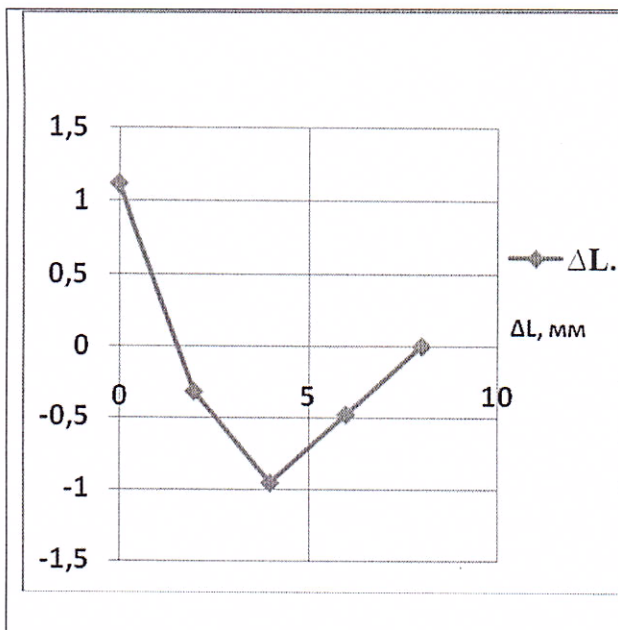


Решение

1. Для построения эпюры, т.е. графика нормальных сил, применим метод сечений. Если строить график слева, то не нужно определять опорные реакции, т.к. опора (заделка) находится справа. Правило знаков для нормальной силы: если внешняя сила направлена от сечения, т.е. она растягивает стержень в месте этого сечения, то нормальная сила положительна $N > 0$. Если внешняя сила направлена к сечению, т.е. она сжимает стержень, то нормальная сила отрицательна $N < 0$. Обозначим продольную ось стержня x . Тогда на первом участке слева $0 \leq x \leq a$. В соответствии с методом сечений мысленно рассечём стержень на первом участке на расстоянии x от левого конца. Нормальная сила в этом сечении равна по правилу суммы проекций на ось x всех внешних сил, действующих слева (или справа) от рассматриваемого сечения. То есть $N_1 = \sum_{\text{слева}} X_i = 9P = 180$ кН. (Если внешняя сила совпадает с осью, на которую она проектируется, или параллельна этой оси, то проекция равна самой силе, т.е. совпадает с ней. Если внешняя сила P отклоняется от оси x на угол α , то проекция $X_i = P \cdot \cos \alpha$). На первом участке нормальная сила не зависит от x , т.е. $N = \text{const}$.

На втором участке $a \leq x \leq 2a$ и





нормальная сила $N_2 = \sum_{\text{слева}} X_i = 9P - 5P = 80$ кН. На третьем участке $2a \leq x \leq 4a$ и нормальная сила $N_3 = \sum_{\text{слева}} X_i = 9P - 5P - 7P = -60$ кН. Результаты расчёта показаны на эпюре нормальных сил.

2. Определять размер поперечного сечения стержня необходимо по тому участку (или сечению), в котором действует наибольшая по абсолютной величине нормальная сила. Это первый участок, на котором $N_{\max} = 180$ кН.

Условие прочности при растяжении:

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{F} \leq [\sigma],$$

где σ_{\max} – максимальное нормальное напряжение в поперечном сечении стержня; F – площадь поперечного сечения стержня; $[\sigma]$ – допускаемое напряжение.

Из условия прочности $F \geq \frac{N_{\max}}{[\sigma]}$.

Т.к. стержень круглого поперечного сечения, то диаметр стержня $d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \geq$

$$\geq \sqrt{\frac{4N_{\max}}{\pi[\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 180 \cdot 10^3}{\pi \cdot 160}} = 37,85 \text{ мм.}$$

$$\geq \sqrt{\frac{4N_{\max}}{\pi[\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 180 \cdot 10^3}{\pi \cdot 160}} = 37,85 \text{ мм.}$$

Принимаем ближайшее большее число из ряда предпочтительных чисел $d = 40$ мм.

Площадь поперечного сечения стержня

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 1256,6 \text{ мм}^2.$$

3. Построение эпюры перемещений следует начинать с третьего участка, т.к. сечение в заделке закреплено и его перемещение равно 0. Это сечение принимается за точку отсчёта. Третий участок находится в сжатом состоянии, поэтому сечение, разделяющее третий и второй участки, приближается к заделке, этот участок становится короче. Это перемещение определяется по формуле (Р06):

$$\Delta L_3 = \frac{N_3}{E} \cdot \frac{2a}{F} = \frac{-60 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5} \cdot \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^2}{1256,6} = -0,955 \text{ мм.}$$

Второй участок растянут, поэтому его сечение на границе с первым участком будет удаляться от заделки по сравнению с его правой границей:

$$\Delta L_2 = \Delta L_3 + \frac{N_2}{E} \cdot \frac{a}{F} = -0,955 +$$

$$\frac{80 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5} \cdot \frac{2 \cdot 10^2}{1256,6} = -0,955 + 0,637 = -0,318$$

мм.

Первый участок также растянут, поэтому его торцовое сечение будет удаляться от заделки по сравнению с его границей со вторым участком:

$$\Delta L_1 = \Delta L_3 + \Delta L_2 + \frac{N_1}{E} \cdot \frac{a}{F} = -0,955 + 0,637 +$$

$$+ \frac{180 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^5} \cdot \frac{2 \cdot 10^2}{1256,6} = -0,955 + 0,637 + 1,432 =$$

= 1,114 мм. Это ответ.

Эпюра перемещений сечений стержня ΔL приведена на рисунке.

РЕЙТИНГ – КОНТРОЛЬ 2

Задача на кручение валов

Определить диаметр первичного вала редуктора и угол закручивания правого торцевого сечения вала по отношению к левому, если редуктор передает мощность $N = 150$ л.с. при частоте вращения $n = 1600$ об/мин и длине вала $L = 0,8$ м.

Допускаемое напряжение $[\tau] = 80$ МПа, а модуль сдвига $G = 8 \cdot 10^4$ МПа.

Следует сделать округление диаметра до ближайшего чётного числа или до числа, оканчивающегося на 0 или на 5.

Решение

В данной задаче задан не крутящий момент, передаваемый редуктором, а мощность и частота вращения. Эти параметры заданы несистемными единицами (л.с. и об/мин), которые по старой традиции до сих пор ещё применяются. Если мощность задана в лошадиных силах, её нужно перевести в системную единицу – в кВт, используя соотношение между этими единицами: $1 \text{ кВт} = 1,36 \text{ л.с.}$

Тогда $N = 150 \text{ л.с.} = 150/1,36 = 110,3 \text{ кВт} = 110,3 \cdot 10^3 \text{ Вт.}$

Частота вращения задана в оборотах в минуту. Для перевода её в системные единицы, т.е. в угловую скорость, следует применить формулу:

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \quad (\text{k 14})$$

где ω – угловая скорость вала, радиан в секунду (рад/с или 1/с);

n – частота вращения в оборотах в минуту (об/мин).

Для нашей задачи $\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{\pi \cdot 1600}{30} = 167,6 \left(\frac{1}{\text{с}}\right)$.

Связь крутящего момента Mk в Нм с мощностью N в ваттах (Вт) и угловой скоростью ω в 1/с при вращении тела (вала) выражается формулой:

$$Mk = \frac{N}{\omega} \quad (\text{k 15})$$

В нашем примере $Mk = \frac{N}{\omega} = \frac{110,3 \cdot 10^3}{167,6} = 658,1 \text{ Нм} = 658,1 \cdot 10^3 \text{ Нмм.}$

Для определения диаметра вала редуктора следует использовать формулу для определения максимального касательного напряжения и условия прочности при кручении вала с круглым поперечным сечением:

$$\tau_{\max} = Mk / W_p \leq [\tau], \quad (\text{k8})$$

где $[\tau] = [\sigma]/2$ – допускаемое касательное напряжение в МПа,

W_p – полярный момент сопротивления поперечного сечения круглого сплошного вала $W_p = \pi D^3/16$. (k13)

На основе формул (k8) и (k13) определим диаметр вала:

$$D \geq \sqrt[3]{\frac{16 Mk}{\pi [\tau]}} \quad (\text{k16})$$

Результат вычисления $D \geq \sqrt[3]{\frac{16 Mk}{\pi [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 658,1 \cdot 10^3}{\pi \cdot 80}} = 3,47 \cdot 10 = 34,7 \text{ мм.}$

Для согласования размерностей числителя и знаменателя подкоренного выражения крутящий момент Mk подставлен не в ньютонметрах, а в ньютонмиллиметрах (для этого $Mk = 658,1 \cdot 10^3$), т.к. допускаемое напряжение $[\tau]$ выражается в Мегапаскалях ($1 \text{ МПа} = 1 \frac{\text{МН}}{\text{м}^2} = \frac{10^6 \text{ Н}}{10^6 \text{ мм}^2} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$). Полученное значение диаметра вала следует округлить до ближайшего увеличенного числа из ряда предпочтительных чисел: $D = 35 \text{ мм.}$

Для определения угла закручивания ϕ правого торцевого сечения вала по отношению к левому применяется формула:

$$\phi = Mk \cdot L / GI_p, \quad (\text{k9a})$$

где L – длина вала, мм;

G – модуль сдвига, МПа;

I_p – полярный момент инерции, который для круглого поперечного сечения сплошного вала равен $I_p = \pi D^4/32$ (мм⁴). (k11)

$$\text{Для нашего примера } I_p = \pi D^4/32 = \frac{\pi \cdot 35^4}{32} = 147323,5 \text{ мм}^4.$$

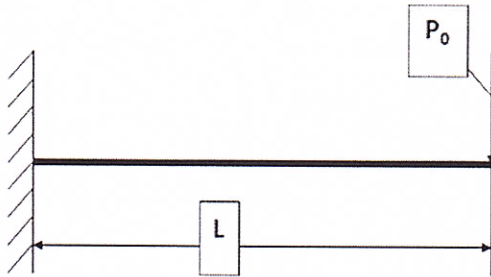
$$\text{Результат вычисления } \varphi = Mk \cdot L / GI_p = \frac{658,1 \cdot 10^3 \cdot 0,8 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^4 \cdot 147323,5} = 0,04467 \text{ рад} = 0,455 \cdot \frac{180}{\pi} = 2,559^\circ = 2^\circ 33' 34''.$$

Ответ: диаметр вала $D = 35$ мм, угол закручивания правого торцевого сечения вала по отношению к левому $\varphi = 2^\circ 33' 34''$.

РЕЙТИНГ – КОНТРОЛЬ 3

Задачи на изгиб

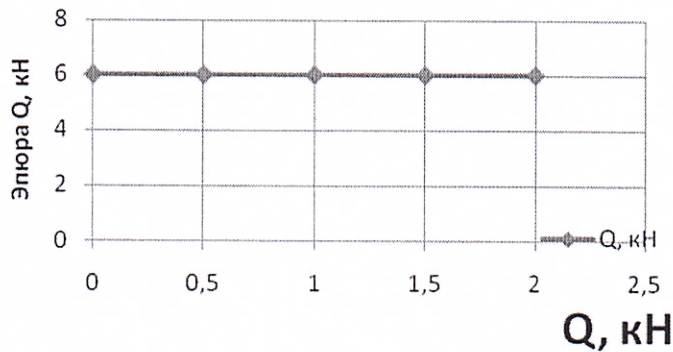
Задача на изгиб 1



Построить эпюры Q и M_z .

Подобрать сечение прямоугольной деревянной балки с отношением размеров поперечного сечения $H/B = 2$, если допустимое напряжение $[\sigma] = 20$ МПа. Схема приведена на рисунке. $P_0 = 6$ кН, $L = 2$ м.

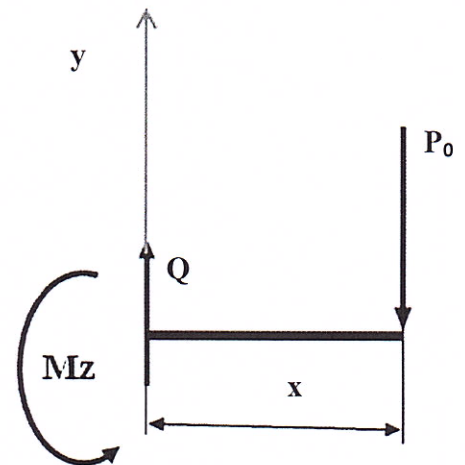
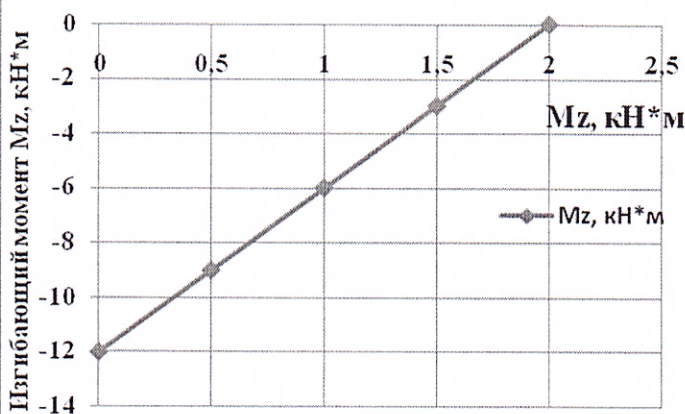
Определить максимальный прогиб балки, если модуль упругости $E = 1 \cdot 10^4$ МПа.

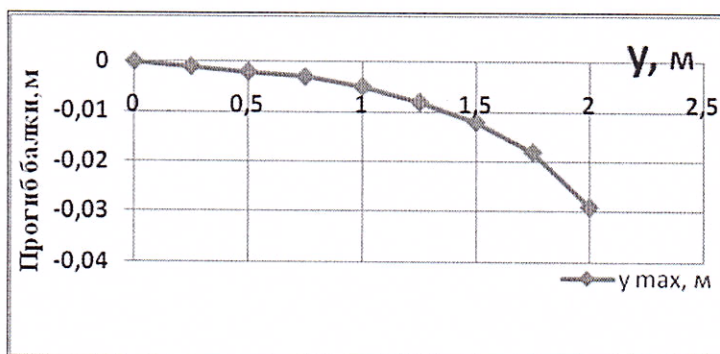


Решение

1. Для построения эпюр Q и M_z применяется метод сечений. Если для этого идти слева, то предварительно нужно определить в заделке (в месте крепления балки) опорную реакцию и реактивный момент. Если строить эпюры справа, то этого можно не делать, т.к. справа все внешние силы известны.

На расстоянии x от правого конца





балки, причём $0 \leq x \leq L$, мысленно рассечём её на две части и отбросим левую часть, как показано на рисунке. К этому сечению приложим поперечную силу Q и изгибающий момент Mz .

Правило: поперечная сила в рассматриваемом сечении равна сумме проекций на вертикальную ось y всех

6.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины:

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

по дисциплине «Сопротивление материалов»

1. Растяжение-сжатие

1. Упругость. Пластичность и хрупкость. Твердость. Реальный объект и расчетная схема. Силы внешние и внутренние.
2. Метод сечений. Основные виды нагружения бруса.
3. Растяжение и сжатие. Внутренние силы в поперечных сечениях. Построение эпюр нормальных сил и перемещений.
4. Удлинение стержня и закон Гука. Напряжения. Деформации. Модуль упругости первого рода.
5. Продольные и поперечные деформации. Коэффициент Пуассона
6. Испытание образцов материалов на растяжение и сжатие.
7. Механизм образования упругих и пластических деформаций.
8. Диаграмма растяжения. Основные механические характеристики материалов.
9. Расчеты на прочность при растяжении по допускаемым напряжениям. Коэффициент запаса прочности.

2. Кручение. Изгиб

1. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Модуль упругости второго рода.
2. Условие прочности при сдвиге. Закон парности касательных напряжений.
3. Кручение бруса с круглым поперечным сечением. Построение эпюр крутящих моментов.
4. Определение напряжений и перемещений при кручении бруса с круглым поперечным сечением.
5. Расчеты на прочность и жесткость при кручении бруса с круглым поперечным сечением.

6. Геометрические характеристики поперечных сечений бруса. Статические моменты сечения. Центральные оси. Центр тяжести.
7. Моменты инерции поперечного сечения бруса. Преобразование моментов инерции при параллельном переносе осей.
8. Преобразование моментов инерции при повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции.
9. Внутренние силовые факторы, возникающие в поперечных сечениях бруса при изгибе.
10. Определение опорных реакций балок. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
11. Напряжения при чистом изгибе. Расчет на прочность при изгибе.

3. Сложное сопротивление

1. Напряжённое состояние при растяжении и сжатии. Главные оси и главные напряжения.
2. Теории прочности (теории предельных напряжённых состояний). Эквивалентные напряжения. Условия прочности для случая сложного напряжённого состояния.
3. Косой изгиб. Расчёт на прочность.
4. Изгиб с кручением круглых валов, внутренние силовые факторы, напряжения, расчет на прочность.
5. Устойчивость равновесия сжатых стержней. Задача Эйлера. Критическая сила. Коэффициенты приведения длины в расчетах на устойчивость.
6. Устойчивость стержня при наличии пластических деформаций. Критическое напряжение. Предельная гибкость.
7. Прочность при циклически изменяющихся напряжениях. Понятие об усталостной прочности.
8. Основные характеристики цикла и предел усталости при симметричном цикле.
9. Диаграмма усталостной прочности и определение коэффициента запаса усталостной прочности

6.3. Самостоятельная работа студентов

Целью самостоятельной работы студентов заключается в глубоком полном усвоении учебного материала и развития навыков самообразования. Это позволяет реализовать: - познавательный компонент высшего образования (усваивать необходимую сумму знаний по данной дисциплине, способствовать самостоятельному пополнению этих знаний);

- развивающий компонент высшего образования (выработка навыков аналитического и логического мышления, способность профессионально оценивать ситуацию и находить правильное решение);
- воспитательный компонент высшего образования (формирование профессионального сознания, развитие общего уровня личности).

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- работу с текстами, нормативными материалами, первоисточниками, дополнительной литературой, сведениями интернета, проработкой конспектов лекций;
- составление презентаций и проектирование занятий с использованием различных инновационных образовательных технологий;
- участие на научно-практических конференциях;
- подготовку к экзамену.

Рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов по курсу призвана не только закреплять и углублять знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовывать свое время.

При выполнении самостоятельной работы студенту необходимо прочитать теоретических материал в учебниках и учебных пособиях, указанных в библиографических списках, познакомиться с публикациями в периодических изданиях.

Для подготовки к лабораторным занятиям нужно рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой учебной литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

Подготовка к зачету должна осуществляться на основе лекционного материала, материала лабораторных занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу.

Форма контроля самостоятельной работы

1. На каждой лекции студенты имеют возможность выступить с дополнениями по изучаемым темам (до 5 мин).
2. Три рейтинг-контроля знаний студентов.
3. Проверка письменных контрольных работ с последующим обсуждением результатов.
4. Совместная творческая деятельность по выполнению практических задач.
5. Общение на практических занятиях и индивидуальных консультациях.

6. Вопросы для коллоквиумов по сопротивлению материалов

№	Тема коллоквиума	Вопросы к коллоквиуму
1.	Растяжение-сжатие	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое брус, оболочка, массив? Привести примеры использования этих понятий. 2. Что такое упругость и твердость материала? 3. Что такое пластичность и хрупкость материала? 4. Что такое реальный объект и расчетная схема? 5. Какие силы называются внешними и внутренними? 6. Что такое нормальное сечение объекта? 7. В чем заключается суть метода сечений? 8. Назовите основные виды нагружения бруса. 9. Что такое деформация растяжения? 10. Что такое деформация сжатия? 11. Что такое эпюра нормальных сил? 12. Что такое эпюра перемещений? 13. Построение эпюр. 14. Сформулируйте закон Гука. 15. Что такое напряжения? Назовите единицы измерения напряжения. 16. Что такое модуль упругости первого рода? 17. Природа продольных и поперечных деформаций. Коэффициент Пуассона 18. Характеристики материалов на растяжение. 19. Что такое предел пропорциональности? 20. Что такое предел текучести? 21. Что такое предел прочности? 22. Что такое диаграмма растяжения?
2.	Кручение и изгиб	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое чистый сдвиг? 2. Сформулируйте закон Гука при сдвиге. 3. Что такое модуль упругости второго рода? 4. Сформулируйте условие прочности при сдвиге. 5. Сформулируйте закон парности касательных напряжений. 6. Что такое деформация кручения? 7. Что такое эпюры крутящих моментов? 8. Постройте эпюры крутящих моментов для бруса с круглым поперечным сечением. 9. Рассчитайте напряжения и перемещения при кручении бруса с круглым поперечным сечением. 10. Произведите расчеты на прочность и жесткость при кручении бруса с круглым поперечным сечением. 11. Назовите геометрические характеристики поперечных сечений бруса. 12. Что такое статические моменты сечения? 13. Что такое центр тяжести? 14. Что такое моменты инерции поперечного сечения бруса? 15. Преобразование моментов инерции при параллельном переносе осей. 16. Преобразование моментов инерции при повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции.

		<p>17. Назовите внутренние силовые факторы, возникающие в поперечных сечениях бруса при изгибе.</p> <p>18. Что представляют собой опорные реакции балок?</p> <p>19. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.</p> <p>20. Что представляют собой напряжения при чистом изгибе?</p> <p>21. Произведите расчет на прочность при изгибе.</p>
3.	Сложное сопротивление	<p>1. Что представляет собой напряжённое состояние при растяжении и сжатии?</p> <p>2. Что такое главные оси и главные напряжения?</p> <p>3. Что такое предельное напряжённое состояние?</p> <p>4. Что такое эквивалентные напряжения?</p> <p>5. Назовите условия прочности для случая сложного напряжённого состояния.</p> <p>6. Что такое кривой изгиб?</p> <p>7. Произведите расчёт на прочность при кривом изгибе.</p> <p>8. Опишите изгиб с кручением круглых валов?</p> <p>9. Назовите внутренние силовые факторы при изгибе с кручением круглых валов.</p> <p>10. Произведите расчет на прочность при изгибе с кручением круглых валов.</p> <p>11. Что такое устойчивость равновесия сжатых стержней?</p> <p>12. В чем заключается задача Эйлера?</p> <p>13. Что такое критическая сила?</p> <p>14. Коэффициенты приведения длины в расчетах на устойчивость.</p> <p>15. Критическое напряжение при наличии пластических деформаций.</p> <p>16. Что такое предельная гибкость?</p> <p>17. Прочность при циклически изменяющихся напряжениях. Понятие об усталостной прочности.</p> <p>18. Перечислите основные характеристики цикла при циклических напряжениях.</p> <p>19. Что такое предел усталости при симметричном цикле.</p> <p>20. Что представляет собой диаграмма усталостной прочности?</p> <p>21. Произведите вычисление коэффициента запаса усталостной прочности</p>

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Литература из фонда библиотеки ВлГУ

а) основная литература:

1. Кирсанова Э.Г. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кирсанова Э.Г.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2012.— 110 с.
2. Агаханов М.К. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Агаханов М.К., Богопольский В.Г., Кузнецов В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 171 с
3. Щербакова Ю.В. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Щербакова Ю.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга, 2012.— 159 с.
4. Ганджунцев М.И. Техническая механика. Часть 1. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ганджунцев М.И., Петраков А.А., Портаев Л.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 200 с.

б) дополнительная литература:

1. Сопротивление материалов. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.М. Атаров [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2009.— 64 с.
2. Сопротивление материалов. Часть 2 (2-е издание) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.М. Атаров [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 98 с.
3. Атапин В.Г. Сопротивление материалов. Базовый курс. Дополнительные главы [Электронный ресурс]: учебник/ Атапин В.Г., Пель А.Н., Темников А.И.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011.— 507 с.
4. Орлова А.Н. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: журнал лабораторных работ/ Орлова А.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Прометей, 2011.— 52 с.

в) периодическая литература:

1. Вестник машиностроения
2. Школа и производство

г) интернет-ресурсы:

- 1). <http://www.isopromat.ru/sopromat>
- 2). <http://www.toehelp.ru/theory/sopromat/>
- 3). <http://reshatel.org/reshenie-zadach/reshenie-zadach-po-soprotivleniyu-materialov/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Лекционные занятия - с использованием мультимедийных средств:

- а) краткий конспект лекций на электронном носителе;
- б) комплект электронных презентаций и слайдов;
- в) аудитория, оснащенная проектором, экраном, ноутбук.

8.2. Практические занятия - с использованием мультимедийных средства, моделей и плакатов испытательных машин и ПЭВМ:

- а) комплект электронных презентаций и слайдов;
- б) презентационная техника (проектор, экран, компьютер).
- в) инженерные микрокалькуляторы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ПрООП ВО по направлению бакалавриата 54.03.04 «Реставрация»

Рабочую программу составил доцент кафедры ТЭО

Кошкин Виктор Леонидович _____

Рецензент (представитель работодателя)
директор МБОУ «Лицей-интернат № 1» г. Владимир

И.А.Пасынков _____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТЭО

Протокол № 7 от 10.03 2015 года.

Заведующий кафедрой ТЭО _____

Программа одобрена на заседании УМК ИИХО

Протокол № 11 от 04.04 2015 года

Председатель УМК ИИХО _____

Handwritten signature