

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.Б.08.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика 2

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
15.03.01 Машиностроение

направленность (профиль)

Современные технологические процессы изготовления деталей в машиностроении

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 6 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр Форма контроля Вид занятий	3	Итого
	РГР, зачет	
Лекции	34	34
Лабораторные	18	18
Практические	50	50
Руководство: РГР	1	1
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	103,25	103,25
Самостоятельная работа	112,75	112,75
Контроль	-	-
Итого	216	216

Рабочую программу составил(и):

доцент, кандидат физ.-мат. наук, Гордиенко Е.П.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

доцент, кандидат технических наук, Разуваев А.А.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☐

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

15.03.01 Машиностроение

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2024г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

«Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

В.В. Ельцов

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Нанотехнологии, материаловедение и механика»

(протокол заседания № 1 от «30» августа 2019 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – научить будущих бакалавров правильно выбирать конструкционные материалы и конструктивные формы, обеспечивать высокие показатели надежности, долговечности и безопасности напряженных конструкций и узлов оборудования, создавать эффективные и экономичные конструкции.

Учебный курс «Механика 2» - это часть общей дисциплины «Механика», в которой изложены основы науки «Сопротивление материалов» - науки о прочности и жесткости элементов инженерных конструкций.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: высшая математика, физика, механика 1 (теоретическая механика).

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: механика 3 (детали машин и основы конструирования), механика 4 (теория машин и механизмов).

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
(ОПК-1) умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования		Знать: основные методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость
		Уметь: производить анализ расчетных схем, идентифицировать виды деформации, применять методы расчета в соответствии с поставленной задачей, анализировать полученный результат и делать выводы о работоспособности конструкции
		Владеть: методами расчета на прочность, жесткость и устойчивость типовых расчетных схем

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	Лек1	Введение. Метод сечений. Построение эпюр ВСФ при растяжении-сжатии, кручении, изгибе	3	2			Вопросы к зачету 1-3
Модуль 1	Пр 1	Решение задач по теме «Построение эпюр ВСФ при растяжении-сжатии и кручении»	3	2	1		Комплект заданий для Пр 1
Модуль 1	РГР 1.1-2	Самостоятельное решение задач по теме: «Построение эпюр ВСФ при растяжении-сжатии и кручении»	3	3	2		Комплект задач для РГР 1.1-2
Модуль 1	Лаб1	Отработка техники построения эпюр ВСФ на консольной балке экспресс методом по характерным сечениям	3	2	1	2	Комплект заданий для Лаб 1
Модуль 1	Пр 2	Отработка техники построения эпюр ВСФ на двухопорной балке экспресс методом по характерным сечениям	3	2	1		Комплект заданий для Пр
Модуль 1	РГР №1.3	Самостоятельное решение задач по теме: "Построение эпюр ВСФ на балках при изгибе"	3	8	4		Комплект задач для РГР 1.3
Модуль 1	Лек 2	Построение эпюр ВСФ на плоских и пространственных рамах	3	2			Вопросы к зачету 38-40
Модуль 1	Пр3	Отработка техники построения эпюр ВСФ на двухопорной раме экспресс методом по характерным сечениям	3	2	1		Комплект заданий для Пр 3
Модуль 1	Лаб 2	Отработка техники построения эпюр ВСФ на консольной раме экспресс методом по характерным сечениям	3	2	1	2	Комплект заданий для Лаб 2
Модуль 1	РГР 1.4	Самостоятельное решение задач по теме: "Построение эпюр ВСФ на рамах при изгибе"	3	8	5		Комплект задач для РГР 1.4

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1	Пр 4	Решение задач по теме: "Построение эпюр ВСФ на пространственно-ломаном брус"е"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 4
Модуль 1	РГР 1.5	Самостоятельное решение задач по теме: "Построение эпюр ВСФ на пространственно-ломаном брус"е"	3	8	4	-	Комплект задач для РГР 1.5
Модуль 2	Лек 3	Напряжения и деформации при растяжении-сжатии. Механические испытания материалов на растяжение и сжатие	3	2	-	-	Вопросы к зачету 11-16
Модуль 2	Лаб3	Изучение механических свойств материалов при растяжении и сжатии	3	2	1	-	Комплект заданий для Лаб 3
Модуль 3	Лек 4	Расчет на прочности жесткость при растяжении-сжатии	3	2		-	Вопросы к зачету 17-20
Модуль3	Пр 5	Решение задач по теме "Расчет на прочность при растяжении-сжатии"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 5
Модуль 3	Пр 6	Решение задач по теме "Расчет на жесткость при растяжении-сжатии"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 6
Модуль 3	РГР 2	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии"	3	10	5	-	Комплект задач для РГР 2
Модуль 4	Лек 5	Геометрические характеристики плоских сечений. Прямой поперечный изгиб. Определениенормальных и касательных напряжений. Метод Мора для случая изгиба	3	2	-	-	Вопросы к зачету 21-27, 41-47
Модуль 4	Пр 7	Решение задач по теме "Определение ЦТ и главных центральных моментов инерции сложного сечения"	3	2	1		Комплект заданий для Пр 7

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 4	РГР 3.1	Самостоятельное решение задач по теме: "Определение ЦТ и главных центральных моментов инерции сложного сечения"	3	7	3	-	Комплект задач для РГР 3.1
Модуль 5	Лек 6	Численные методы решения интеграла Мора. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Косой изгиб. Внецентренное растяжение-сжатие	3	2	-	-	Вопросы к зачету 45- 50,
Модуль 5	Пр 8	Решение задач по теме "Расчет на прочность при прямом изгибе"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 8
Модуль 5	Пр 9	Решение задач по теме "Расчет на жесткость при прямом изгибе"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 9
Модуль 5	РГР 3.2	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет на прочность и жесткость при прямом изгибе"	3	10	5	-	Комплект задач для РГР 3.2
Модуль 5	Лаб 4	Определение перемещений при прямом изгибе	3	2	1	2	Комплект заданий для Лаб 4
Модуль 5	Лек 7	Определение перемещений при косом изгибе. Примеры	3	2	-	-	Вопросы к зачету 45- 50
Модуль 5	Пр 10	Решение задач по теме "Расчет на прочность и жесткость при совместном действии двух прямых изгибе"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 10
Модуль 5	РГР 3.3	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет на прочность и жесткость при совместном действии двух прямых изгибов"	3	10	5	-	Комплект задач для РГР 3.3
Модуль 5	Лаб 5	Определение перемещений при прямом изгибе	3	2	1	2	Комплект заданий для Лаб 5

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 5	Пр 11	Решение задач по теме "Расчет на прочность при совместном действии изгиба и растяжения-сжатия»	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 11
Модуль 5	РГР 3.4	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет на прочность при совместном действии прямого изгиба и растяжения"	3	4	2	-	Комплект задач для РГР 3.4
Модуль 6	Лек 8	Сдвиг. Кручение стержней круглого сечения. Кручение стержней некруглого профиля	3	2	-	-	Вопросы к зачету 28-37
Модуль 6	Пр 12	Решение задач по теме "Расчет на прочность и жесткость при кручении вала круглого поперечного сечения"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 12
Модуль 7	Лек 9	Метод сил применительно к трем видам деформации.	3	2	-	-	Вопросы к зачету 51-52
Модуль 7	Пр 13	Решение задач по теме "Расчет статически неопределимых систем при растяжении - сжатии"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 13
Модуль 7	Пр 14	Решение задач по теме "Расчет статически неопределимых систем при растяжении - сжатии"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 14
Модуль 7	РГР 4.1	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет на прочность статически неопределимых систем при растяжении-	3	8	5	-	Комплект задач для РГР 4.1
Модуль 7	Лек 10	Учет симметрии при раскрытии статической неопределимости.	3	2	-	-	Вопросы к зачету 51-52
Модуль 7	Пр 15	Решение задач по теме "Расчет статически неопределимых балок при изгибе"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 15

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 7	Лаб 6	Определение момента защемления однопролетной статически неопределимой балки.	3	2	1	2	Комплект заданий для Лаб 6
Модуль 7	Пр 16	Решение задач по теме: "Расчет на прочность и жесткость статически неопределимой рамы"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 16
Модуль 7	РГР 4.2	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет на прочность и жесткость статически неопределимой рамы"	3	10,75	7	-	Комплект задач для РГР 4.2
МОДУЛЬ 7	Лаб 7	Определение перемещений в статически неопределимом замкнутом контуре	3	2	1	-	Комплект заданий для Лаб 7
Модуль 8	Лек 11	Напряженное и деформированное состояние в точке. Теории прочности. Общий случай нагружения.	3	2	-	-	Вопросы к зачету 53-57
Модуль 8	Пр 17	Решение задач на тему "Расчет на прочность в условиях сложного сопротивления"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 17
Модуль 8	Пр 18	Решение задач на тему "Расчет на прочность в условиях сложного сопротивления"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 18
Модуль 8	РГР 5	Самостоятельное решение задач по теме "Расчет на прочность пространственно ломаного бруса"	3	8	6	--	Комплект задач для РГР 5
Модуль 8	Лек 12	Определение перемещений на пространственной раме. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера.	3	2	-	-	Вопросы к зачету 58-60
Модуль 8	Лаб 8	Определение перемещений свободного конца ломаного бруса.	3	2	1	2	Комплект заданий для Лаб 8

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 9	Лек 13	Расчет на устойчивость за пределами пропорциональности и с помощью коэффициента продольного изгиба.	3	2	-	-	Вопросы к зачету 61-63
Модуль 9	Пр 19	Решение задач на тему "Определение критических параметров сжатого стержня при потере устойчивости"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 19
Модуль 9	Пр 20	Решение задач по теме: "Расчет сжатых стоек на устойчивость по грузоподъемности"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 20
Модуль 9	РГР 6.1	Самостоятельное решение задач по теме: "Расчет сжатой стойки на устойчивость"	3	6	5	-	Комплект задач для РГР 6.1
Модуль 9	Пр 21	Решение задач по теме: "Проектировочный расчет на устойчивость"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 21
Модуль 10	Лек 14	Расчет на выносливость при одноосном и двухосном напряженном состоянии.	3	2	-	-	Вопросы к зачету 64-67
Модуль 10	Пр 22	Решение задач по теме "Расчет на прочность при повторно-переменных нагрузках"	3	2	1	2	Комплект заданий для Пр 22
Модуль 10	РГР 6.2	Самостоятельное решение задач по теме "Расчет на прочность вала при повторно-переменных нагрузках"	3	6	5	-	Комплект задач для РГР 6.2
Модуль 11	Лек 15	Колебания механических систем с одной степенью свободы.	3	2	-	-	Вопросы к зачету 68-69
Модуль 11	Пр 23	Решение задач по теме "Расчет на прочность подмоторных балок"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 23
Модуль 11	Лек 16	Расчет на прочность и жесткость при ударе	3	2	-	-	Вопросы к зачету 70-73
Модуль 11	Пр 24	Решение задач по теме "Расчет упругих систем в условиях ударного воздействия"	3	2	1	-	Комплект заданий для Пр 24

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 11	РГР 6.3	Самостоятельное решение задач по теме: «Расчет на прочность и жесткость балки при поперечном ударе»	3	6	5	-	Комплект задач для РГР 6.3
Модуль 11	Лек 17	Обобщение материала по дисциплине	3	2	-	-	
Модуль 11	Лаб 9	Обзор современных экспериментальных методов исследования по сопротивлению материалов	3	2	-	-	
Модули 1- 11	РГР	Руководство РГР	3	1	-	-	
Модуль 11	Пр25	Тест итоговый	3	2	100		Тестовая база в ЦТ
Модули 1- 11	ПА	Промежуточная аттестация: зачет	3	0,25	-	-	Итоговый рейтинг
Итого:				216	100+100		

Схема расчета итогового балла: (Текущий рейтинг + Результат итогового тестирования)/2+ ББ(если ББ предусмотрены)

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Механика 2» используются следующие образовательные технологии:

- технологии традиционного обучения в форме лекций, лабораторных, практических занятий и самостоятельной работы студентов;
- технология балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов, включая тестирование как форму итогового контроля знаний студентов.
- элементы проблемного обучения в виде наличия вопросов проблемного характера в задачах расчетно-проектировочных работ и требований анализа полученных результатов с последующим выводом по решению задачи.

6. Методические указания по освоению дисциплины

1. Изучение теоретической части темы каждого модуля следует сразу закреплять на решении задач по данной теме.
2. Приступая к решению любой задачи, следует внимательно прочитать постановку задачи и, в соответствие с ней, выбирать алгоритм решения.
3. При оформлении решения задач рекомендуется строго следовать типовым алгоритмам и заканчивать выводами по результатам расчета.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ОПК-1	- Тестовые задания №№ 1-30 - РГР №№ 1-6 - Вопросы к зачету №№ 1-73

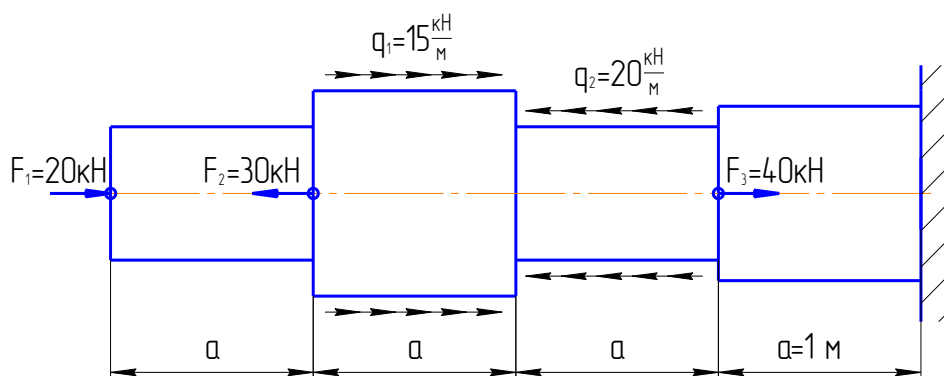
7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Комплект заданий для практического занятия №1

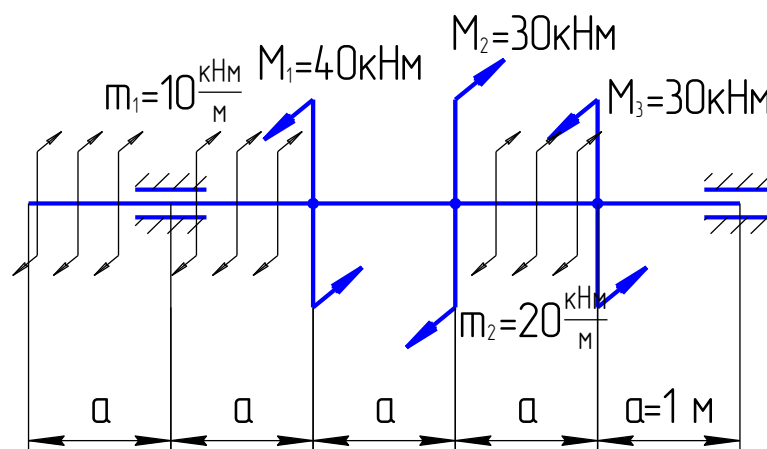
Тема: «Построение эпюры продольной силы N и крутящего момента M_z »

Типовые примеры заданий

Задача 1. Для данной расчетной схемы построить эпюру продольной силы N , используя метод построения по характерным сечениям.



Задача 2. Для данной расчетной схемы построить эпюру крутящего момента M_z , используя метод построения по характерным сечениям.



Критерии оценки:

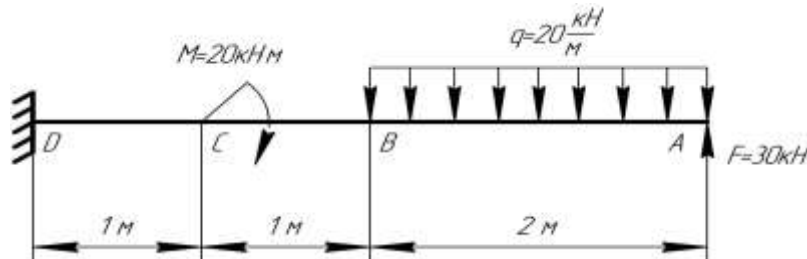
1 балл - если 2 самостоятельные задачи выполнены правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если 2 самостоятельные задачи выполнены правильно в пределах 0-40%.

7.2.2. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №1

Тема: «Построение эпюры поперечной силы и изгибающего момента на консольной балке экспресс методом по характерным сечениям»

Типовой пример задания

Для данной расчетной схемы построить эпюры поперечной силы и изгибающего момента, используя основные закономерности и определяя значения внутренних силовых факторов в характерных сечениях.



Критерии оценки:

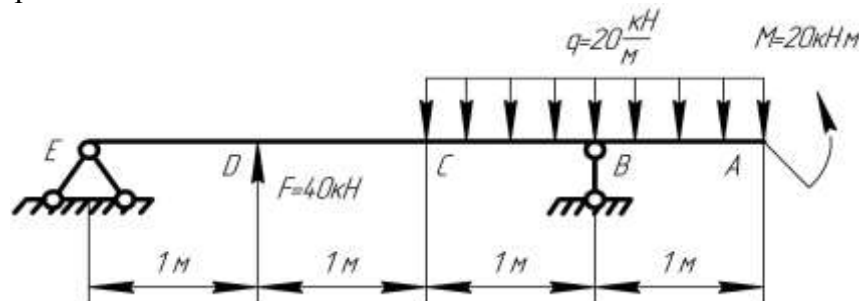
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.3. Комплект заданий для практического занятия №2

Тема: «Построение эпюры поперечной силы и изгибающего момента на двухопорной балке»

Типовой пример задания

Для данной расчетной схемы построить эпюры поперечной силы и изгибающего момента, используя основные закономерности и определяя значения внутренних силовых факторов в характерных сечениях.



Критерии оценки:

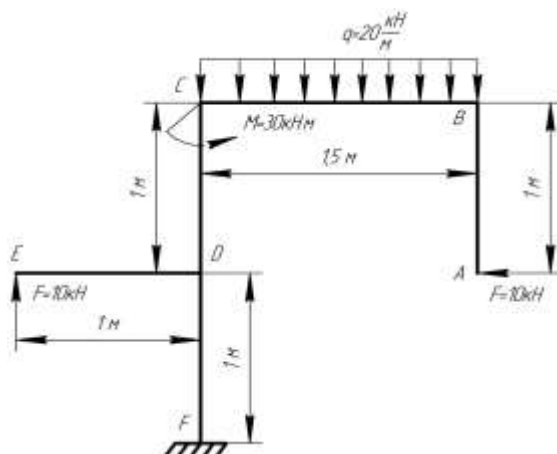
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.4. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №2

Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов на консольной раме экспресс методом по характерным сечениям»

Типовой пример задания

Для данной расчетной схемы рамы построить эпюры внутренних силовых факторов, используя основные закономерности и определяя значения внутренних силовых факторов в характерных сечениях.



Критерии оценки:

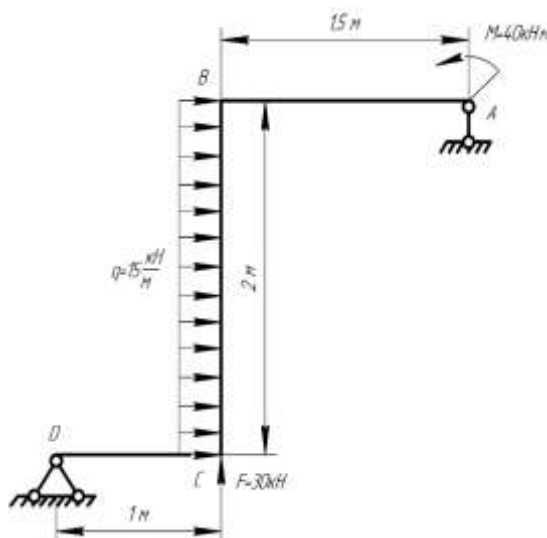
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.5. Комплект заданий для практического занятия №3

Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов на двухопорной раме»

Типовой пример задания

Для данной расчетной схемы рамы построить эпюры внутренних силовых факторов, используя основные закономерности и определяя значения внутренних силовых факторов в характерных сечениях.



Критерии оценки:

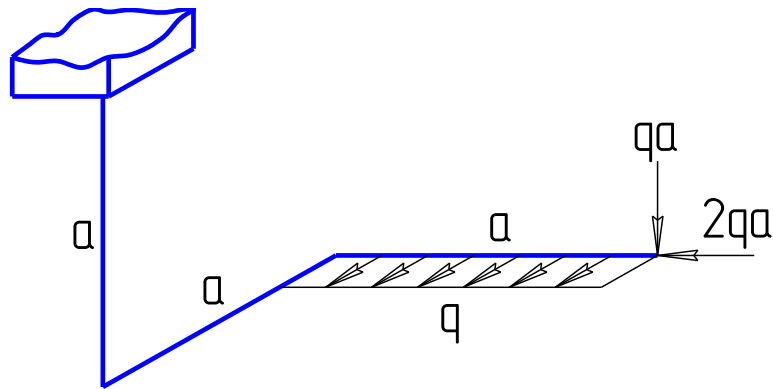
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.6. Комплект заданий для практического занятия №4

Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов на пространственных стержневых конструкциях»

Типовой пример задания

Для заданной расчетной схемы построить эпюры внутренних силовых факторов, используя метод построения по характерным сечениям.



Критерии оценки:

1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.7. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №3

Тема: «Определение механических характеристик материала по результатам испытания на растяжение»

Типовой пример задания

Определить механические характеристики материала образца и перестроить машинную диаграмму в условную диаграмму для заранее испытанного образца, выданного преподавателем вместе с протоколом, включающим машинную диаграмму и размеры образца до испытания.

Критерии оценки:

1 балл - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 40-100%, 0 баллов - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 0-40%.

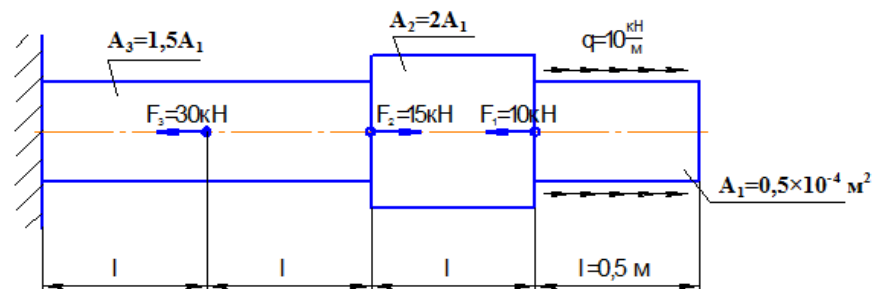
7.2.8. Комплект заданий для практического занятия №5

Тема: «Расчет на прочность при растяжении-сжатии»

Типовой пример задания

Стержень круглого поперечного сечения нагружен осевыми силами. Произвести проверку прочности стержня, построив эпюры N , σ . Спроектировать стержень круглого поперечного сечения равного сопротивления растяжению-сжатию. Сравнить по расходу материала заданный стержень с равнопрочным.

Принять: $[\sigma]=160$ МПа, $E=2 \cdot 10^5$ МПа.



Критерии оценки:

1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

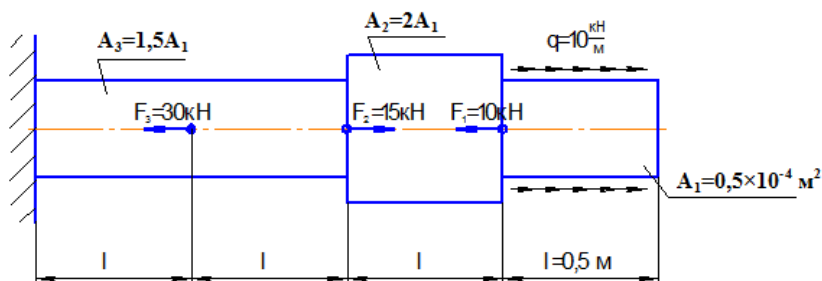
7.2.9. Комплект заданий для практического занятия №6

Тема: «Расчет на жесткость при растяжении-сжатии»

Типовой пример задания

Стержень круглого поперечного сечения нагружен осевыми силами. Произвести проверку жесткости стержня, построив эпюры N , δ .

Принять: $E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $[\delta]=1,6 \times 10^{-3} \text{ м}$.



Критерии оценки:

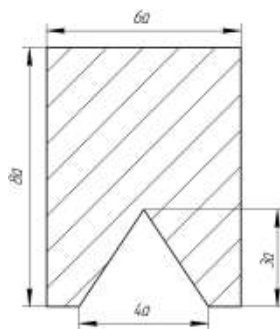
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.10. Комплект заданий для практического занятия №7

Тема: «Определение главных центральных моментов инерции составного сечения»

Типовой пример задания

Для заданного сложного сечения определить положение центра тяжести и найти главные центральные моменты инерции в долях параметра a .



Критерии оценки:

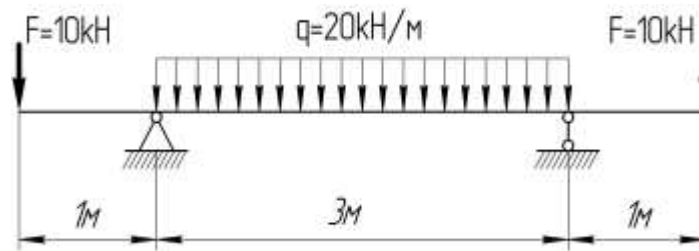
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.11. Комплект заданий для практического занятия №8

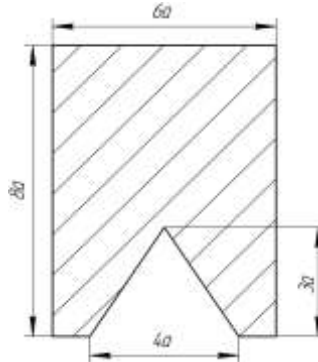
Тема: «Расчет на прочность балок при прямом изгибе»

Типовой пример задания

Для данной балки, изготовленной из хрупкого материала с допускаемыми напряжениями $[\sigma]_p = 100 \text{ МПа}$, $[\sigma]_c = 150 \text{ МПа}$:



определить из условия прочности характерный размер $[a]$ сложного поперечного сечения, предварительно решив вопрос о его рациональном положении.



Критерии оценки:

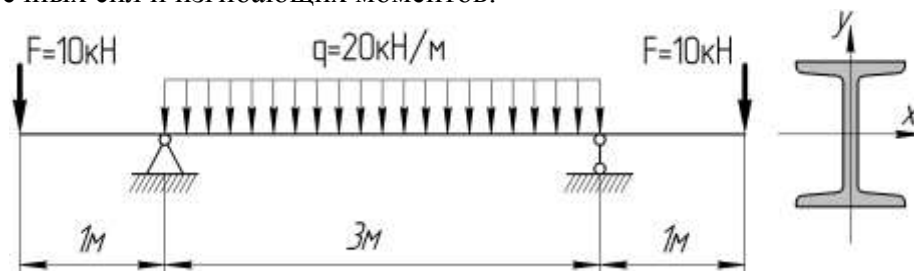
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.12. Комплект заданий для практического занятия №9

Тема: «Расчет на жесткость балок при прямом изгибе»

Типовой пример задания

Двухопорная балка двутаврового сечения, изготовленная из стали Ст3, нагружена системой поперечных сил и изгибающих моментов:



Провести проверку жесткости балки, если её поперечное сечение – двутавр №16 с осевым моментом инерции $I_x = 873 \text{ см}^4$. Принять: $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $[\delta] = 0,001L$ (где L – расстояние между опорами).

Критерии оценки:

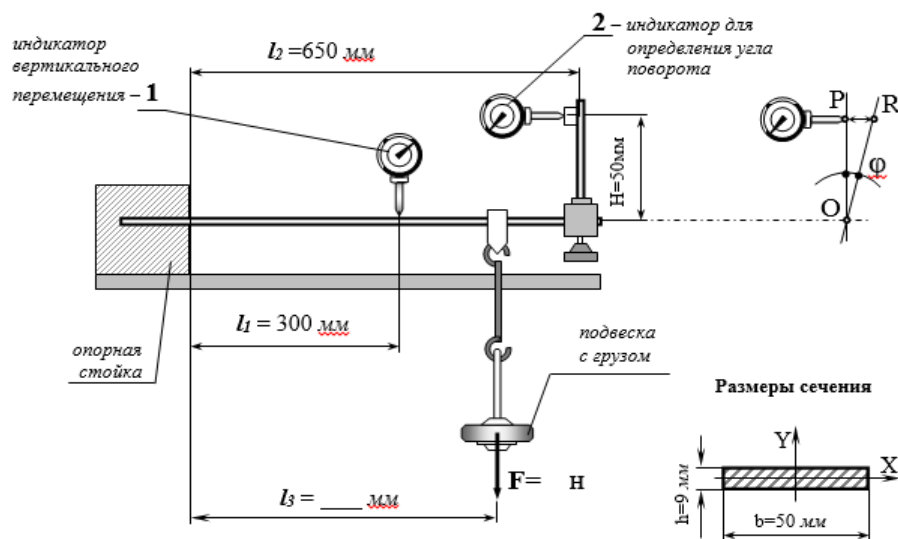
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.13. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №4

Тема: «Определение перемещений при прямом поперечном изгибе»

Типовой пример задания

Экспериментально и теоретически определить величины прогибов и углов поворота в указанных сечениях балки, сравнить полученные результаты и сделать выводы.



$$F = 10 \text{ Н}, l_3 = 400 \text{ мм}$$

Критерии оценки:

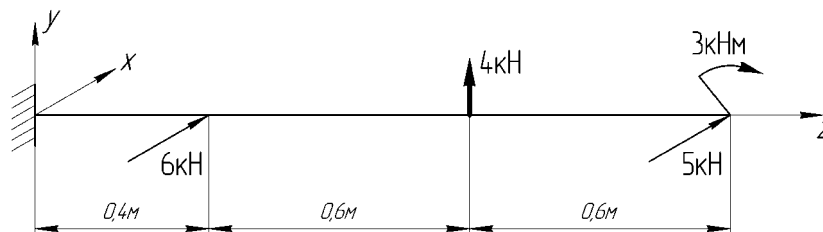
1 балл - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 40-100%, 0 баллов - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 0-40%.

7.2.14. Комплект заданий для практического занятия №10

Тема: «Расчет на прочность при совместном действии двух прямых изгибов»

Типовой пример задания

Консольный стержень прямоугольного сечения нагружен системой поперечных сил и изгибающих моментов, действующих в двух взаимно перпендикулярных плоскостях:



Длина стержня $l = 1,6 \text{ м}$, а соотношение сторон прямоугольного сечения $h/b = 1,5$. Стержень изготовлен из стали Ст3 с допускаемым напряжением $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$. Определить из условия прочности характерный размер b прямоугольного сечения.

Критерии оценки:

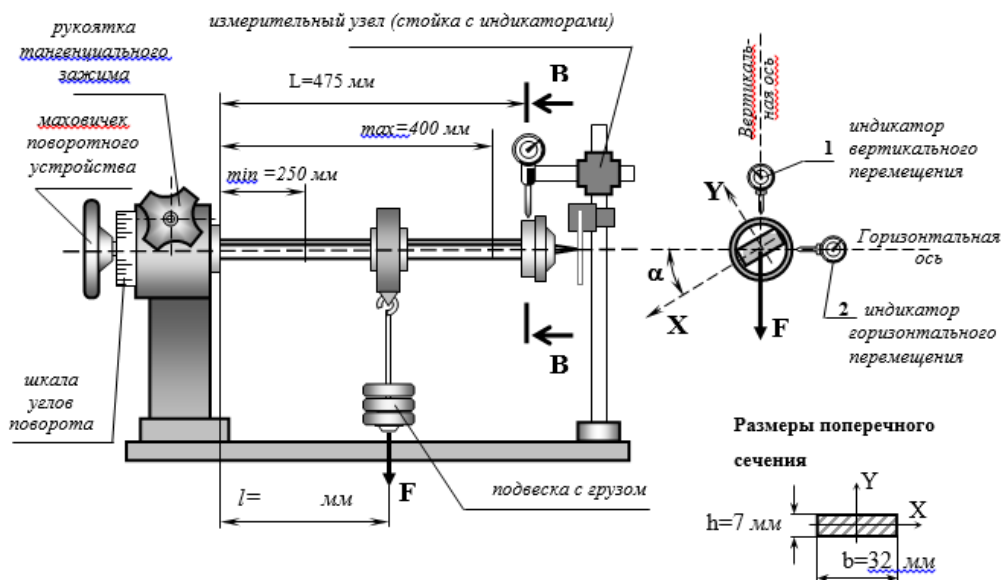
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.15. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №5

Тема: «Определение перемещений при косом изгибе»

Типовой пример задания

Экспериментально и теоретически определить значение и направление полного перемещения свободного конца консольной балки при косом изгибе, если $F = 10$, $\alpha = +75^\circ$, $l = 300 \text{ мм}$.



Критерии оценки:

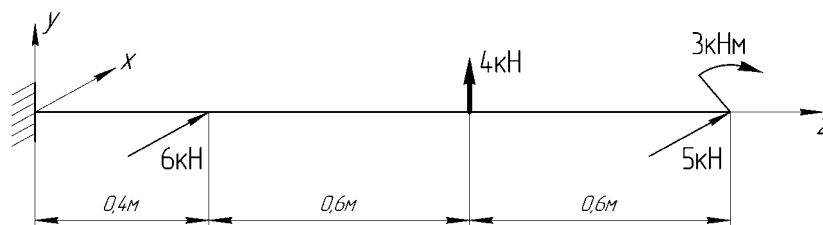
1 балл - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 40-100%, 0 баллов - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 0-40%.

7.2.16. Комплект заданий для практического занятия №11

Тема: «Расчет на прочность при совместном действии косоугольного изгиба и растяжения»

Типовой пример задания

Консольный стержень прямоугольного сечения нагружен системой поперечных сил и изгибающих моментов, действующих в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, а также продольной силой.



Длина стержня $l = 1,6 \text{ м}$, а соотношение сторон прямоугольного сечения $h/b = 1,5$. Стержень изготовлен из стали Ст3 с допускаемым напряжением $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$. Определить положение опасных точек и нейтральной линии в опасном сечении, а также найти из условия прочности по изгибу характерный размер b прямоугольного сечения. Определить смещение нейтральной линии от центра тяжести сечения и вычислить перенапряжение от действия продольной силы. Дать оценку прочности.

Критерии оценки:

1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

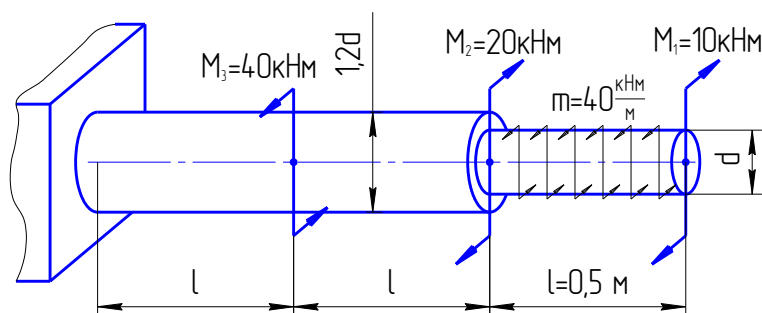
7.2.17. Комплект заданий для практического занятия №12

Тема: «Расчет на прочность и жесткость при кручении»

Типовой пример задания

Для данного консольного вала определить из условия прочности величину допускаемого диаметра сечения $[d]$, предварительно построив эпюры M_z и τ . Для

полученных размеров сечения определить максимальный абсолютный угол закручивания вала, построив эпюру углов закручивания φ . Принять: $[\tau] = 100$ МПа, $G = 8 \cdot 10^4$ МПа.



Критерии оценки:

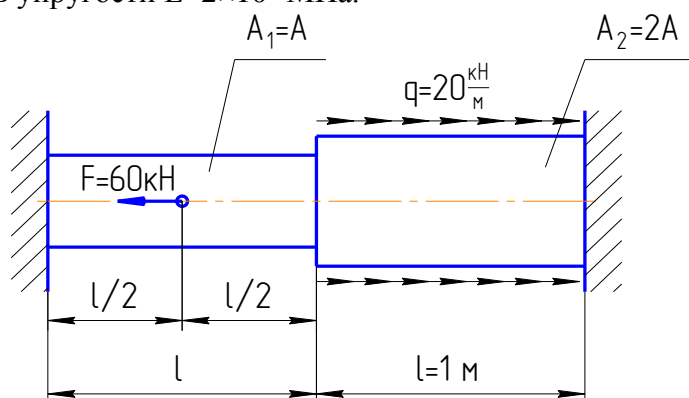
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.18. Комплект заданий для практического занятия №13

Тема: «Расчет статически неопределимых систем при растяжении-сжатии»

Типовой пример задания

Двухступенчатый брус с жестко зашечленными концами нагружен системой осевых нагрузок. Определить из условия прочности величину допускаемой площади поперечного сечения бруса $[A]$, если известна величина допускаемого напряжения $[\sigma] = 160$ МПа, модуль упругости $E = 2 \times 10^5$ МПа.



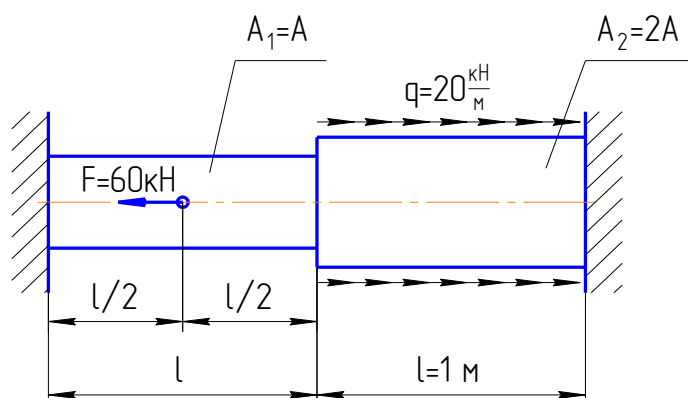
Критерии оценки:

1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.19. Комплект заданий для практического занятия №14

Тема: «Расчет статически неопределимых систем при растяжении-сжатии»

Типовой пример задания



Определить, как изменится $[A]$, если брус дополнительно к воздействию нагрузок будет нагрет на величину $\Delta t = 40^\circ\text{C}$ и если учесть, что брус изготовлен короче заданной длины на $\delta = 0,01\%(\ell_1 + \ell_2)$. Коэффициент линейного расширения $\alpha = 1,25 \times 10^{-5} \text{ } 1/^\circ\text{C}$, модуль упругости $E = 2 \times 10^5 \text{ МПа}$.

Критерии оценки:

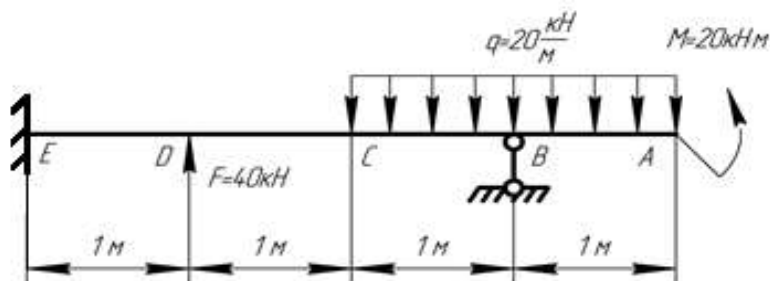
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.20. Комплект заданий для практического занятия №15

Тема: «Расчет статически неопределимых систем при изгибе»

Типовой пример задания

Для данной балки раскрыть статическую неопределимость, подобрать из условия прочности в качестве поперечного двутавровый профиль, если $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$.



Критерии оценки:

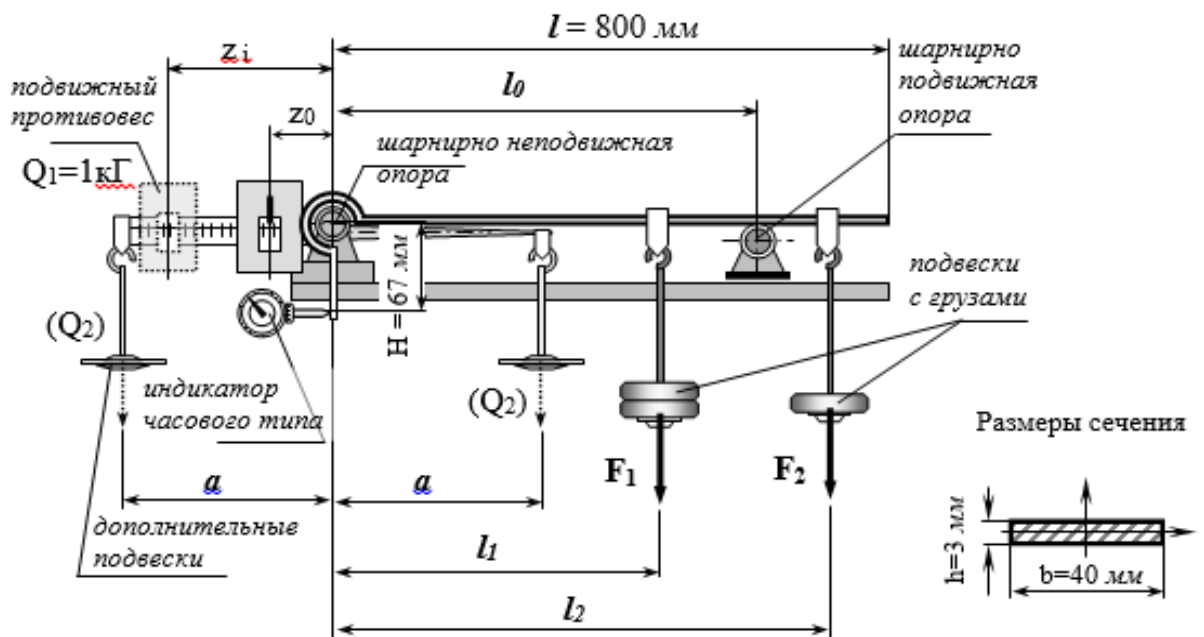
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.21. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №6

Тема: «Определение момента защемления однопролетной, статически неопределимой балки»

Типовой пример задания

Экспериментально и теоретически определить значение момента защемления однопролетной статически неопределимой балки, если $F_1 = 1,5 \text{ кг}$, $F_2 = 2 \text{ кг}$, $l_1 = 300 \text{ мм}$, $l_2 = 700 \text{ мм}$, $l_0 = 600 \text{ мм}$. Сравнить результаты и сделать выводы.



Критерии оценки:

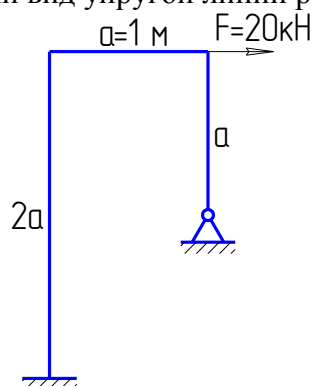
1 балл - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 40-100%, 0 баллов - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 0-40%.

7.2.22. Комплект заданий для практического занятия №16

Тема: «Расчет статически неопределимых рам при изгибе»

Типовой пример задания

Для данной рамной конструкции подобрать из условия прочности в качестве поперечного сечения элементов двутавровый профиль, если жесткость сечений всех элементов одинакова $\left(\frac{EI_p}{EI_c}\right) = 1$, $[\sigma] = 160$ МПа. Определить горизонтальное перемещение узловых точек и построить примерный вид упругой линии рамы.



Критерии оценки:

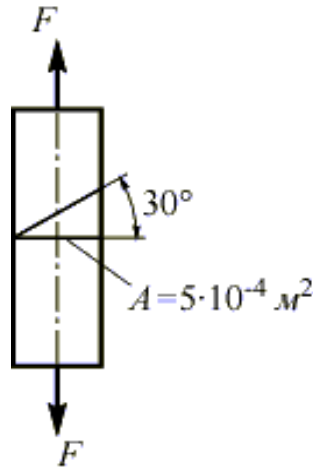
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.23. Комплект заданий для практического занятия №17

Тема: «Определение напряжений с помощью круга Мора»

Типовой пример задания

В стержне с площадью поперечного сечения $A=5 \times 10^{-4} \text{ м}^2$, растягиваемом силой $F=50 \text{ кН}$, определить с помощью круга Мора нормальное и касательное напряжения, возникающие на площадке, наклоненной под углом 30° к поперечному сечению стержня:



Критерии оценки:

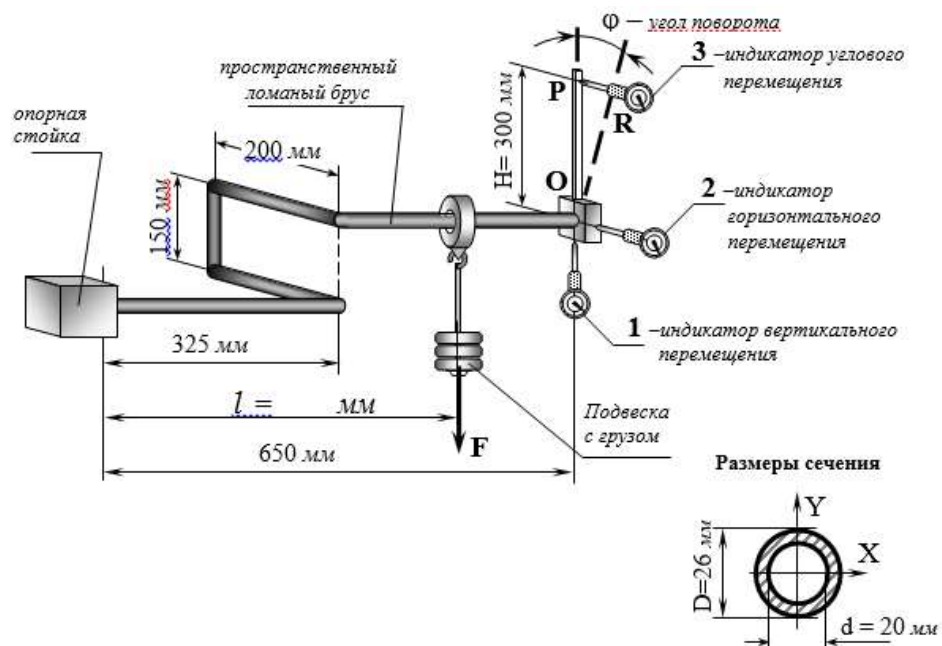
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.24. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №7

Тема: «Определение перемещений свободного конца ломаного бруса»

Типовой пример задания

Экспериментально и теоретически определить горизонтальное, вертикальное перемещение и угол поворота свободного конца ломаного бруса, если $F=10 \text{ Н}$, $l=600 \text{ мм}$. Сравнить результаты и сделать выводы.

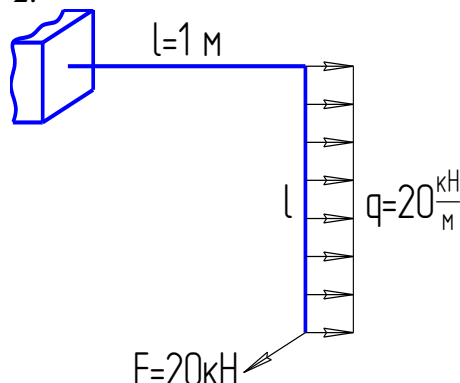


Критерии оценки:

1 балл - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 40-100%, 0 баллов - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 0-40%.

7.2.25. Комплект заданий для практического занятия №18**Тема: «Расчет на прочность в условиях сложного сопротивления»****Типовой пример задания**

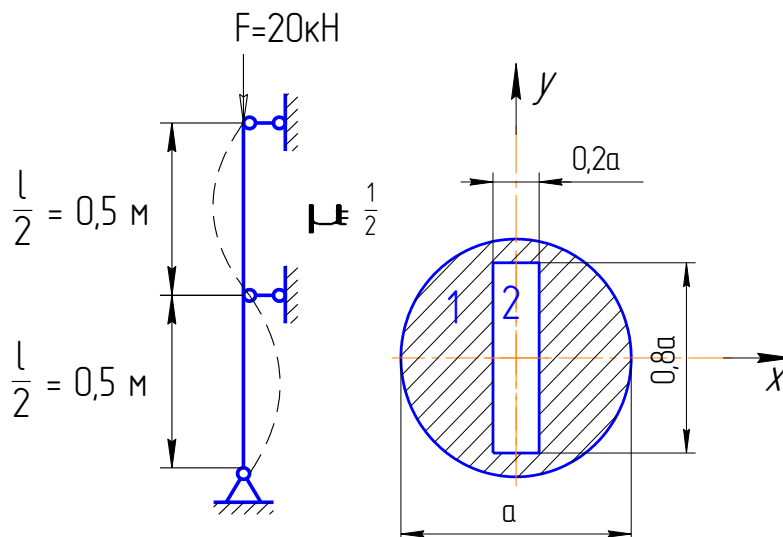
Для данной консольной рамы, изготовленной из единого прутка прямоугольного сечения и нагруженной пространственной системой сил, подобрать из условия прочности размеры прямоугольного сечения h и b . Принять величину допускаемого напряжения $[\sigma] = 160$ МПа, $h/b = 2$.

**Критерии оценки:**

1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.26. Комплект заданий для практического занятия №19**Тема: «Проектировочный расчет сжатых стоек на устойчивость»****Типовой пример задания**

Стойка длиной $\ell = 1$ м с шарнирно опертыми концами и промежуточной шарнирной опорой посередине сжимается силой $F = 20$ кН. Подобрать величину размера a поперечного сечения стойки, обеспечив ее устойчивость, если допускаемое напряжение на сжатие $[\sigma]_c = 160$ МПа. Для спроектированной стойки определить величину критической силы и коэффициент запаса устойчивости.



Критерии оценки:

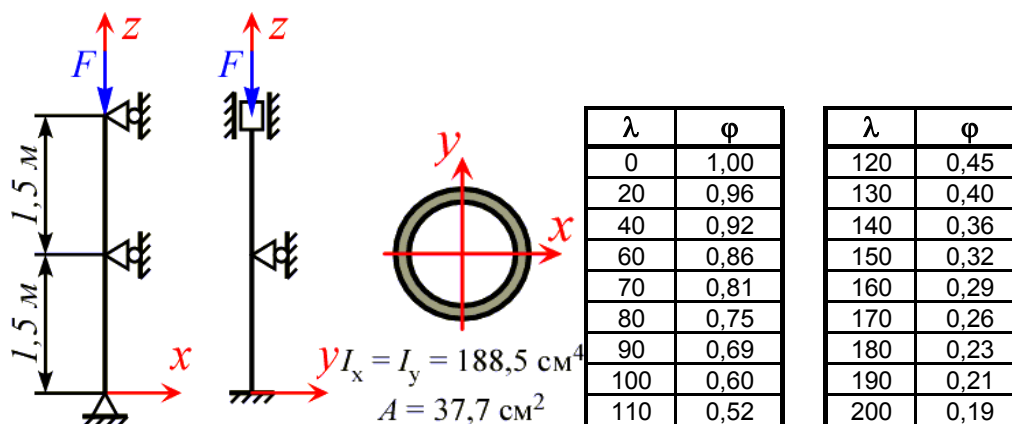
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.27. Комплект заданий для практического занятия №20

Тема: «Расчет сжатых стоек на устойчивость по коэффициенту φ »

Типовой пример задания

Для центрально сжатого стержня с различными условиями закрепления в плоскостях xz и yz , изготовленного из материала с допускаемым напряжением на сжатие 160 МПа, определить величину допускаемой силы с помощью коэффициента продольного изгиба.



Критерии оценки:

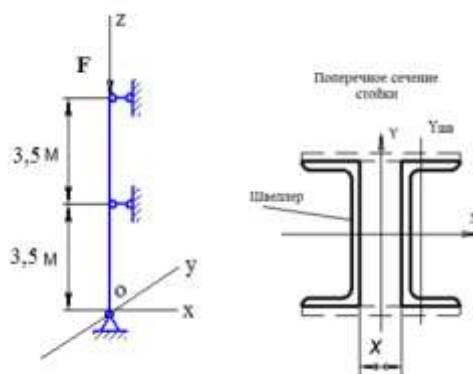
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

10.2.28. Комплект заданий для практического занятия №21

Тема: «Расчет сжатых стоек на грузоподъемность по устойчивости»

Типовой пример задания

Стойка, имеющая поперечное сечение в виде двух швеллеров № 12, нагружена осевой сжимающей нагрузкой F . Материал стойки Ст2 с $[\sigma] = 140 \text{ МПа}$. Условия закрепления одинаковы в плоскостях xoz и $yo z$.



Требуется определить:

- Расстояние « X » между ветвями стойки, обеспечивающее равноустойчивость конструкции.
- Величину допускаемой нагрузки, используя коэффициент продольного изгиба.

с). Величину критической силы и коэффициент запаса устойчивости.

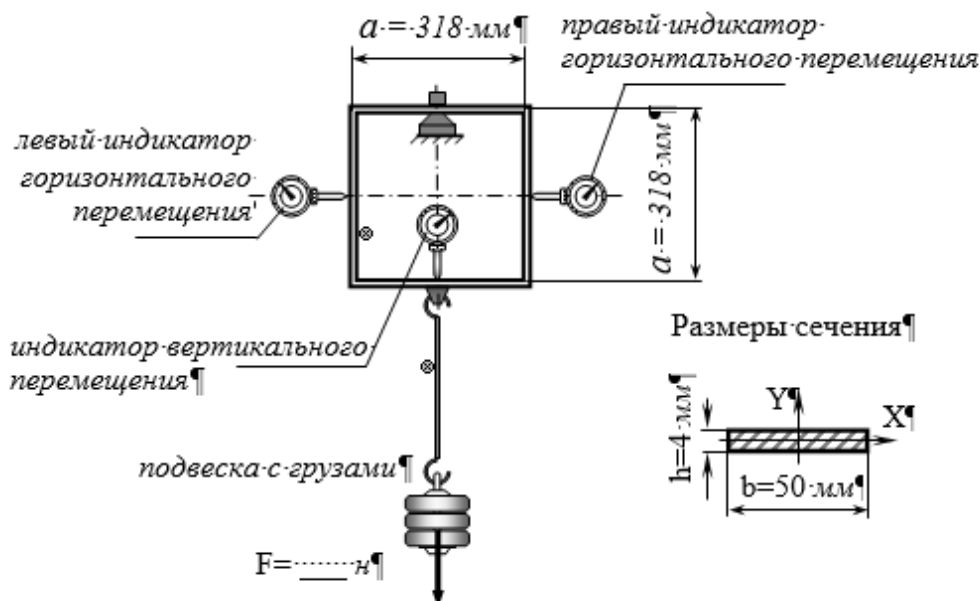
Критерии оценки:

1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.29. Комплект заданий для лабораторно-практического занятия №8

Тема: «Определение перемещений в статически неопределимом замкнутом контуре»

Типовой пример задания



Экспериментально и теоретически определить значения горизонтального и вертикального перемещений в статически неопределимом замкнутом контуре. Сравнить результаты и сделать выводы.

Критерии оценки:

1 балл - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 40-100%, 0 баллов - если экспериментальная и теоретическая части работы выполнены правильно в объеме 0-40%.

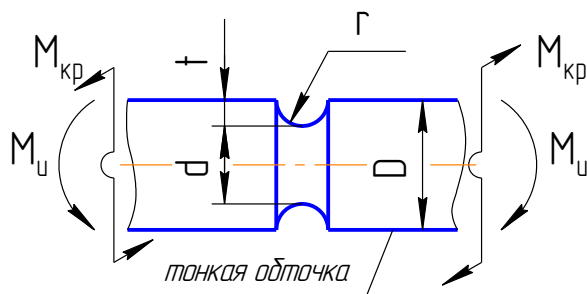
7.2.30. Комплект заданий для практического занятия №22

Тема: «Расчет на прочность при повторно-переменных нагрузках»

Вариант 1 (и еще 24 варианта с разнообразием расчетных схем)

Участок вала с концентратором напряжений в виде выточки подвергается совместному действию изгиба и кручения. Значение изгибающего момента изменяется в диапазоне: $M_{\text{и}}^{\text{max}} = 0,8 \text{ кНм}$, $M_{\text{и}}^{\text{min}} = -0,8 \text{ кНм}$, крутящего момента – $M_{\text{кр}}^{\text{max}} = 2 \text{ кНм}$, $M_{\text{кр}}^{\text{min}} = 0$. Значения геометрических размеров вала: $D = 55 \text{ мм}$, $d = 50 \text{ мм}$, $r = 2 \text{ мм}$, $t = \frac{D-d}{2}$. Вал изготовлен из стали 40ХН с механическими характеристиками:

$\sigma_{\text{в}} = 1000 \text{ МПа}$, $\sigma_{\text{т}} = 800 \text{ МПа}$, $\sigma_{-1} = 400 \text{ МПа}$, $\tau_{\text{т}} = 390 \text{ МПа}$, $\tau_{-1} = 240 \text{ МПа}$. Требуется определить коэффициент запаса по выносливости и по текучести и сделать выводы о наиболее вероятном механизме разрушения.



Критерии оценки:

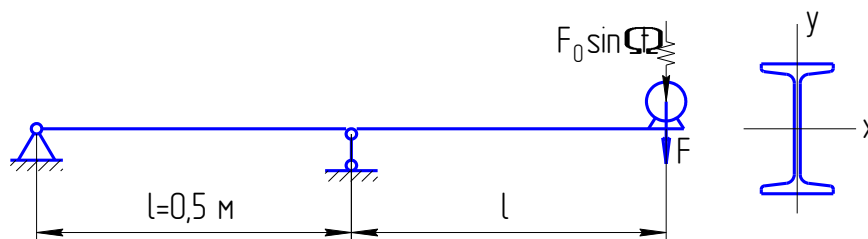
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.31. Комплект заданий для практического занятия №23

Тема: «Расчет на прочность подмоторных балок»

Типовой пример задания

На консольном участке двухопорной балки, изготовленной из двутавра №10, установлен электродвигатель весом $F=0,2$ кН. Число оборотов электродвигателя $N=600$ об/мин. Амплитудное значение центробежной силы, возникающей при вращении ротора $F_0=0,2F$.



Произвести проверочный расчет на прочность подмоторной балки и определить значение l , при котором возможно наступление резонанса. Сопротивлением среды пренебречь. Допускаемое напряжение $[\sigma]$ принять равным 160 МПа.

Критерии оценки:

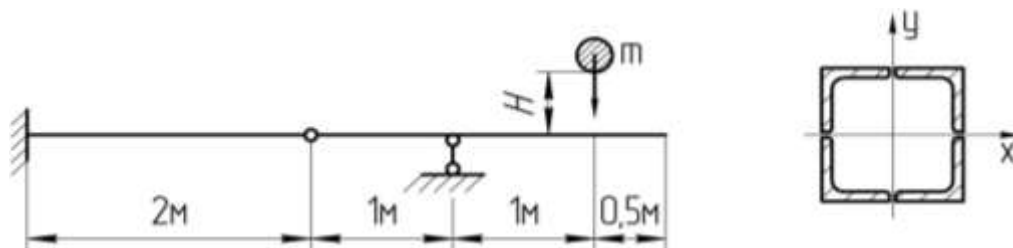
1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

7.2.32. Комплект заданий для практического занятия №24

Тема: «Расчет на прочность и жесткость балки при поперечном ударе»

Типовой пример задания

На заданную балку с высоты $H=0,5$ м свободно падает абсолютно жесткое тело массой m . Поперечное сечение балки составное – состоит из четырех стальных равнобоких уголков №10, сваренных между собой. Определить допустимую величину массы падающего тела $[m]$, при которой будет обеспечена прочность балки, если $[\sigma]=160$ МПа, $E=2 \cdot 10^5$ МПа. Проверить выполнение условия жесткости, приняв $[\delta]=3$ мм. Массой балки пренебречь.



Критерии оценки:

1 балл - если самостоятельная задача выполнена правильно в объеме 40-100%. 0 баллов - если самостоятельная задача выполнена правильно в пределах 0-40%.

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
РГР №1. Построение эпюр внутренних силовых факторов	
1.1.	Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении-сжатии стержней
1.2.	Построение эпюр внутренних силовых факторов при кручении валов
1.3.	Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе балок
1.4.	Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе рам
1.5.	Построение эпюр внутренних силовых факторов на пространственной стержневой системе
РГР №2. Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии	
2.1.	Расчет на прочность и жесткость ступенчатого бруса
РГР №3. Расчет на прочность и жесткость при изгибе	
3.1.	Определение геометрических характеристик сложного сечения
3.2.	Расчет на прочность и жесткость балок при плоском поперечном изгибе
3.3.	Расчет балок при нагружении в двух плоскостях
3.4.	Расчет балок при совместном действии плоского изгиба и растяжения
РГР №4. Расчет статически неопределимых систем методом сил	
4.1.	Расчет на прочность статически неопределимой стержневой конструкции, работающей в условиях растяжения-сжатия с учетом действия дополнительного фактора температурного или монтажного по варианту
4.2.	Расчет на прочность статически неопределимой плоской рамы, работающей в условиях прямого изгиба
РГР №5. Расчет на прочность конструкции, работающей в условиях сложного сопротивления	
5.1.	Расчет на прочность статически определимой пространственной стержневой конструкции в условиях сложного сопротивления
РГР №6. Расчеты на устойчивость, выносливость и прочность в условиях динамического воздействия нагрузки	
6.1.	Расчет на устойчивость сжатых стоек
6.2.	Расчет фрагмента вала под действием повторно-переменного изгиба и кручения
6.3.	Расчет на прочность балочной конструкции под действием ударной нагрузки

7.2.33. Комплект задач для РГР №1

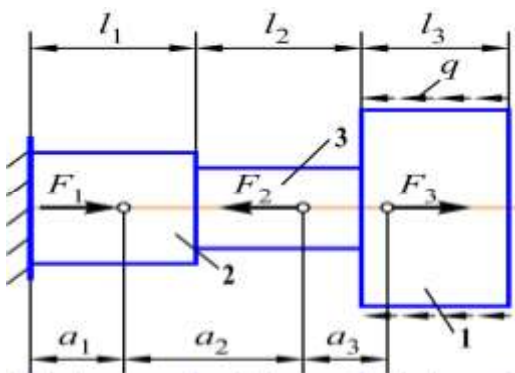
Номер варианта для всех РГР представляет собой трехзначное число, которое назначается преподавателем. Каждая цифра имеет вариативность, равную 10, и определяет указанную группу данных.

Задача 1.1.

Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении-сжатии стержней»

Типовой пример задачи

Для ступенчатого стержня, работающего в условиях растяжения-сжатия, построить эпюру внутренней продольной силы N .



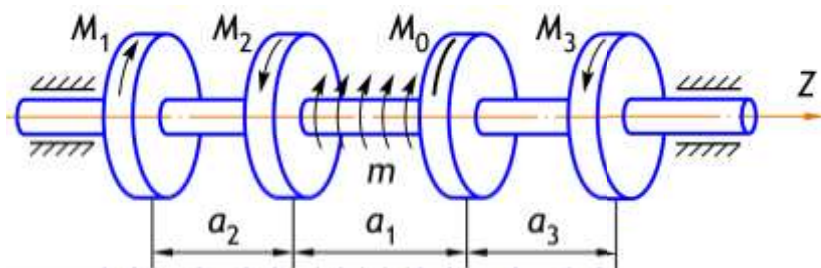
Где: $F_1=20\text{кН}$, $F_2=10\text{кН}$, $F_3=30\text{кН}$, $q=20\text{кН/м}$, $l_1=0,8\text{м}$, $l_2=1,5\text{м}$, $l_3=1,2\text{м}$, $a_1=0,5\text{м}$, $a_2=1,4\text{м}$, $a_3=0,7\text{м}$.

Задача 1.2.

Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов при кручении валов»

Типовой пример задачи

Для вала, заключенного в подшипники и работающего в условиях кручения, построить эпюру внутреннего крутящего момента M_z , предварительно вычислив значение момента M_0 из условия равновесия.



Принять: $M_1=1,6\text{кНм}$, $M_2=2\text{кНм}$, $M_4=2\text{кНм}$, $m=8\text{кНм/м}$, $a_1=0,5\text{м}$, $a_2=0,3\text{м}$, $a_3=0,2\text{м}$.

Критерии оценки:

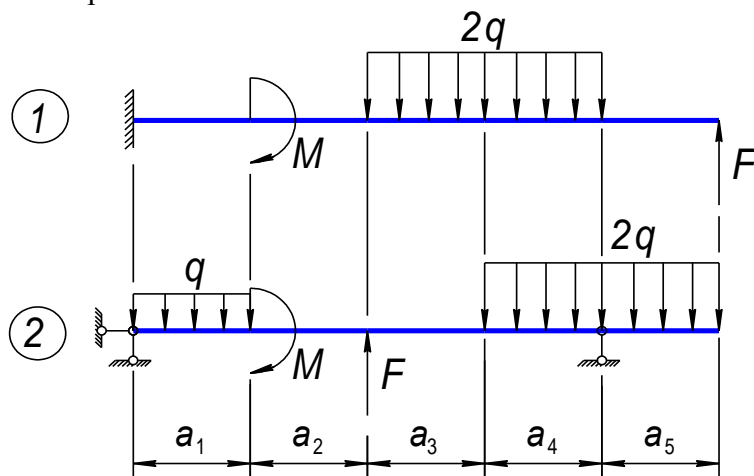
2 балла - если самостоятельные задачи выполнены правильно в объеме 70-100%, 1 балл - если самостоятельные задачи выполнены правильно в объеме 40-70%, 0 баллов - если самостоятельные задачи выполнены правильно в пределах 0-40%.

Задача 1.3.

Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов при изгибе балок»

Типовой пример задачи

Для двух статически определимых балок, работающих в условиях плоского изгиба: схема №1 – балка с жестким защемлением, схема №2 – балка на двух опорах, построить эпюры внутренних силовых факторов. Для двухопорной балки предварительно вычислить реакции опор.



Принять: $F=30\text{кН}$, $M=40\text{кНм}$, $q=20\text{кН/м}$, $a_1=0,5\text{м}$, $a_2=0,4\text{м}$, $a_3=0,6\text{м}$, $a_4=0,5\text{м}$, $a_5=0,6\text{м}$.

Критерии оценки:

4 балла - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 3 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 1-2 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

Задача 1.4.

Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов для плоских рам»

Типовой пример задачи

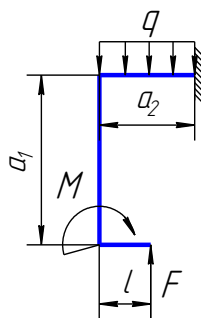


Схема 1

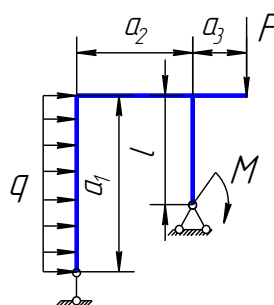


Схема 2

Принять: $F=30\text{кН}$, $M=40\text{кНм}$, $q=20\text{кН/м}$, $a_1=1,5\text{м}$, $a_2=2\text{м}$, $a_3=0,6\text{м}$, $l=0,5\text{м}$.

Для двух статически определимых рам, работающих в условиях плоского изгиба: схема №1 – рама с жестким защемлением, схема №2 – рама на двух шарнирных опорах, построить эпюры внутренних силовых факторов. Для двухопорной рамы предварительно вычислить реакции опор.

Критерии оценки:

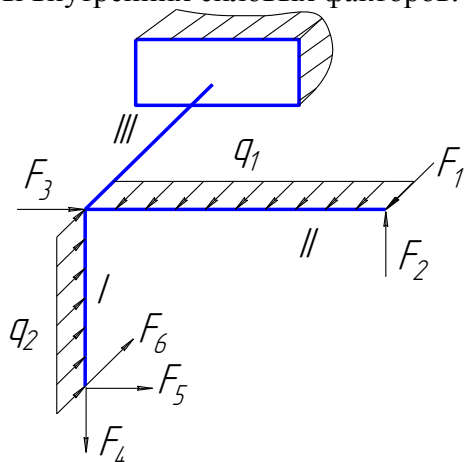
5 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 4 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 2-3 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

Задача 1.5.

Тема: «Построение эпюр внутренних силовых факторов на пространственной стержневой системе»

Типовой пример задачи

Для нагруженной пространственной рамы, состоящей из трех элементов, построить эпюры внутренних силовых факторов. Длина всех элементов одинакова и равна ℓ .



Принять: $F_1=5\text{кН}$, $F_2=2\text{кН}$, $F_3=5\text{кН}$, $F_4=3\text{кН}$, $F_5=1\text{кН}$, $F_6=0$, $q_1=0$, $q_2=2\text{кН/м}$, $\ell=0,6\text{м}$.

Критерии оценки:

4 балла - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 3 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 1-2 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

7.2.34. Комплект задач для РГР №2

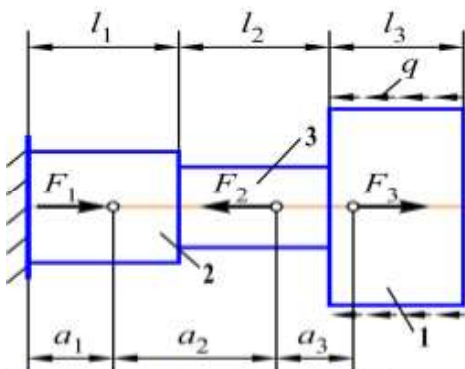
Задача 2.1.

Тема: «Расчет на прочность и жесткость ступенчатого бруса»

Типовой пример задачи

Ступенчатый стальной брус круглого поперечного сечения нагружен силами, направленными вдоль его оси (схема – РГР №1, задача 1.1).

Приняв на исходной схеме соотношение площадей круглых поперечных сечений по пронумерованным участкам бруса: $A_1=A$, $A_2=A/2$, $A_3=A/3$, подобрать из условия прочности $[A]$ – допускаемую площадь поперечного сечения. Проверить выполнение условия жесткости. Спроектировать брус равного сопротивления и провести обоснование его экономичности.



Принять: $F_1=20\text{кН}$, $F_2=10\text{кН}$, $F_3=30\text{кН}$, $q=20\text{кН/м}$, $l_1=0,8\text{м}$, $l_2=1,5\text{м}$, $l_3=1,2\text{м}$, $a_1=0,5\text{м}$, $a_2=1,4\text{м}$, $a_3=0,7\text{м}$. Материал Сталь 40, $\sigma_T=340\text{МПа}$, $n_T=1,8$.

Критерии оценки:

5 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 4 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 2-3 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

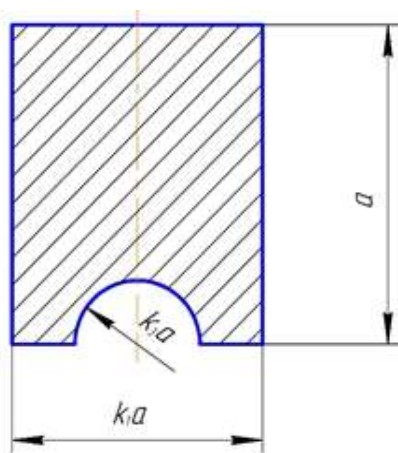
7.2.35. Комплект задач для РГР №3

Задача 3.1.

Тема: «Определение главных центральных моментов инерции сложного сечения»

Типовой пример задачи

Сечение сложной формы является поперечным сечением некоторой нагруженной конструкции. Для расчета в дальнейшем этой конструкции на прочность и жесткость необходимо определить положение главных центральных осей и значения главных центральных моментов инерции сложного сечения.



Принять: $k_1=0,9$, $k_3=0,3$.

Критерии оценки:

3 балла - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 2 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 1 балл - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

Задача 3.2.

Тема: «Расчет на прочность и жесткость балок при плоском поперечном изгибе»

Типовой пример задачи

План решения

1. Вычертить в масштабе балку на двух опорах с построенными эпюрами Q_y и M_x (взять из РГР №1, задача 1.3, схема №2).

2. Для балки, изготовленной из пластичного материала, подобрать из условия прочности двутавровое, прямоугольное ($h/b = 2$) и круглое сечения, приняв $[\sigma] = 160\text{ МПа}$. Дать заключение о рациональности формы сечения по расходу материала.

3. Для балки, изготовленной из хрупкого материала, определить из условия прочности характерный размер $[a]$ сложного поперечного сечения (из задачи 3.1), предварительно решив вопрос о его рациональном положении.

4. Определив перемещения незакрепленных граничных сечений, изобразить приближенный вид оси изогнутой балки и провести проверку жесткости балки двутаврового сечения, приняв $[\delta] = (0,0005 \dots 0,001) \cdot l$ (где l – расстояние между опорами).

Принять для хрупкого материала: $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, $\sigma_{вр} = 150$ МПа, $\sigma_{вр} = 640$ МПа, $n_g = 2$

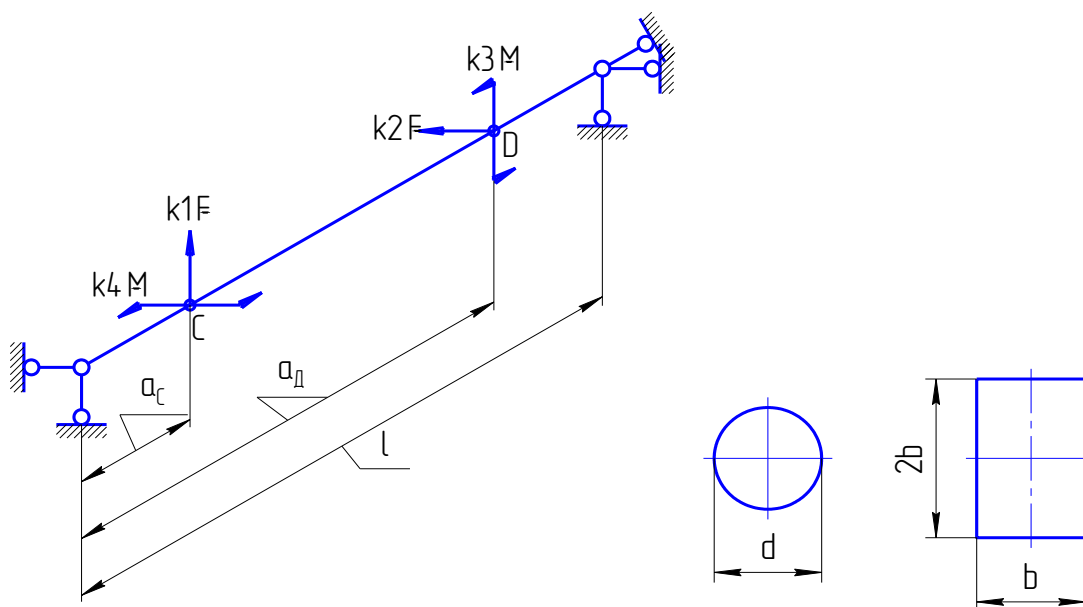
Критерии оценки:

5 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 4 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 2-3 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

Задача 3.3.

Тема: «Расчет балок при нагружении в двух плоскостях»

Типовой пример задачи



Принять: $k_1=1$, $k_2=2$, $k_3=3$, $k_4=4$, $a_C=1$ м, $a_D=3$ м, $l=6$ м, $d=90$ мм, $\sigma_T=380$ МПа; сечение D.

План решения

1. Вычертить в масштабе балку, изображенную на рисунке по размерам, соответствующим своему варианту.
2. Построить эпюры изгибающих моментов M_x и M_y .
3. Определить допускаемую нагрузку для балки круглого и прямоугольного сечений, одинаковых по площади.
4. Оценить влияние вида деформации на грузоподъемность балки.
5. Определить полное перемещение сечения, указанного по варианту, для прямоугольного профиля.

Общие данные: $|M| = |F| \cdot 1$; $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; $n_T = 1,5$.

Критерии оценки:

5 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 4 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 2-3 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

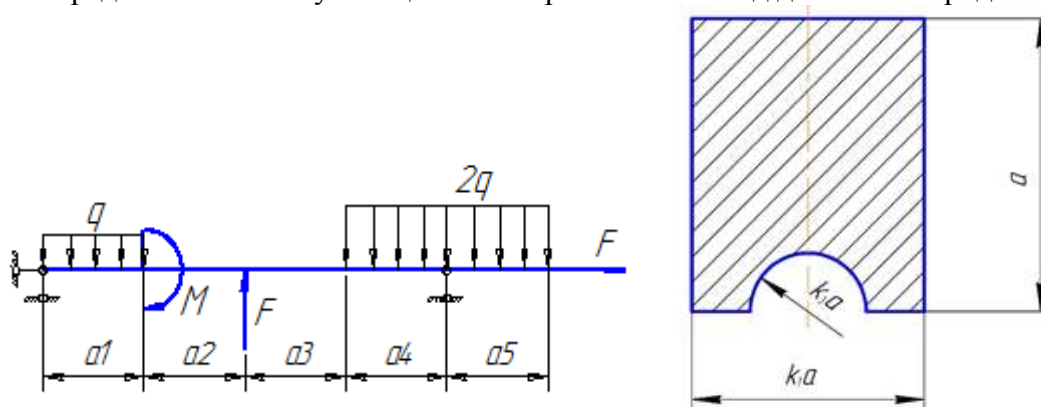
Задача 3.4.

Тема: «Расчет балок при совместном действии плоского изгиба и растяжения»

Типовой пример задачи**План решения**

Используя схемы балки и сложного сечения из задачи 3.2 и учитывая действие продольной растягивающей силы F :

1. Оценить влияние продольной силы на величину характерного размера поперечного сечения $[a]$;
2. Определить величину смещения нейтральной оси под действием продольной силы F .



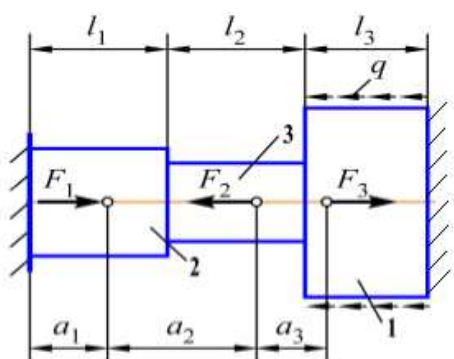
Принять: $F=30\text{кН}$, $M=40\text{кНм}$, $q=20\text{кН/м}$, $a_1=0,5\text{м}$, $a_2=0,4\text{м}$, $a_3=0,6\text{м}$, $a_4=0,5\text{м}$, $a_5=0,6\text{м}$, $k_1=0,9$, $k_3=0,3$.

Критерии оценки:

2 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-100%. 1 балл - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

7.2.36. Комплект задач для РГР №4**Задача 4.1.**

Тема: «Расчет на прочность статически неопределимых стержней при растяжении-сжатии»

Типовой пример задачи

Где: $F_1=20\text{кН}$, $F_2=10\text{кН}$, $F_3=30\text{кН}$, $q=20\text{кН/м}$, $l_1=0,8\text{м}$, $l_2=1,5\text{м}$, $l_3=1,2\text{м}$, $a_1=0,5\text{м}$, $a_2=1,4\text{м}$, $a_3=0,7\text{м}$, $\Delta t=-20^\circ\text{C}$.

На ступенчатый стальной брус круглого поперечного сечения с заданным соотношением площадей: $A_1=A$, $A_2=A/2$, $A_3=A/3$ (РГР №2, задача 2.1) установили на свободном конце вторую жесткую заделку.

Для полученного таким образом статически неопределимого стержня подобрать новые размеры поперечных сечений из условия прочности. Проанализировать влияние изменения жесткости стержня на его экономичность.

Проверить прочность статически неопределимого стержня при дополнительном действии температуры или при наличии неточности изготовления. Принять коэффициент линейного расширения $\alpha=1,25 \times 10^{-5} \text{ } 1/^\circ\text{C}$, модуль упругости $E=2 \times 10^5 \text{ МПа}$.

Критерии оценки:

5 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 4 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 2-3 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

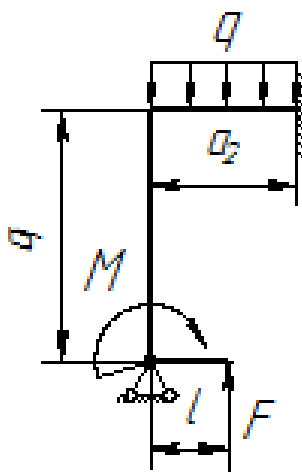
Задача 4.2.

Тема: «Расчет на прочность и жесткость статически неопределимых рам»

Типовой пример задачи

На статически определимой раме (РГР №1, задача 1.3, схема №1) установили дополнительные опоры (все остальные исходные данные – прежние). Материал стержня – Ст. 3: $[\sigma]=160 \text{ МПа}$, $E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$. Жесткость сечений всех участков рамы постоянна: $EI_x = \text{const}$.

Для полученной таким образом статически неопределимой рамы подобрать рациональное поперечное сечение из условия прочности и проверить конструкцию на жесткость.



Принять: $F=30\text{кН}$, $M=40\text{кНм}$, $q=20\text{кН/м}$, $a_1=1,5\text{м}$, $a_2=2\text{м}$, $a_3=0,6\text{м}$, $l=0,5\text{м}$.

Критерии оценки:

7 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 5-6 баллов - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 3-4 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

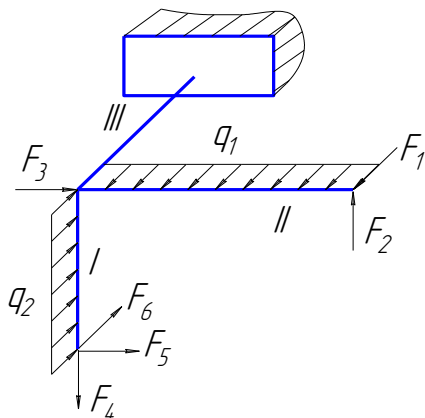
7.2.37. Комплект задач для РГР №5

Задача 5.1.

Тема: «Расчет на прочность при сложном сопротивлении»

Типовой пример задачи

Для стальной пространственной стержневой конструкции (РГР №1, задача 1.5) требуется подобрать поперечные сечения элементов из условия прочности. Для элемента I подобрать диаметр круга, для элемента III – размеры прямоугольного сечения b и h , предварительно рационально его расположив. Для элемента II провести проверку прочности, исходя из того, что II и III элементы изготовлены из единого прутка.



Принять: $F_1=5\text{кН}$, $F_2=2\text{кН}$, $F_3=5\text{кН}$, $F_4=3\text{кН}$, $F_5=1\text{кН}$, $F_6=0$, $q_1=0$, $q_2=2\text{кН/м}$ $l=0,6\text{м}$, $h/b=1,8$, $[\sigma] = 160\text{ МПа}$.

Критерии оценки:

5-6 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 4 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 2-3 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

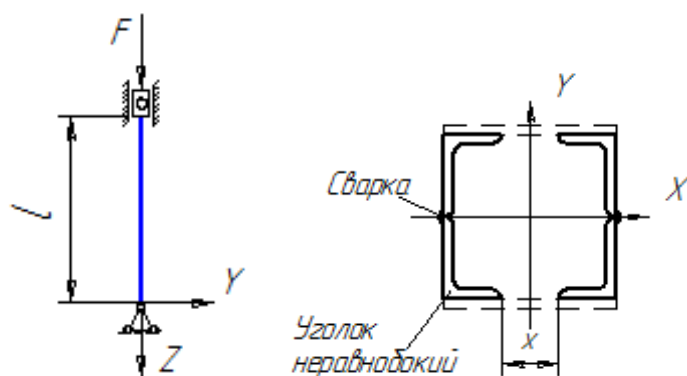
7.2.38. Комплект задач для РГР №6

Задача 6.1.

Тема: «Расчет сжатых стержней на устойчивость»

Типовой пример задачи

Поперечное сечение центрально сжатой колонны составлено из стальных прокатных профилей, соединенных в сплошное сечение при помощи диагональной решетки из стальных планок. Определить: допускаемую нагрузку из условия устойчивости, критическую нагрузку и коэффициент запаса устойчивости – для колонны заданной формы поперечного сечения, а также для колонны кольцевого сечения. Оба сечения имеют одинаковую площадь, для кольца известно соотношение диаметров: $\alpha = d/D = 0,9$.



Принять: $l=8,5\text{ м}$, уголок неравнобокий №11/7, материал Ст 2, $[\sigma]=140\text{ МПа}$,

$\lambda_0 = 60$, $\lambda_{пред} = 105$, $a = 245\text{ МПа}$, $b = 0,67\text{ МПа}$.

Критерии оценки:

5 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 4 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 2-3 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

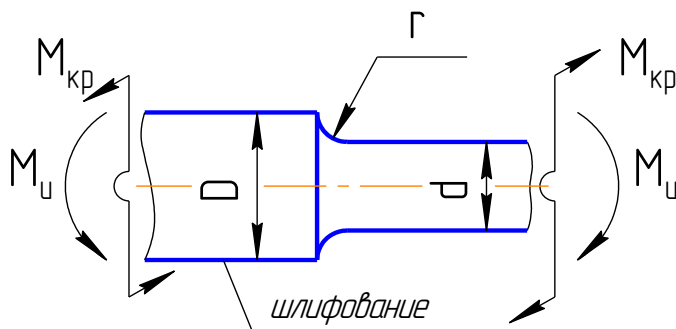
Задача 6.2.

Тема: «Расчет на прочность при повторно-переменных нагрузках»

Типовой пример задачи

Вал редуктора, представляющий собой стержень круглого сечения с концентратором напряжений, подвергается действию изгибающего и крутящего моментов, изменяющихся по синусоидальному закону.

Определить коэффициент запаса прочности вала по выносливости и текучести.



Принять: участок вала имеет концентратор напряжения в виде галтели радиусом $r = 5\text{ мм}$, диаметр одной части $D = 75\text{ мм}$, а другой $d = 60\text{ мм}$. Изменение изгибающего момента находится в диапазоне: $M_{и}^{max} = 0,6\text{ кНм}$, $M_{и}^{min} = -0,6\text{ кНм}$, крутящего момента – $M_{кр}^{max} = 3\text{ кНм}$, $M_{кр}^{min} = 1,5\text{ кНм}$. Вал изготовлен из стали 45 с механическими характеристиками: $\sigma_B = 600\text{ МПа}$, $\sigma_T = 360\text{ МПа}$, $\sigma_{-1} = 300\text{ МПа}$, $\tau_T = 230\text{ МПа}$, $\tau_{-1} = 180\text{ МПа}$, – и имеет шлифованную поверхность.

Критерии оценки:

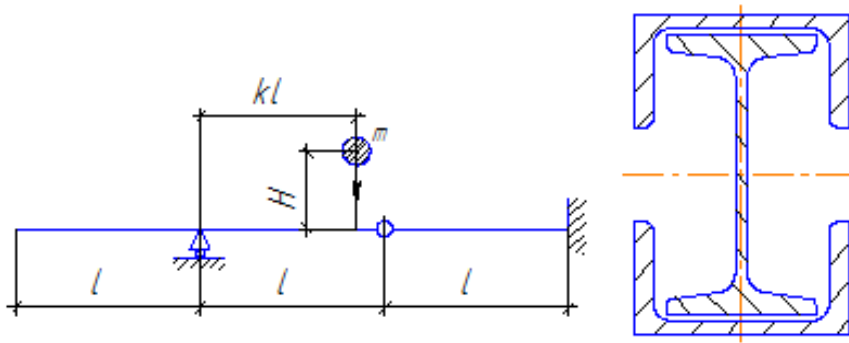
5 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 4 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 2-3 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

Задача 6.3.

Тема: «Расчет на прочность и жесткость балки при поперечном ударе»

Типовой пример задачи

На упругую балку заданного поперечного сечения с высоты H свободно падает абсолютно жесткое тело массой m . Определить допустимую величину массы падающего тела $[m]$, при которой будет обеспечена прочность балки. Проверить выполнение условия жесткости, приняв $[\delta] = (0.0005 - 0.001)L$, где L – расстояние между опорами. Массой балки пренебречь.



Принять: $k=0,6$, $H=0,2$ м, $l=0,5$ м, материал Ст 3, $[\sigma]=160$ МПа; $E=2 \times 10^5$ МПа, двутавр №10, швеллер №10.

Критерии оценки:

5 баллов - если индивидуальное домашнее задание (ИДЗ) выполнено правильно в объеме 80-100%. 4 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 60-80%. 2-3 балла - если ИДЗ выполнено правильно в объеме 40-60%. Если ИДЗ выполнено правильно менее, чем на 40%, работа не принимается.

7.3.Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Цели и задачи сопротивления материалов
2	Основные допущения и принципы сопротивления материалов
3	Внешние и внутренние силы
4	Расчетные схемы
5	Модели прочностной надежности
6	Основные виды расчетов в сопротивлении материалов
7	Метод сечений
8	Классификация простейших видов нагружения
9	Растяжение-сжатие. Построение эпюр ВСФ
10	Примеры построения эпюры продольной силы N
11	Определение напряжений при растяжении-сжатии
12	Деформации при растяжении-сжатии. Коэффициент Пуассона
13	Закон Гука при растяжении-сжатии
14	Испытание на растяжение. Характеристики прочности и пластичности. Явление наклепа
15	Испытание на сжатие. Особенности испытания на сжатие
16	Пластичные и хрупкие материалы. Особенности их поведения при растяжении и сжатии
17	Расчет на прочность при растяжении-сжатии
18	Виды расчетов на прочность
19	Понятие равнопрочного стержня
20	Расчет на жесткость при растяжении-сжатии. Построение эпюры перемещений.
21	Геометрические характеристики плоских сечений, их определения.
22	Главные оси и главные моменты инерции
23	Формулы для определения главных центральных моментов инерции простейших сечений: прямоугольника, треугольника, круга, кольца
24	Теорема о суммировании моментов инерции
25	Теорема о преобразовании моментов инерции при параллельном переносе осей
26	Теорема о преобразовании моментов инерции при повороте осей
27	Определение положения центра тяжести сложной фигуры
28	Чистый сдвиг и его особенности
29	Закон Гука при чистом сдвиге
30	Кручение стержней круглого поперечного сечения. Построение эпюр ВСФ.
31	Примеры построения эпюры крутящих моментов M_z
32	Определение касательных напряжений при кручении
33	Полярный момент сопротивления
34	Условие прочности при кручении
35	Перемещения при кручении. Построение эпюры углов закручивания
36	Условие жесткости при кручении: в абсолютных и в относительных углах закручивания
37	Расчет на срез и смятие
38	Плоский изгиб. Построение эпюр ВСФ
39	Примеры построения эпюры поперечной силы Q_y

№ п/п	Вопросы к зачету
40	Примеры построения эпюры изгибающих моментов M_x
41	Нормальные напряжения при чистом изгибе
42	Осевой момент сопротивления
43	Касательные напряжения при прямом поперечном изгибе. Формула Журавского
44	Расчет на прочность при плоском изгибе
45	Дифференциальное уравнение упругой линии балки
46	Интегрирование дифференциального уравнения упругой линии
47	Определение перемещений при изгибе методом Мора
48	Численные приложения интеграла Мора. Формула Симпсона
49	Способ Верещагина при определении перемещений
50	Условие жесткости при изгибе
51	Статически определимые и статически неопределимые системы. Метод сил. Деформационная проверка.
52	Расчет на прочность и жесткость статически неопределимых систем.
53	Понятие напряженного состояния в точке и его виды. Главные площадки и главные напряжения.
54	Плоское напряженное состояние. Прямая и обратная задачи плоского напряженного состояния. Круг Мора.
55	Объемное напряженное состояние. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация.
56	Теории предельного состояния: названия, критерии равнопрочности, рекомендации к применению.
57	Общий случай нагружения. Расчет на прочность при общем случае нагружения.
58	Устойчивость сжатых стержней. Задача Эйлера. Формула Эйлера определения критической силы.
59	Влияние способа закрепления стержня на величину критической силы. Коэффициент приведения длины.
60	Пределы применимости формулы Эйлера. Гибкость стержня.
61	Эмпирическая формула Ясинского определения критического напряжения. Пределы её применимости.
62	Диаграмма зависимости критического напряжения от гибкости стержня.
63	Практический расчет сжатых стержней на устойчивость. Коэффициент продольного изгиба. Виды расчета на устойчивость.
64	Усталость и выносливость материала. Характеристики циклов напряжений. Виды циклов напряжений.
65	Кривые усталости. Предел выносливости материала.
66	Диаграмма предельных амплитуд. Схематизированные диаграммы предельных амплитуд.
67	Конструктивно-технологические факторы, влияющие на усталостную прочность материала. Коэффициент запаса при циклическом нагружении.
68	Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Учет сил сопротивления среды.
69	Расчет на прочность и жесткость при вынужденных колебаниях систем. Податливость системы. Коэффициент динамичности.
70	Особенности ударного действия нагрузки. Виды удара.
71	Общий случай ударного воздействия нагрузки. Коэффициент динамичности в общем случае ударного воздействия.
72	Частные случаи удара. Коэффициенты динамичности для частных случаев удара.
73	Расчет на прочность и жесткость при ударе.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	зачет	«зачтено»	Если итоговый рейтинг составляет 40 и более баллов
		«не зачтено»	Если итоговый рейтинг составляет менее 40 баллов

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	П. А. Павлов [и др.] ; под ред. Б. Е. Мельникова	Сопротивление материалов [Электронный ресурс]	Учебник	2017	ЭБС «Лань»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
2	Т. Ф. Гаврилова, Е. П. Гордиенко, А. А. Разуваев	Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : практикум для студентов заоч. формы обучения. В 2 ч. Ч. 1	Практикум	2016	Репозиторий ТГУ
3	Т. Ф. Гаврилова, Е. П. Гордиенко, А. А. Разуваев	Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : практикум для студентов заоч. формы обучения. В 2 ч. Ч. 2	Практикум	2016	Репозиторий ТГУ
4	Т. Ф. Гаврилова, Е. П. Гордиенко, А. А. Разуваев	Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : практикум для студентов очной формы обучения. В 2 ч. Ч. 1	Практикум	2017	Репозиторий ТГУ
5	В.Г. Жуков	Механика [Электронный ресурс] : сопротивление материалов : учеб. пособие	Учебное пособие	2012	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

<http://www.toehelp.ru/theory/sopromat/> Лекции по дисциплине «Сопротивление материалов», иллюстрированные примерами решения задач

<http://technofile.ru/files/sopromat.html> Материалы для скачивания: шпаргалки, методические пособия по решению задач, учебник Феодосьева по Сопротивлению материалов, сортамент прокатных профилей, формулы

<http://mysopromat.ru/> На этом сайте находится:

- полный конспект лекций по курсу «Сопротивление Материалов»,
- историю создания и становления СОПРОМАТА, как учебного предмета,
- описание современных методов конструирования и расчета изделий на прочность и долговечность,
- статистические методы обработки результатов механических испытаний,
- описание современных программных комплексов CAD/FEA,
- различные и полезные справочные материалы,
- и многое, многое, многое другое...

<http://www.soprotmat.ru/> На сайте находится курс лекций, лабораторный практикум, музей разрушений, учебные фильмы, справочные данные и многое другое.

<http://botaniks.ru/sopromat.php> На этом сайте есть возможность бесплатно скачать примеры решения задач по Сопротивлению материалов.

http://www.1001soft.com/soft/sopromat_raschet_ploskih_balok_i_ram-945.html Здесь можно бесплатно скачать программу для расчета балок, работающих на изгиб.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition Office Stdandard 2016 Russian OLP NL AcademicEdition	контракт № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно
3	Mirapolis Human Capital Management	лицензионный договор № 42/02/22-К от 02.02.2022, срок действия – до 31.08.2022

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (Г-304)	Столы ученические трехместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра настольная
2	Лаборатория "Металлография" (Г-104)	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая)
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (С-508)	Доска аудиторная (меловая), столы ученические, стол преподавательский, стулья, стенды, шкафы.