

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Волжский государственный университет водного транспорта"**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.О.Д16 Сопротивление материалов**

Профиль	Проектирование, постройка и ремонт судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания
Институт	кораблестроения и инфраструктуры водного транспорта
Кафедра	Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
Специальность	26.05.01 Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники

1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестры	
		2	3
Лекции	53 Часы	19	34
Практические занятия	36 Часы	19	17
СРС	57 Часы	34	23
Лабораторные работы	34 Часы		34
Экзамен	36 Часы		36
Зачет	0 Часы		

2. Место дисциплины в структуре ООП

Код дисциплины	Наименование блока	Трудоемкость дисциплины, з.е.
Б.1.О.Д16	Блок 1 Дисциплины (модули) (Обязательная часть)	6

3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практические занятия	СРС	Лабораторные работы	Экзамен	Зачет	Всего
1	Основные понятия							
1,1	Предмет и задачи сопротивления материалов в кораблестроении и океанотехнике: понятия прочности, жесткости, устойчивости. Идеализация объекта при составлении его расчетной схемы: стержень, оболочка, пластина; ограничения, накладываемые на свойства материала. Стержень и его расчетная схема: понятие стержня, основные виды его деформаций, опоры. .	2 Часы	2 Часы	3 Часы				7 Часы
1,2	Внешние силы. Метод сечений; внутренние усилия, правило знаков, правило определения. Дифференциальные зависимости между внутренними усилиями и внешними силами для прямого стержня.	2 Часы	2 Часы	3 Часы				7 Часы
1,3	Напряжения: среднее и полное, нормальные и касательные, правило знаков, закон парности касательных напряжений. Перемещения и деформации: вектор полного перемещения и его компоненты, линейная и угловая деформации.	2 Часы	2 Часы	2 Часы				6 Часы
2	Геометрические характеристики сечений							
2,1	Геометрические характеристики сечения: Статические моменты, координаты центра тяжести, центральные оси. Моменты инерции: осевые, полярный, центробежный, центральные моменты инерции простейших фигур. Изменение моментов инерции при параллельном переносе осей, при повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции.	2 Часы	2 Часы	8 Часы				12 Часы
3	Растяжение (сжатие) стержня							
3,1	Напряженное и деформированное состояние стержня при растяжении-сжатии: формула для нормальных напряжений, область применимости формулы, принцип Сен-Венана. Напряжения в наклонных площадках.	2 Часы	2 Часы	4 Часы				8 Часы

3,2	Испытание материалов на растяжение-сжатие: виды образцов, первичная, условная и истинная диаграммы, характеристики прочности, пластичности и вязкости, хрупкий и пластичный материалы. Закон Гука при растяжении, модуль Юнга, коэффициент Пуассона.	2 Часы	2 Часы	3 Часы				7 Часы
3,3	Расчеты на прочность: три вида расчета, анализ назначения коэффициента запаса прочности. Расчеты на жесткость: формулы для определения удлинения стержня и перемещений произвольных сечений с учетом изменения температуры, работа внешних сил и потенциальная энергия деформации.	2 Часы	2 Часы	3 Часы				7 Часы
4	Кручение стержня							
4,1	Кручение стержней с круглым поперечным сечением: используемые гипотезы, формула для касательных напряжений, угол закручивания. Расчеты на прочности и жесткость.	2 Часы	2 Часы	3 Часы				7 Часы
4,2	Кручение стержней с некруглым поперечным сечением: свободное кручение тонкостенных стержней открытого профиля.	2 Часы	2 Часы	3 Часы				7 Часы
4,3	Кручение тонкостенных стержней закрытого двухсвязного контура.	1 Часы	1 Часы	2 Часы				4 Часы
5	Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния стержня при деформациях растяжения-сжатия и кручения.							
5,1	Исследование механических свойств стали при испытаниях на растяжение. Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона стали.			1 Часы	2 Часы			3 Часы
5,2	Определение модуля сдвига. Испытание стального образца на сдвиг.			1 Часы	2 Часы			3 Часы
6	Основы теории напряженного и деформированного состояния в точке							
6,1	Напряжения в наклонных площадках. Понятие о главных напряжениях. Три вида напряженного состояния.	2 Часы		0,5 Часы				2,5 Часы
6,2	Напряжения в наклонных площадках. Главные напряжения при плоском напряженном состоянии. Экстремальные касательные напряжения.	2 Часы		0,5 Часы				2,5 Часы
6,3	Октаэдрические напряжения. Обобщенный закон Гука. Удельная потенциальная энергия.	2 Часы		0,5 Часы				2,5 Часы
6,4	Понятие о предельном напряженном состоянии. Теории прочности	2 Часы	2 Часы	0,5 Часы				4,5 Часы
7	Прямой поперечный изгиб стержня							
7,1	Чистый изгиб стержня.	1 Часы	2 Часы	1 Часы	2 Часы			6 Часы
7,2	Поперечный изгиб стержня. Расчеты прочности при поперечном изгибе стержня.	2 Часы		1 Часы	2 Часы			5 Часы
7,3	Особенности расчетов прочности стержня при поперечном изгибе				2 Часы			2 Часы
7,4	Прогиб стержня и его составляющие. Определение прогиба от изгиба	2 Часы		1 Часы	2 Часы			5 Часы
7,5	Особенности определения перемещений в стержне при поперечном изгибе				2 Часы			2 Часы
7,6	Определение прогиба от сдвига. Потенциальная энергия деформации при изгибе и сдвиге стержня.	1 Часы		1 Часы	2 Часы			4 Часы
7,7	Понятие о центре изгиба. Изгиб плоского стержня большой кривизны.	2 Часы						2 Часы
8	Сложное сопротивление стержня							
8,1	Косой изгиб и внецентренное растяжение стержня	2 Часы	2 Часы	2 Часы	2 Часы			8 Часы
8,2	Изгиб с кручением круглого вала	1 Часы	2 Часы	1 Часы	2 Часы			6 Часы
8,3	Расчет тонкостенной осесимметричной оболочки	2 Часы		1 Часы				3 Часы
9	Экспериментальные исследования поперечного изгиба стержня							
9,1	Определение прогиба и напряжения в двухопорной и консольной балке при плоском изгибе		2 Часы	1 Часы	2 Часы			5 Часы
9,2	Определение прогиба и напряжения в консольной балке при косом изгибе			1 Часы	2 Часы			3 Часы
10	Общие теоремы строительной механики, перемещения точек стержневой системы							
10,1	Обобщенные координаты и обобщенные силы. Линейно деформируемые системы: понятие матрицы податливости и матрицы жесткости.	1 Часы		0,6 Часы				1,6 Часы

10,2	Работа внешних сил при статическом нагружении. Понятие возможной работы: возможная работа внешних и внутренних сил. Потенциальная энергия деформации стержня при произвольном нагружении.	1 Часы		0,6 Часы			1,6 Часы
10,3	Теоремы взаимности работ и перемещений. Применение принципа возможных перемещений к определению равновесия упругих систем. Формула Мора для определения перемещений в отдельных точках стержневых систем.	1 Часы	2 Часы	0,6 Часы	2 Часы		5,6 Часы
10,4	Правило Верещагина, формула профессора Трянина для определения перемещений в прямолинейных стержнях	1 Часы	1 Часы	0,6 Часы	2 Часы		4,6 Часы
10,5	Практические приемы использования формулы Мора.			0,6 Часы	2 Часы		2,6 Часы
11	Статически неопределимые стержневые системы						
11,1	Понятие стержневой системы: геометрически изменяемые и неизменяемые системы, внешние и внутренние связи. Понятие статически неопределимой системы, степень статической неопределимости.	1 Часы		2 Часы			3 Часы
11,2	Метод сил: основная система, каноническая система метода сил, порядок решения задач раскрытия статической неопределимости методом сил. Учет симметрии при решении задач	2 Часы	2 Часы	1 Часы	2 Часы		7 Часы
11,3	Расчет многопролетных стержней методом трех моментов: вывод уравнений, практические примеры решения задач	2 Часы	2 Часы	1 Часы	2 Часы		7 Часы
12	Усталостная прочность						
12,1	Общие положения: понятие усталостной прочности, постулаты Велера. Основные характеристики цикла напряжений: амплитуда, среднее напряжение, коэффициент асимметрии. Испытания на выносливость.	2 Часы		1 Часы			3 Часы
12,2	Факторы, влияющие на предел выносливости: концентрация напряжений, масштабный эффект. Расчет на прочность при циклически меняющихся напряжениях.	2 Часы		1 Часы			3 Часы

4. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих компетенций:

№ п/п	компетенции	Индикатор достижения		
		Знать	Уметь	Владеть
1	Способен применять основы инженерных знаний в профессиональной деятельности, решать прикладные инженерно-технические и организационно-управленческие задачи	ОПК-2.3.1 Основные виды деформаций стержневых систем судовых конструкций и способы определения их напряженно-деформированных состояний; механические характеристики материалов, применяемых для изготовления этих конструкций.	ОПК-2.У.1 Строить эпюры внутренних усилий для простейших видов нагружений стержневых систем и вычислять максимальные значения напряжений с использованием справочной литературы.	ОПК-2.В.1 Навыками инженерных вычислений напряжений в стержневых системах и выполнять оценку прочности конструкций с использованием справочных материалов.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих требуемых Международной конвенцией о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года стандартов компетенции:

№ п/п	Таблица	Функция	Сфера компетентности
1			

5. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение программы

5.1 Помещения и оборудование

№ п/п	Вид помещений	Оснащение помещений	№ помещений
1	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	оборудование и технические средства обучения (Стул (25 ед.); Стол аудиторный (13 ед.); Доска аудиторная (1 ед.) (469) Стул (48 ед.); Монитор LG (10 ед.); Системный блок (10 ед.); Проектор (1 ед.); Экран настенный (1 ед.); Доска аудиторная (1 ед.) (470) Стол компьютерный (4 ед.); Системный блок (8 ед.); Монитор (8 ед.); Экран для проекционного оборудования (1 ед.); Проектор (1 ед.) (476))	469,470,476
2	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	462

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование
1	Microsoft Office Professional Plus 2016 (Договор №44/109-15 от 28.12.2015 (бессрочно))
2	Microsoft Office ProPlus 2013 (Договор №44/59-18 от 09.04.2018 (бессрочно))

5.3 Карта обеспеченности печатными и(или) электронными изданиями и электронными образовательными ресурсами

№ п/п	Наименование источника	Год издания	Ресурс	Количество экземпляров
1	Крайнова, В.В. Методические указания по организации и выполнению внеаудиторной (самостоятельной) работы [Электронный ресурс] : для преподавателей и студ.по направлениям подготовки (спец.) высш.и сред.проф.образования / В. В. Крайнова ; ВГУВТ. - Н.Новгород, 2018. - 1 текст/файл. - Авторский вариант. – Режим доступа: http://94.100.87.24:8080/MarcWeb/Tmp/f15520.pdf	2 018	Электронный ресурс	0
2	Фролов, А.М.;Соппротивление материалов;конспект лекций для бакалавров и студентов очн.и заочн.обучения спец.180405.65,190600.62, 270800.62;Кузнецова, Т.А.Фролов, А.М.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 012	Текст	295
3	Гирин, С.Н.;Соппротивление материалов.Расчет статически неопределимых стержней методом сил;учеб.пособие для студ.очн.и заочн.обучения;Гирин, С.Н.-Н.Новгород,ВГУВТ; <null> ;	2 015	Текст	50
4	Гирин, С.Н.;Соппротивление материалов.Расчет статически неопределимых стержней методом сил;учеб.пособие для студ.очн.и заочн.обучения;Гирин, С.Н.-Н.Новгород,<null>; <null> ; http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 015	Электронный ресурс	0
5	Зябко, Н.Г.;Соппротивление материалов;практикум для студ.выполняющих расчетно-проектировочные работы;Зябко, Н.Г.Созинов, С.В.-Н.Новгород,ВГУВТ; <null> ;	2 017	Текст	50
6	Павлов, П.А.;Соппротивление материалов;учебник;Мельников, Б.Е.Павлов, П.А.Паршин, Л.К.Шерстнев, В.А.-Санкт-Петербург,Лань; URL: https://reader.lanbook.com/book/206420#1 (дата обращения: 23.05.2022) ;<null>	2 022	Электронный ресурс	0

Программа предусматривает возможность применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Электронная информационно-образовательная среда университета с возможностью доступа к информационно- телекоммуникационной сети "Интернет" - Режим доступа: <http://www.eios.vsuwt.ru/>.

5.4 Современные профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование
1	Статистический сборник: Транспорт в России- Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1136983505312
2	Центральная база статистических данных - Режим доступа: http://cbsd.gks.ru/

5.5 Информационные справочные системы

№ п/п	Наименование
1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
2	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
4	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)

6. Оценочные и методические материалы

Оценочные и методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, являются приложением к программе.

№ п/п	Индикатор достижения компетенций	Сфера компетентности (МК ПДНВ)	Контролируемые разделы (темы)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения		Процедура оценивания	Критерии оценивания результата обучения и шкала оценивания			
				Вид контроля	Форма контроля		2	3	4	5
							не зачтено	зачтено		
1	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1		1.2,2.1,3,3	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа	Анализ представленного письменного отчета	РГР выполнена не полностью, допущены грубые ошибки, большинство предусмотренных заданий не выполнены либо выполнены с грубыми ошибками	РГР выполнена большей частью, но допущены ошибки в расчетах и чертежах (графиках); необходимые умения и практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки; оформление РГР с нарушением установленных требований	РГР в целом выполнена, но допущены неточности в расчетах и чертежах (графиках), теоретическое содержание освоено; необходимые умения и практические навыки работы в основном сформированы, все предусмотренные задания выполнены с отдельными неточностями, оформление РГР согласно установленным требованиям.	РГР выполнена в полном объеме; без ошибок в расчетах и чертежах (графиках), теоретическое содержание освоено полностью, без пробелов, системно и глубоко; необходимые умения и практические навыки сформированы, все задания выполнены безупречно, оформление РГР согласно установленным требованиям.
2	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1, ОПК-2.В.1		7.2,1,7,3,1,8,1,8,2,11,2,11,3	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа	Анализ представленного письменного отчета	РГР выполнена не полностью, допущены грубые ошибки, большинство предусмотренных заданий не выполнены либо выполнены с грубыми ошибками	РГР выполнена большей частью, но допущены ошибки в расчетах и чертежах (графиках); необходимые умения и практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных заданий выполнены, отдельные из выполненных заданий содержат ошибки; оформление РГР с нарушением установленных требований	РГР в целом выполнена, но допущены неточности в расчетах и чертежах (графиках), теоретическое содержание освоено; необходимые умения и практические навыки работы в основном сформированы, все предусмотренные задания выполнены с отдельными неточностями, оформление РГР согласно установленным требованиям.	РГР выполнена в полном объеме; без ошибок в расчетах и чертежах (графиках), теоретическое содержание освоено полностью, без пробелов, системно и глубоко; необходимые умения и практические навыки сформированы, все задания выполнены безупречно, оформление РГР согласно установленным требованиям.

3	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1		5,9	Текущий контроль Лабораторная работа	Анализ представленного письменного отчета, собеседование	Работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно	Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы, если в ходе проведения опыта, измерений, вычислений и наблюдений были допущены ошибки	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; но допускает несколько недочетов, оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил в основном на все контрольные вопросы	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил на все контрольные вопросы
4	ОПК-2.3.1		1,2,3,4	Промежуточная аттестация Зачет	Собеседование	Обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов дисциплины, его базовых понятий и фундаментальных проблем. Слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отсутствуют ответы на дополнительные вопросы, необходимые умения и навыки			Обучающийся демонстрирует знание основных разделов дисциплины, его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобретены необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично изложен теоретический материал, допущены лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности
5	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1		6,7,8,10,11,12	Промежуточная аттестация Экзамен	Собеседование	Незнание или непонимание обучающимся основного материала; на большую часть вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов	Знания имеют фрагментарный характер, отличаются поверхностностью и малой содержательностью; содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные вопросы билета; нарушена логика изложения, отсутствуют осмысленность представляемого материала	Знания имеют достаточный содержательный уровень, однако отличаются слабой структурированностью; раскрыто содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы; недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета	Знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; обучающийся свободно владеет научными понятиями; логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; обучающийся демонстрирует умение вести диалог и вступать в научную дискуссию

6	ОПК-2.3.1, ОПК-2.У.1		1-5,6,7,8,10,11,12	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	Ключи оценивания	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов
---	-------------------------	--	--------------------	--------------------------	---------------	------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------

7. Разработчики:

(ученая степень)

Доцент

(занимаемая должность)

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений

(место работы)

Зябко Н. Г.

(ФИО)

**Расчетно-графические работы, выполняемые студентами по 1 части
дисциплины «Сопротивление материалов»
специальность 26.05.01 «Проектирование и постройка кораблей, судов и
объектов океанотехники»**

РГР №1. «Построение эпюр внутренних усилий в стержнях».

Методическая литература (МЛ): Горохова, М.В. Сопротивление материалов. Построение эпюр внутренних усилий в стержнях. Вып.1/ М.В. Горохова, Н.Г. Зябко.- Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2006.- 96 с.

Содержание задания изложено на с.6 указанной МЛ.

В табл.1 и 2 на с.4 МЛ приведены 190 вариантов индивидуальных заданий. Студенты решают 8 задач в соответствии с выданным индивидуальным вариантом. Схемы задач показаны на рис.1-19 (с.7-25 МЛ).

На с.26-57 излагаются примеры решения задач.

РГР №2. «Определение геометрических характеристик поперечного сечения стержня».

Методическая литература (МЛ): Горохова, М.В. Сопротивление материалов. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней. Вып.2: практикум к выпол. расч.-проектиров. работы / М.В. Горохова, Н.Г. Зябко, Т.А. Кузнецова. – Н.Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2008.- 104 с.

Студенты решают задачу 2.2 «Расчет геометрических характеристик симметричного сечения, состоящего из прокатных профилей» в соответствии с выданным индивидуальным вариантом.

Текст задания приведен на с.4-5 МЛ. Исходные данные по 180 вариантам индивидуальных заданий приведены в табл.2, а схемы сечений показаны на рис.19-36.

Пример выполнения «ручного расчета» приведен на с.37-40.

Пример расчета с применением программного комплекса SCAD (конструктор сечений) приведен на с.63-71.

РГР №3. «Расчет прочности и жесткости стержня при деформациях растяжения (сжатия) и скручивания».

Методическая литература (МЛ): Нестеров, К.В. Сопротивление материалов. Метод. указания к выполнению задания №3. – Горький: Изд-во ГИИВТ, 1988.- 52 с.

Студенты решают задачи 3.1 и 3.3 в соответствии с выданным индивидуальным вариантом.

Текст задания к задаче 3.1 и схема нагружения стержня приведены на с.4-5, а исходные данные по 152 вариантам приведены в табл.1.

Текст задачи 3.3 и схема нагружения стержня приведены на с.25, а исходные данные для 150 вариантов приведены в табл.7.

Пример решения задачи 3.1 приведен на с.37-42, а пример решения задачи 3.3 приведен на с.45-51.

**Расчетно-графические работы, выполняемые студентами по 2 части
дисциплины «Сопротивление материалов»
специальность 26.05.01 «Проектирование и постройка кораблей, судов и
объектов океанотехники»**

РГР №4. «Расчет прочности и жесткости стержня при деформации изгиба».

Методическая литература (МЛ): Авдентов, Л.Н. Сопротивление материалов. Изгиб статически определимых балок. – Горький: Изд-во ГИИВТ, 1989.- 37 с.

Студенты решают задачи 5.2 и 5.3 в соответствии с выданным индивидуальным вариантом.

Текст задания к задаче 5.2 приведен на с.5. Схемы нагружения стержня к задаче показаны на рис.2.2, а исходные данные для 160 вариантов приведены в табл.1.

Текст задания к задаче 5.3 приведен на с.12. Схемы нагружения стержня к задаче показаны на рис.2.3, а исходные данные для 160 вариантов приведены в табл.1.

Пример решения задачи 5.2 приведен на с.21-29, а задачи 5.3 – на с.30-37.

РГР №5. «Расчет прочности стержня при сложном нагружении».

Методическая литература (МЛ): Зябко, Н.Г. Сопротивление материалов. Сложное сопротивление. Вып. 8 / Н.Г. Зябко, С.В. Созинов. – Н.Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2017.- 84 с.

Студенты решают задачи 8.1 и 8.2 в соответствии с выданным индивидуальным вариантом.

Текст задания к задаче 8.1 приведен на с.5. Схемы нагружения стержня приведены на рис.1-10, а исходные данные для 200 вариантов приведены в табл.1-10. Пример выполнения задачи 8.1 приведен на с.49-60.

Текст задания к задаче 8.1 приведен на с.5, 6. Схемы нагружения стержня приведены на рис.11-20, а исходные данные для 200 вариантов приведены в табл.11-20. Пример выполнения задачи 8.2 приведен на с.72-75, 68.

РГР №6. «Расчет статически неопределимых стержней методом сил».

Методическая литература (МЛ): Гирин, С.Н. Сопротивление материалов. Расчет статически неопределимых стержней методом сил: учеб. Пособие / С.Н. Гирин.- Н.Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015.- 36 с.

Студенты решают задачи 6.1, 6.2, и 6.3 в соответствии с выданным индивидуальным вариантом.

Текст задания и схема нагружения стержня к задаче 6.1 приведены на с.26, а исходные данные для 52 вариантов приведены в табл.2.1.

Текст задания и схема нагружения стержня к задаче 6.2 приведены на с.28, а исходные данные для 52 вариантов приведены в табл.2.2.

Текст задания и схема нагружения стержня к задаче 6.3 приведены на с.30, 31, а исходные данные для 52 вариантов приведены в табл.2.3.

В МЛ приведены основные положения теории на с.3-11. В табл.1.1 приведена справочная информация по углам поворота однопролетных свободно опертых балок при некоторых видах нагружения, встречающихся в заданиях. Эта информация необходима студентам для решения задачи 6.3.

На с.13-26 приведены примеры решения задач.

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»

Факультет КГ и ЗОС

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

по курсу «Сопротивление материалов»
часть № I

Выполнил: студент

Проверил:

Нижний Новгород
_____ г.

Содержание

	Стр.
Лабораторная работа № 1. Определение механических свойств стали по диаграмме растяжения.....	3
Лабораторная работа № 3. Определение модуля упругости E и коэффициента Пуассона μ при растяжении.....	7
Лабораторная работа № 4. Определение модуля сдвига G при скручивании.....	10
Лабораторная работа № 5. Испытание чугуна на сжатие.....	13
Лабораторная работа № 6. Испытание стали на срез.....	14
Литература.....	15

Лабораторная работа № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ ПРИ ИСПЫТАНИИ
НА РАСТЯЖЕНИЕ

Дата _____

Испытательная машина ИР 5057-50 с максимальным усилием 50 кН.

Коэффициент полноты диаграммы для малоуглеродистых сталей $\eta = 0,85 \div 0,9$.

Таблица 1.1 – Размеры образца (в мм)

Наименование величин	До испытаний	После испытаний
Диаметр	$d_0 =$	$d_k =$
Расчетная длина	$l_0 =$	$l_k =$
Площадь поперечного сечения	$F_0 =$	$F_k =$
Объем рабочей части образца	$V_0 = F_0 l =$	
Рабочая длина образца	$l =$	
Общая длина образца	$L =$	
Диаметр головок	$D =$	

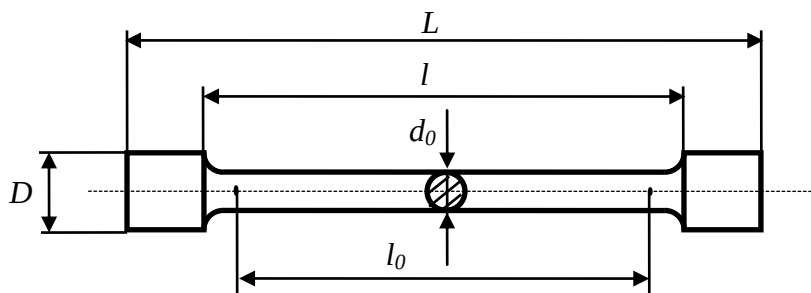


Рисунок 1.1 – Образец до испытаний

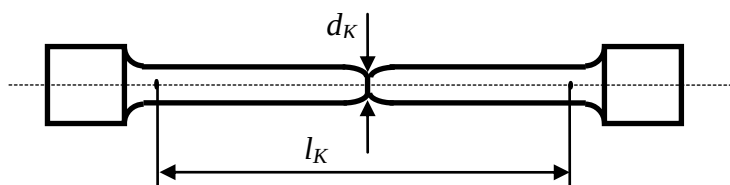
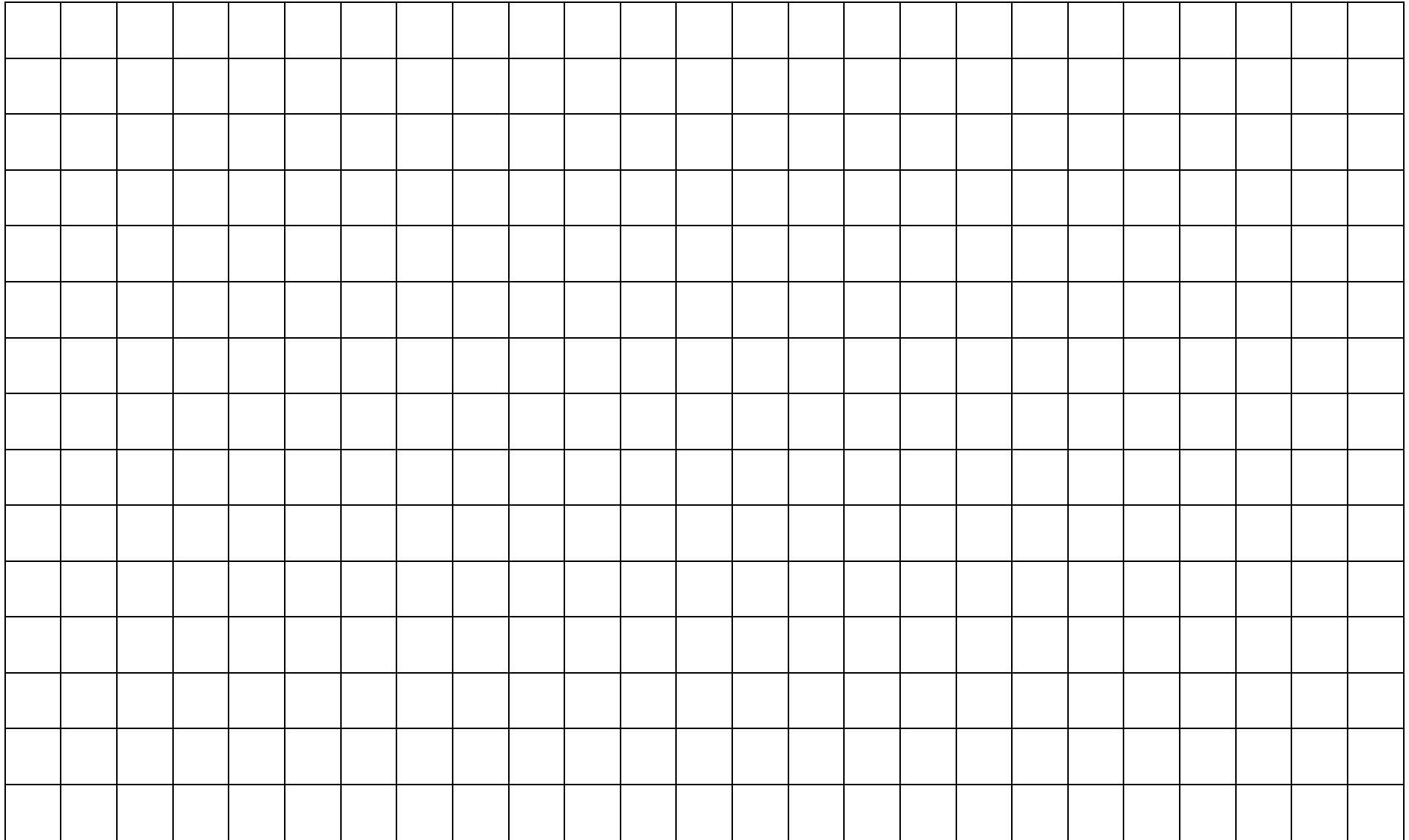


Рисунок 1.2 – Образец после испытаний (сложен по месту разрыва)

Значения предельных нагрузок по результатам
обработки диаграммы (рисунок 1.3)

Наибольшая нагрузка до разрыва	$P_{\max} =$	кН
Нагрузка предела пропорциональности	$P_{\text{пц}} =$	кН
Удлинение образца, соответствующее нагрузке $P_{\text{пц}}$	$\Delta l_{\text{пц}} =$	мм
Нагрузка предела текучести	$P_T =$	кН
Нагрузка при разрыве	$P_k =$	кН
Площадь диаграммы	$\omega =$	кН·мм

$\sigma = P/F_0$,
МПа



$\varepsilon = \Delta l / l$

Рисунок 1.4 – Диаграмма условных напряжений

Результаты испытаний

Временное сопротивление или предел прочности	$\sigma_b = 10^3 \cdot P_{\max} / F_0 =$	(МПа)
Предел пропорциональности	$\sigma_{\text{пц}} = 10^3 \cdot P_{\text{пц}} / F_0 =$	(МПа)
Предел текучести	$\sigma_T = 10^3 \cdot P_T / F_0 =$	(МПа)
Истинное сопротивление разрыву	$S_k = 10^3 \cdot P_k / F_k =$	(МПа)
Остаточное удлинение после разрыва	$\Delta l_p = l_k - l_0 =$	(мм)
Относительное удлинение	$\delta_{l_0} = ((l_k - l_0) / l_0) \cdot 100\% =$	(%)
Относительное сужение	$\Psi = ((F_0 - F_k) / F_0) \cdot 100\% =$	(%)
Полная работа разрыва	$A = \omega = \eta P_{\max} \Delta l_p =$	(Дж)
Полная удельная работа разрыва	$a_k = 10^3 \cdot A / V_0 =$	(Дж/см ³)

Преподаватель _____

Лабораторная работа № 3

Определение модуля упругости E и коэффициента Пуассона μ при растяжении

Дата _____

Испытательная машина ИР 5057-50 с максимальным усилием 50,0 кН.

Измерение деформаций производится при помощи тензорезисторов (датчиков) и цифрового тензометрического моста ЦТИ-1. Используются датчики с базой $e_g = 10 \text{ мм}$, с коэффициентом тензочувствительности $K_T = 2,0$; цена деления ЦТИ-1 в относительных единицах деформации $n = 0,2 \cdot 10^{-5}$.

Материал образца – сталь.

Площадь поперечного сечения $F = 150 \text{ мм}^2$.

Степень нагрузки при испытаниях $\Delta P = 5 \text{ кН}$.

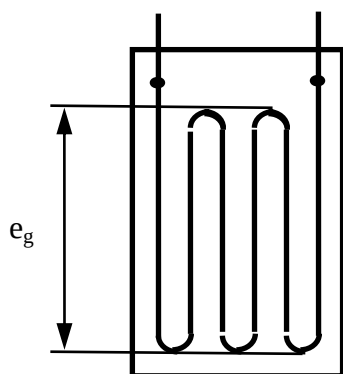


Рисунок 3.1 – Схема тензорезистора (датчика).

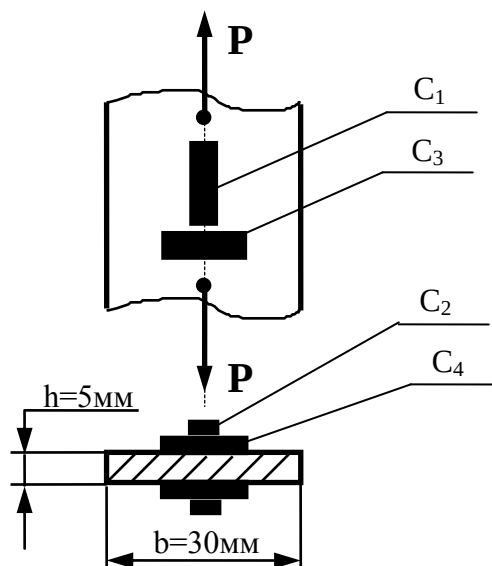


Рисунок 3.2 – Схема расположения датчиков на образце.

Таблица 3.1 – Результаты испытаний

Номер замера, i	Нагрузка P , кН	Показания приборов							
		продольная деформация				поперечная деформация			
		C_1	C_2	$(C_{пр})_i = (C_1 + C_2)/2$	$\Delta C_{пр}$	C_3	C_4	$(C_{поп})_i = (C_3 + C_4)/2$	$\Delta C_{поп}$
0	5								
1	10								
2	15								
3	20								
4	25								

Обработка результатов эксперимента по методу наименьших квадратов

1. Определение модуля упругости E (см. также таблицу 3.2)

Система условных уравнений:

$$E(\varepsilon_{\text{пр}})_i = \sigma_i, \quad (3.1)$$

где $i = 1, 2, 3, 4$,

$$(\varepsilon_{\text{пр}})_i = [(C_{\text{пр}})_i - (C_{\text{пр}})_0] \cdot n = [(C_{\text{пр}})_i - (C_{\text{пр}})_0] \cdot 0,2 \cdot 10^{-5}, \quad (3.2)$$

$$\sigma_i = 10^3 \cdot (P_i - P_0) / F \quad (3.3)$$

Среднее значение модуля упругости:

$$E_0 = B / D = 10^5 \text{ (МПа)} \quad (3.4)$$

где

$$B = \sum_{i=1}^{i=4} \sigma_i (\varepsilon_{\text{пр}})_i, \quad (3.5)$$

$$D = \sum_{i=1}^{i=4} (\varepsilon_{\text{пр}})_i^2. \quad (3.6)$$

Средняя квадратичная погрешность (стандарт погрешности):

$$\sigma_E = \sqrt{\frac{C}{3}} = 10^5 \text{ (МПа)} \quad (3.7)$$

где

$$C = \sum_{i=1}^{i=4} \left[\frac{\sigma_i - E_0 (\varepsilon_{\text{пр}})_i}{(\varepsilon_{\text{пр}})_i} \right]^2. \quad (3.8)$$

Таблица 3.2 – Обработка результатов эксперимента по методу наименьших квадратов
для определения модуля упругости

Номер i	$P_i - P_0$, кН	σ_i , МПа	$(C_{\text{пр}})_i -$ $(C_{\text{пр}})_0$	10^5 $(\varepsilon_{\text{пр}})_i$	10^{10} $(\varepsilon_{\text{пр}})_i^2$	10^5 $\sigma_i (\varepsilon_{\text{пр}})_i$	$E_0 \times$ $(\varepsilon_{\text{пр}})_i$	$\frac{10^{-5}}{\varepsilon_{\text{пр}} i} \cdot \frac{\sigma_i - E_0 \varepsilon_{\text{пр}} i}{\varepsilon_{\text{пр}} i}$	$\frac{10^{-10}}{\varepsilon_{\text{пр}} i} \cdot \left[\frac{\sigma_i - E_0 \varepsilon_{\text{пр}} i}{\varepsilon_{\text{пр}} i} \right]^2$
1									
2									
3									
4									
Σ					D=	B=			C=

Результат определения модуля упругости

$$E = E_0 \pm \sigma_E = (\quad) 10^5 \text{ (МПа)} \quad (3.9)$$

2. Определение коэффициента Пуассона (см. также таблицу 3.3)

Система условных уравнений

$$\mu(\varepsilon_{\text{пр}})_i = |(\varepsilon_{\text{поп}})_i|, \quad (3.10)$$

где $i = 1, 2, 3, 4$,

$$(\varepsilon_{\text{пр}})_i = [(C_{\text{пр}})_i - (C_{\text{пр}})_0] \cdot n = [(C_{\text{пр}})_i - (C_{\text{пр}})_0] \cdot 0,2 \cdot 10^{-5}, \quad (3.11)$$

$$(\varepsilon_{\text{поп}})_i = [(C_{\text{поп}})_i - (C_{\text{поп}})_0] \cdot n = [(C_{\text{поп}})_i - (C_{\text{поп}})_0] \cdot 0,2 \cdot 10^{-5}, \quad (3.12)$$

Среднее значение коэффициента Пуассона

$$\mu_0 = K/L = \quad (3.13)$$

где

$$K = \sum_{i=1}^{i=4} (\varepsilon_{\text{пр}})_i \cdot |(\varepsilon_{\text{поп}})_i|, \quad (3.14)$$

$$L = \sum_{i=1}^{i=4} (\varepsilon_{\text{пр}})_i^2. \quad (3.15)$$

Средняя квадратичная погрешность (стандарт погрешности)

$$\sigma_\mu = \sqrt{\frac{M}{3}} = \quad (3.16)$$

где

$$M = \sum_{i=1}^{i=4} \left[\frac{|\varepsilon_{\text{поп}}|_i - \mu_0 (\varepsilon_{\text{пр}})_i}{(\varepsilon_{\text{пр}})_i} \right]^2. \quad (3.17)$$

Таблица 3.3 – Обработка результатов эксперимента по методу наименьших квадратов для определения коэффициента Пуассона

№	$(C_{\text{пр}})_i - (C_{\text{пр}})_0$	$10^5 (\varepsilon_{\text{пр}})_i$	$(C_{\text{поп}})_i - (C_{\text{поп}})_0$	$10^5 (\varepsilon_{\text{поп}})_i$	$10^{10} (\varepsilon_{\text{пр}})_i^2$	$10^{10} (\varepsilon_{\text{пр}})_i (\varepsilon_{\text{поп}})_i $	$10^5 \mu_0 \times (\varepsilon_{\text{пр}})_i$	$\frac{ \varepsilon_{\text{поп}} _i - \mu_0 \varepsilon_{\text{пр}i}}{\varepsilon_{\text{пр}i}}$	$10^5 \left[\frac{ \varepsilon_{\text{поп}} _i - \mu_0 \varepsilon_{\text{пр}i}}{\varepsilon_{\text{пр}i}} \right]^2$
1									
2									
3									
4									
Σ					L=	K=			M=

Результат определения коэффициента Пуассона

$$\mu = \mu_0 \pm \sigma_\mu = \quad (3.18)$$

Преподаватель _____

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ СДВИГА G ПРИ СКРУЧИВАНИИ

Дата _____

Испытательная машина КМ–50–1 с наибольшим крутящим моментом 490 Нм.

Испытание производится по шкале моментоизмерителя **В** с пределами измерения от 0 до 100 Нм, с ценой деления – 0,2 Нм.

Прибор для измерения деформаций – индикаторный угломер системы Н.Г.Токаря.

Цена деления индикатора – 1 деление = 0,01 мм.

Длина кронштейна **R** = 100 мм. База прибора **l** = 150 мм.

Данные образца

Материал	Сталь
Модуль упругости	$E = 2 \cdot 10^5$ МПа
Коэффициент Пуассона	$\mu = 0,3$
Диаметр образца	$d = 15$ мм
Расчетная длина	$l = 150$ мм
Полярный момент инерции поперечного сечения	$I_p = \pi d^4 / 32 = 0,497$ см ⁴
Степень нагружения скручивающего момента при испытании	$\Delta \mathfrak{M}_K = 12,753$ Нм = 1,3 кгсм

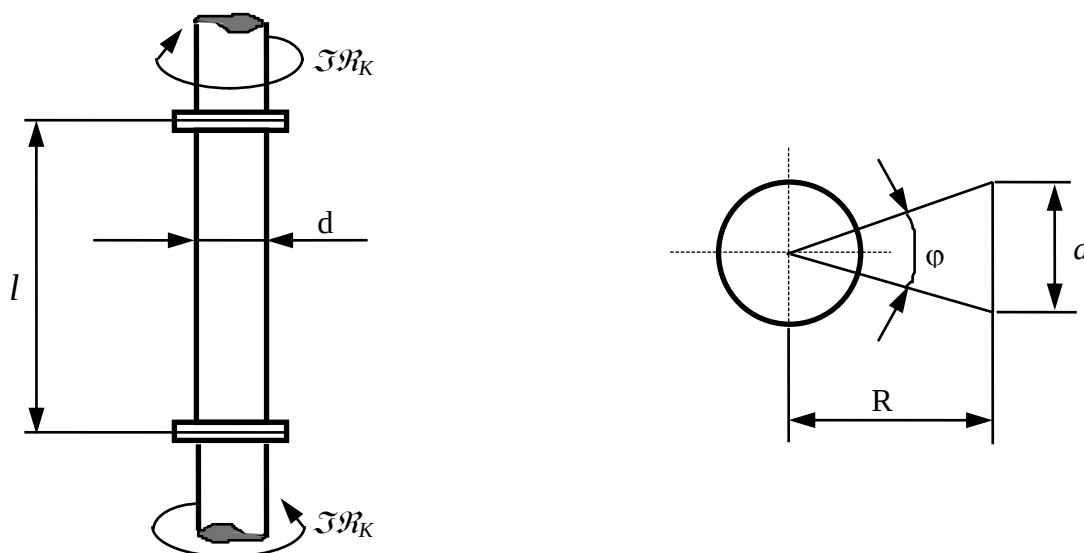
Рисунок 4.1 – Схема измерения угла закручивания: **l** – база прибора; **R** – длина кронштейна; **a** – размер, изменение которого определяется при помощи индикатора.

Таблица 4.1 – Результаты испытаний

Номер замера, i	Скручивающий момент $\mathfrak{I}\mathfrak{R}_K$,		Приращение $\Delta\mathfrak{I}\mathfrak{R}_K$, Нм	Отчет по индикатору a_i , мм	Угол закручивания $\varphi_i = a_i/R$	Приращение Δ
	кгсм	Нм				
0	0,7	6,867	----			-----
1	2,0	19,620	12,753			
2	3,3	32,373	12,753			
3	4,6	45,126	12,753			
4	5,9	57,879	12,753			

**Обработка результатов эксперимента по методу наименьших квадратов
(см. таблицу 4.2)**

Система условных уравнений:

$$G \Delta\varphi_i = K_i, \quad (4.1)$$

где $i = 1, 2, 3, 4$,

$$\Delta\varphi_i = \varphi_i - \varphi_0, \quad (4.2)$$

$$K_i = 10^{-1} \cdot (\mathfrak{I}\mathfrak{R}_i - \mathfrak{I}\mathfrak{R}_0) l / I_\rho \quad (4.3)$$

Среднее значение модуля упругости:

$$G_0 = B / D = 10^5 \text{ (МПа)}, \quad (4.4)$$

где

$$B = \sum_{i=1}^{i=4} K_i \Delta\varphi_i, \quad (4.5)$$

$$D = \sum_{i=1}^{i=4} (\Delta\varphi_i)^2. \quad (4.6)$$

Средняя квадратичная погрешность (стандарт погрешности):

$$\sigma_G = \sqrt{\frac{C}{3}} = 10^5 \text{ МПа} \quad (4.7)$$

где

$$C = \sum_{i=1}^{i=4} \left[\frac{K_i - G_0 \Delta\varphi_i}{\Delta\varphi_i} \right]^2 \quad (4.8)$$

Таблица 4.2 – Обработка результатов эксперимента по методу наименьших квадратов
для определения модуля упругости

Номер i	$\mathfrak{I}\mathfrak{R}_i - \mathfrak{I}\mathfrak{R}_0$, Нм	K_i , МПа	$\Delta\varphi_i =$ $10^2 (\varphi_i - \varphi_0)$	$10^4 \Delta\varphi_i^2$	10^2 $K_i \Delta\varphi_i$	$G_0 \Delta\varphi_i$	$\frac{10^{-2}}{\Delta\varphi_i} \frac{K_i - G_0 \Delta\varphi_i}{\Delta\varphi_i}$	$\frac{10^{-4}}{\Delta\varphi_i} \left[\frac{K_i - G_0 \Delta\varphi_i}{\Delta\varphi_i} \right]^2$
1								
2								
3								
4								
Σ				D=	B=			C=

Результат определения модуля упругости

$$G_{\text{оп}} = G_0 \pm \sigma_G = (\quad) 10^5 \quad (\text{МПа}) \quad (4.9)$$

Из теории

$$G_T = E/(2(1+\mu)) = \quad 10^5 \quad (\text{МПа}) \quad (4.10)$$

Сравнение значений модуля сдвига из опыта и теоретического расчета

Расхождение

$$\Delta = |(G_T - G_{\text{оп}})/G_T| \cdot 100\% = \quad (4.11)$$

Преподаватель _____

Лабораторная работа № 5 ИСПЫТАНИЕ ЧУГУНА НА СЖАТИЕ

Дата _____

Испытательная машина Р-10 с максимальным усилием 100 кН.

Размеры образца

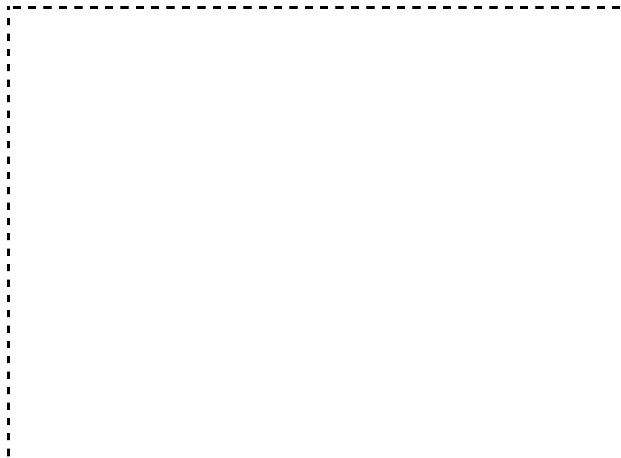
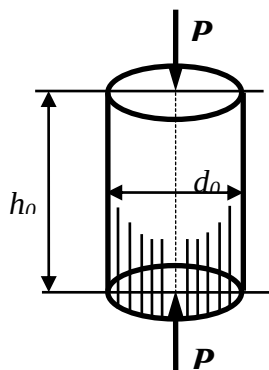
 $d_0 =$ _____ мм; $h_0 =$ _____ мм; $F_0 =$ _____ мм².


Рисунок 5.1 – Схема испытания на сжатие.

Рисунок 5.2 – Эскиз образца после испытаний.

Результаты испытаний

Разрушающая нагрузка

 $P_{\max} =$ _____ (кН)Временное сопротивление или
предел прочности на сжатие
 $\sigma_{\text{в}}^{\text{сж}} = 10^3 \cdot P_{\max} / F_0 =$ _____ (МПа)

Марка чугуна

Р, кН									

 $\Delta l, \text{ мм}$

Рисунок 5.1 – Диаграмма сжатия чугуна

Преподаватель _____

Лабораторная работа № 6

ИСПЫТАНИЕ СТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА НА СРЕЗ

Дата _____

Испытательная машина Р-10 с максимальным усилием 100 кН.

Размеры образца

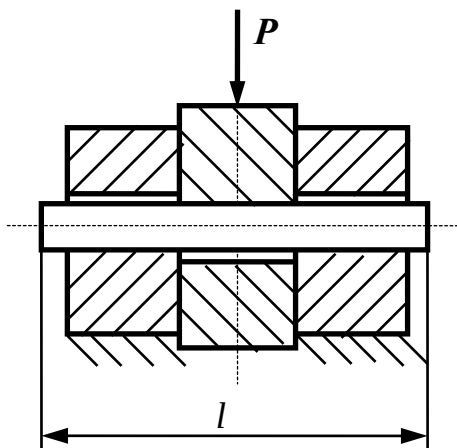
 $d =$ _____ мм; $F =$ _____ мм²; $l =$ _____ мм.

Рисунок 6.1 – Схема испытания на срез.

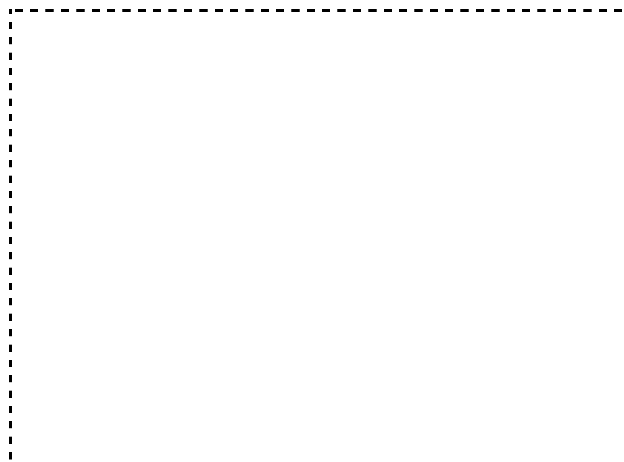


Рисунок 6.2 – Эскиз образца после испытаний

Результаты испытаний

Разрушающая нагрузка $P_{\max} =$ _____ (кН)Временное сопротивление или предел прочности при срезе $\tau_b = 10^3 \cdot P_{\max} / (2F_0) =$ _____ (МПа)

Преподаватель _____

ЛИТЕРАТУРА

1. **Авдентов Л.Н.** Методические указания для подготовки и проведения лабораторных работ по курсу "Сопротивление материалов". Часть I. Н.Новгород: Изд-во ВГАВТ, 1995.- 86 с.
2. **Трянин И.И.** Экспериментальное исследование прочности судовых конструкций. Конспект лекций. Вып. 8. - ГИИВТ, 1983. - 30 с.
3. **Феодосьев В.И.** Сопротивление материалов. - М.: Наука, 1986. - 512 с.

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Волжский государственный университет водного транспорта

Факультет КГ и ЗОС

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

по курсу «Сопротивление материалов»

Часть II

Выполнил студент

Проверил:

Нижний Новгород

_____Г

Содержание

Лабораторная работа № 10. Экспериментально-теоретическое определение напряжений и перемещений в стальной двухопорной балке при плоском поперечном изгибе	3
Лабораторная работа № 11. Экспериментально-теоретическое определение напряжений и перемещений в стальной консольной балке при прямом поперечном изгибе	6
Лабораторная работа № 12. Экспериментально-теоретическое определение напряжений и перемещений в стальной консольной балке при косом изгибе	9
Лабораторная работа № 13. Экспериментально-теоретическое определение напряжений в стальной статически неопределимой трехопорной балке при плоском поперечном изгибе	13
Литература	15

Лабораторная работа № 10

Экспериментально-теоретическое определение напряжений и перемещений в стальной двухопорной балке при плоском поперечном изгибе

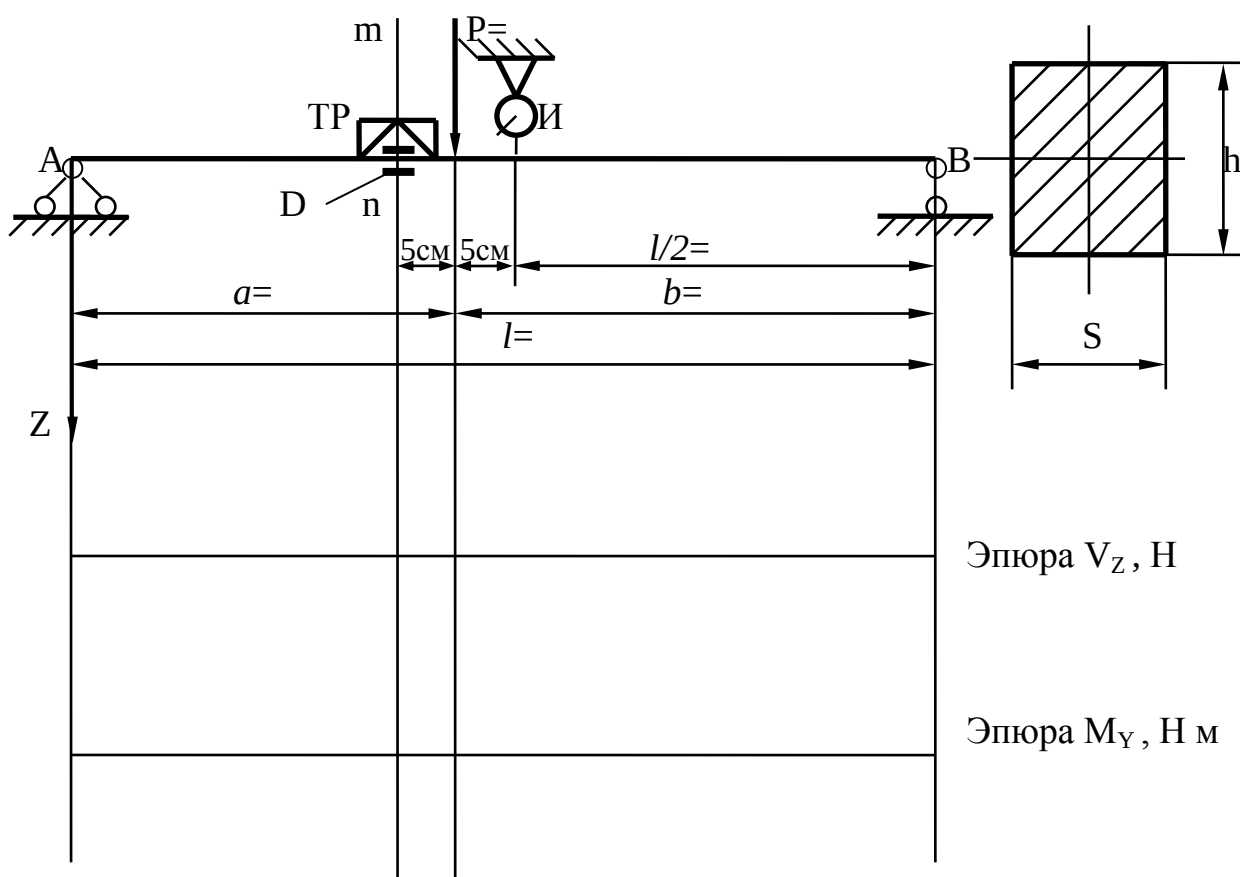
Дата _____

Размеры балки $l = 120$ см; $a = 55$ см; $b = 65$ см.

Сечение балки $h = 35$ мм; $S = 25$ мм; $J_Y = Sh^3/12 = 8,9$ см⁴; $W_Y = J_Y/(h/2) = 5,1$ см³.

Материал – сталь; $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Схема установки



Для определения прогиба используется индикатор часового типа (**И**) с ценой деления **$K_{II} = 0,01$ мм**.

Для определения деформации волокон балки используется механический рычажный тензометр (**ТР**) с базой **$e = 20$ мм**, с ценой деления **$m = 0,001$ мм**. Одновременно определение деформаций производится также при помощи тензорезистора (**D**) и цифрового тензометрического моста ЦТИ-1. Используются датчики с базой **$e_g = 10$ мм**, с коэффициентом тензочувствительности **$K_T = 2,0$** ; цена деления ЦТИ-1 в относительных единицах деформации **$n = 0,2 \cdot 10^{-5}$** .

Определение прогиба и напряжений на основании теоретических формул

1. Определить реакции опор:

$$R_A = Pb/l = \quad (H); R_B = Pa/l = \quad (H).$$

Построить эпюры V_Z и M_Y .

3. Определить напряжение

$$\sigma_{\text{теор}} = M_Y^{m-n} / W_Y = \quad (\text{МПа}),$$

где M_Y^{m-n} – значение изгибающего момента в плоскости m-n, Нм.

4. Определить прогиб

$$W_{\text{теор}} = 10^{-1} \cdot P a (3 l^2 - 4 a^2) / (48 E J_Y) =$$

$$= \quad (\text{мм}).$$

Таблица 10.1 – Результаты замеров

Нагрузка Р, Н	Показания приборов		
	Т (тензометр)	Д (датчик)	И (индикатор)
0			
0			

Обработка опытных данных

1. Определить напряжение

$$\sigma_{\text{оп}}^T = (T - T_0) m E / e = (T - T_0) \cdot 10 = \quad (\text{МПа}),$$

где T_0 – показание тензометра при нагрузке $P = 0$,

T – показание тензометра при нагрузке $P = P_{\text{max}}$.

$$\sigma_{\text{оп}}^D = (D - D_0) n E = (D - D_0) \cdot 0,2 = \quad (\text{МПа}),$$

где D_0 – показание датчика при нагрузке $P = 0$,

D – показание датчика при нагрузке $P = P_{\text{max}}$.

2. Определить прогиб

$$W_{\text{оп}} = (I - I_0) K_I = (I - I_0) \cdot 0,01 = \quad (\text{мм}),$$

где I_0 – показание индикатора при нагрузке $P = 0$,

I – показание индикатора при нагрузке $P = P_{\text{max}}$.

Расхождение расчетных и опытных результатов

$$\Delta_{\sigma}^T = |(\sigma_{\text{теор}} - \sigma_{\text{оп}}^T) / \sigma_{\text{теор}}| \cdot 100\% =$$

$$\Delta_{\sigma}^D = |(\sigma_{\text{теор}} - \sigma_{\text{оп}}^D) / \sigma_{\text{теор}}| \cdot 100\% =$$

$$\Delta_W = |(W_{\text{теор}} - W_{\text{оп}}) / W_{\text{теор}}| \cdot 100\% =$$

P, Н

W, мм

Рисунок 10.1 –Прогиб балки

Преподаватель _____

Лабораторная работа № 11

Экспериментально-теоретическое определение напряжений и перемещений в стальной консольной балке при прямом поперечном изгибе

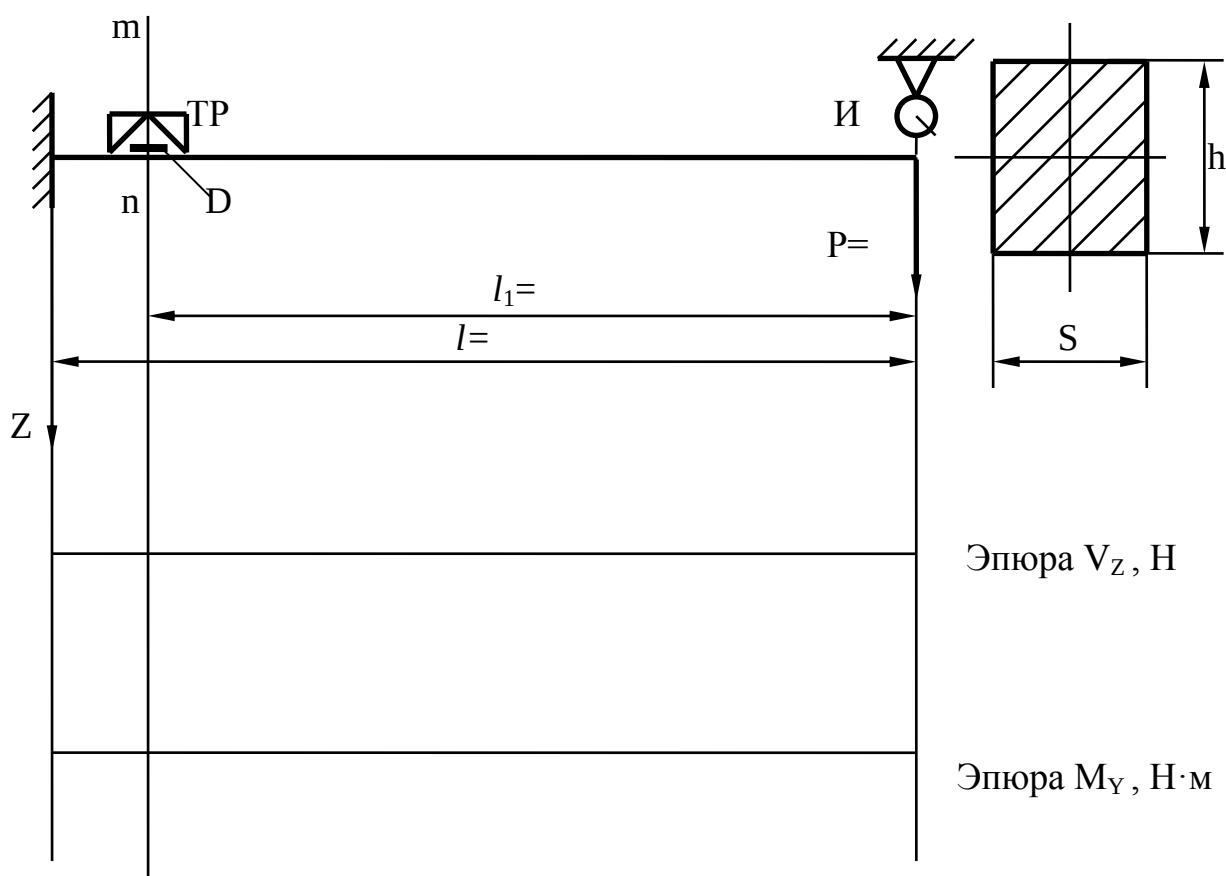
Дата _____

Размеры балки $l = 100$ см; $l_1 = 95$ см.

Сечение балки $h = 30$ мм; $S = 20$ мм; $J_Y = Sh^3/12 = 4,5$ см⁴; $W_Y = J_Y/(h/2) = 3$ см³.

Материал – сталь; $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Схема установки



Для определения прогиба используется индикатор часового типа (**И**) с ценой деления **$K_{\text{И}} = 0,01$ мм**.

Для определения деформации волокон балки используется механический рычажный тензометр (**ТР**) с базой **$e = 20$ мм**, с ценой деления **$m = 0,001$ мм**. Одновременно определение деформаций производится также при помощи тензорезистора (**Д**) и цифрового тензометрического моста ЦТИ-1. Используются датчики с базой **$e_g = 10$ мм**, с коэффициентом тензочувствительности **$K_T = 2,0$** ; цена деления ЦТИ-1 в относительных единицах деформации **$n = 0,2 \cdot 10^{-5}$** .

Определение прогиба и напряжений на основании теоретических формул

1. Построить эпюры V_Z и M_Y .

2. Определить напряжение $\sigma_{\text{теор}} = M_Y^{m-n} / W_Y =$ (МПа),

где M_Y^{m-n} – значение изгибающего момента в плоскости m-n, Нм.

3. Определить прогиб $W_{\text{теор}} = 10^{-1} \cdot P l^3 / (3 E J_Y) =$

= (мм)

Таблица 11.1 – Результаты замеров

Нагрузка Р, Н	Показания приборов		
	Т (тензометр)	D (датчик)	И (индикатор)
0			
0			

Обработка опытных данных

1. Определить напряжение

$$\sigma_{\text{оп}}^T = (T - T_0) m E / e = (T - T_0) \cdot 10 = \quad (\text{МПа}),$$

где T_0 – показание тензометра при нагрузке $P = 0$,

T – показание тензометра при нагрузке $P = P_{\text{max}}$.

$$\sigma_{\text{оп}}^D = (D - D_0) n E = (D - D_0) \cdot 0,4 = \quad (\text{МПа}),$$

где D_0 – показание датчика при нагрузке $P = 0$,

D – показание датчика при нагрузке $P = P_{\text{max}}$.

2. Определить прогиб

$$W_{\text{оп}} = (I - I_0) K_I = (I - I_0) \cdot 0,01 = \quad (\text{мм}),$$

где I_0 – показание индикатора при нагрузке $P = 0$,

I – показание индикатора при нагрузке $P = P_{\text{max}}$.

Для учета податливости закрепления балки определяем коэффициент заделки:

$$K = W_{\text{теор}} / W_{\text{оп}} =$$

Расхождение расчетных и опытных результатов

$$\Delta_{\sigma}^T = |(\sigma_{\text{теор}} - \sigma_{\text{оп}}^T) / \sigma_{\text{теор}}| \cdot 100\% =$$

$$\Delta_{\sigma}^D = |(\sigma_{\text{теор}} - \sigma_{\text{оп}}^D) / \sigma_{\text{теор}}| \cdot 100\% =$$

P, Н

W, мм

Рисунок 11.1 – Прогиб балки

Преподаватель _____

Лабораторная работа № 12

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В СТАЛЬНОЙ КОНСОЛЬНОЙ БАЛКЕ ПРИ КОСОМ ИЗГИБЕ

Дата _____

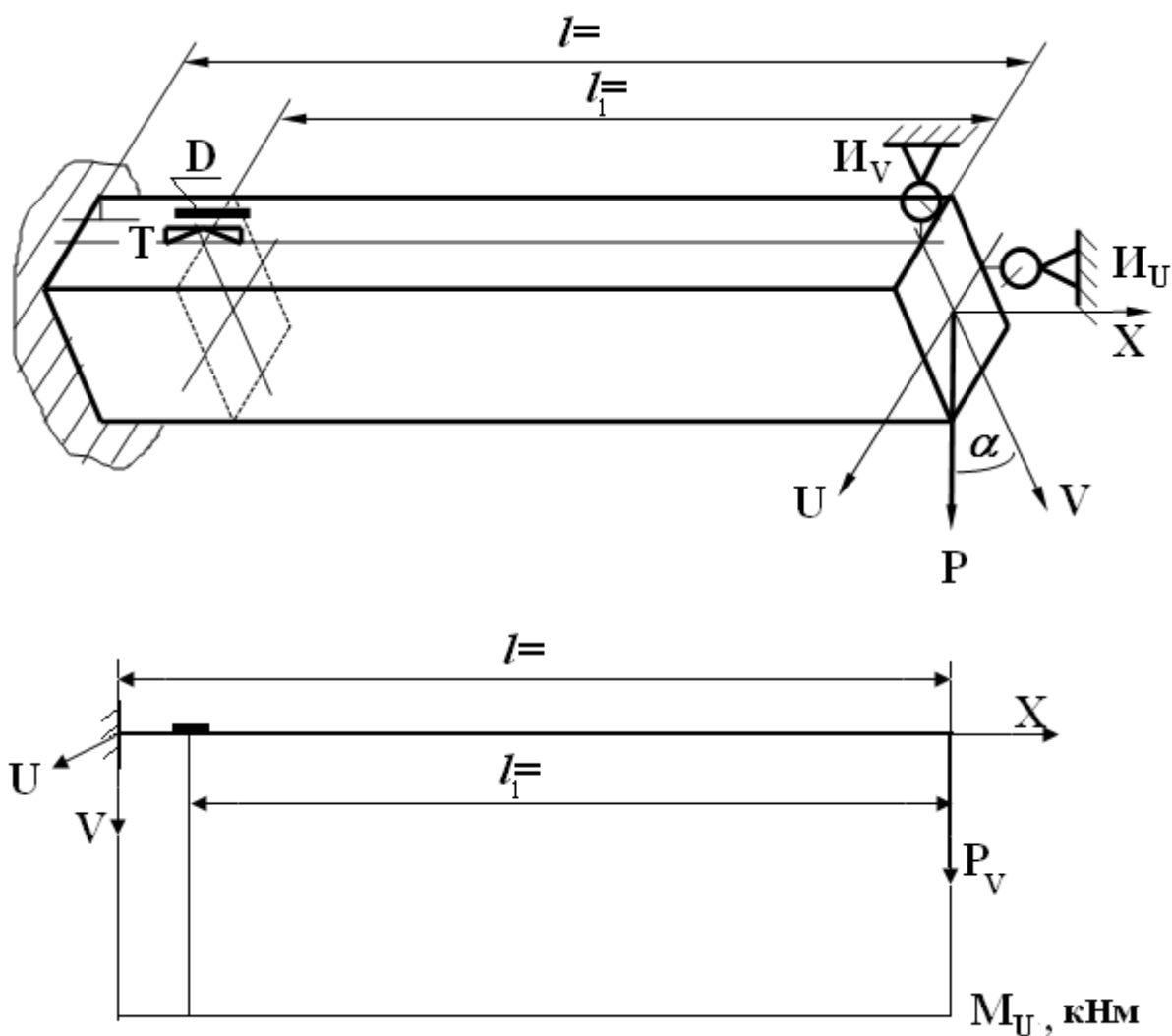
Размеры балки $l = 100$ см; $l_1 = 95$ см.

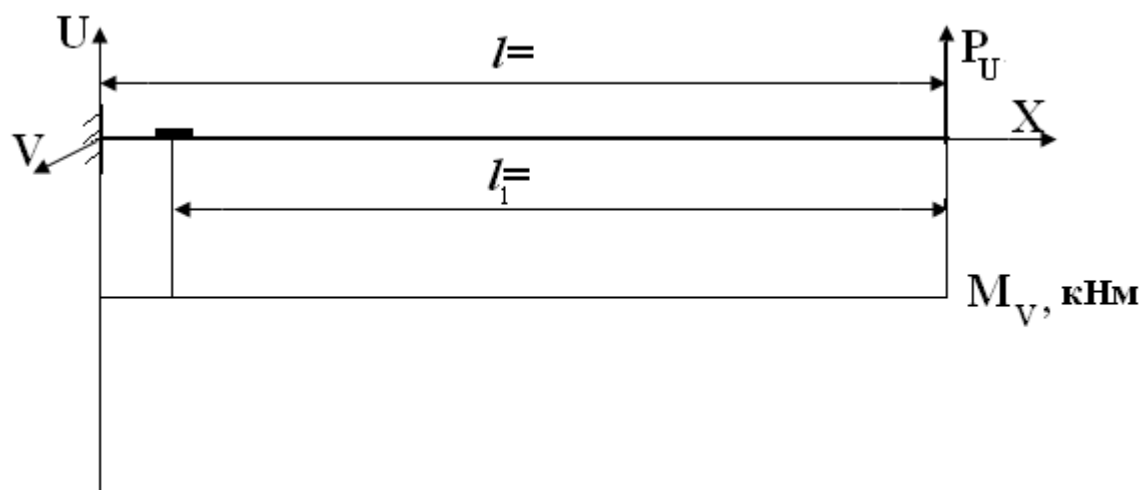
Сечение балки $h = 30$ мм; $S = 20$ мм; $J_U = Sh^3/12 =$ _____ см⁴; $J_V = S^3h/12 =$ _____ см⁴.

Материал – сталь; $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Плоскость действия силы P с главной плоскостью изгиба составляет угол $\alpha = 30^\circ$.

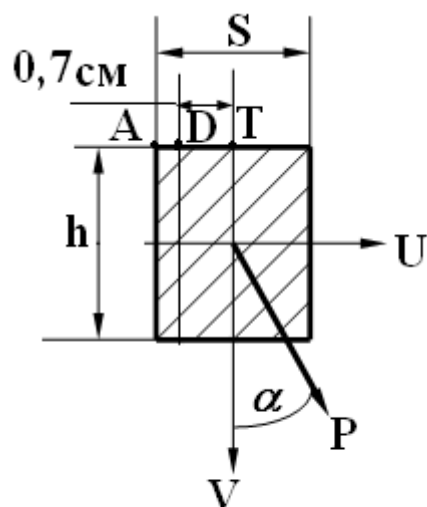
Схема установки





$$P_v = P \cdot \cos \alpha =$$

$$P_u = P \cdot \sin \alpha =$$



Для определения прогиба используется индикатор часового типа (**И**) с ценой деления **$K_{\text{И}} = 0,01 \text{ мм}$** .

Для определения деформации волокон балки используется механический рычажный тензомер (**ТР**) с базой **$e = 20 \text{ мм}$** , с ценой деления **$m = 0,001 \text{ мм}$** .

Журнал наблюдений

Нагрузка Р, Н	Показания приборов			
	Т (тензометра)	D (датчик)	Индикаторы	
			И _V	И _U
0				
0				

Обработка результатов

1. Определение прогибов

1.1. Экспериментально

$$f_U = 0,85 (I_U - I_{U0}) K_I = \text{мм},$$

$$f_V = 0,85 (I_V - I_{V0}) K_I = \text{мм},$$

где I_{U0} , I_{V0} – показания индикаторов при нагрузке $P = 0$,
 I_U , I_V – показания индикаторов при нагрузке $P = P_{\max}$,
 0,85 – коэффициент жесткости опоры.

$$f_{\text{ОП}} = \sqrt{f_U^2 + f_V^2} = \text{мм}.$$

1.2. Теоретически

$$f_V = P_V l^3 / (30 E J_U) =$$

$$f_U = P_U l^3 / (30 E J_V) =$$

$$f_{\text{ТЕОР}} = \sqrt{f_U^2 + f_V^2} = \text{мм}.$$

1.3. Ошибка эксперимента

$$\Delta_f = |(f_{\text{ТЕОР}} - f_{\text{ОП}}) / f_{\text{ТЕОР}}| \cdot 100\% =$$

2. Определение напряжений

2.1. Экспериментально

$$\sigma_{\text{ОП}}^T = (T - T_0) m E / e = \text{МПа},$$

где T_0 – показание тензометра при нагрузке $P = 0$,
 T – показание тензометра при нагрузке $P = P_{\max}$.

$$\sigma_{\text{оп}}^D = (D - D_0) \cdot E = \text{МПа},$$

где D_0 – показание датчика при нагрузке $P = 0$,
 D – показание датчика при нагрузке $P = P_{\text{max}}$.

2.2. Теоретически

$$\sigma = -\frac{M_u v}{I_u} + \frac{M_v u}{I_v}$$

2.2.1. Определение положения нейтральной оси

$$v = \frac{M_v}{M_u} \frac{I_u}{I_v} u = \text{_____}$$

2.2.2. Вычисление напряжений в точках поперечного сечения

точка А $U = \text{_____ см}, V = \text{_____ см}.$

$$\sigma_{\text{теор}}^A = \text{_____ МПа}$$

точка D $U = \text{_____ см}, V = \text{_____ см}.$

$$\sigma_{\text{теор}}^D = \text{_____ МПа}$$

точка Т $U = \text{_____ см}, V = \text{_____ см}.$

$$\sigma_{\text{теор}}^T = \text{_____ МПа}$$

3.3. Ошибка эксперимента

$$\Delta_{\sigma}^T = |(\sigma_{\text{теор}} - \sigma_{\text{оп}}^T) / \sigma_{\text{теор}}| \cdot 100\% =$$

$$\Delta_{\sigma}^D = |(\sigma_{\text{теор}} - \sigma_{\text{оп}}^D) / \sigma_{\text{теор}}| \cdot 100\% =$$

Преподаватель _____

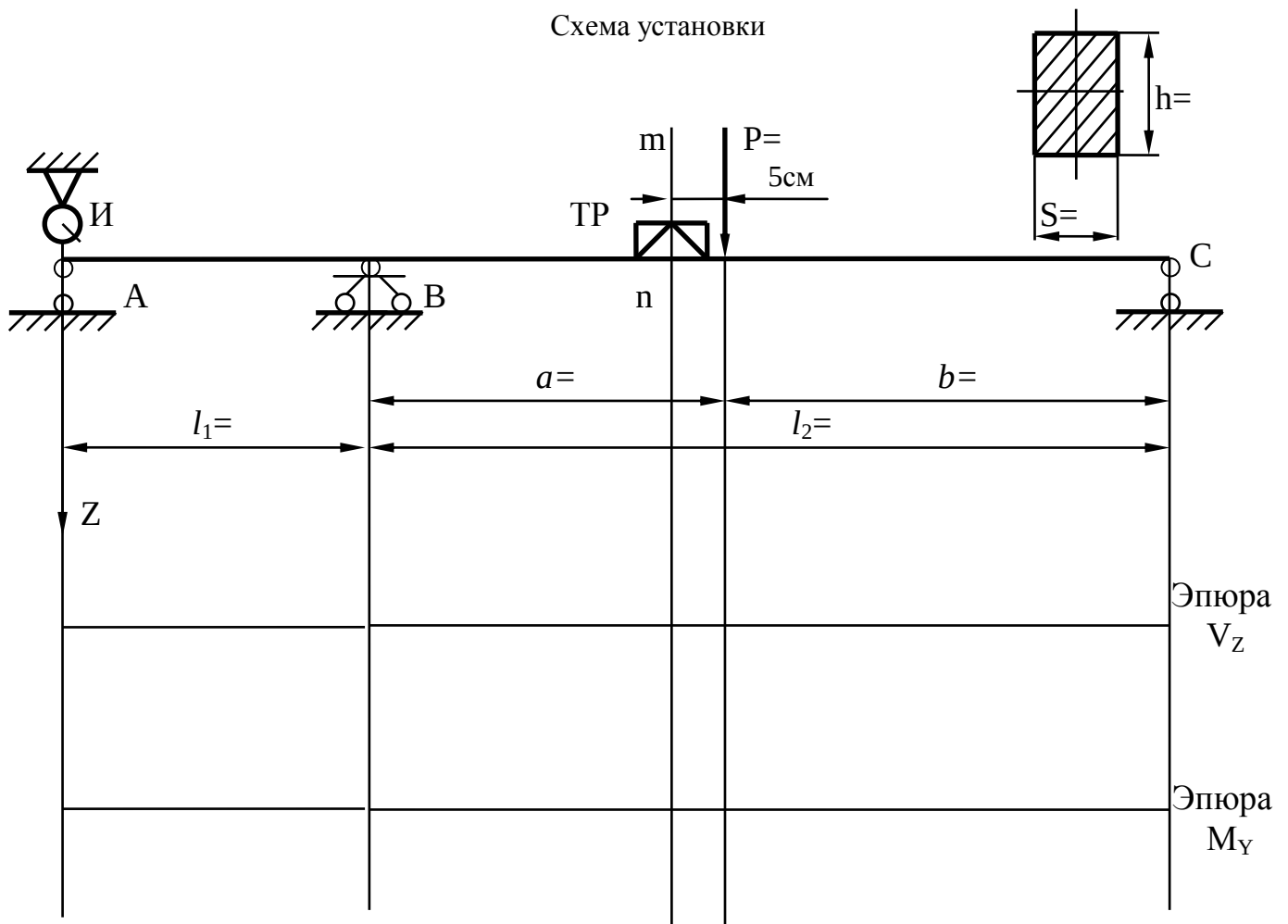
Лабораторная работа № 13

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В
СТАЛЬНОЙ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМОЙ ТРЕХОПОРНОЙ БАЛКЕ ПРИ
ПЛОСКОМ ПОПЕРЕЧНОМ ИЗГИБЕ**

Дата _____

Размеры балки $l_1 = 50$ см; $l_2 = 120$ см; $a = 55$ см; $b = 65$ см.Сечение балки $h = 35$ мм; $S = 25$ мм; $J_Y = Sh^3/12 =$ см^4 ; $W_Y = J_Y/(h/2) =$ см^3 .Материал – сталь; $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Схема установки



Для определения прогиба используется индикатор часового типа (И) с ценой деления $K_{\text{И}} = 0,01$ мм.

Для определения деформации волокон балки используется механический рычажный тензомер (ТР) с базой $e = 20$ мм, с ценой деления $m = 0,001$ мм.

Определение «лишней» реакции и напряжений на основании теоретических формул

1. Методом трех моментов определить реакцию $R_A^{\text{теор}}$, построить эпюры V_Z и M_Y .

2. Определение прогиба трехопорной балки в середине пролета

$$w_{\text{ТЕОР}} = Pa(3l_2^2 - 4a^2)/(48EJ_Y) - M_B l_2^2/(16EJ_Y) =$$

где M_B – значение изгибающего момента в точке В.

мм,

3. Определить напряжение $\sigma_{\text{ТЕОР}} = M_Y^{m-n} / W_Y =$

где M_Y^{m-n} – значение изгибающего момента в плоскости m-n.

Журнал наблюдений

Нагрузка Р, Н		Показания приборов				R _А ^{оп} , Н
		Т (тензометр)	D (датчик)	Индикаторы		
				И ₁	И ₂	
0						-----
2-х опорная						-----
3-х опорная						
0						-----

Обработка опытных данных

Определить напряжение

$$\sigma_{\text{оп}}^T = (T - T_0) m E / e =$$

МПа,

где T_0 – показание тензометра при нагрузке $P = 0$,

T – показание тензометра при нагрузке $P = P_{\text{max}}$.

$$\sigma_{\text{оп}}^D = (D - D_0) n E =$$

МПа,

где D_0 – показание датчика при нагрузке $P = 0$,

D – показание датчика при нагрузке $P = P_{\text{max}}$.

Определить прогиб

$$w_{\text{оп}} = (I - I_0) K_I =$$

мм,

где I_0 – показание индикатора при нагрузке $P = 0$,

I – показание индикатора при нагрузке $P = P_{\text{max}}$.

Расхождение расчетных и опытных результатов

$$\Delta_{\sigma}^T = |(\sigma_{\text{ТЕОР}} - \sigma_{\text{оп}}^T) / \sigma_{\text{ТЕОР}}| \cdot 100\% =$$

$$\Delta_{\sigma}^D = |(\sigma_{\text{ТЕОР}} - \sigma_{\text{оп}}^D) / \sigma_{\text{ТЕОР}}| \cdot 100\% =$$

$$\Delta_R = |(R_A^{\text{ТЕОР}} - R_A^{\text{оп}}) / R_A^{\text{ТЕОР}}| \cdot 100\% =$$

$$\Delta_w = |(w_{\text{ТЕОР}} - w_{\text{оп}}) / w_{\text{ТЕОР}}| \cdot 100\% =$$

Преподаватель _____

Литература

1. **Феодосьев В.И.** Сопротивление материалов / В.И. Феодосьев. - М.: Наука, 1986. - 512 с.
2. **Авдентов Л.Н.** Методические указания для подготовки и проведения лабораторных работ по курсу "Сопротивление материалов". Часть I / Л.Н. Авдентов. - Н.Новгород: Изд-во ВГАВТ, 1995.- 88 с.
3. **Авдентов Л.Н.** Методические указания для подготовки и проведения лабораторных работ по курсу "Сопротивление материалов". Часть II / Л.Н. Авдентов. - Н.Новгород: Изд-во ВГАВТ, 1998.-27 с.
4. **Трянин И.И.** Экспериментальное исследование прочности судовых конструкций: Конспект лекций. Вып. 8 / И.И. Трянин. - ГИИВТ, 1983. - 30 с.

**Вопросы к зачету по дисциплине «Сопротивление материалов»
специальность 26.05.01
«Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов
океанотехники»**

1. Какую задачу ставит перед собой сопротивление материалов?
2. Какие принципы теоретической механики не всегда справедливы в сопротивлении материалов?
3. Какие гипотезы применяются в сопротивлении материалов при создании абстрактного идеально упругого тела?
4. Какой стержень называется призматическим?
5. Какие внешние силы и моменты считаются положительными?
6. Что из себя представляют внутренние силовые факторы (ВСФ)? Сформулируйте правило знаков и правило определения ВСФ.
7. Что такое полное напряжение в точке? На какие составляющие можно разложить этот вектор? Напишите тензор напряжений.
8. Сформулируйте закон парности касательных напряжений.
9. Что такое линейная и угловая деформация в точке? Составьте тензор деформаций.

10. Что называется статическим моментом площади относительно оси? В каких единицах измеряется эта величина?
11. Как определить положение центра тяжести поперечного сечения произвольной формы; сложной формы, состоящей из ряда простых фигур?
12. Как вычислить осевой, центробежный, полярный моменты инерции произвольной фигуры; в каких единицах они измеряются?
13. Чему равен центробежный момент инерции фигуры, если одна из координатных осей совпадает с осью симметрии?
14. Докажите, что момент инерции относительно центральной оси меньше по сравнению с любой параллельной ей осью.
15. Какие оси называются главными?
16. Каким свойством в отношении осевых моментов инерции обладают главные оси?

17. При выполнении каких условий стержень испытывает деформацию растяжения?
18. Как изменяется нормальное напряжение в поперечном сечении стержня?
19. Напишите формулу для вычисления нормального напряжения в поперечном сечении стержня.
20. Чему равно и в какой площадке действует максимальное касательное напряжение?
21. Сформулируйте принцип Сен-Венана.
22. Напишите формулу закона Гука при одноосном напряженном состоянии. Чему равен модуль Юнга для стали и для алюминий-магние-вых сплавов?
23. Какой физический факт отражает коэффициент Пуассона и чему он равен для стали и сплавов?
24. Как выглядят диаграммы растяжения для сталей, обладающих и не обладающих площадкой текучести?

25. Укажите характерные точки на диаграмме с площадкой текучести. Какое напряжение называется условным пределом текучести у материала, не обладающего площадкой текучести?

26. Какие величины характеризуют прочность материала, а какие – его пластичность?

27. Какое явление называется наклепом?

28. Сформулируйте условие прочности при расчете стержня на растяжение?

29. Напишите формулу для вычисления удлинения непрямоугольного стержня при растяжении.

30. Чему равна работа внешней силы при статическом нагружении?

31. Что называется потенциальной энергией деформации и как ее вычислить для стержня, испытывающего деформацию растяжения?

32. Сформулируйте гипотезы, используемые в теории скручивания стержней с круглым поперечным сечением.

33. Какие напряжения действуют в поперечном сечении стержня с круглым поперечным сечением при скручивании?

34. Как изменяются касательные напряжения в поперечном сечении стержня с круглым поперечным сечением при скручивании?

35. Напишите формулу для вычисления максимального касательного напряжения в стержне с круглым поперечным сечением при его скручивании.

36. Что происходит с поперечным сечением при скручивании стержня с некруглым поперечным сечением?

37. Как направлено касательное напряжение в точках поперечного сечения, расположенных на контуре?

38. Докажите, что касательное напряжение в угловых точках контура равно нулю.

39. Какой профиль называется тонкостенным?

40. Какое скручивание называется свободным?

41. Какие напряжения возникают в поперечном сечении тонкостенного стержня при стесненном скручивании?

42. Как изменяется касательное напряжение по толщине тонкостенного стержня открытого профиля при его скручивании?

43. Какие гипотезы применяются в теории скручивания тонкостенного стержня открытого профиля, состоящего из нескольких полос?

44. В какой из полос возникает максимальное касательное напряжение?

45. Как изменяется касательное напряжение по толщине сечения тонкостенного стержня закрытого профиля при его скручивании?

46. В какой точке поперечного сечения возникает максимальное касательное напряжение при скручивании тонкостенного стержня закрытого профиля?

47. Какие тонкостенные стержни открытого или закрытого профиля лучше сопротивляются скручиванию?

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И
РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Волжский государственный
университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5, ул. Нестерова, 5

Кафедра ТКИС

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине

«Сопротивление материалов»

для специальностей

26.03.02 и 26.05.01

- 1 Задача.
- 2 Предмет и задачи сопротивления материалов.
- 3 Скручивание. Напряженное и деформированное состояние стержня с круглым поперечным сечением.
- 4 Косой изгиб.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО МОРСКОГО И
РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Волжский государственный
университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5, ул. Нестерова, 5

Кафедра ТКИС

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

по дисциплине

«Сопротивление материалов»

для специальностей

26.03.02 и 26.05.01

- 1 Задача.
- 2 Идеализация объекта при составлении его расчетной схемы.
- 3 Скручивание. Расчеты на прочность и жесткость стержня с круглым поперечным сечением.
- 4 Внецентренное растяжение (сжатие).

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Стержень и его расчетная схема.
- 3 Скручивание. Потенциальная энергия деформации стержня с круглым поперечным сечением.
- 4 Изгиб с кручением круглых валов.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Внешние силы.
- 3 Скручивание стержня с некруглым поперечным сечением.
- 4 Расчет тонкостенных осесимметричных оболочек.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Внутренние усилия.
- 3 Свободное скручивание тонкостенных стержней открытого профиля.
- 4 Обобщенные координаты и обобщенные силы.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Дифференциальные зависимости между внутренними усилиями и внешними силами для прямого стержня.
- 3 Скручивание тонкостенных стержней закрытого профиля.
- 4 Линейно деформируемые системы.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Напряжения. Определение, виды, правило знаков и тензор.
- 3 Удар падающего груза о балку.
- 4 Работа внешних сил при статическом нагружении. Теорема Клайперона.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Закон парности касательных напряжений.
- 3 Понятие о главных напряжениях. Три вида напряженного состояния.
- 4 Потенциальная энергия деформации стержня при произвольном нагружении.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Перемещения и деформации.
- 3 Напряжения в наклонных площадках при плоском напряженном состоянии.
- 4 Возможная работа внешних и внутренних сил.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Статические моменты площади сечения.
- 3 Главные напряжения при плоском напряженном состоянии.
- 4 Теоремы взаимности работ и перемещений.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Моменты инерции.
- 3 Экстремальные касательные напряжения.
- 4 Применение принципа возможных перемещений к использованию равновесия упругих систем.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Изменение моментов инерции при параллельном переносе осей.
- 3 Октаэдрические напряжения.
- 4 Определение перемещений в стержневых системах. Формула Мора.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Изменение моментов инерции при повороте осей.
- 3 Обобщенный закон Гука.
- 4 Правило Верещагина.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Главные оси и главные моменты инерции.
- 3 Удельная потенциальная энергия.
- 4 Практические приемы использования формулы Мора и правила Верещагина.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Растяжение и сжатие. Напряженное и деформированное состояние стержня.
- 3 Понятие о предельном напряженном состоянии.
- 4 Понятие стержневой системы. Степень статической неопределимости.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Растяжение и сжатие. Область применимости формул для нормального напряжения.
Принцип Сен-Венана.
- 3 Теории прочности.
- 4 Метод сил.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Растяжение и сжатие. Напряжения в наклонных площадках.
- 3 Чистый изгиб стержня.
- 4 Учет симметрии при решении задач методом сил.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Растяжение и сжатие. Испытание материалов на растяжение и сжатие.
- 3 Поперечный изгиб стержня.
- 4 Метод трех моментов.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Растяжение и сжатие. Закон Гука при растяжении.
- 3 Расчеты прочности при поперечном изгибе.
- 4 Понятие об усталостной прочности.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Растяжение и сжатие. Расчеты на прочность.
- 3 Прогиб стержня и его составляющие.
- 4 Основные характеристики цикла и предел выносливости материала.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Растяжение и сжатие. Расчеты на жесткость.
- 3 Потенциальная энергия деформации при изгибе стержня.
- 4 Факторы, влияющие на предел выносливости конструкции.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Растяжение и сжатие. Работа внешних сил при статическом нагружении.
- 3 Изгиб плоского стержня большой кривизны.
- 4 Расчет на прочность при циклически меняющихся напряжениях.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2 Растяжение и сжатие. Потенциальная энергия деформации растяжения или сжатия.
- 3 Напряжения в наклонных площадках.
- 4 Понятие об усталостной прочности в нестационарных режимах.

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

Зав.кафедрой ТКИС

Отделкин Н.С.

- 1 Задача.
- 2
- 3
- 4

Составитель доцент

Зябко Н.Г.

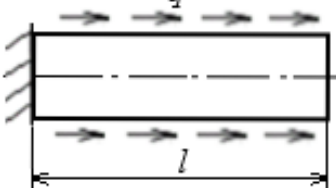
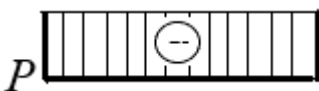
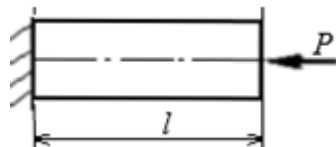
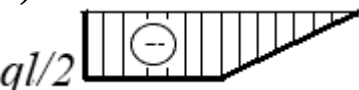
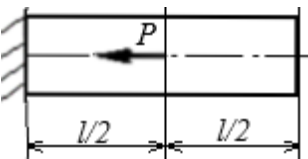
Зав.кафедрой ТКИС

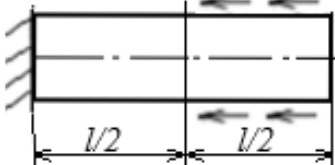
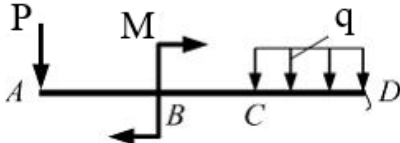
Отделкин Н.С.

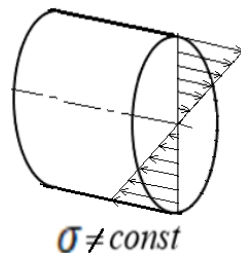
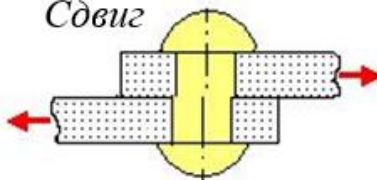
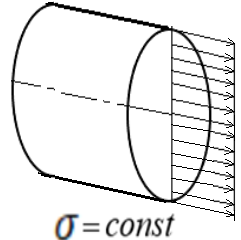
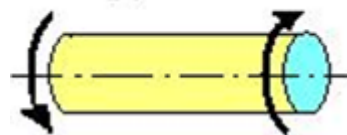
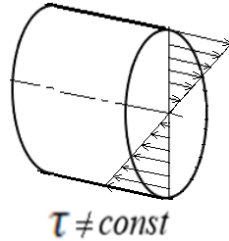
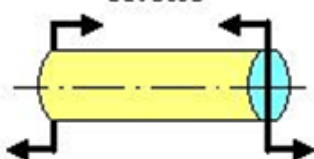
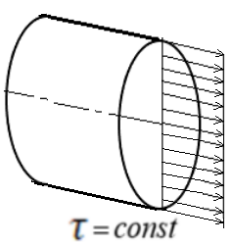
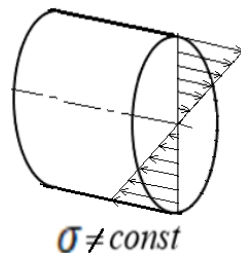
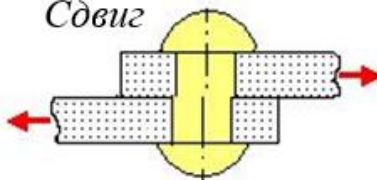
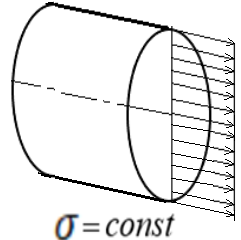
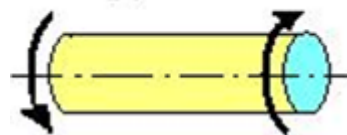
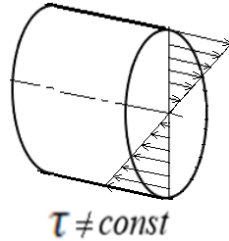
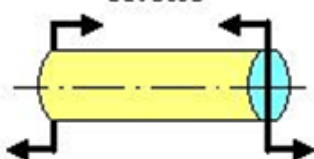
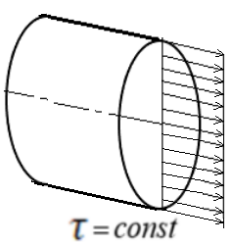
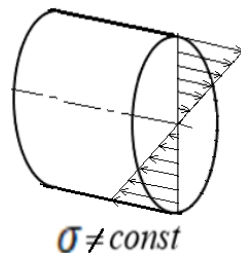
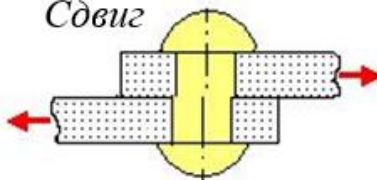
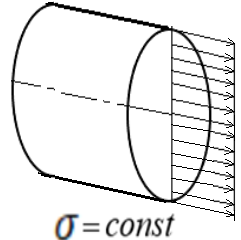
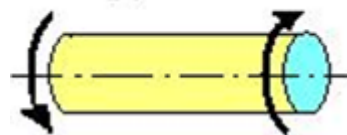
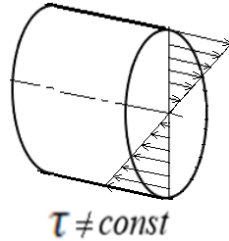
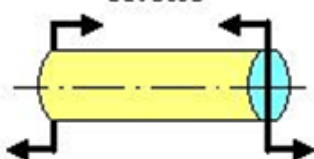
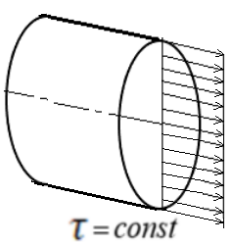
ТЕСТ по дисциплине «Сопротивление материалов»

для специальности 26.05.01

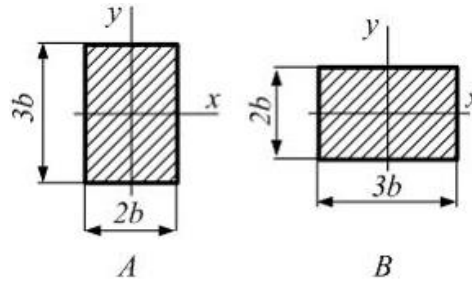
№ п/п	Виды тестовых заданий	Тестовое задание				
1	Закрытого типа с выбором ответа	Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Способность конструкции воспринимать заданную нагрузку, не разрушаясь и без остаточных деформаций, называется: 1 – устойчивостью; 2 – жесткостью; 3 – прочностью; 4 – гибкостью. <i>Запишите цифру правильного ответа</i>				
2	Закрытого типа с выбором ответа	Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Нагрузка, медленно растущая во времени, называется _____ нагрузкой. 1 - статической; 2 - динамической; 3 - ударной; 4 - повторно-переменной. <i>Запишите цифру правильного ответа.</i>				
3	Комбинированное задание (с выбором одного ответа и обоснованием выбора)	Прочитайте текст и выберите правильный ответ. На стержень длиной 3,5 м действует равномерно распределенная нагрузка с интенсивностью $q=12$ кН/м. Ее равнодействующая равна ____ кН, и приложена _____ стержня. 1 – 24 на левом конце; 2 – 42 в середине; 3 – 36 на правом конце; 4 – 42 на левом конце. <i>Запишите цифру правильного ответа и обоснуйте выбор (представьте обоснование и порядок расчета).</i>				
4	Тестовое задания закрытого типа на установление последовательности	Прочитайте текст и установите последовательность построения эпюр внутренних сил в прямых стержнях: 1 – разбить стержень на силовые участки; 2 – рассчитать опорные реакции; 3 – получить расчетную схему из заданной; 4 – раздельно по участкам построить эпюры внутренних сил. <i>Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:</i> <table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				

5	Тестовое задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие			
		А) При действии внешних сил, направленных вдоль оси стержня в противоположные стороны, стержень получает		1) сдвиг	
		Б) Когда внешние поперечные силы смещают два параллельных плоских сечения одно относительно другого стержень испытывает		2) удлинение (укорочение)	
		В) Когда моменты стремятся повернуть поперечные сечения друг относительно друга вокруг оси стержня, стержень испытывает		3) прогиб и поворот поперечных сечений	
		Г) Если внешние силы и/или моменты стремятся изогнуть ось стержня, то стержень получает		4) кручение	
		Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:			
		А	Б	В	Г
6	Тестовое задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие эпюр внутренних усилий приложенным нагрузкам			
		А) 		1) 	
		Б) 		2) 	
		В) 		3) 	

		Г)  4) 											
		Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:											
		А	Б	В	Г								
7	Комбинированное задание (с выбором одного или нескольких ответов и обоснованием выбора)	Прочитайте текст и выберите правильный ответ. На схеме показана левая отсеченная часть стержня и нагрузка, действующая на нее.  Неверным является утверждение, что изгибающий момент ... 1 - на участке CD меняется по линейному закону; 2 - в сечении A равен нулю; 3 - в сечении B изменяется скачком; 4 - на участке AB переменный. Запишите цифру правильного ответа и обоснуйте выбор (представьте обоснование и порядок расчета).											
8	Тестовое задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие видов деформации стержня условиям прочности <table><tr><td>А) Растяжение - сжатие</td><td>1) $\tau_{max} = \left(\frac{Q}{F}\right)_{max} \leq [\tau]$</td></tr><tr><td>Б) Сдвиг (срез)</td><td>2) $\tau_{max} = \frac{(M_x)}{W_\rho} \leq [\tau]$</td></tr><tr><td>В) Кручение</td><td>3) $\sigma_{max} = \left(\frac{N}{F}\right)_{max} \leq [\sigma]$</td></tr><tr><td>Г) Чистый изгиб</td><td>4) $\sigma_{max} = \frac{M_z^{max}}{W_{min}} \leq [\sigma]$</td></tr></table>				А) Растяжение - сжатие	1) $\tau_{max} = \left(\frac{Q}{F}\right)_{max} \leq [\tau]$	Б) Сдвиг (срез)	2) $\tau_{max} = \frac{(M_x)}{W_\rho} \leq [\tau]$	В) Кручение	3) $\sigma_{max} = \left(\frac{N}{F}\right)_{max} \leq [\sigma]$	Г) Чистый изгиб	4) $\sigma_{max} = \frac{M_z^{max}}{W_{min}} \leq [\sigma]$
А) Растяжение - сжатие	1) $\tau_{max} = \left(\frac{Q}{F}\right)_{max} \leq [\tau]$												
Б) Сдвиг (срез)	2) $\tau_{max} = \frac{(M_x)}{W_\rho} \leq [\tau]$												
В) Кручение	3) $\sigma_{max} = \left(\frac{N}{F}\right)_{max} \leq [\sigma]$												
Г) Чистый изгиб	4) $\sigma_{max} = \frac{M_z^{max}}{W_{min}} \leq [\sigma]$												

		Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	А	Б	В	Г																	
А	Б	В	Г																				
9	Тестовое задание закрытого типа на установление соответствия	Прочитайте текст и установите соответствие виду деформации круглого стержня закону распределения напряжений по поперечному сечению <table><tr><td> А) <i>Растяжение</i>  </td><td> 1)  $\sigma \neq const$ </td></tr><tr><td> Б) <i>Сдвиг</i>  </td><td> 2)  $\sigma = const$ </td></tr><tr><td> В) <i>Кручение</i>  </td><td> 3)  $\tau \neq const$ </td></tr><tr><td> Г) <i>Изгиб</i>  </td><td> 4)  $\tau = const$ </td></tr><tr><td colspan="2"> Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></td></tr><tr><td>10</td><td>Открытое задание (с развернутым ответом)</td><td> Прочитайте вопрос и запишите развернутый обоснованный ответ. Как изменится грузоподъемность балки прямоугольного поперечного сечения с размерами $3b$ и $2b$ при прямом поперечном изгибе в </td></tr></table>	А) <i>Растяжение</i> 	1)  $\sigma \neq const$	Б) <i>Сдвиг</i> 	2)  $\sigma = const$	В) <i>Кручение</i> 	3)  $\tau \neq const$	Г) <i>Изгиб</i> 	4)  $\tau = const$	Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		А	Б	В	Г					10	Открытое задание (с развернутым ответом)	Прочитайте вопрос и запишите развернутый обоснованный ответ. Как изменится грузоподъемность балки прямоугольного поперечного сечения с размерами $3b$ и $2b$ при прямом поперечном изгибе в
А) <i>Растяжение</i> 	1)  $\sigma \neq const$																						
Б) <i>Сдвиг</i> 	2)  $\sigma = const$																						
В) <i>Кручение</i> 	3)  $\tau \neq const$																						
Г) <i>Изгиб</i> 	4)  $\tau = const$																						
Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td><td>Г</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		А	Б	В	Г																		
А	Б	В	Г																				
10	Открытое задание (с развернутым ответом)	Прочитайте вопрос и запишите развернутый обоснованный ответ. Как изменится грузоподъемность балки прямоугольного поперечного сечения с размерами $3b$ и $2b$ при прямом поперечном изгибе в																					

вертикальной плоскости



при повороте поперечного сечения из положения A в положение B балки, из расчета по нормальным напряжениям.