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

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

Профиль	Эксплуатация судовых энергетических установок судов смешанного река-море плавания
Институт	Пермский филиал
	Отделение высшего образования
Специальность	26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок

1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Курсы
		2
Лекции	11 Часы	11
СРС	149 Часы	149
Практические занятия	3 Часы	3
Лабораторные работы	8 Часы	8
Экзамен	9 Часы	9

2. Место дисциплины в структуре ООП

Код дисциплины	Наименование блока	Трудоемкость дисциплины, з.е.
Б1.О.16	Блок 1 Дисциплины (модули) (Обязательная часть)	5

3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	СРС	Практические занятия	Лабораторные работы	Экзамен	Всего
1	Предмет и задачи курса. Допущения, принятые в сопротивлении материалов. Конструктивные формы.	0,25 Часы	2 Часы				2,25 Часы
2	Геометрические характеристики плоских сечений. Статические моменты и моменты инерции сечений.	0,25 Часы	4 Часы				4,25 Часы
2,1	Изменение моментов инерции при параллельном переносе и повороте осей.	0,5 Часы	1,5 Часы				2 Часы
2,2	Моменты инерции сечений простой формы.		1,5 Часы	0,5 Часы			2 Часы
3	Внешние и внутренние усилия. Метод сечений.	0,5 Часы	4,5 Часы				5 Часы
3,1	Дифференциальные зависимости между внешними и внутренними усилиями прямого стержня.		1,5 Часы	0,5 Часы			2 Часы
3,2	Правила построения эпюр внутренних усилий.		1,5 Часы	0,5 Часы			2 Часы
4	Основы теории напряженного и деформированного состояния.	0,5 Часы	5 Часы				5,5 Часы
4,1	Обобщенный закон Гука. Теории прочности.	0,5 Часы	1,5 Часы				2 Часы
5	Центральное растяжение-сжатие	0,5 Часы	3 Часы				3,5 Часы
5,1	Напряжения, деформации и перемещения при растяжении-сжатии. Закон Гука при растяжении-сжатии.	0,5 Часы	1,5 Часы				2 Часы
5,2	Расчеты на прочность при растяжении-сжатии. Принцип Сен-Венана		1,5 Часы	0,5 Часы			2 Часы
5,3	Испытания материалов на растяжение-сжатие.		2,5 Часы		1,5 Часы		4 Часы
6	Сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Срез. Смятие.	0,5 Часы	4 Часы				4,5 Часы
6,1	Испытания на срез.		3,5 Часы		0,5 Часы		4 Часы
7	Кручение	0,5 Часы	2,5 Часы				3 Часы
7,1	Напряжения, деформации и перемещения при кручении. Потенциальная энергия упругой деформации при кручении.	0,25 Часы	1,75 Часы				2 Часы
7,2	Расчеты на прочность и жесткость при кручении.		3,5 Часы	0,5 Часы			4 Часы
8	Прямой изгиб. Напряжения при изгибе. Центр изгиба	0,25 Часы	3,75 Часы				4 Часы

8,1	Рациональная форма Определение перемещений методом начальных параметров.поперечного сечения при изгибе.	0,25 Часы	1,75 Часы				2 Часы
8,2	Расчеты на прочность при изгибе.		2,5 Часы	0,5 Часы			3 Часы
8,3	Экспериментальное определение напряжений и перемещений при изгибе		3 Часы		1 Часы		4 Часы
9	Определение перемещений в упругих системах методом Мора-Верещагина. Теорема Клапейрона.	0,5 Часы	8,5 Часы				9 Часы
9,2	Теоремы о взаимности работ и перемещений. Определение перемещений методом Мора.	0,5 Часы	1,5 Часы				2 Часы
9,4	Правило Верещагина. Техника использования.		2 Часы		1 Часы		3 Часы
10	Статически неопределимые системы	0,5 Часы	10,5 Часы				11 Часы
10,1	Метод сил. .	0,25 Часы	1,75 Часы				2 Часы
10,2	Метод трех моментов.	0,25 Часы	1,75 Часы				2 Часы
10,3	Метод сил в задачах.		8,25 Часы		1,75 Часы		10 Часы
11	Сложное сопротивление. Косой изгиб. Изгиб с кручением.	0,5 Часы	8 Часы				8,5 Часы
11,1	Внецентренное растяжение-сжатие.	0,5 Часы	1,5 Часы				2 Часы
11,2	Испытание материалов на сжатие		5,5 Часы		0,5 Часы		6 Часы
12	Расчеты на прочность при воздействии динамических нагрузок	0,5 Часы	5,5 Часы				6 Часы
13	Прочность при переменных напряжениях. Предел выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости.	0,5 Часы	6,5 Часы				7 Часы
13,1	Диаграмма предельных амплитуд.	0,25 Часы	1,75 Часы				2 Часы
13,2	Коэффициент запаса при циклическом нагружении.		3,75 Часы		0,25 Часы		4 Часы
14	Устойчивость сжатых стержней.Формула Эйлера для определения критической сил. Влияние условий закрепления на величину критической силы.ы.	0,25 Часы	6 Часы				6,25 Часы
14,1	Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Расчет сжатых стержней.	0,25 Часы	1,75 Часы				2 Часы
14,2	Выбор материала и рациональных форм поперечных сечений для сжатых стержней.		1,75 Часы		0,5 Часы		2,25 Часы
15	Расчет тонкостенных сосудов.	0,25 Часы	5 Часы				5,25 Часы
15,1	Толстостенные сосуды и составные сосуды	0,25 Часы	1,75 Часы				2 Часы
15,2	Особенности напряженного состояния толстостенных и составных сосудов		1,75 Часы		0,5 Часы		2,25 Часы
16	Расчет на прочность и жесткость цилиндрических пружин с малым шагом	0,5 Часы	5 Часы				5,5 Часы
16,1	Расчет пружин растяжения-сжатия, кручения.		1,5 Часы		0,5 Часы		2 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 идентифицировать опасности, опасные ситуации и сценарии их развития, воспринимать и управлять рисками, поддерживать должный уровень владения ситуацией	ОПК-6.З.1 основные понятия, положения и законы сопротивления материалов, расчетные методы используемые в сопротивлении материалов, основные механические характеристики и свойства материалов, используемых в инженерных конструкциях	ОПК-6.У.1 составлять расчетную схему элементов конструкции и простейших конструкций, выполнять расчеты на прочность и жесткость элементов конструкции и простейших конструкций , как при простых деформациях, так и при сложном нагружении, правильно выбирать конструкционные материалы, обеспечивающие требуемые показатели надежности, безопасности и экономичности конструкции, использовать в расчетах справочные материалы и таблицы.	ОПК-6.В.1 терминологией используемой в сопротивлении материалов, методами расчетов и анализа полученных результатов расчета элементов конструкций и простейших конструкций на прочность и жесткость и устойчивость.

2	Способен практически применять информацию об остойчивости, посадке и напряжениях, диаграммы и устройства для расчета напряжений в корпусе	ПК-19.З.1 Как выполнять критический анализ информации, обобщать результаты анализа для выработки стратегии действий с целью решения поставленной задачи	ПК-19.У.1 Использовать системный подход для решения поставленных задач. Предлагать способы их решения	ПК-19.В.1 Методами выработки стратей действий в проблемных ситуациях на основе системного подхода.

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 компетентности:

№ 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) Стол компьютерный (4 ед.); Системный блок (8 ед.); Монитор (8 ед.); Экран для проекционного оборудования (1 ед.); Проектор (1 ед.) (476))	469,476
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.;Сопротивление 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	Горохова, М.В.;Сопротивление материалов;практикум к выполн.расчетно-проект.работы для студ.спец.270104,180101,280202,190602,180403 ;Горохова, М.В.Зябко, Н.Г.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 006	Электронный ресурс	0
4	Фролов, А.М.;Сопротивление материалов;конспект лекций для бакалавров очн.и заочн.формы обучения спец.180405.65,190600.62, 270800.62;Кузнецова, Т.А.Фролов, А.М.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 012	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)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения		Процедура оценивания	Критерии оценивания результата обучения и шкала оценивания			
			Контролируемые разделы (темы)	Вид контроля	Форма контроля		2	3	4	5
							не зачтено	зачтено		
1	ОПК-6.З.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-19.З.1, ПК-19.У.1, ПК-19.В.1		2,2.1,2.2,2.3,2.5	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа	Работа выполняется по вариантам	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-6.З.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-19.З.1, ПК-19.У.1, ПК-19.В.1		3,3.2,3.4,3.5	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа	Работа выполняется по вариантам	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-6.З.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-19.З.1, ПК-19.У.1, ПК-19.В.1		4,5,6,7,10,11,12	Текущий контроль	Лабораторная работа	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-6.З.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-19.З.1, ПК-19.У.1, ПК-19.В.1		8,8.6,8.8	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа	Работа выполняется по вариантам	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.
5	ОПК-6.З.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-19.З.1, ПК-19.У.1, ПК-19.В.1		14,14.3	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа	Работа выполняется по вариантам	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.

6	ОПК-6.З.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-19.З.1, ПК-19.У.1, ПК-19.В.1		1,2,3,4,5,6,7,8,9	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа	Работа выполняется по вариантам	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.
7	ОПК-6.З.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-19.З.1, ПК-19.У.1, ПК-19.В.1		1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16	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, отсутствует 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
8	ОПК-6.З.1, ОПК-6.У.1, ОПК-6.В.1, ПК-19.З.1, ПК-19.У.1, ПК-19.В.1		1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	Ключи оценивания	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов

Расчетно-графическая работа 1. ***«Построение эпюр внутренних усилий в стержнях»***

Литература:

1. Фролов А.М., Кузнецова Т.А. Сопротивление материалов: конспект лекций. Часть I. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2009.-146 с.

2. Горохова М.В, Созинов С.В. Сопротивление материалов. Построение эпюр внутренних усилий в стержнях. Вып. I. – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2020.-95 с.

Каждый студент выполняет работу в соответствии с номером варианта, установленным преподавателем. Исходные данные и примеры выполнения задач изложены в работе [2].

Расчетно-графическая работа 2. ***«Геометрические характеристики поперечных сечений стержней»***

1. Фролов А.М., Кузнецова Т.А. Сопротивление материалов: конспект лекций. Часть I. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2009.-146 с.

2. Горохова М.В, Зябко Н.Г., Кузнецова Т.А. Сопротивление материалов. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней. Вып. 2. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2008.-103, с.

Каждый студент выполняет работу в соответствии с номером варианта, установленным преподавателем. Исходные данные и примеры выполнения задач изложены в работе [2].

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»

Выполнил

Проверил: проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

Нижний Новгород

2022

Содержание

Лабораторная работа № 1. Исследование механических свойств стали при испытании на растяжение 3

Лабораторная работа № 3. Определение модуля упругости E и коэффициента Пуассона μ при растяжении 9

Лабораторная работа № 4. Определение модуля сдвига G при скручивании 12

Лабораторная работа № 5. Испытание чугуна на сжатие 14

Лабораторная работа № 6. Испытание стального образца на срез 15

Лабораторная работа № 10. Экспериментально-теоретическое определение напряжений и перемещений в стальной двухопорной балке при плоском поперечном изгибе 16

Лабораторная работа № 11. Экспериментально-теоретическое определение напряжений и перемещений в стальной консольной балке при прямом поперечном изгибе 19

Литература 22

Лабораторная работа № 1

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ ПРИ ИСПЫТАНИИ НА РАСТЯЖЕНИЕ

Дата _____

Испытательная машина ИР 5057-50 с максимальным усилием 50,0 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 =	$d_к$ =
Расчетная длина	l_0 =	$l_к$ =
Площадь поперечного сечения	F_0 =	$F_к$ =
Объем рабочей части образца	$V_0 = F_0\, l$ =	
Рабочая длина образца	l =	
Общая длина образца	L =	
Диаметр головок	D =	

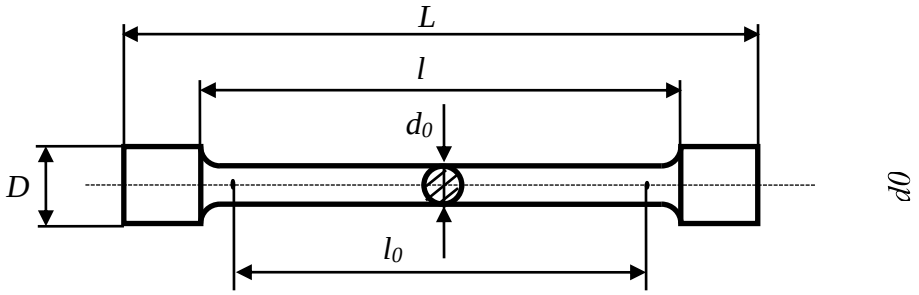


Рисунок 1.1 – Образец до испытаний

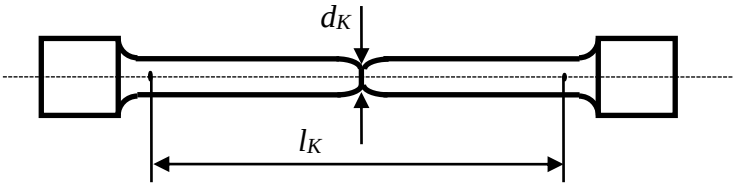


Рисунок 1.2 – Образец после испытаний (сложен по месту разрыва)

Рисунок 1.3 – Первичная диаграмма растяжения-сжатия

Значения предельных нагрузок и удлинений по результатам обработки диаграммы (см. рисунок 1.3)

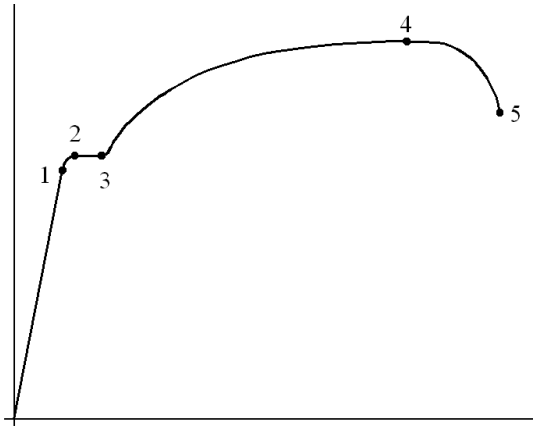


Рисунок 1.5 – Характерные точки диаграммы растяжения-сжатия малоуглеродистой стали

Расчет по оси ординат выполняется по формуле

$$P = \frac{12 \cdot A}{a} = \quad ,$$

где a – расстояние от машинного нуля до точки P=12000 Н (замерить линейкой),

A – расстояние от окончательного нуля до интересующей нас точки в [мм] (замерить линейкой).

Таблица 1.2 – Расчет нагрузок

Номер точки	Нагрузка...	A, мм	Результат, кН
1	***предела пропорциональности***		$P_{пц}$ =
2-3	***предела текучести***		$P_т$ =
4	***наибольшая до разрыва***		P_{max} =
5	***при разрыве***		$P_к$ =

Расчет по оси абсцисс выполняется по формуле

$$\Delta l = \frac{16 \cdot B}{b} = \quad ,$$

где b – расстояние от машинного нуля до точки Δl =16 мм (замерить линейкой),

B – расстояние от окончательного нуля до интересующей нас точки в [мм] (замерить линейкой).

Таблица 1.3 – Расчет удлинений образца

Номер точки	Удлинение образца, соответствующее нагрузке…	B, мм	Результат, мм
1	***предела пропорциональности***		$\Delta l_{пц}$ =
2	***предела текучести***		$\Delta l_{т2}$ =
3	***предела текучести***		$\Delta l_{т3}$ =
4	***наибольшей до разрыва***		Δl_{max} =
5	***при разрыве***		$\Delta l_к$ =
Максимальное остаточное удлинение			$\Delta l_{ост}^{max}$ =

Расчет ординат диаграммы условных напряжений

Расчет напряжений (ось ординат) выполняется по формуле

$$\sigma = \frac{P}{F_0} \cdot 10^3,$$

где P – значение нагрузки в соответствующей точке в [кН] (из таблицы 1.2),

F_0= – площадь поперечного сечения образца до испытаний в [мм] (из таблицы 1.1).

На оси ординат условной диаграммы (рисунок 1.4) наносится шкала с шагом, например, 100 МПа, и выполняется пересчет значений σ для отложения в [мм] с помощью линейки по формуле

$$Y_\sigma = \frac{\sigma \cdot c}{500} = \quad ,$$

где σ – значение напряжения в соответствующей точке,

c – расстояние от нуля до значения 500 МПа по оси напряжений в [мм] (замерить линейкой).

Таблица 1.4 – Расчет напряжений

Номер точки	Напряжение...	Значение σ, МПа	Y_σ, мм
1	***предела пропорциональности***	$\sigma_{пц}$ =	$Y_{\sigma пц}$ =
2-3	***предела текучести***	$\sigma_т$ =	$Y_{\sigma т}$ =
4	***временное сопротивление***	$\sigma_в$ =	$Y_{\sigma в}$ =
5	***при разрыве***	$\sigma_к$ =	$Y_{\sigma к}$ =

Расчет относительной линейной деформации (ось абсцисс) выполняется по формуле

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l},$$

где Δl – значение удлинения образца в соответствующей точке в [мм] (из таблицы 1.3),

l = – рабочая длина образца в [мм] (из таблицы 1.1).

На оси абсцисс условной диаграммы наносится шкала с шагом, например, 0,01, и выполняется пересчет значений ε для отложения в [мм] с помощью линейки по формуле

$$X_\varepsilon = \frac{\varepsilon \cdot d}{0{,}25} = \quad ,$$

где ε – значение относительной линейной деформации в соответствующей точке,

d – расстояние от нуля до значения 0,25 по оси относительной линейной деформации в [мм] (замерить линейкой).

Таблица 1.5 – Расчет относительной линейной деформации

Номер точки	Относительная линейная деформация в точке...	Значение ε	X_ε, мм
1	***предела пропорциональности***	$\varepsilon_{пц}$ =	$X_{\varepsilon пц}$ =
2	***предела текучести***	$\varepsilon_{т2}$ =	$X_{\varepsilon т2}$ =
3	***предела текучести***	$\varepsilon_{т3}$ =	$X_{\varepsilon т3}$ =
4	***временного сопротивления***	$\varepsilon_в$ =	$X_{\varepsilon в}$ =
5	***при разрыве***	$\varepsilon_к$ =	$X_{\varepsilon к}$ =
Максимальная относительная остаточная деформация		$\varepsilon_{ост}^{max}$ =	

По значениям X_ε и Y_σ в каждой точке на рисунке 1.4 строится диаграмма условных напряжений.

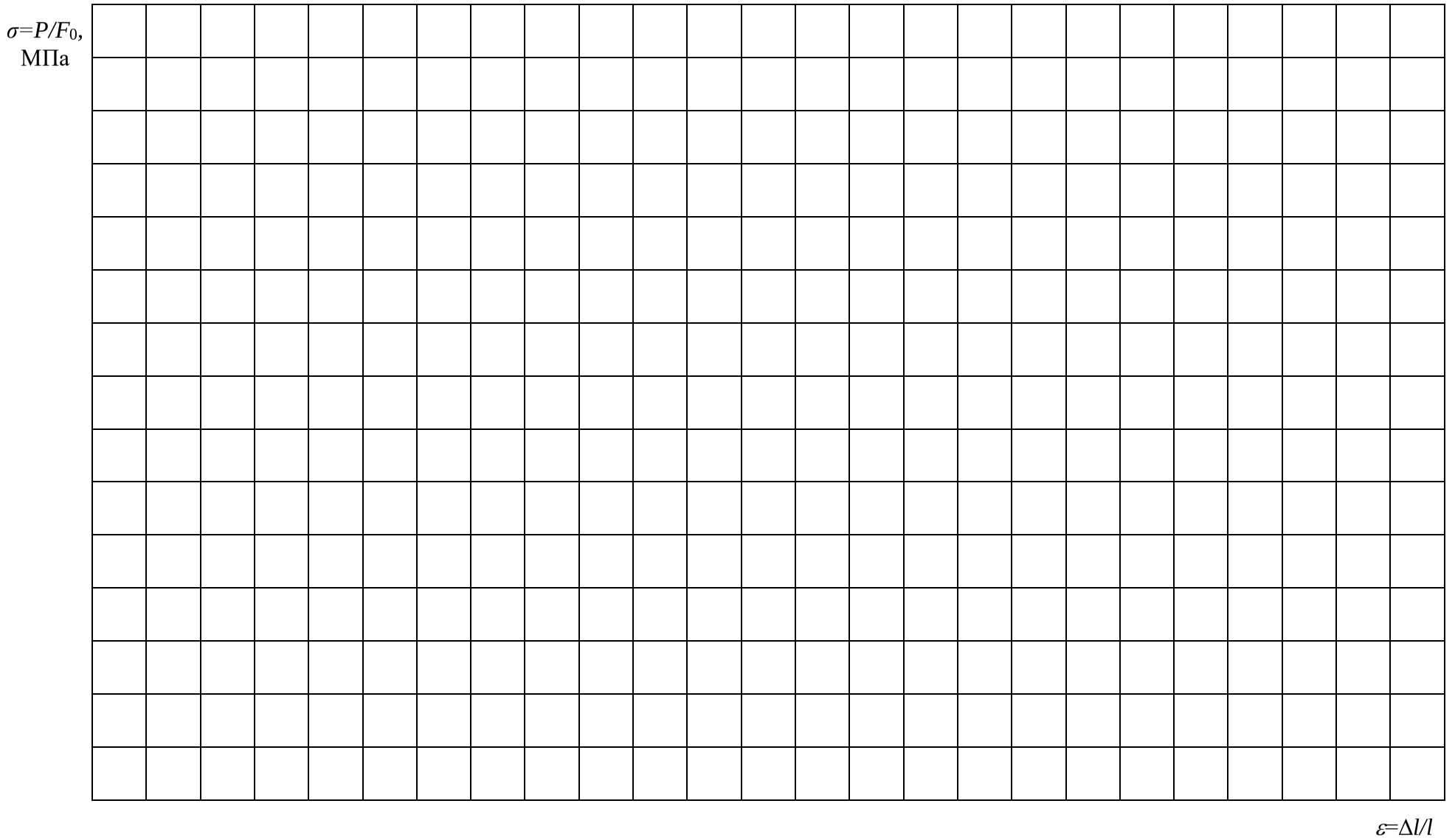


Рисунок 1.4 – Диаграмма условных напряжений

Результаты испытаний

Временное сопротивление или предел прочности	$\sigma_в = 10^3 \cdot P_{max} / F_0 =$	(МПа)
Предел пропорциональности	$\sigma_{пц} = 10^3 \cdot P_{пц} / F_0 =$	(МПа)
Предел текучести	$\sigma_т = 10^3 \cdot P_т / F_0 =$	(МПа)
Истинное сопротивление разрыву	$S_к = 10^3 \cdot P_к / F_к =$	(МПа)
Остаточное удлинение после разрыва	$\Delta l_p = l_к - l_0 =$	(мм)
Относительное удлинение	$\delta_{10} = ((l_к - l_0)/ l_0) \cdot 100\% =$	(%)
Относительное сужение	$\Psi = ((F_0 - F_к)/ F_0) \cdot 100\% =$	(%)
Площадь диаграммы	$\omega =$	(кН·мм)
Полная работа разрыва	$A = \omega = \eta P_{max} \Delta l_p =$	(Дж)
Полная удельная работа разрыва	$a_к = 10^3 \cdot A/V_0 =$	(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 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 $F = 150$ мм^2.

Ступень нагрузки при испытаниях $\Delta P = 5$ кН.

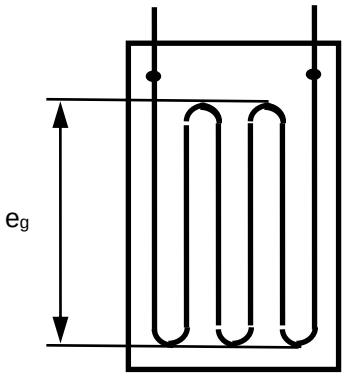


Рисунок 3.1 – Схема тензорезистора (датчика).

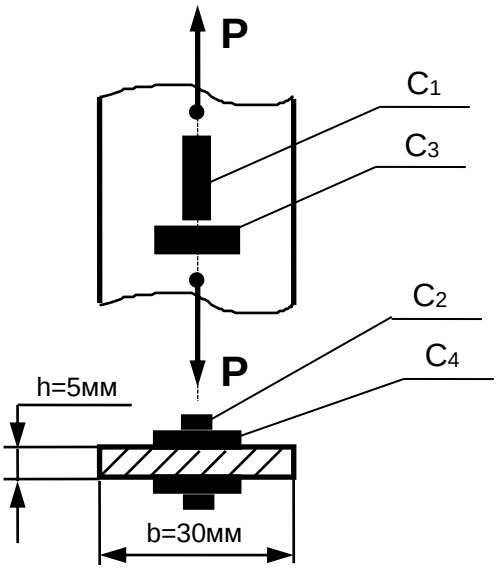


Рисунок 3.2 – Схема расположения датчиков на образце.

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:

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

где i = 1,2,3,4,

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

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

Среднее значение модуля упругости:

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

где

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

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

Средняя квадратичная погрешность (стандарт погрешности):

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

где

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

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

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

Результат определения модуля упругости

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

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

Система условных уравнений

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

где i = 1,2,3,4,

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

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

Среднее значение коэффициента Пуассона

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

где

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

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

Средняя квадратичная погрешность (стандарт погрешности)

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

где

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

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

Номер	$(C_{пр})_i - (C_{пр})_0$	$10^5 (\varepsilon_{пр})_i$	$(C_{поп})_i - (C_{поп})_0$	$10^5 (\varepsilon_{поп})_i$	$10^{10} (\varepsilon_{пр})_i^2$	$10^{10} (\varepsilon_{пр})_i \lvert(\varepsilon_{поп})_i\rvert$	$10^5 \mu_0 \times (\varepsilon_{пр})_i$	$\frac{\lvert\varepsilon_{поп}\rvert_i - \mu_0 \varepsilon_{прi}}{\varepsilon_{прi}}$	$10^5 \left[\frac{\lvert\varepsilon_{поп}\rvert_i - \mu_0 \varepsilon_{прi}}{\varepsilon_{прi}} \right]^2$
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	$I_\rho = \pi d^4/32 = 0{,}497$ см^4
Ступень нагружения скручивающего момента при испытании	$\Delta M_K = 12{,}753$ Нм = 1,3 кгсм

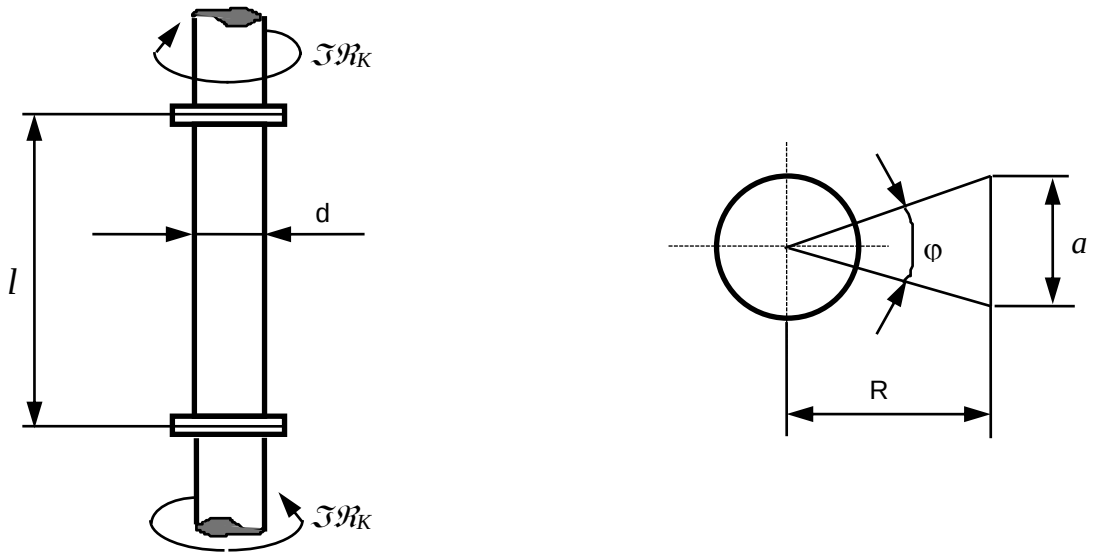


Рисунок 4.1 – Схема измерения угла закручивания: ***l*** – база прибора; **R** – длина кронштейна; ***a*** – размер, изменение которого определяется при помощи индикатора.

Таблица 4.1 – Результаты испытаний

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

Обработка результатов эксперимента

$$\Delta\varphi_{ср} = [\sum_{i=1}^{i=4} \Delta\varphi_i] / 4 = \quad (4.1)$$

Сравнение значений модуля сдвига из опыта и теоретического расчета

Из опыта

$$G_{оп} = 10^{-1} \cdot \Delta\Im\Re_К \, l \, /(\Delta\varphi_{ср} \, I_\rho) = \quad (МПа) \quad (4.2)$$

Из теории

$$G_т = E/(2(1+\mu)) = \quad (МПа) \quad (4.3)$$

Расхождение

$$\Delta = |(G_т - G_{оп})/G_т| \cdot 100\% = \quad (4.4)$$

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 = мм^2.

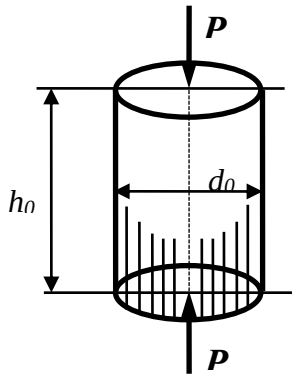


Рисунок 5.1 – Схема испытания на сжатие

Рисунок 5.2 – Эскиз образца после испытаний

Результаты испытаний

Разрушающая нагрузка P_{max} = (кН)

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

Марка чугуна

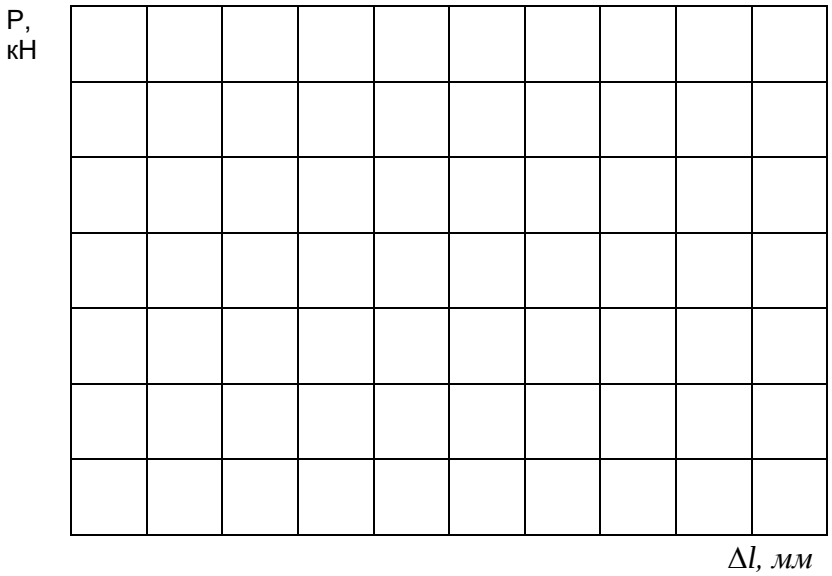


Рисунок 5.1 –Диаграмма сжатия чугуна

Преподаватель_____

Лабораторная работа № 6

ИСПЫТАНИЕ СТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА НА СРЕЗ

Дата _____

Испытательная машина Р-10 с максимальным усилием 100 кН.

Размеры образца
d = мм; *F* = мм^2; *l* = мм.

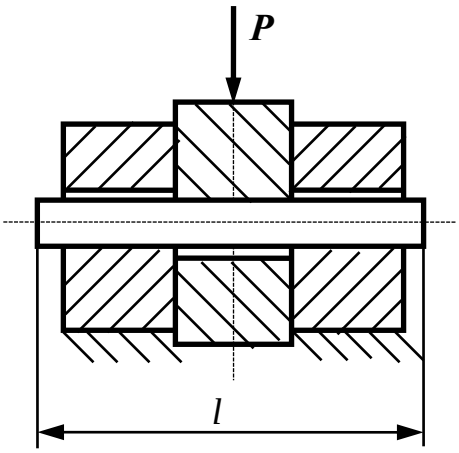


Рисунок 6.1 – Схема испытания на срез

Рисунок 6.2 – Эскиз образца после испытаний

Результаты испытаний

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

Преподаватель_____

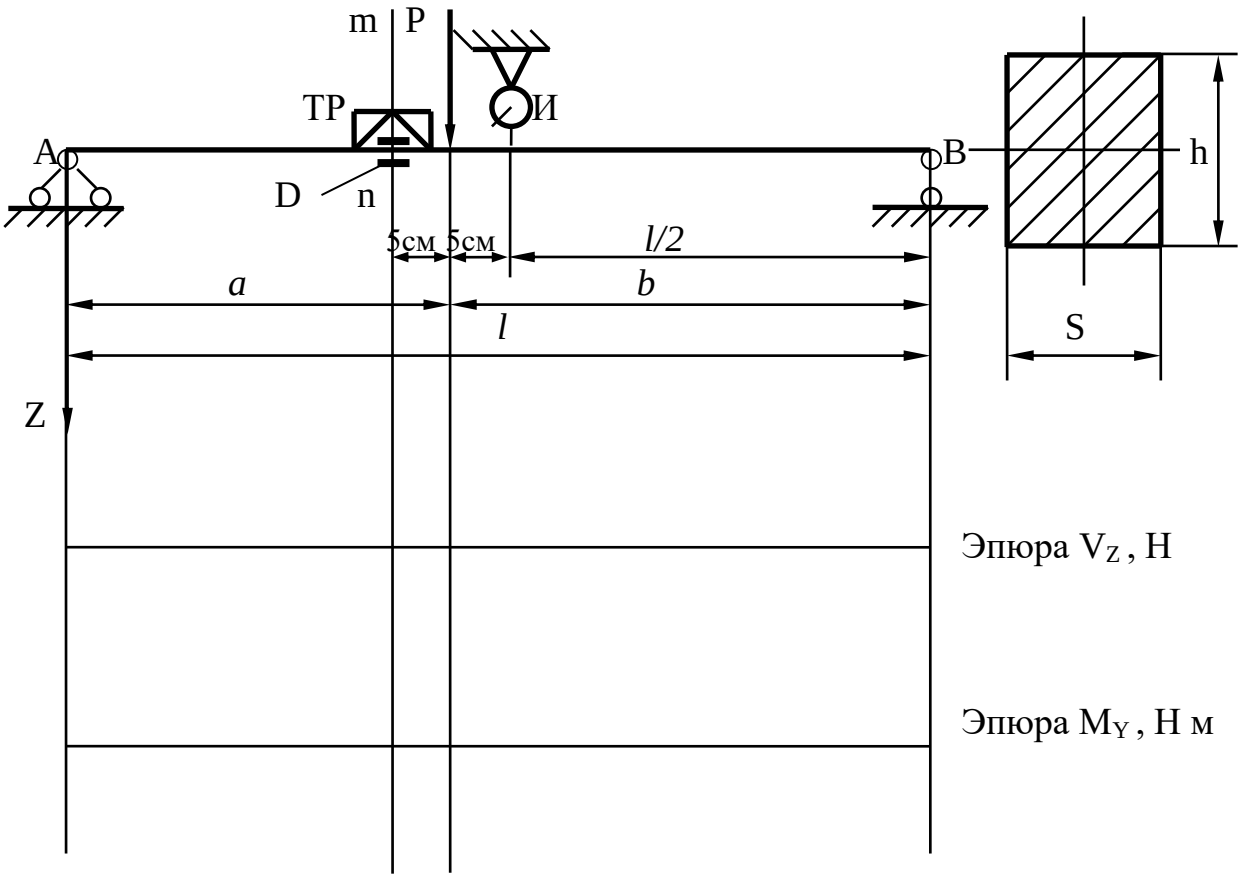
Лабораторная работа № 10

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; $J_Y = Sh^3/12 = 8{,}9$ см^4; $W_Y = J_Y/(h/2) = 5{,}1$ см^3.
Материал – сталь; $E = 2\cdot10^5$ МПа.

Схема установки



Для определения прогиба используется индикатор часового типа (**И**) с ценой деления **Ки = 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 **Кт=2,0**; цена деления ЦТИ-1 в относительных единицах деформации **n = 0,2·10^{-5}**.

Определение прогиба и напряжений на основании теоретических формул

1. Определить реакции опор:

$R_A = P b/l =$ (Н); $R_B = P a/l =$ (Н).

2. Построить эпюры V_Z и M_Y.

3. Определить напряжение

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

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

4. Определить прогиб

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

= (мм).

Таблица 10.1 – Результаты замеров

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

Обработка опытных данных

1. Определить напряжение

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

где T_0 – показание тензометра при нагрузке P = 0,

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

$\sigma^D_{оп} = (D - D_0)\, n\, E = (D - D_0) \cdot 0{,}2 =$ (МПа),

где D_0 – показание датчика при нагрузке P = 0,

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

2. Определить прогиб

$W_{оп} = (И - И_0)\, К_И = (И - И_0) \cdot 0{,}01 =$ (мм),

где $И_0$ – показание индикатора при нагрузке P = 0,

И – показание индикатора при нагрузке $P = P_{max}$.

Расхождение расчетных и опытных результатов

$$\Delta^T_\sigma = |(\sigma_{теор} - \sigma^T_{оп}) / \sigma_{теор}| \cdot 100\% =$$

$$\Delta^D_\sigma = |(\sigma_{теор} - \sigma^D_{оп}) / \sigma_{теор}| \cdot 100\% =$$

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

P, H

W, мм

Рисунок 10.1 –Прогиб балки

Преподаватель_____

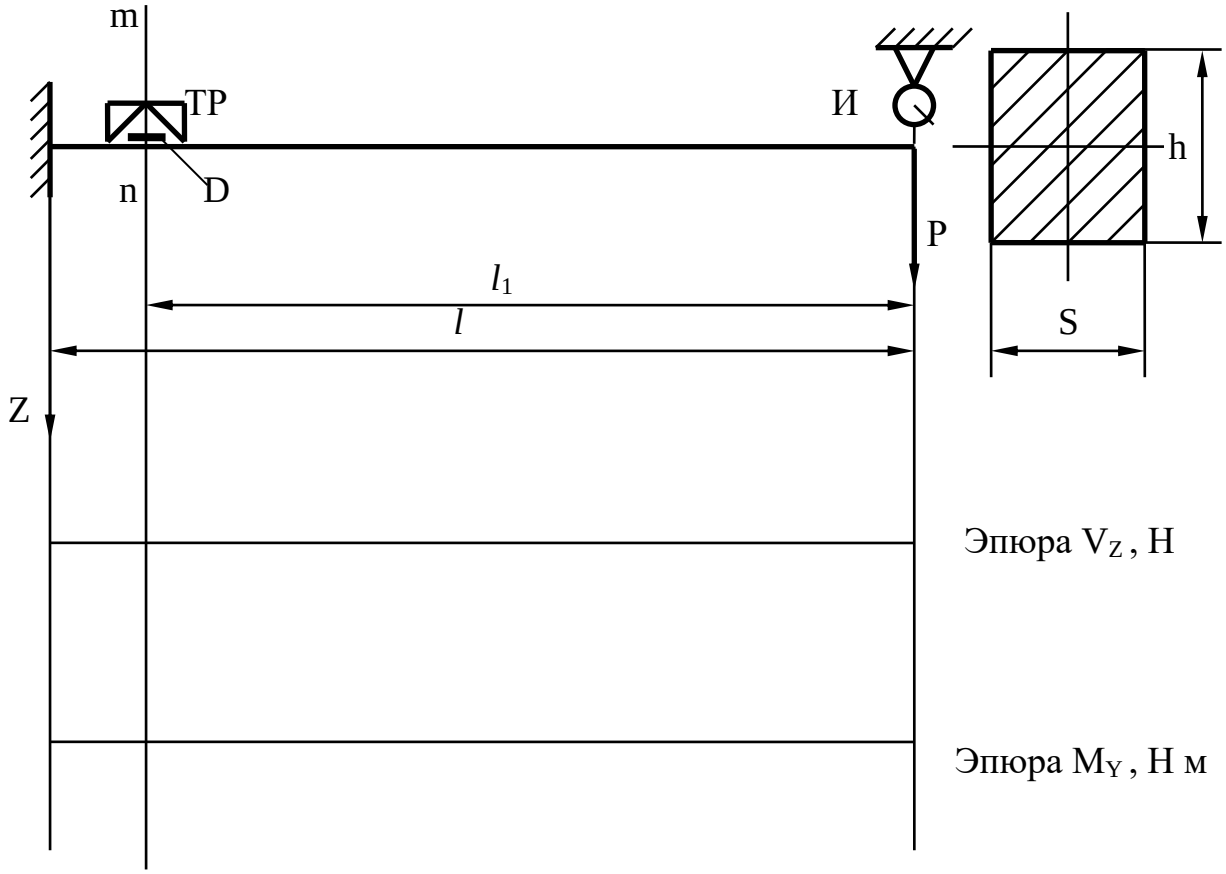
Лабораторная работа № 11

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; $J_Y = Sh^3/12 = 4{,}5$ см^4; $W_Y = J_Y/(h/2) = 3$ см^3.
Материал – сталь; $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Схема установки



Для определения прогиба используется индикатор часового типа (**И**) с ценой деления **$К_И$ = 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 (**D**) и цифрового тензометрического моста ЦТИ-1. Используются датчики с базой e_g**=10 мм**, с коэффициентом тензочувствительности **$К_Т$=2,0**; цена деления ЦТИ-1 в относительных единицах деформации **n = 0,2·10^{-5}**.

Определение прогиба и напряжений на основании теоретических формул

1. Построить эпюры V_Z и M_Y.

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

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

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

= (мм)

Таблица 11.1 – Результаты замеров

Нагрузка P, Н	Показания приборов		
	T (тензометр)	D (датчик)	И (индикатор)
0			
0			

Обработка опытных данных

1. Определить напряжение

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

где T_0 – показание тензометра при нагрузке P = 0,

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

$\sigma^D_{оп} = (D - D_0)\, n\, E = (D - D_0) \cdot 0{,}4 =$ (МПа),

где D_0 – показание датчика при нагрузке P = 0,

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

2. Определить прогиб

$W_{оп} = (И - И_0)\, К_И = (И - И_0) \cdot 0{,}01 =$ (мм),

где $И_0$ – показание индикатора при нагрузке P = 0,

И – показание индикатора при нагрузке $P = P_{max}$.

Для учета податливости закрепления балки определяем коэффициент заделки:

$$К = W_{теор} / W_{оп} =$$

Расхождение расчетных и опытных результатов

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

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

P, H

W, мм

Рисунок 11.1 – Прогиб балки

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.

Расчетно-графическая работа 3. ***«Расчеты прочности статически определимых балок на изгиб».***

Литература:

1. Фролов А.М., Кузнецова Т.А. Сопротивление материалов: конспект лекций. Часть I. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2009.-146 с.

2. Горохова М.В, Созинов С.В. Сопротивление материалов. Изгиб статически определимых балок. Вып. 5 – Н. Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2019.-60 с.

Каждый студент выполняет работу в соответствии с номером варианта, установленным преподавателем. Исходные данные и примеры выполнения задач изложены в работе [2].

На с.35-46 [2] приводится информация для решения студентом РГР в соответствии с вариантом, заданным преподавателем.

Расчетно-графическая работа 5. ***«Расчет статически неопределимых стержней методом сил».***

Литература:

1. Фролов А.М., Кузнецова Т.А. Сопротивление материалов: конспект лекций. Часть I. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2009.-146 с.

2. **Гирин С.Н.** Сопротивление материалов. Расчет статически неопределимых стержней методом сил: учеб. пособие / С.Н.Гирин. – Н. Новгород, 2015. – 36 с.

Каждый студент выполняет работу в соответствии с номером варианта, установленным преподавателем. Исходные данные и примеры выполнения задач изложены в работе [2].

На с. 13-26 [2] приводится информация для решения студентом РГР в соответствии с вариантом, заданным преподавателем.

Расчетно-графическая работа 7. ***«Расчеты балок на прочность и выносливость при изгибе с кручением».***

Литература:

1. Фролов А.М., Кузнецова Т.А. Сопротивление материалов: конспект лекций. Часть I. – Н. Новгород: Изд-во ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2009.-146 с.

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

Каждый студент выполняет работу в соответствии с номером варианта, установленным преподавателем. Исходные данные и примеры выполнения задач изложены в работе [2].

На с.61-71 [2] приводится информация для решения студентом РГР в соответствии с вариантом, заданным преподавателем.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений

3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

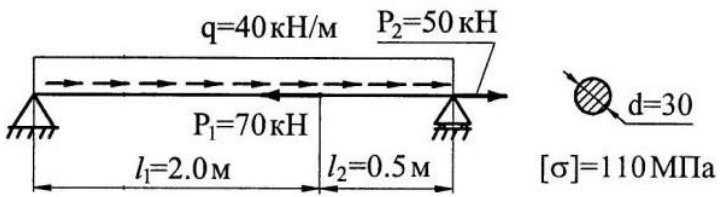
экзаменационный билет № 1

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Что называют прочностью, жесткостью и устойчивостью конструкций?

2. Запишите уравнение Лапласа при расчете тонкостенных осесимметричных сосудов в общем виде и получите из него частные решения для сферической и цилиндрической оболочки.

3. Задача. Проверить прочность призматического стержня.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений

3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

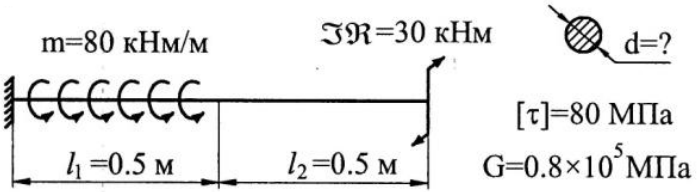
экзаменационный билет № 2

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Какие деформации называют пластическими, а какие упругими?

2. Как в расчетах прочности учитываются динамические эффекты, возникающие при ударном нагружении конструкций. Что такое коэффициент динамичности?

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

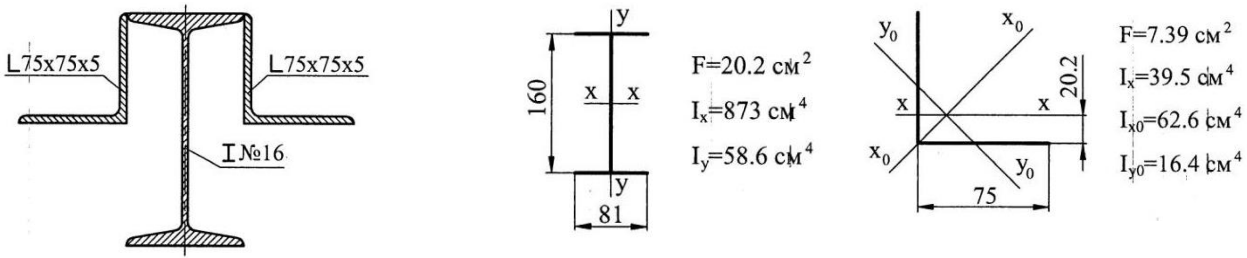
экзаменационный билет № 3

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Перечислите основные конструктивные формы элементов. Что они из себя представляют?

2. Дайте классификацию винтовых пружин. Какие внутренние усилия возникают в поперечном сечении витка пружины растяжения-сжатия. Получите формулу для напряжений и запишите условие прочности для такой пружины.

3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений

3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

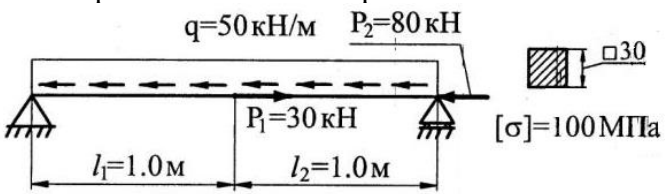
экзаменационный билет № 4

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Какие гипотезы принимают в сопротивлении материалов для создания модели идеального упругого тела?

2. Укажите границы применимости формулы Эйлера. Как определить критическую силу для стержней, теряющих устойчивость при напряжениях, превышающих предел пропорциональности.

3. Задача. Проверить прочность призматического стержня.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

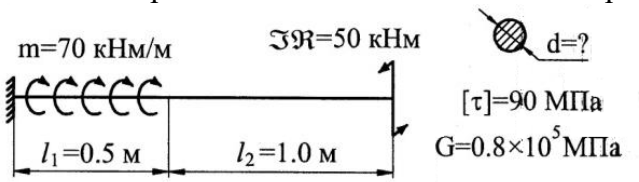
экзаменационный билет № 5

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Что называется статическим моментом площади относительно оси? В каких единицах измеряется эта величина?

2. Запишите формулу Эйлера для определения критической силы и поясните смысл входящих в неё величин. Укажите, как влияют условия закрепления стержня на величину критической силы.

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений

3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

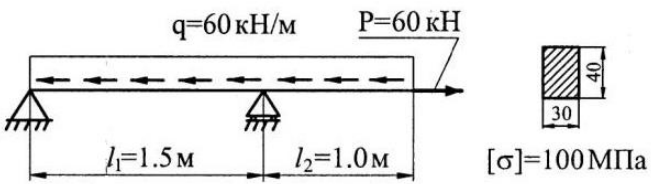
экзаменационный билет № 6

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Порядок определения положения центра тяжести поперечного сечения сложной формы, состоящей из ряда простых фигур.

2. Дайте понятие об усталости материала. Изобразите кривую Вёлера. Что такое предел выносливости? Какие факторы на него влияют?

3. Задача. Проверить прочность призматического стержня..



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

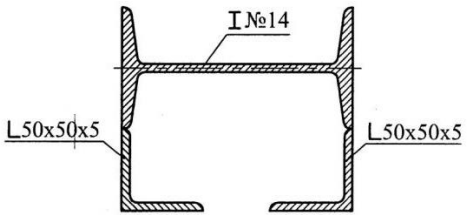
экзаменационный билет № 7

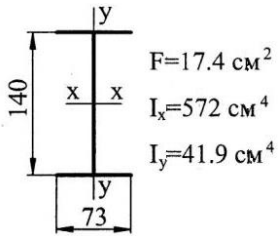
по дисциплине Сопротивление материалов

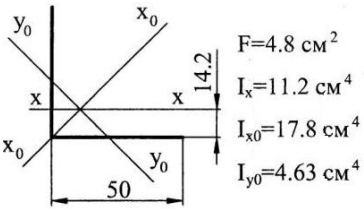
1. Как классифицируются внешние силы по характеру приложения и по характеру изменения во времени? Правило знаков для внешних сил и внешних моментов.

2. Укажите порядок расчета статической прочности вала с использованием третьей теории в случае сложного сопротивления «изгиб с кручением».

3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.







Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

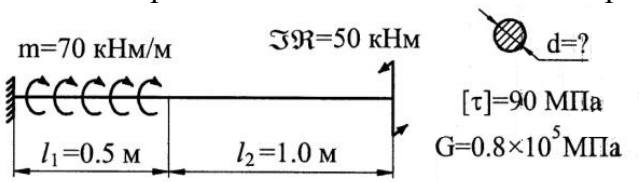
экзаменационный билет № 8

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Что называется статическим моментом площади относительно оси? В каких единицах измеряется эта величина?

2. Запишите формулу Эйлера для определения критической силы и поясните смысл входящих в неё величин. Укажите, как влияют условия закрепления стержня на величину критической силы.

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

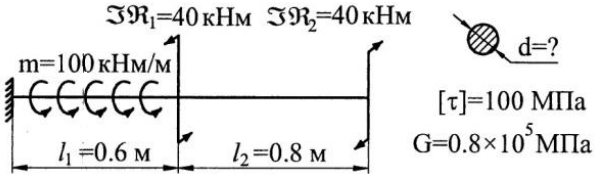
экзаменационный билет № 9

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Порядок определения положения центра тяжести поперечного сечения сложной формы, состоящей из ряда простых фигур.

2. Какие внутренние усилия возникают в поперечном сечении стержня при внецентренном растяжении-сжатии? Запишите формулу и изобразите эпюру для нормальных напряжений в поперечном сечении стержня при внецентренном растяжении-сжатии. Как при этом проходит нейтральная ось?

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений

3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

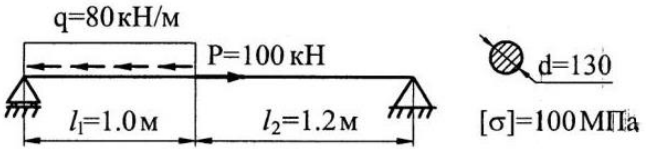
экзаменационный билет № 10

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Что называют осевым, центробежным и полярным моментами инерции? Как они вычисляются и в каких единицах измеряются?

2. Какие внутренние усилия возникают в поперечном сечении стержня при косом изгибе? Запишите формулу и изобразите эпюру нормальных напряжений в поперечном сечении стержня при косом изгибе.

3. Задача. Проверить прочность призматического стержня.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

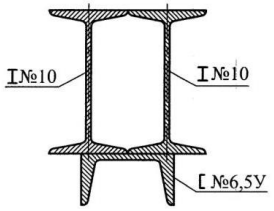
экзаменационный билет № 11

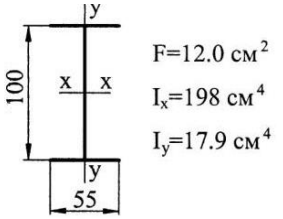
по дисциплине Сопротивление материалов

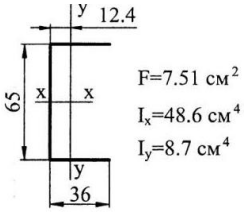
1. Что из себя представляют внутренние силы? Сформулируйте правило знаков и правила определения внутренних сил.

2. Дайте понятие о центре изгиба. Определите положение центра изгиба для швеллера, изгибаемого относительно оси наибольшей жесткости.

3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.







Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

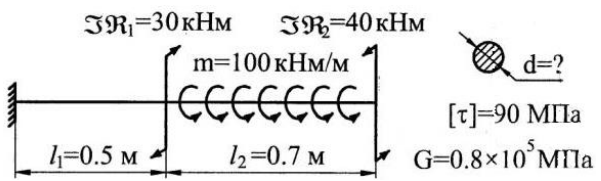
экзаменационный билет № 12

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Перечислите и охарактеризуйте основные типы опор, используемых в сопротивлении материалов.

2. Запишите формулу для потенциальной энергии деформации изгиба балки, поясните величины, входящие в формулу.

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

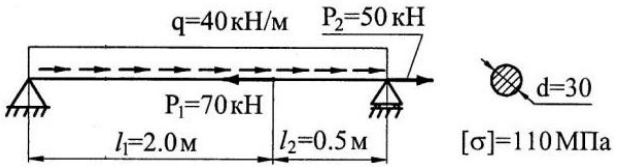
экзаменационный билет № 13

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Что называется линейной и угловой деформациями? Что называют вектором полного перемещения, линейным перемещением, угловым перемещением?

2. Что называют упругой линией балки при изгибе? Запишите дифференциальное уравнение изгиба балки, поясните величины, входящие в это уравнение.

3. Задача. Проверить прочность призматического стержня.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

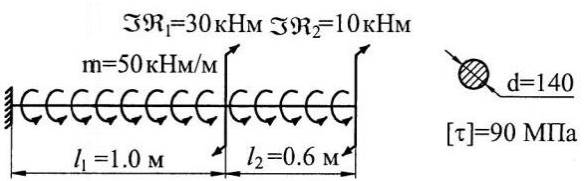
экзаменационный билет № 14

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Что называется линейной и угловой деформациями? Что называют вектором полного перемещения, линейным перемещением, угловым перемещением?

2. Что называют упругой линией балки при изгибе? Запишите дифференциальное уравнение изгиба балки, поясните величины, входящие в это уравнение.

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

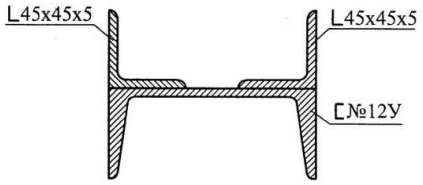
экзаменационный билет № 15

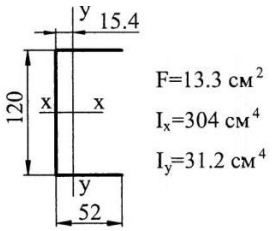
по дисциплине Сопротивление материалов

1. Что называют полным напряжением в точке? Что такое нормальное напряжение? Что такое касательное напряжение?

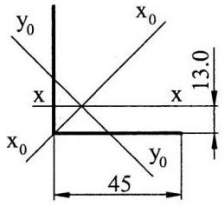
2. Что такое коэффициент качества поперечного сечения балки при изгибе; у каких профилей он максимален?

3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.





$F=13.3\ см^2$
$I_x=304\ см^4$
$I_y=31.2\ см^4$



$F=4.29\ см^2$
$I_x=8.03\ см^4$
$I_{x0}=12.7\ см^4$
$I_{y0}=3.33\ см^4$

Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

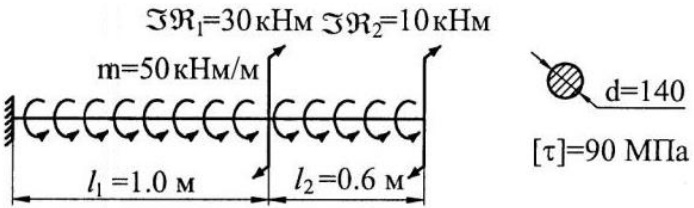
экзаменационный билет № 16

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Что называется линейной и угловой деформациями? Что называют вектором полного перемещения, линейным перемещением, угловым перемещением?

2. Что называют упругой линией балки при изгибе? Запишите дифференциальное уравнение изгиба балки, поясните величины, входящие в это уравнение.

3. Задача. Проверить прочность призматического стержня.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

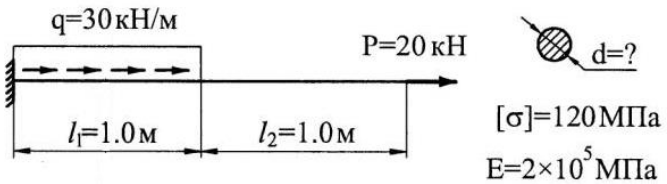
экзаменационный билет № 17

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Сформулируйте и запишите закон парности касательных напряжений.

2. Что называют нейтральной осью балки при изгибе и как она располагается?

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

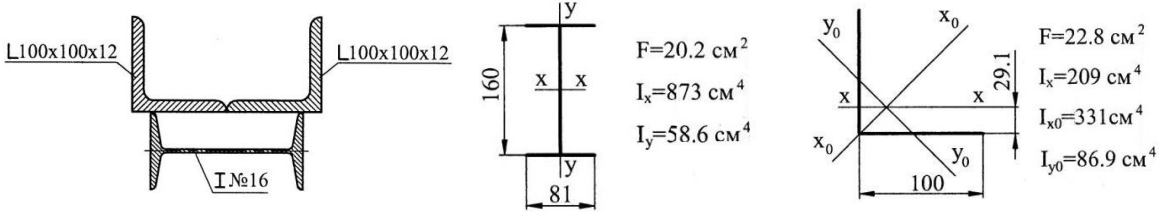
экзаменационный билет № 18

по дисциплине Сопротивление материалов

1. С какой целью проводят испытания материалов на растяжение-сжатие? Какие образцы используют для этих испытаний?

2. Запишите формулы, по которым вычисляются нормальное напряжение и максимальное нормальное напряжение при изгибе балки.

3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений

3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

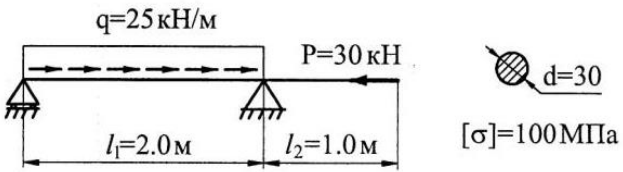
экзаменационный билет № 19

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Как выглядит первичная диаграмма растяжения стального образца? Укажите ее характерные точки.

2. Запишите формулы, по которым вычисляются нормальное напряжение и максимальное нормальное напряжение при изгибе балки.

3. Задача. Проверить прочность призматического стержня.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

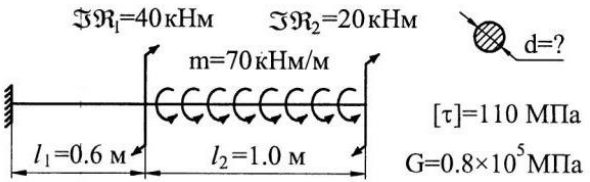
экзаменационный билет № 20

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Какой вид имеет диаграмма сжатия (растяжения) хрупкого материала? Укажите характерные точки этой диаграммы.

2. Напишите формулу для вычисления касательных напряжений при поперечном изгибе и поясните величины, входящие в нее. Нарисуйте эпюру изменения касательного напряжения по высоте прямоугольного профиля.

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений

3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

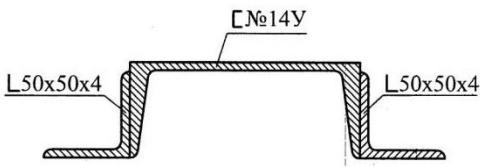
экзаменационный билет № 21

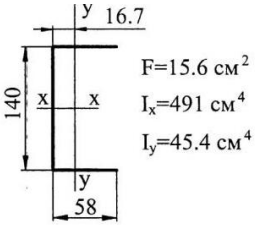
по дисциплине Сопротивление материалов

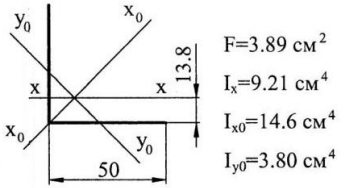
1. Какие величины характеризуют прочность материала, а какие его пластичность?

2. Запишите формулы, по которым вычисляются нормальное напряжение и максимальное нормальное напряжение при изгибе балки.

3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.







Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

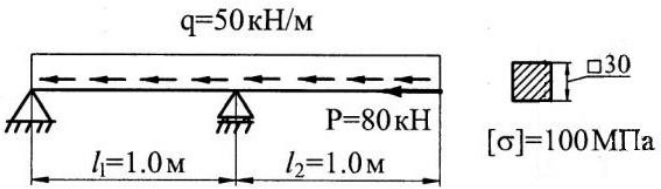
Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

экзаменационный билет № 22

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Что относят к основным физическим константам материала. Запишите формулу их связывающую. В каких единицах они измеряются?

2. Какие напряжения возникают в балке при чистом изгибе и поперечном изгибе? Запишите формулы для их определения и поясните величины, входящие в них.
3. Задача. Проверить прочность призматического стержня.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

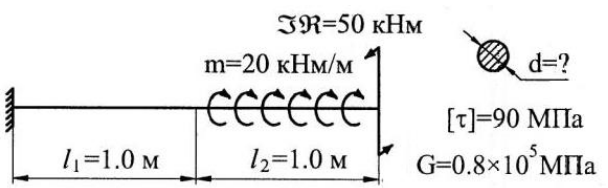
экзаменационный билет № 23

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Какая деформация называется осевым растяжением-сжатием? Запишите формулу для определения напряжений при осевом растяжении-сжатии.

2. Сформулируйте и запишите первую, вторую, третью, четвертую теории прочности. В чем их достоинства и в чем недостатки?

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений

3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

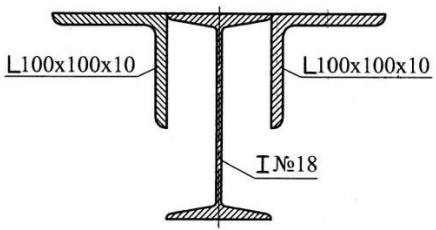
экзаменационный билет № 24

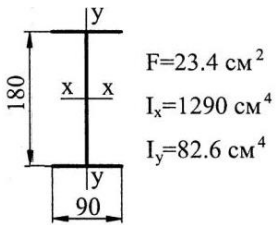
по дисциплине Сопротивление материалов

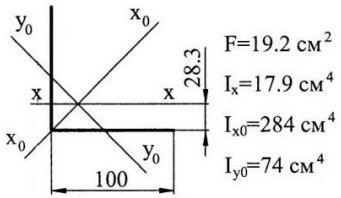
1. Охарактеризуйте виды расчетов прочности при осевом растяжении сжатии.

2. Напишите формулы обобщенного закона Гука и охарактеризуйте величины, входящие в них.

3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.







Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений

3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

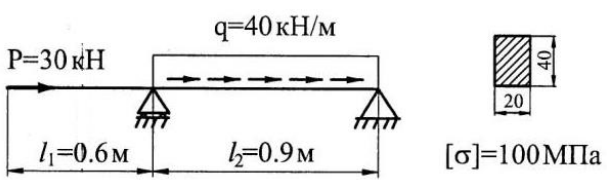
экзаменационный билет № 25

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Запишите формулу для определения перемещений стержня при деформации растяжения-сжатия, охарактеризуйте величины, входящие в нее.

2. Сформулируйте и запишите первую, вторую, третью, четвертую теории прочности. В чем их достоинства и в чем недостатки?

3. Задача. Проверить прочность призматического стержня.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

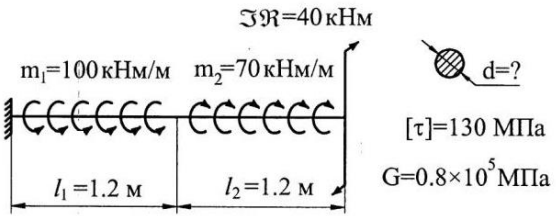
экзаменационный билет № 26

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Какое состояние материала называется предельным? Какие напряжение называется опасными? Какое напряжение называют эквивалентным? Что называют коэффициентом запаса прочности?

2. Какая деформация называется кручением? На основании каких гипотез решается задача о скручивании стержня круглого поперечного сечения?

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

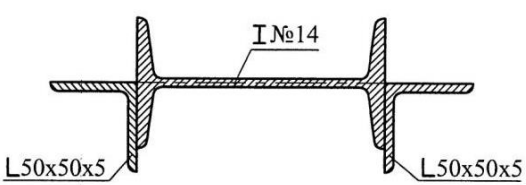
экзаменационный билет № 27

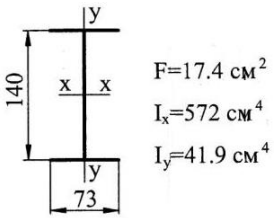
по дисциплине Сопротивление материалов

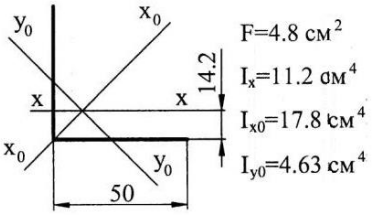
1. Что называют жесткостью стержня при кручении, каков ее физический смысл, в каких единицах она измеряется? Запишите условие жесткости стержня при кручении.

2. Какие напряжения называются главными, какими свойствами они обладают?

3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.







Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

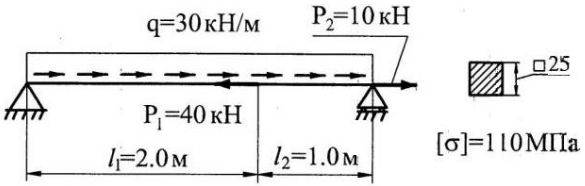
экзаменационный билет № 28

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Какое напряженное состояние называется объемным, плоским и линейным?

2. Какое состояние материала называется предельным? Какие напряжение называется опасными? Какое напряжение называют эквивалентным? Что называют коэффициентом запаса прочности?

3. Задача. Проверить прочность призматического стержня.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

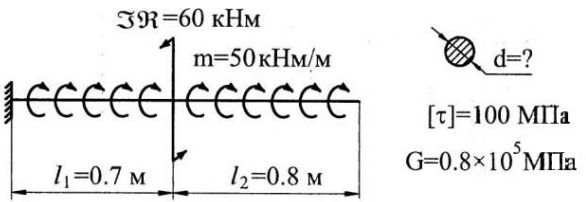
экзаменационный билет № 29

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Что такое коэффициент качества поперечного сечения балки при изгибе; у каких профилей он максимален?

2. Запишите формулы, по которым вычисляются нормальное напряжение и максимальное нормальное напряжение при изгибе балки.

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

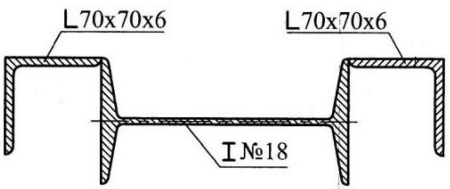
экзаменационный билет № 30

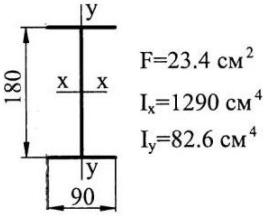
по дисциплине Сопротивление материалов

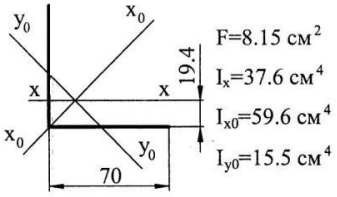
1. Что называется напряженным состоянием в точке? Деформированным состоянием в точке?

2. Что называют жесткостью стержня при кручении, каков ее физический смысл, в каких единицах она измеряется? Запишите условие жесткости стержня при кручении.

3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.







Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

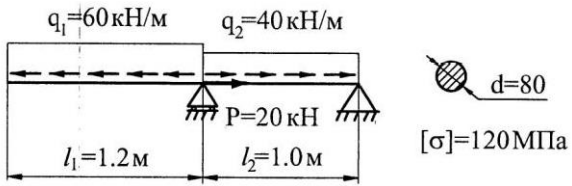
экзаменационный билет № 31

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Какие напряжения возникают в поперечном сечении стержня при кручении. Запишите формулу для определения напряжений при скручивании стержня круглого поперечного сечения, охарактеризуйте величины, входящие в нее.

2. Дайте классификацию винтовых пружин. Какие внутренние усилия возникают в поперечном сечении витка пружины растяжения-сжатия.

3. Задача. Проверить прочность призматического стержня.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

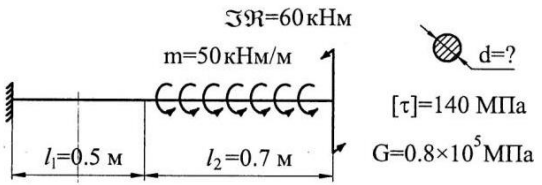
экзаменационный билет № 32

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Запишите формулу Эйлера для определения критической силы и поясните смысл входящих в неё величин. Укажите, как влияют условия закрепления стержня на величину критической силы.

2. Как в расчетах прочности учитываются динамические эффекты, возникающие при ударном нагружении конструкций. Что такое коэффициент динамичности?

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений

3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

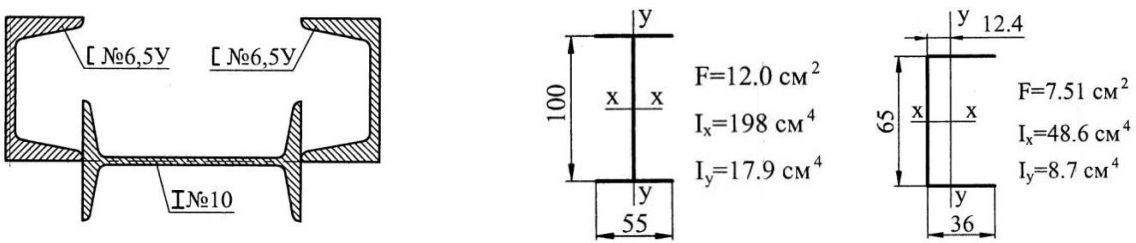
экзаменационный билет № 33

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Запишите уравнение Лапласа при расчете тонкостенных осесимметричных сосудов в общем виде и получите из него частные решения для сферической и цилиндрической оболочки.

2. Что называют нейтральной осью балки при изгибе и как она располагается?

3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

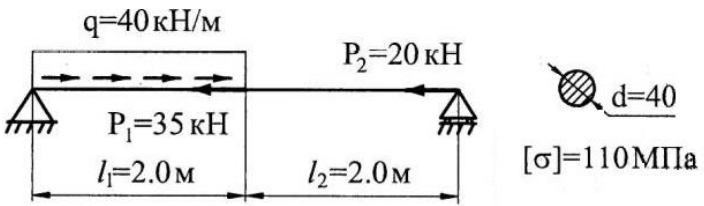
экзаменационный билет № 34

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Как в расчетах прочности учитываются динамические эффекты, возникающие при ударном нагружении конструкций. Что такое коэффициент динамичности?

2. Закон Гука при сдвиге.

3. Задача. Проверить прочность призматического стержня.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

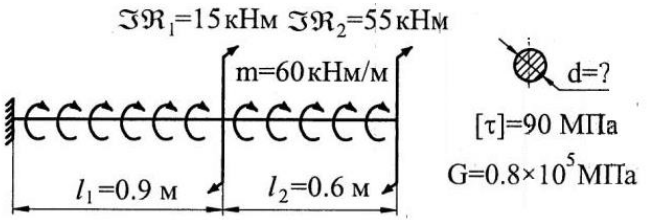
экзаменационный билет № 35

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Запишите уравнение Лапласа при расчете тонкостенных осесимметричных сосудов в общем виде и получите из него частные решения для сферической и цилиндрической оболочки.

2. Какая деформация называется изгибом? Какой изгиб называют чистым, поперечным?

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

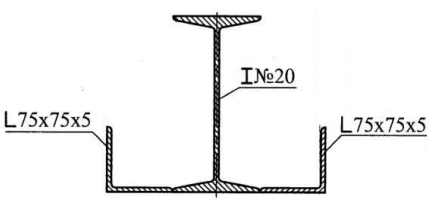
экзаменационный билет № 36

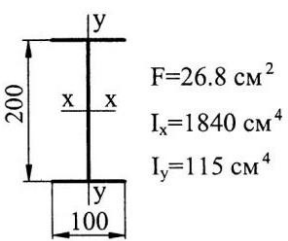
по дисциплине Сопротивление материалов

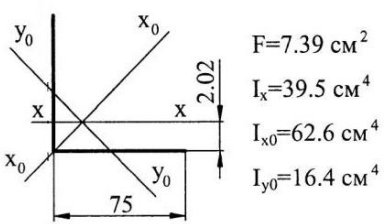
1. Запишите уравнение Лапласа при расчете тонкостенных осесимметричных сосудов в общем виде и получите из него частные решения для сферической и цилиндрической оболочки.

2. Что называют нейтральной осью балки при изгибе и как она располагается?

3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.







Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

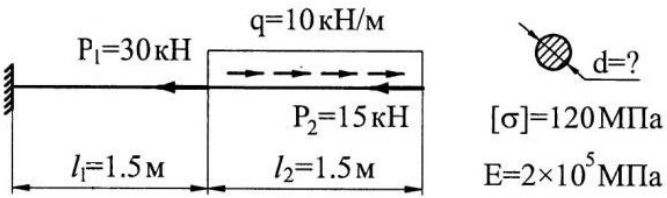
экзаменационный билет № 35

по дисциплине Сопротивление материалов

1. В каких площадках действуют максимальные касательные напряжения? Запишите формулу для их определения.

2. Что такое статическая неопределимость систем. Решение статически неопределимых систем методом сил.

3. Задача. Проверить прочность призматического стержня.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

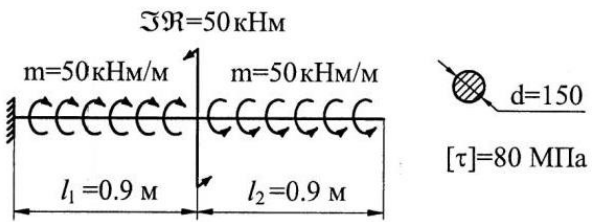
экзаменационный билет № 36

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Сформулируйте теорему Клапейрона.

2. Дайте классификацию винтовых пружин. Какие внутренние усилия возникают в поперечном сечении витка пружины растяжения-сжатия. Получите формулу для напряжений и запишите условие прочности для такой пружины.

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

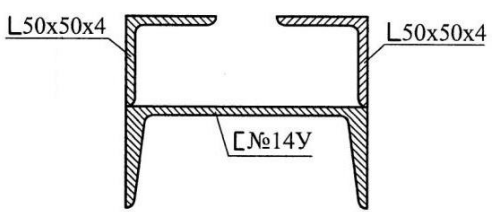
экзаменационный билет № 37

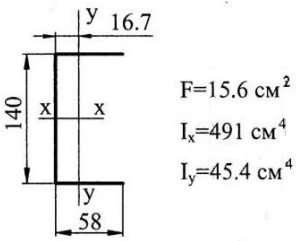
по дисциплине Сопротивление материалов

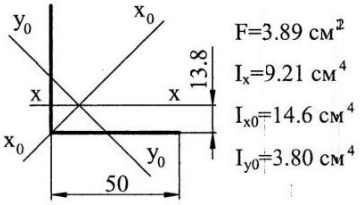
1. Какие напряжения называются главными, какими свойствами они обладают?

2. Сформулируйте теорему Бетти.

3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.







Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

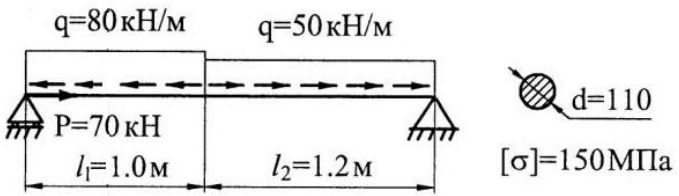
экзаменационный билет № 38

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Какая деформация называется кручением? На основании каких гипотез решается задача о скручивании стержня круглого поперечного сечения?

2. Определение перемещений в упругих системах методом Верещагина.

3. Задача. Проверить прочность призматического стержня.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

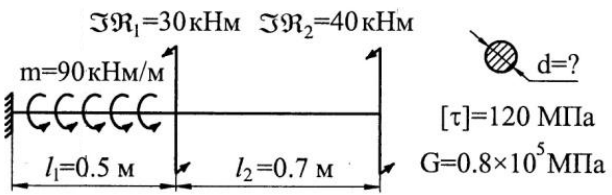
экзаменационный билет № 39

по дисциплине Сопротивление материалов

1. Охарактеризуйте виды расчетов прочности при осевом растяжении сжатии.

2. Дайте классификацию винтовых пружин. Какие внутренние усилия возникают в поперечном сечении витка пружины растяжения-сжатия?

3. Задача. Для стального призматического стержня определить из условия прочности размеры поперечного сечения. Найти перемещения свободного конца стержня относительно заделки.



Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Волжский государственный университет водного транспорта

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

Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

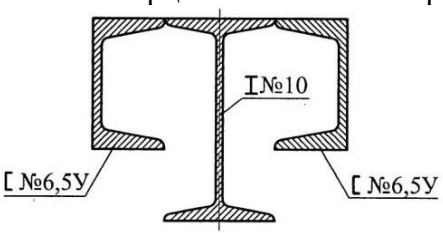
экзаменационный билет № 40

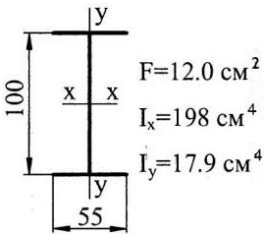
по дисциплине Сопротивление материалов

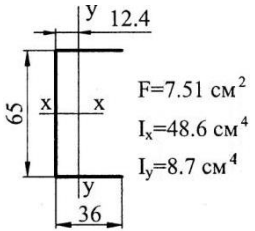
1. Какие гипотезы принимают в сопротивлении материалов для создания модели идеального упругого тела?

2. Дайте понятие об усталости материала. Изобразите кривую Вёлера. Что такое предел выносливости? Какие факторы на него влияют?

3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.



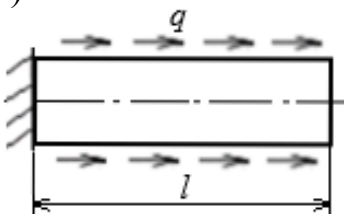
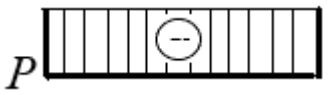
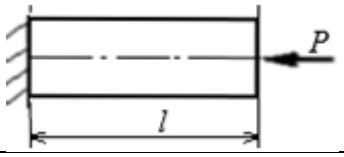
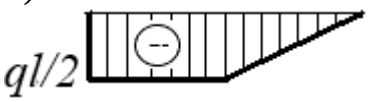
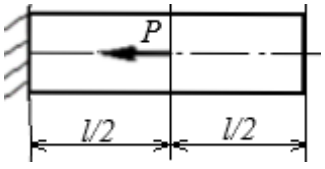




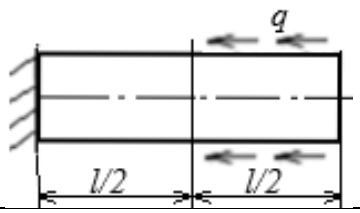
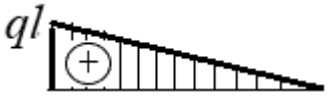
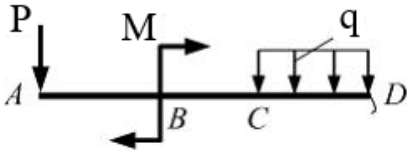
Зав. кафедрой, проф., д.т.н. Н.С. Отделкин

ТЕСТ

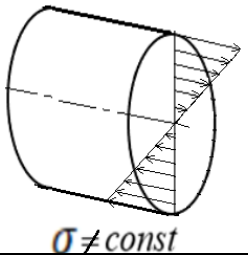
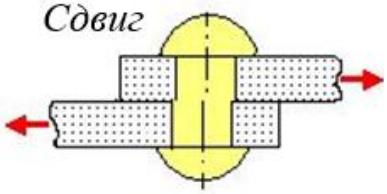
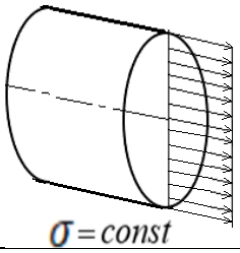
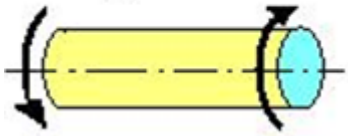
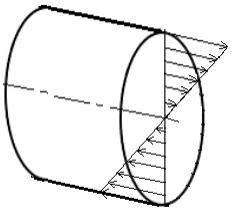
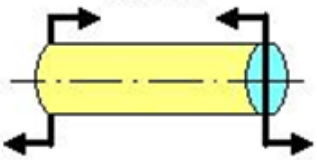
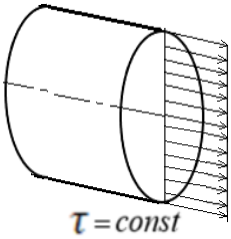
№ п/п	Виды тестовых заданий	Тестовое задание
1	Закрытого типа с выбором ответа	Прочитайте текст и выберите правильный ответ. Способность конструкции воспринимать заданную нагрузку, не разрушаясь и без остаточных деформаций, называется: 1 – устойчивостью; 2 – жесткостью; 3 – прочностью; 4 – гибкостью. *Запишите цифру правильного ответа*
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. *Запишите цифру правильного ответа*.
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. *Запишите цифру правильного ответа и обоснуйте выбор (представьте обоснование и порядок расчета)*.
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. *Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:* | | | | |
5	Тестовое задание	Прочитайте текст и установите соответствие

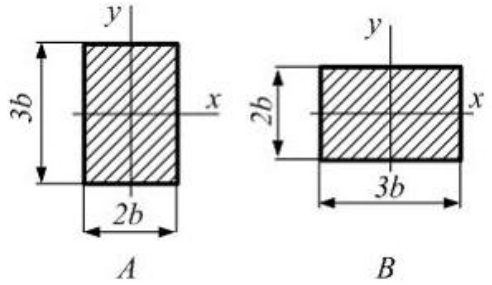
<table>
<tr><td></td><td>закрытого типа на установление соответствия</td><td>А) При действии внешних сил, направленных вдоль оси стержня в противоположные стороны, стержень получает</td><td>1) сдвиг</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>Б) Когда внешние поперечные силы смещают два параллельных плоских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

</td><td>1)

</td></tr><tr><td>Б)

</td><td>2)

</td></tr><tr><td>В)

</td><td>3)

</td></tr></table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><td>Г)

</td><td>4)

</td></tr>
<tr><td colspan="2">Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</td></tr>
<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>7</td><td>Комбинированное задание (с выбором одного или нескольких ответов и обоснованием выбора)</td><td>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).</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Тестовое задание закрытого типа на установление соответствия</td><td>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>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td></td><td>
<table>
<tr><td colspan="4">Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</td></tr>
<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>9</td><td>Тестовое задание закрытого типа на установление соответствия</td><td>
Прочитайте текст и установите соответствие виду деформации круглого стержня закону распределения напряжений по поперечному сечению
<table>
<tr><td>А)
Растяжение
</td><td>1)

$\sigma \neq const$</td></tr>
<tr><td>Б)
Сдвиг
</td><td>2)

$\sigma = const$</td></tr>
<tr><td>В)
Кручение
</td><td>3)

$\tau \neq const$</td></tr>
<tr><td>Г)
Изгиб
</td><td>4)

$\tau = const$</td></tr>
</table>
<table>
<tr><td colspan="4">Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</td></tr>
<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>

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