

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Новиков Денис Владимирович
Должность: Директор филиала
Дата подписания: 11.11.2019
Уникальный программный ключ:
3357c68ce48ec4f695c95f9b070578401e60

Расчетно-графическая работа. 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].

Расчетно-графическая работа. «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].

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	$d_0 =$	$d_K =$
Расчетная длина	$l_0 =$	$l_K =$
Площадь поперечного сечения	$F_0 =$	$F_K =$
Объем рабочей части образца	$V_0 = F_0 l =$	
Рабочая длина образца	$l =$	
Общая длина образца	$L =$	
Диаметр головок	$D =$	

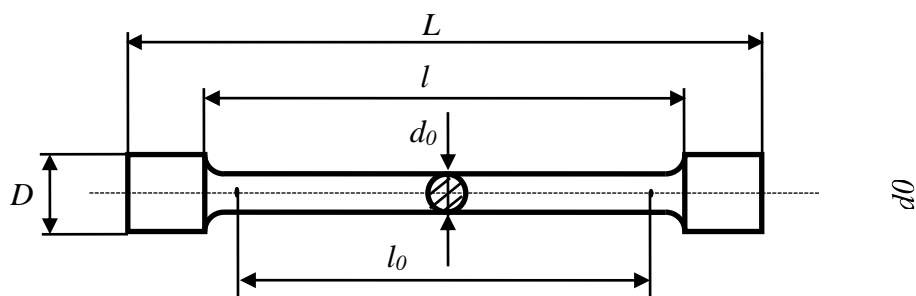


Рисунок 1.1 – Образец до испытаний

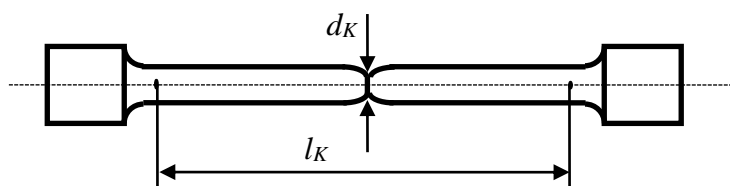


Рисунок 1.2 – Образец после испытаний (сложен по месту разрыва)

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

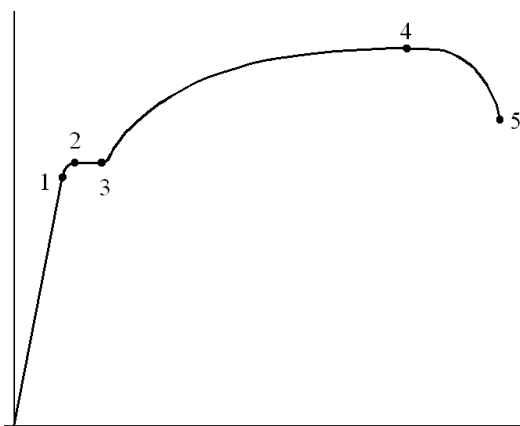


Рисунок 1.5 – Характерные точки диаграммы растяжения-сжатия малоуглеродистой стали
Расчет по оси ординат выполняется по формуле

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

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	<i>предела пропорциональности</i>		$P_{\text{пц}} =$
2-3	<i>предела текучести</i>		$P_{\text{T}} =$
4	<i>наибольшая до разрыва</i>		$P_{\text{max}} =$
5	<i>при разрыве</i>		$P_{\text{к}} =$

Расчет по оси абсцисс выполняется по формуле

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

где b – расстояние от машинного нуля до точки $\Delta l = 16$ 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	<i>предела пропорциональности</i>		$\Delta l_{\text{пц}} =$
2	<i>предела текучести</i>		$\Delta l_{\text{T2}} =$
3	<i>предела текучести</i>		$\Delta l_{\text{T3}} =$
4	<i>наибольшей до разрыва</i>		$\Delta l_{\text{max}} =$
5	<i>при разрыве</i>		$\Delta l_{\text{к}} =$
<i>Максимальное остаточное удлинение</i>			$\Delta l_{\text{ост}}^{\text{max}} =$

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 [мм²] (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	$\sigma_{\text{ПЦ}} =$	$Y_{\sigma\text{ПЦ}} =$
2-3	предела текучести	$\sigma_{\text{T}} =$	$Y_{\sigma\text{T}} =$
4	временное сопротивление	$\sigma_{\text{В}} =$	$Y_{\sigma\text{В}} =$
5	при разрыве	$\sigma_{\text{К}} =$	$Y_{\sigma\text{К}} =$

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

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

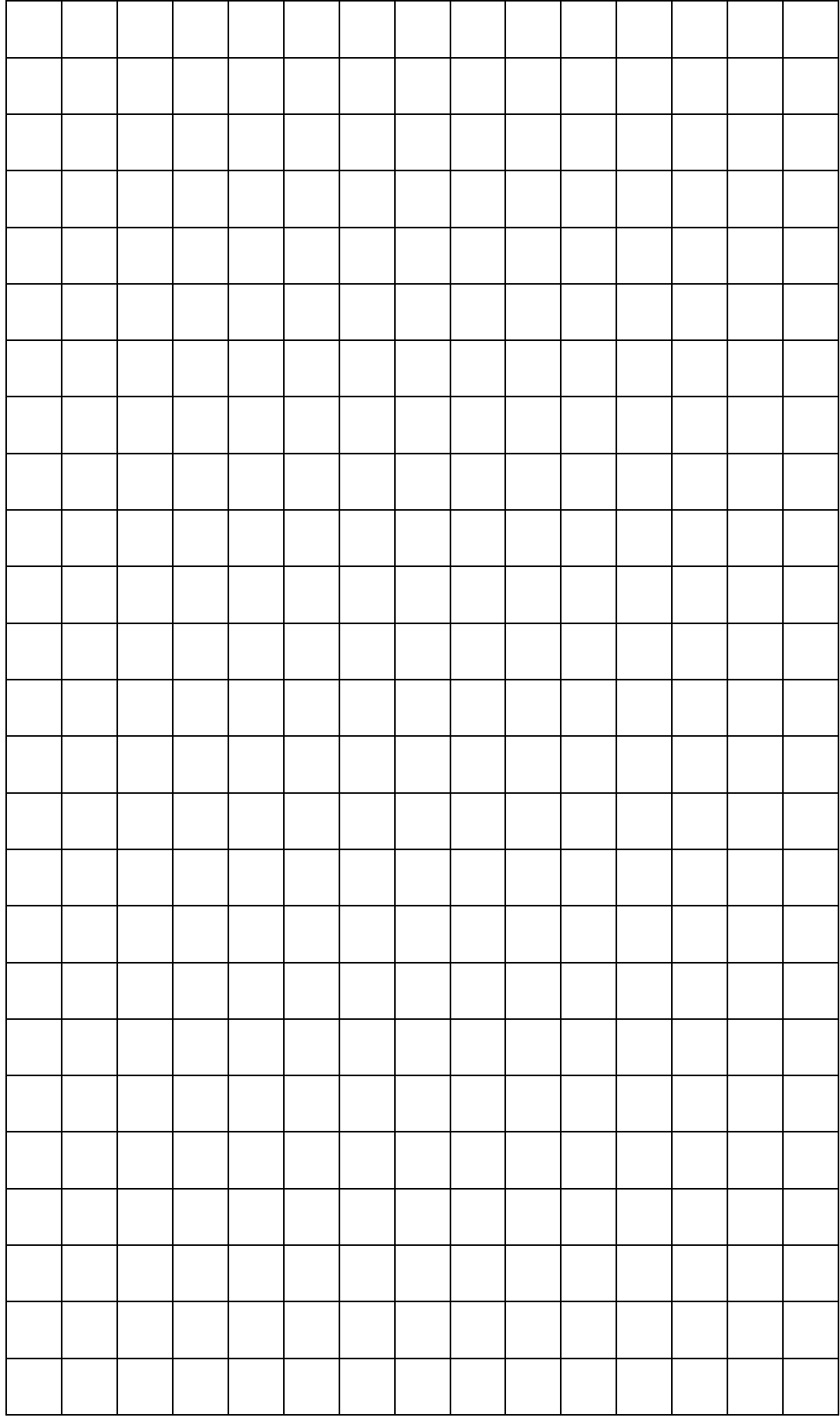
где ε – значение относительной линейной деформации в соответствующей точке,

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	$\varepsilon_{\text{ПЦ}} =$	$X_{\varepsilon\text{ПЦ}} =$
2	предела текучести	$\varepsilon_{\text{T2}} =$	$X_{\varepsilon\text{T2}} =$
3	предела текучести	$\varepsilon_{\text{T3}} =$	$X_{\varepsilon\text{T3}} =$
4	временного сопротивления	$\varepsilon_{\text{В}} =$	$X_{\varepsilon\text{В}} =$
5	при разрыве	$\varepsilon_{\text{К}} =$	$X_{\varepsilon\text{К}} =$
Максимальная относительная остаточная деформация		$\varepsilon_{\text{ост}}^{\text{max}} =$	

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



$\sigma = P/F_0,$
МПа

$\varepsilon = \Delta l/l$

Рисунок 1.4 – Диаграмма условных напряжений

Результаты испытаний

Временное сопротивление или предел прочности	$\sigma_B = 10^3 \cdot P_{\max} / F_0 =$	(МПа)
Предел пропорциональности	$\sigma_{\text{ПЦ}} = 10^3 \cdot P_{\text{ПЦ}} / F_0 =$	(МПа)
Предел текучести	$\sigma_T = 10^3 \cdot P_T / F_0 =$	(МПа)
Истинное сопротивление разрыву	$S_K = 10^3 \cdot P_K / F_K =$	(МПа)
Остаточное удлинение после разрыва	$\Delta l_p = l_k - l_0 =$	(мм)
Относительное удлинение	$\delta_{l_0} = ((l_k - l_0) / l_0) \cdot 100\% =$	(%)
Относительное сужение	$\Psi = ((F_0 - F_K) / F_0) \cdot 100\% =$	(%)
Площадь диаграммы	$\omega =$	(кН·мм)
Полная работа разрыва	$A = \omega = \eta P_{\max} \Delta l_p =$	(Дж)
Полная удельная работа разрыва	$a_K = 10^3 \cdot A / V_0 =$	(Дж/см ³)

Преподаватель _____

Лабораторная работа № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ E И КОЭФФИЦИЕНТА ПУАССОНА μ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ

Дата _____

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

Измерение деформаций производится при помощи тензорезисторов (датчиков) и цифрового тензометрического моста ЦТИ-1. Используются датчики с базой $e_g = 10$ 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 $F = 150$ мм².

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

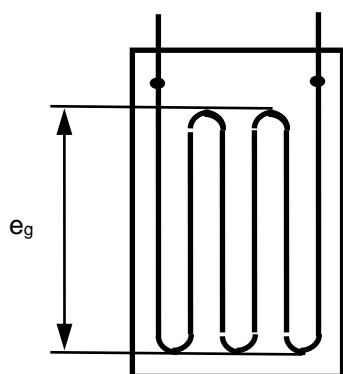


Рисунок 3.1 – Схема тензорезистора (датчика).

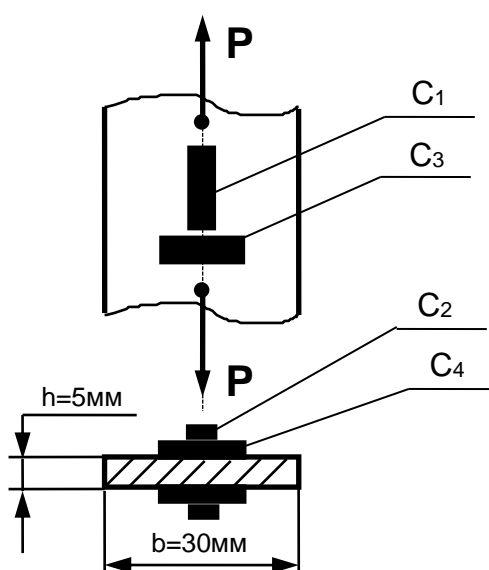


Рисунок 3.2 – Схема расположения датчиков на образце.

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:

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

где $i = 1, 2, 3, 4$,

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

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

Среднее значение модуля упругости:

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

где

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

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

Средняя квадратичная погрешность (стандарт погрешности):

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

где

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

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

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

Результат определения модуля упругости

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

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

Система условных уравнений

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

где $i = 1, 2, 3, 4$,

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

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

Среднее значение коэффициента Пуассона

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

где

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

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

Средняя квадратичная погрешность (стандарт погрешности)

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

где

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

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

Номер	$(C_{\text{пр}})_i - (C_{\text{пр}})_0$	$10^5 (\varepsilon_{\text{пр}})_i$	$(C_{\text{поп}})_i - (C_{\text{поп}})_0$	$10^5 (\varepsilon_{\text{поп}})_i$	$10^{10} (\varepsilon_{\text{пр}})_i^2$	$10^{10} (\varepsilon_{\text{пр}})_i (\varepsilon_{\text{поп}})_i $	$10^5 \mu_0 \times (\varepsilon_{\text{пр}})_i$	$\frac{ \varepsilon_{\text{поп}} _i - \mu_0 \varepsilon_{\text{пр}i}}{\varepsilon_{\text{пр}i}}$	$10^5 \left[\frac{ \varepsilon_{\text{поп}} _i - \mu_0 \varepsilon_{\text{пр}i}}{\varepsilon_{\text{пр}i}} \right]^2$
1									
2									
3									
4									
Σ					L=	K=			M=

Результат определения коэффициента Пуассона

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

Преподаватель _____

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ СДВИГА **G** ПРИ СКРУЧИВАНИИ

Дата _____

Испытательная машина КМ–50–1 с наибольшим крутящим моментом 490 Нм.
 Испытание производится по шкале моментоизмерителя **B** с пределами измерения от 0 до 100 Нм, с ценой деления – 0,2 Нм.
 Прибор для измерения деформаций – индикаторный угломер системы Н.Г.Токаря.
 Цена деления индикатора – 1 деление = 0,01 мм.
 Длина кронштейна **R** = 100 мм. База прибора **l** = 150 мм.

Данные образца

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

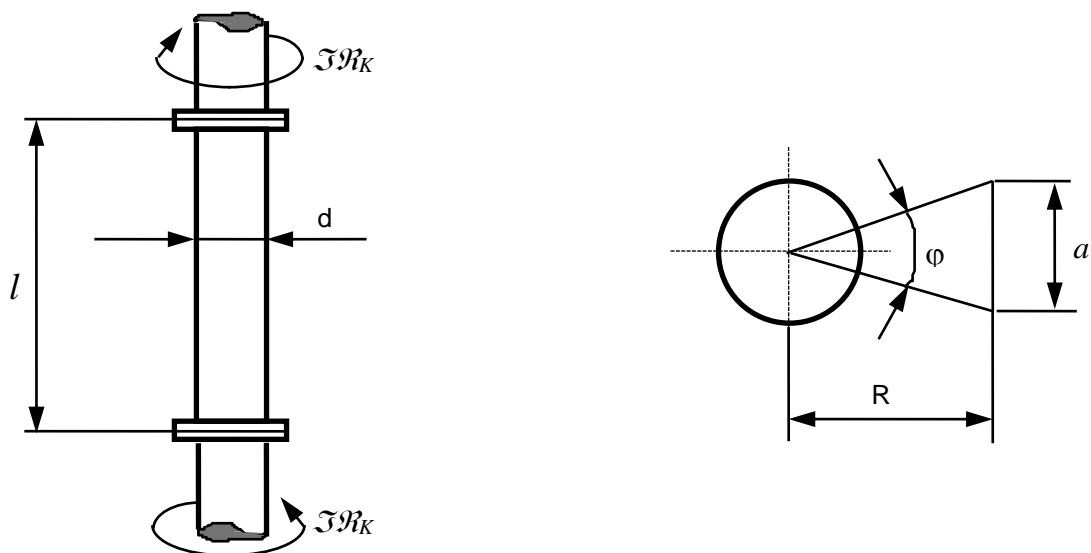


Рисунок 4.1 – Схема измерения угла закручивания: **l** – база прибора; **R** – длина кронштейна; **a** – размер, изменение которого определяется при помощи индикатора.

Таблица 4.1 – Результаты испытаний

Номер замера, i	Скручивающий момент \mathfrak{M} ,		Приращение $\Delta\mathfrak{M}_k$, 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

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

Сравнение значений модуля сдвига из опыта и теоретического расчета

Из опыта

$$G_{\text{оп}} = 10^{-1} \cdot \Delta\mathfrak{M}_k l / (\Delta\varphi_{\text{ср}} I_{\rho}) = \quad (\text{МПа}) \quad (4.2)$$

Из теории

$$G_{\text{т}} = E / (2(1+\mu)) = \quad (\text{МПа}) \quad (4.3)$$

Расхождение

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

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; $F_0 =$ _____ мм².

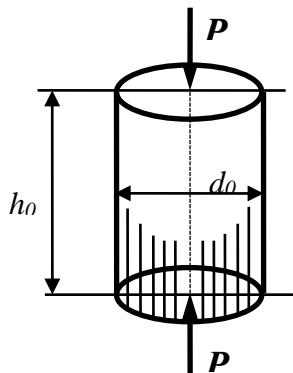


Рисунок 5.1 – Схема испытания на сжатие



Рисунок 5.2 – Эскиз образца после испытаний

Результаты испытаний

Разрушающая нагрузка $P_{max} =$ _____ (кН)

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

Марка чугуна

P, кН									
								$\Delta l, мм$	

Рисунок 5.1 – Диаграмма сжатия чугуна

Преподаватель _____

Лабораторная работа № 6

ИСПЫТАНИЕ СТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА НА СРЕЗ

Дата _____

Испытательная машина Р-10 с максимальным усилием 100 кН.

Размеры образца

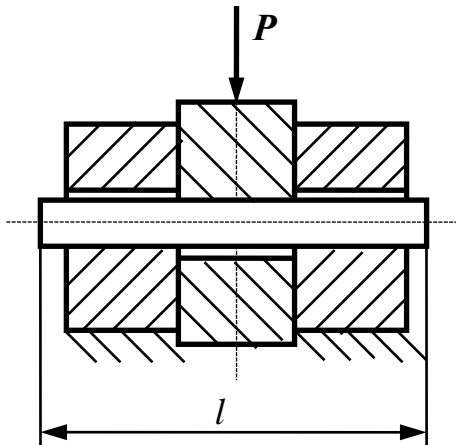
 $d =$ _____ мм; $F =$ _____ мм²; $l =$ _____ мм.

Рисунок 6.1 – Схема испытания на срез

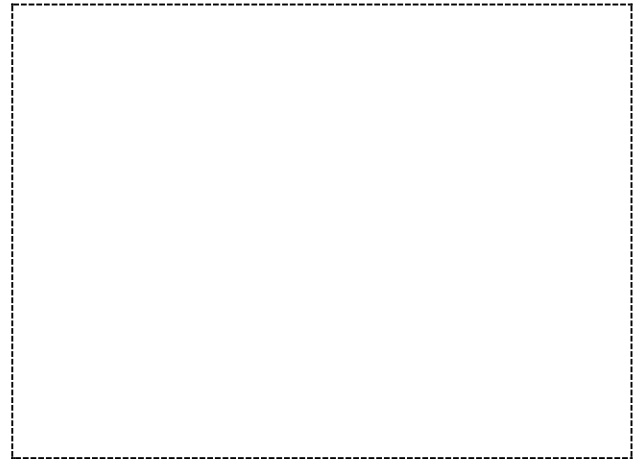


Рисунок 6.2 – Эскиз образца после испытаний

Результаты испытаний

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

Преподаватель _____

Лабораторная работа № 10

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В СТАЛЬНОЙ ДВУХОПОРНОЙ БАЛКЕ ПРИ ПЛОСКОМ ПОПЕРЕЧНОМ ИЗГИБЕ

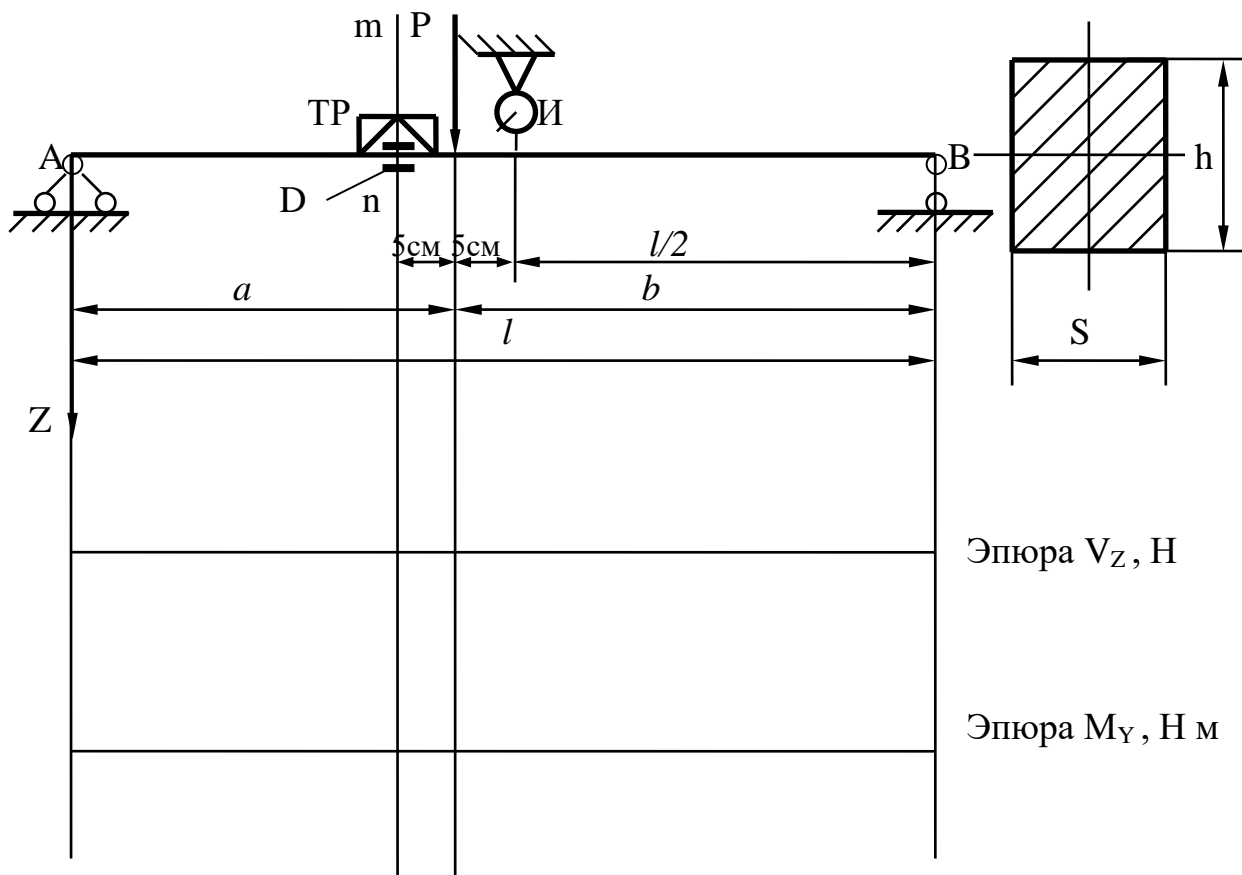
Дата _____

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

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

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

Схема установки



Для определения прогиба используется индикатор часового типа (И) с ценой деления $K_{И} = 0,01$ 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 $K_T = 2,0$; цена деления ЦТИ-1 в относительных единицах деформации $n = 0,2 \cdot 10^{-5}$.

Определение прогиба и напряжений на основании теоретических формул

1. Определить реакции опор:

$$R_A = Pb/l = \quad (\text{Н}); R_B = Pa/l = \quad (\text{Н}).$$

2. Построить эпюры V_Z и M_Y .

3. Определить напряжение

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

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

4. Определить прогиб

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

$$= \quad (\text{мм}).$$

Таблица 10.1 – Результаты замеров

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

Обработка опытных данных

1. Определить напряжение

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

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

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

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

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

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

2. Определить прогиб

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

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

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

Расхождение расчетных и опытных результатов

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

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

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

P, Н

W, мм

Рисунок 10.1 –Прогиб балки

Преподаватель_____

Лабораторная работа № 11

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

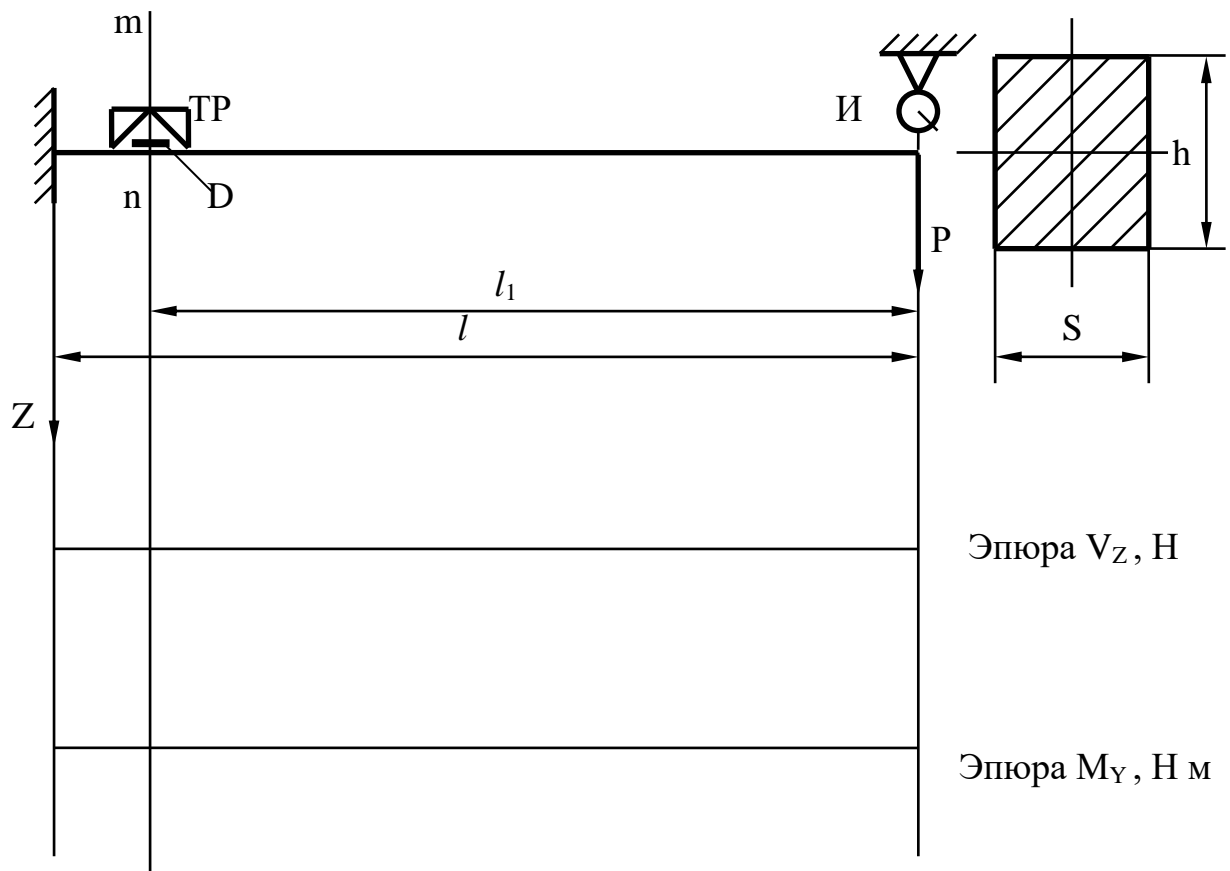
Дата _____

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

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

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

Схема установки



Для определения прогиба используется индикатор часового типа (**И**) с ценой деления **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. Построить эпюры V_Z и M_Y .

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

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

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

= (мм)

Таблица 11.1 – Результаты замеров

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

Обработка опытных данных

1. Определить напряжение

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

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

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

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

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

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

2. Определить прогиб

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

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

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

Для учета податливости закрепления балки определяем коэффициент заделки:

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

Расхождение расчетных и опытных результатов

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

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

P, Н

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. *«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. «Расчет на устойчивость сжатых стержней».

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.** Сопротивление материалов. Устойчивость сжатых стержней. Вып.9 / М.В. Горохова, С.В. Созинов. – Н. Новгород, 2022. – 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. 28-33 [2] приводится информация для решения студентом РГР в соответствии с вариантом, заданным преподавателем.

Вопросы к зачету
по курсу «Сопротивление материалов» для студентов, обучающихся
по специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических
установок»

1. Какую задачу ставит перед собой сопротивление материалов?
2. Что называют прочностью, жесткостью и устойчивостью конструкций?
3. Какие деформации называют пластическими, а какие упругими?
4. Перечислите основные конструктивные формы элементов. Что они из себя представляют?
5. Какие гипотезы принимают в сопротивлении материалов для создания модели идеального упругого тела?
6. Как классифицируются внешние силы по характеру приложения и по характеру изменения во времени? Сформулируйте правило знаков для внешних сил и внешних моментов.
7. Перечислите и охарактеризуйте основные типы опорных закреплений стержней, используемых в сопротивлении материалов.
8. Что собой представляют внутренние усилия? Сформулируйте правило знаков для внутренних усилий.
9. Что такое эпюры внутренних усилий в стержнях. С помощью какого метода они строятся и для чего?
10. Сформулируйте правила согласования эпюр внутренних усилий между собой и расчетной схемой.
11. Что называется статическим моментом площади относительно оси? В каких единицах измеряется эта величина?
12. Укажите порядок определения положения центра тяжести плоской фигуры сложной формы, состоящей из ряда простых фигур.
13. Что называют осевым, центробежным и полярным моментами инерции? Как они вычисляются и в каких единицах измеряются?
14. Какие оси плоской фигуры называют центральными? Каким свойством они обладают?
15. Как изменяются осевые моменты инерции плоской фигуры при параллельном переносе осей? Ответ обосновать.
16. Какие оси поперечного сечения называются главными? Каким свойством в отношении осевых моментов инерции обладают главные оси?

17. Дайте определение момента сопротивления сечения. В каких единицах он измеряется?
18. Сформулируйте понятие напряжения. Какими они бывают и в каких единицах измеряются?
19. Сформулируйте и запишите закон парности касательных напряжений.
20. Что называется линейной и угловой деформациями? Что называют линейным и угловым перемещением?
21. Какие напряжения называются главными. Какими свойствами они обладают?
22. Укажите виды напряженного состояния.
23. В каких площадках по отношению к главным действуют максимальные касательные напряжения? Запишите формулу для их определения.
24. Напишите формулы обобщенного закона Гука и охарактеризуйте величины, входящие в них.
25. Что такое объемная деформация? Как она определяется?
26. Что называется удельной потенциальной энергией деформации, на какие части ее можно разложить?
27. Что такое эквивалентное напряжение?
28. Сформулируйте и запишите первую и вторую теории прочности. В чем их достоинства и недостатки?
29. Сформулируйте и запишите третью, четвертую теории прочности. В чем их достоинства и недостатки?
30. Сформулируйте и запишите теорию прочности Мора. Для каких материалов она применяется?
31. Какая деформация называется осевым растяжением-сжатием? Запишите формулу для определения напряжений при осевом растяжении-сжатии.
32. Что называют жесткостью стержня при осевом растяжении-сжатии, каков ее физический смысл, в каких единицах она измеряется.
33. Назовите виды расчетов прочности при осевом растяжении-сжатии.
34. Запишите формулу для определения перемещений сечений стержня при деформации растяжения-сжатия, охарактеризуйте величины, входящие в нее.
35. Запишите формулу для определения потенциальной энергии стержня при осевом растяжении-сжатии, охарактеризуйте величины, входящие в нее.

36. С какой целью проводят испытания материалов на растяжение-сжатие? Какие образцы используют для этих испытаний?
37. Как выглядит диаграмма растяжения для малоуглеродистых сталей средней прочности? Укажите характерные точки на диаграмме.
38. Что такое наклеп?
39. Как выглядит диаграмма растяжения для сталей повышенной прочности. В чем у них сходство и отличие с диаграммой для малоуглеродистых сталей.
40. Как выглядит диаграмма растяжения для цветных сплавов? Укажите характерные точки этой диаграммы. Что такое условный предел текучести?
41. Какой вид имеет диаграмма сжатия и растяжения для хрупкого материала? Укажите характерные точки этих диаграмм.
42. Какие величины характеризуют прочность материала, а какие его пластичность?
43. Что относят к основным механическим константам материала. Запишите формулу их связывающую. В каких единицах они измеряются?
44. Дайте определение понятию чистый сдвиг. Запишите закон Гука при сдвиге.
45. Охарактеризуйте напряженное состояние материала при деформациях среза и смятия. Как в этих случаях назначаются допускаемые напряжения?
46. Какая деформация называется скручиванием? На основании каких гипотез решается задача о скручивании стержня круглого поперечного сечения?
47. Запишите формулу для определения напряжений при скручивании стержня круглого поперечного сечения. Охарактеризуйте величины, входящие в нее.
48. Что называют жесткостью стержня при скручивании, каков ее физический смысл, в каких единицах она измеряется? Запишите условие жесткости стержня при скручивании.
49. Запишите формулу для определения потенциальной энергии стержня при скручивании. Охарактеризуйте величины, входящие в нее.
50. Какая деформация называется изгибом? Какой изгиб называют чистым, поперечным?
51. Запишите формулы, по которым вычисляются нормальное напряжение и максимальное нормальное напряжение при изгибе балки и поясните величины, входящие в них.

52. Что называют нейтральной осью балки при изгибе и как она располагается?
53. Напишите формулу для вычисления касательных напряжений при поперечном изгибе и поясните величины, входящие в нее.
54. Что такое коэффициент качества поперечного сечения балки при изгибе. У каких профилей он максимален?
55. Запишите формулу для потенциальной энергии деформации изгиба балки, поясните смысл величин, входящих в формулу.
56. Как выглядят эпюры распределения нормальных и касательных напряжений по высоте сечения балки при изгибе?

Зав. кафедрой ТКИС

Н.С.Отделкин

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО
И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования

**Волжский государственный университет
водного транспорта**

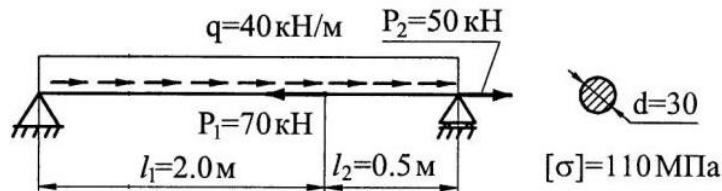
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине Сопроотивление 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**

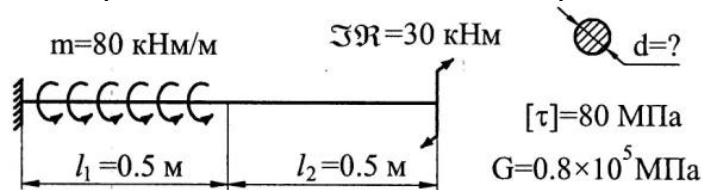
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ билет № 2

по дисциплине Соппротивление 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**

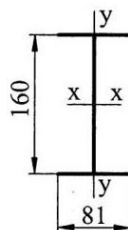
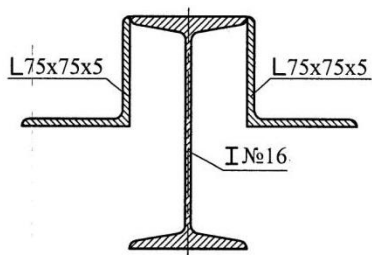
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

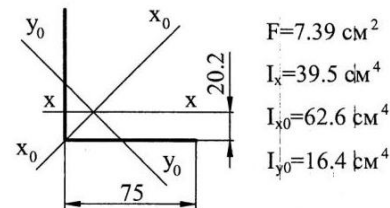
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

по дисциплине Соппротивление 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.



$$F=20.2 \text{ см}^2$$
$$I_x=873 \text{ см}^4$$
$$I_y=58.6 \text{ см}^4$$



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**

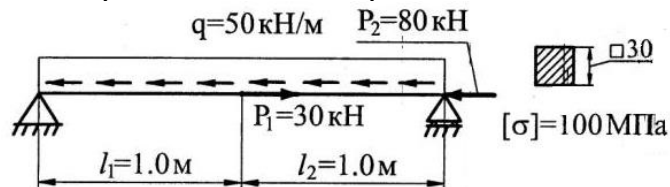
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

по дисциплине Соппротивление 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**

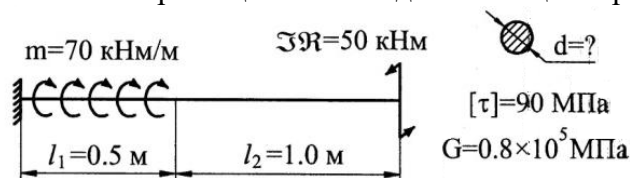
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

по дисциплине Соппротивление 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**

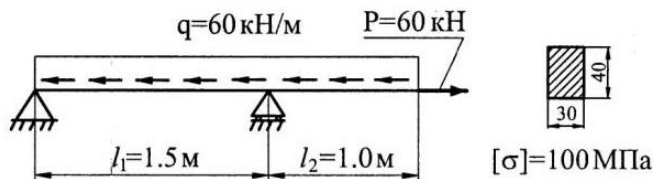
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ билет № 6

по дисциплине Соппротивление 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**

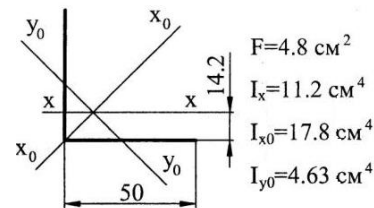
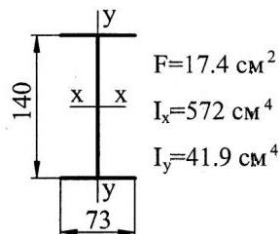
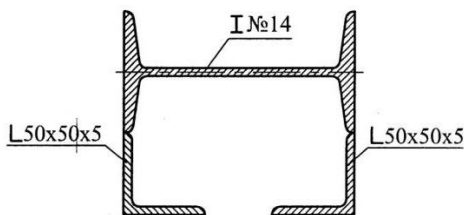
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7

по дисциплине Соппротивление 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**

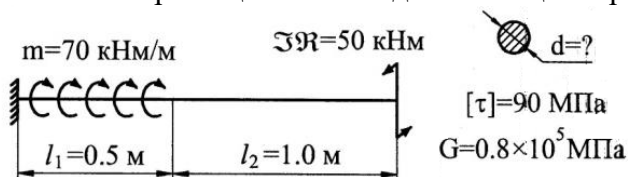
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

по дисциплине Соппротивление 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

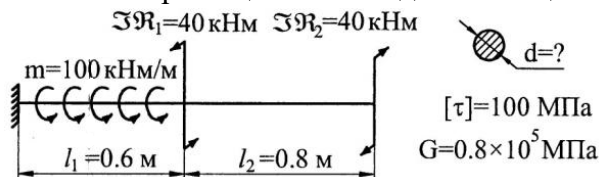
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ билет № 9

по дисциплине Соппротивление 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**

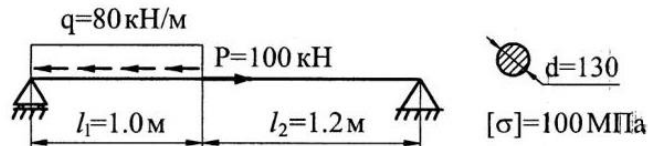
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 10

по дисциплине Соппротивление 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. Прочерить 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**

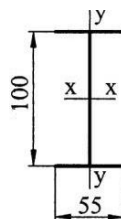
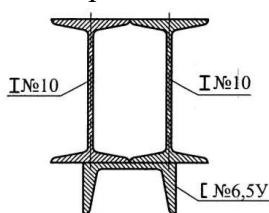
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 11

по дисциплине Сопроотивление материалов

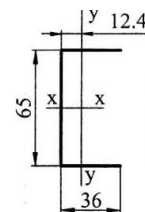
1. Что из себя представляют внутренние силы? Сформулируйте правило знаков и правила определения внутренних сил.
2. Дайте понятие о центре изгиба. Определите положение центра изгиба для швеллера, изгибаемого относительно оси наибольшей жесткости.
3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.



$$F=12.0 \text{ см}^2$$

$$I_x=198 \text{ см}^4$$

$$I_y=17.9 \text{ см}^4$$



$$F=7.51 \text{ см}^2$$

$$I_x=48.6 \text{ см}^4$$

$$I_y=8.7 \text{ см}^4$$

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**

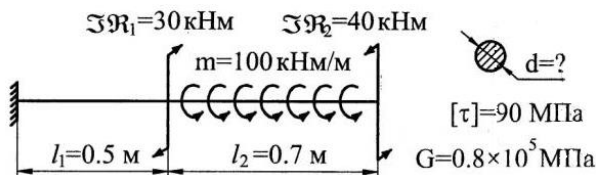
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 12

по дисциплине Соппротивление 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**

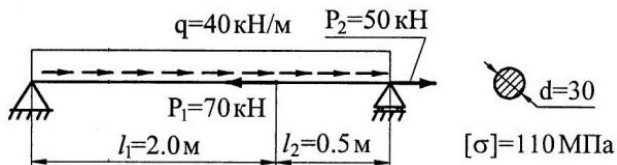
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 13

по дисциплине Соппротивление 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**

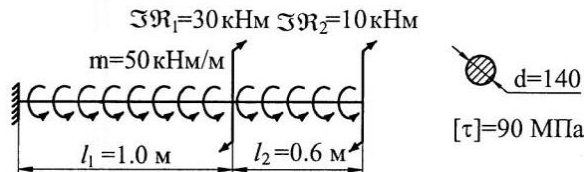
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 14

по дисциплине Сопроотивление 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**

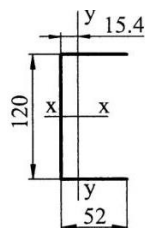
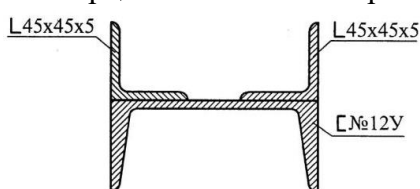
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

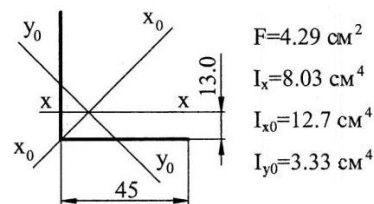
экзаменационный билет № 15

по дисциплине Соппротивление 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.



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



$$F=4.29 \text{ см}^2$$
$$I_{x_0}=8.03 \text{ см}^4$$
$$I_{x_0}=12.7 \text{ см}^4$$
$$I_{y_0}=3.33 \text{ см}^4$$

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**

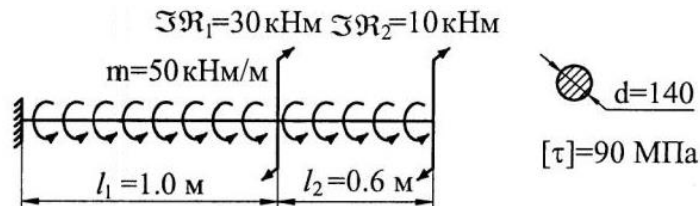
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16

по дисциплине Соппротивление 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**

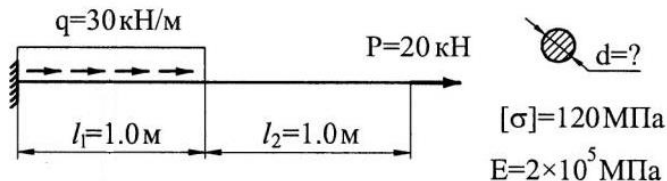
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 17

по дисциплине Соппротивление 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**

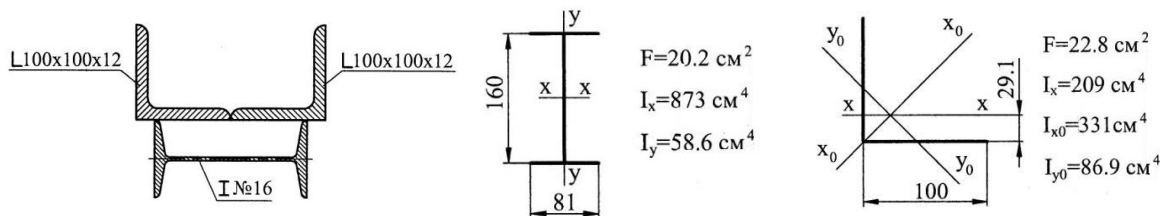
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 18

по дисциплине Сопроотивление 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**

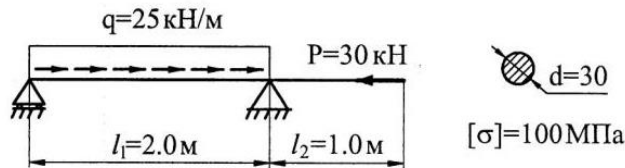
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 19

по дисциплине Соппротивление 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**

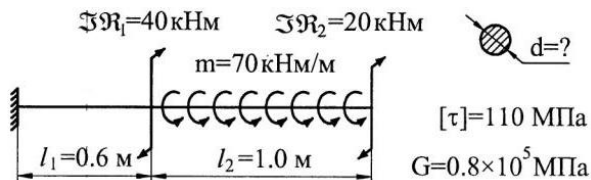
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 20

по дисциплине Соппротивление 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**

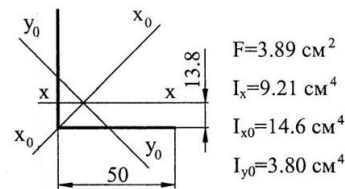
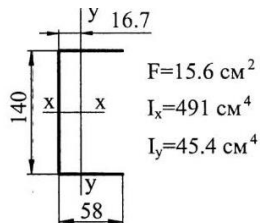
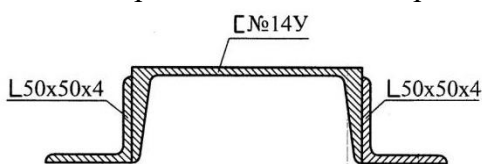
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 21

по дисциплине Сопроотивление 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**

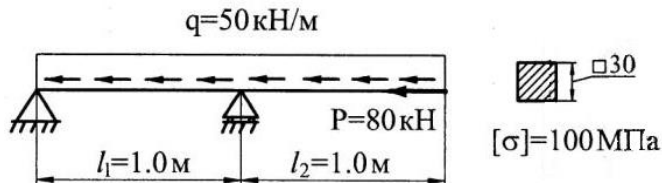
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22

по дисциплине Соппротивление 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**

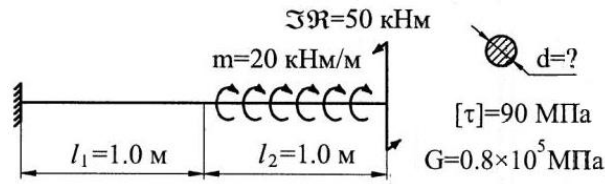
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23

по дисциплине Соппротивление 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**

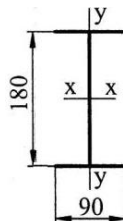
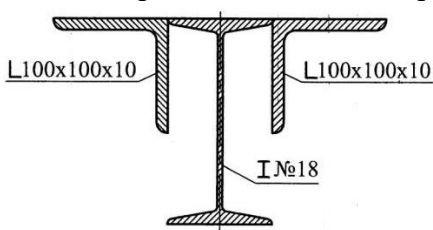
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 24

по дисциплине Соппротивление материалов

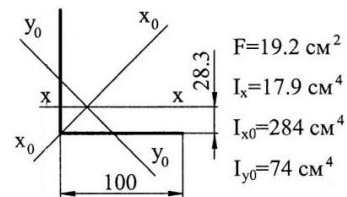
1. Охарактеризуйте виды расчетов прочности при осевом растяжении сжатии.
2. Напишите формулы обобщенного закона Гука и охарактеризуйте величины, входящие в них.
3. Задача. Для симметричного сечения найти положение центра тяжести. Вычислить главные моменты инерции и моменты сопротивления.



$$F=23.4 \text{ см}^2$$

$$I_x=1290 \text{ см}^4$$

$$I_y=82.6 \text{ см}^4$$



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**

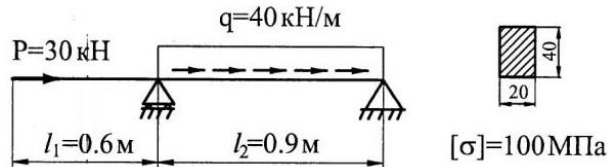
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 25

по дисциплине Соппротивление 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**

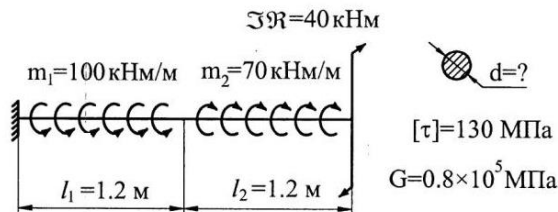
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 26

по дисциплине Соппротивление материалов

1. Какое состояние материала называется предельным? Какое 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**

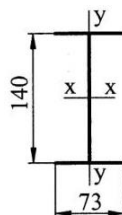
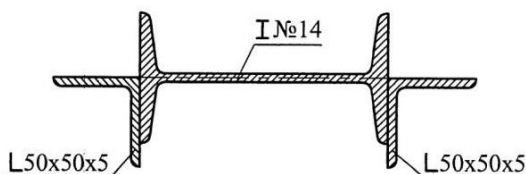
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

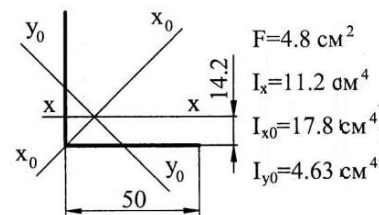
экзаменационный билет № 27

по дисциплине Сопроотивление 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.



$$F=17.4 \text{ см}^2$$
$$I_x=572 \text{ см}^4$$
$$I_y=41.9 \text{ см}^4$$



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**

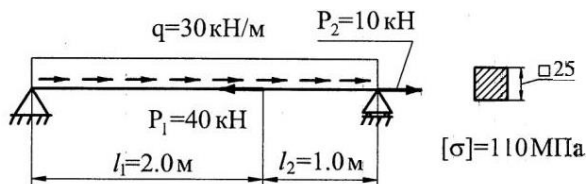
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 28

по дисциплине Соппротивление материалов

1. Какое напряженное состояние называется объемным, плоским и линейным?
2. Какое состояние материала называется предельным? Какие напряжения называются 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**

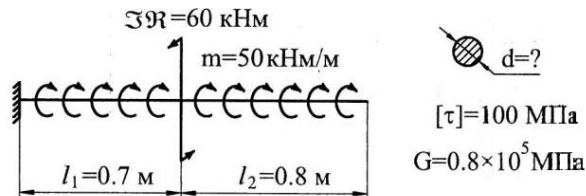
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 29

по дисциплине Соппротивление 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**

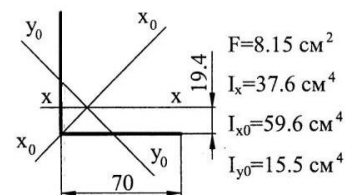
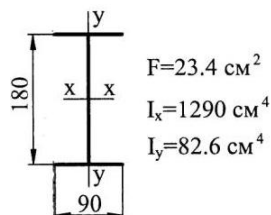
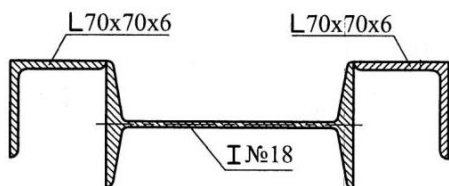
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 30

по дисциплине Соппротивление 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**

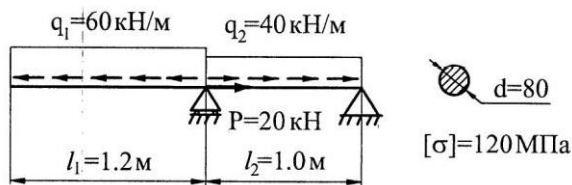
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 31

по дисциплине Соппротивление 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**

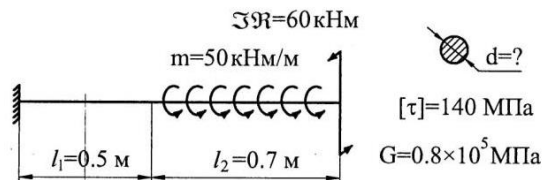
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 32

по дисциплине Соппротивление 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**

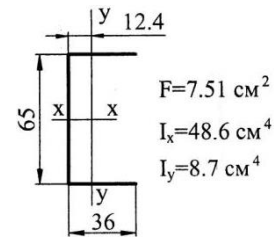
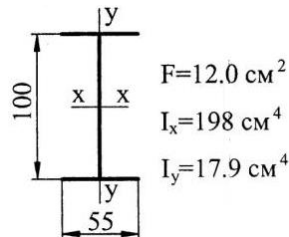
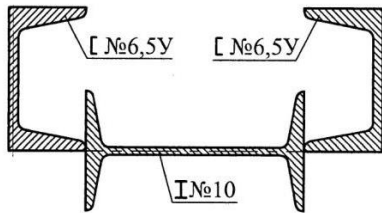
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 33

по дисциплине Сопроотивление 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**

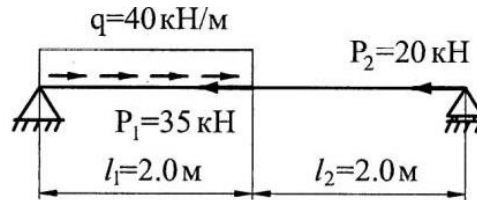
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

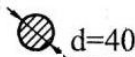
Кафедра теории конструирования инженерных сооружений
3 семестр 2 курса спец. 26.05.06 СЭУ

экзаменационный билет № 34

по дисциплине Сопроотивление 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.



 $d=40$
 $[\sigma]=110 \text{ МПа}$

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**

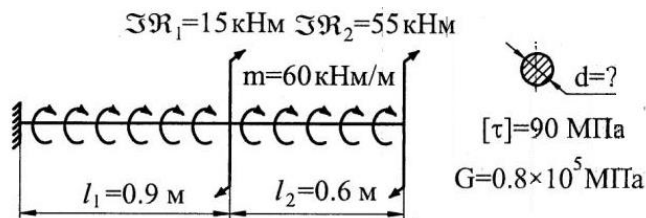
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 35

по дисциплине Соппротивление 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**

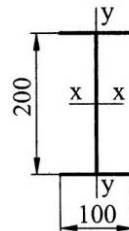
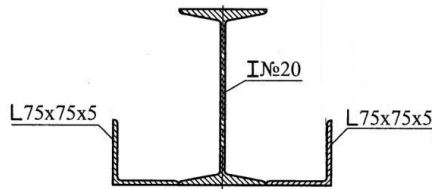
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

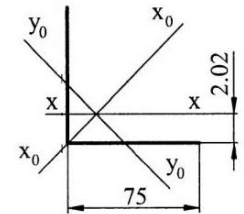
экзаменационный билет № 36

по дисциплине Сопроотивление 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.



$$F=26.8 \text{ см}^2$$
$$I_x=1840 \text{ см}^4$$
$$I_y=115 \text{ см}^4$$



$$F=7.39 \text{ см}^2$$
$$I_x=39.5 \text{ см}^4$$
$$I_{x0}=62.6 \text{ см}^4$$
$$I_{y0}=16.4 \text{ см}^4$$

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**

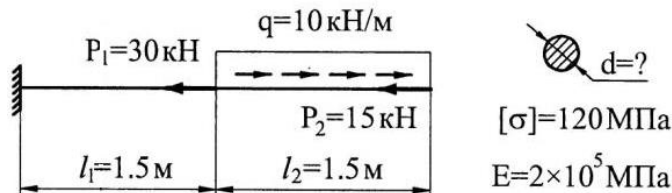
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 35

по дисциплине Соппротивление 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**

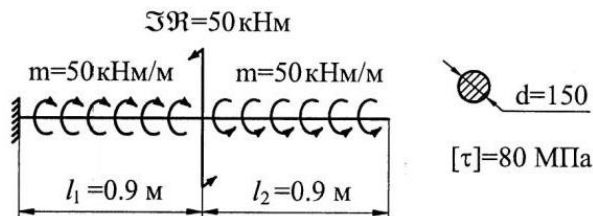
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 36

по дисциплине Соппротивление 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**

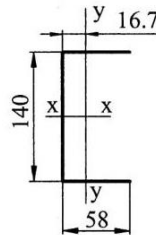
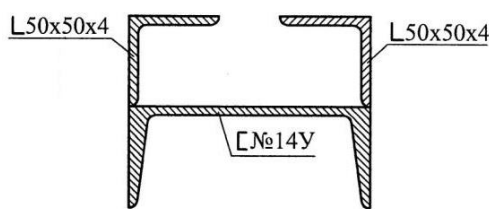
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

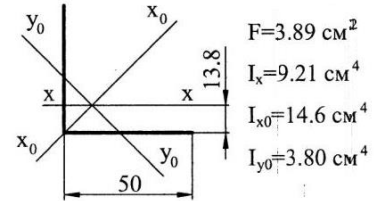
экзаменационный билет № 37

по дисциплине Сопроотивление 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.



$$F=15.6 \text{ см}^2$$
$$I_x=491 \text{ см}^4$$
$$I_y=45.4 \text{ см}^4$$



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**

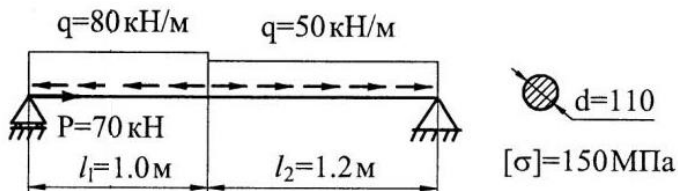
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 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**

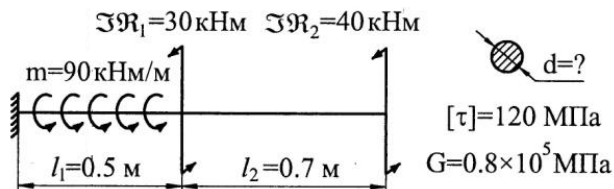
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 39

по дисциплине Соппротивление 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**

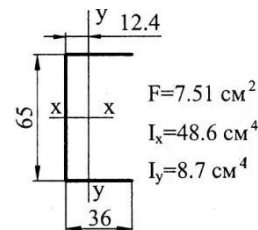
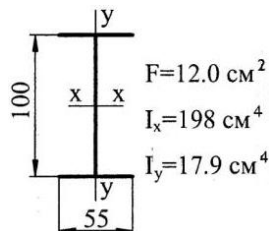
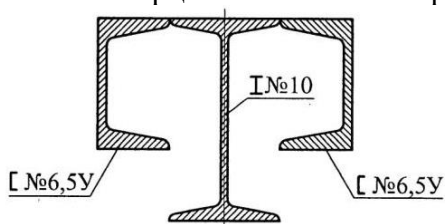
Адрес: г. Н. Новгород, 603600, Н-5
ул. Нестерова, 5

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

экзаменационный билет № 40

по дисциплине Соппротивление 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

