

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Невинномысский технологический институт (филиал)

Кафедра «Химической технологии машин и аппарат химических
производств»

ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА
методические указания к выполнению лабораторных и
практических работ
для студентов всех форм обучения направления подготовки
15.03.02 Технологические машины и оборудование

Невинномысск 2019

Методические указания к выполнению лабораторных и практических работ предназначены для студентов дневной, заочной форм обучения направлений подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование.

Лабораторные работы содержат основы теории, описание опытных установок, порядок проведения лабораторных и практических работ и обработки экспериментальных данных, перечень контрольных вопросов для самоподготовки и список рекомендуемой литературы.

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов в части содержания и уровня подготовки студентов выбранных направлений

Составитель канд. техн. наук, доцент Д.В. Казаков

Рецензент канд. техн. наук, доцент А.И. Свидченко

Пояснительная записка

Методические указания по практическим(лабораторным) работам учебной дисциплины Прикладная механика разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта

Требования к знаниям и умениям при выполнении лабораторных (практических) работ

В результате выполнения лабораторных (практических) работ, предусмотренных программой по данной специальности, проводится текущий контроль индивидуальных образовательных достижений.

Результаты обучения:

освоенные умения

- определение напряжений в конструкционных элементах
- определение передаточного отношения
- проводить расчёт и проектировать детали и сборочные единицы общего назначения;
- производить расчёты на сжатие, срез и смятие;
- производить расчёты элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость;

усвоенные знания

- виды движений и преобразующие движения механизмы;
- виды износа и деформации деталей и узлов;
- виды передач, их устройство и назначение, преимущества и недостатки, условные обозначения на схемах;
- кинематику механизмов, соединения деталей машин, механические передачи, виды и устройство передач; методику расчёта конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при различных видах деформации;
- методику расчёта на смятие, срез и сжатие;
- назначение и классификацию подшипников;
- характер соединения основных сборочных единиц и деталей;
- основные типы смазочных устройств;
- типы, назначение, устройство редукторов;
- трение, его виды, роль трения в технике;
- устройство и назначение инструментов и контрольно-измерительных приборов, используемых при техническом обслуживании и ремонте оборудования.

Правила выполнения практических работ

1. Обучающийся должен выполнить практическую (лабораторную) работу в соответствии с полученным заданием.
2. Каждый обучающийся после выполнения работы должен представить отчет о проделанной работе с анализом полученных результатов и выводом по работе.
3. Отчет о проделанной работе следует выполнять в тетрадях для практических (лабораторных) работ.
4. Содержание отчета указано в описании лабораторной (практической) работы.
5. Таблицы и рисунки следует выполнять с помощью чертежных инструментов (линейки, циркуля и т. д.) карандашом с соблюдением ЕСКД.
6. Расчет следует проводить с точностью до двух значащих цифр.
7. Вспомогательные расчеты можно выполнить на отдельных листах, а при необходимости на листах отчета.
8. Если обучающийся не выполнил практическую работу или часть работы, то он может выполнить работу или оставшуюся часть во внеурочное время, согласованное с преподавателем.
10. Оценку по практической работе обучающийся получает, с учетом срока выполнения работы, если:

- расчеты выполнены правильно и в полном объеме;
- сделан анализ проделанной работы и вывод по результатам работы;
- обучающийся может пояснить выполнение любого этапа работы;
- отчет выполнен в соответствии с требованиями к выполнению работы.

Зачет по лабораторным (практическим) работам обучающийся получает при условии выполнения всех предусмотренных программой работ, после сдачи отчетов по работам при получении удовлетворительных оценок.

Содержание

Лабораторная работа № 1.....	6
Лабораторная работа № 2.....	8
Лабораторная работа № 3.....	10
Лабораторная работа № 4.....	12
Лабораторная работа № 5.....	14
Лабораторная работа № 6.....	16
Практическая работа № 1.....	18
Практическая работа № 2.....	20
Практическая работа № 3.....	22
Практическая работа № 4.....	23
Список литературы.....	24

Лабораторная работа №1.

Испытание материалов на растяжение

Цель работы:

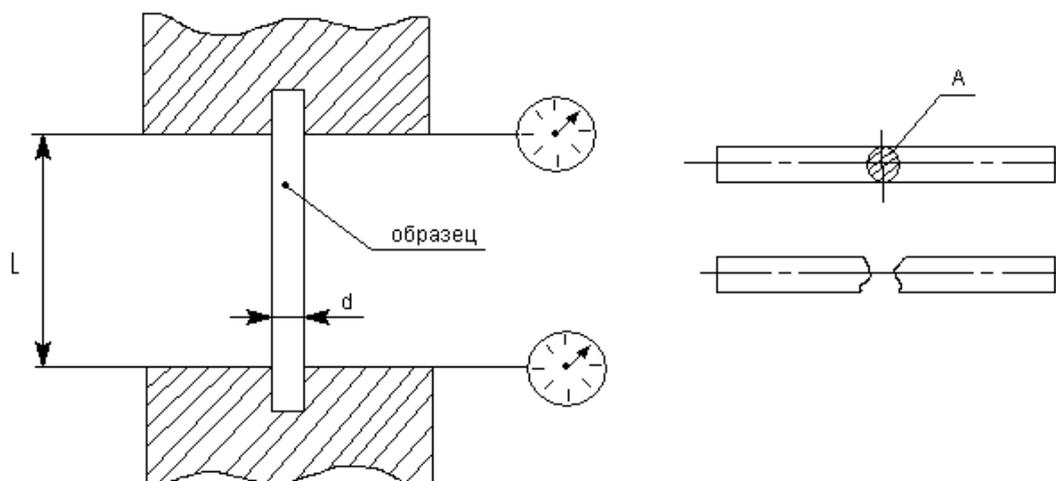
1. Изучить поведение материала при растяжении до разрушения.
2. Получить диаграмму растяжения, установить механические характеристики материала образца, предел прочности, предел текучести, остаточное относительное удлинение при разрыве.

Оборудование:

1. Разрывная машина РМП – 100
2. Набор образцов
3. Штангель-циркуль

Порядок выполнения работы

1. Образец укрепить в захватах машины.
2. Штангель-циркулем измерить длину образца.
3. Включить машину.
4. В процессе испытания образца записывать показания приборов, измеряющих величину силы нагружения и удлинения образца.
5. В момент разрыва образца выключить машину.
6. Измерить длину образца после разрыва и диаметр в месте сужения.
7. Данные наблюдений и измерений записать в таблицу.
8. Построить диаграмму растяжения.



Размер образцов.

Материал	Начальный диаметр мм.	Начальная длина мм.	Площадь сечения мм. А
Сталь	0,5	130	0,19
Алюминий	1,6	150	2,01 мм ²

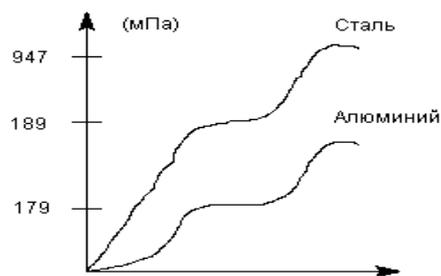
Расчетные формулы:

1. Площадь поперечного сечения $A_0 = \pi d^2 / 4$;
2. Предел прочности: $\delta_{пл} = F_{пл.} / A_0$. Где $F_{пл.}$ – нагрузка, соответствующая пределу прочности.
3. Предел текучести: $\delta_T = F_T / A_0$. Где F_T – нагрузка, соответствующая пределу текучести.
4. Относительное удлинение: $\xi = (L - L_0 / L) * 100\%$

Таблица результатов.

№	Материал образца	Нагрузка при текучести	Нагрузка при разрыве.	Абсолютное удлинение.	Предел текучести.	Предел прочности	Относительное удлинение.
1	Сталь						
2	Алюминий						

5. Диаграмма растяжения:



Вывод (пример): диаграмма растяжения (зависимость напряжения от абсолютного удлинения) показывает, что стальной образец прочнее чем алюминиевый. Можно наблюдать в разрывной машине пределы прочности и текучести для испытуемых материалов.

Лабораторная работа №2.

Тема: испытание материала на сжатие.

Цель: определить предел прочности дерева поперек и вдоль волокон.

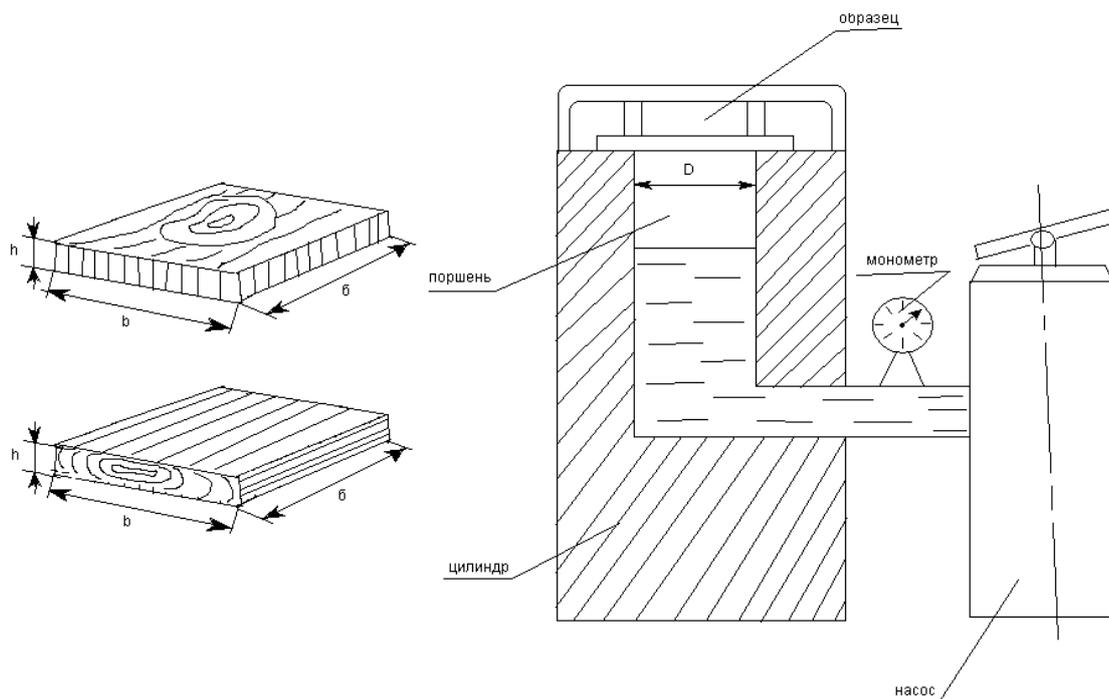


Таблица измерения.

Размер образца.	Вдоль волокон.	Поперек волокон.
h	12 мм	13 мм
b	11	15
δ	11	11
A	121 мм ²	165 мм ²

Пусть:

$$P=20 \text{ кг/см}^2$$

$$F=PA_{\text{порш}}d$$

$$A_{\text{порш}}=\pi Dn^2/4=3.14*40^2/4=12.56\text{см}^2$$

$$F=20*12.56*10=2512\text{Н}$$

Для $P=5\text{кг/см}^2$

$$\delta = F/A = \quad 2512/121$$

$$\quad \quad \quad 628/165$$

Таблица испытаний.

Вид испытаний	Давление по манометру	Разрушающая сила	Предел прочности
Вдоль волокон			
Поперек волокон			

Расчетные формулы:

1. Площадь сечения образца $A=b*\delta$
2. Разрушающая сила $F_{\max}=P*A_n*10$ (Н)
3. Площадь поршня $A_n=\pi D^2/4$
4. Предел прочности $\delta_b=F_{\max}/A$

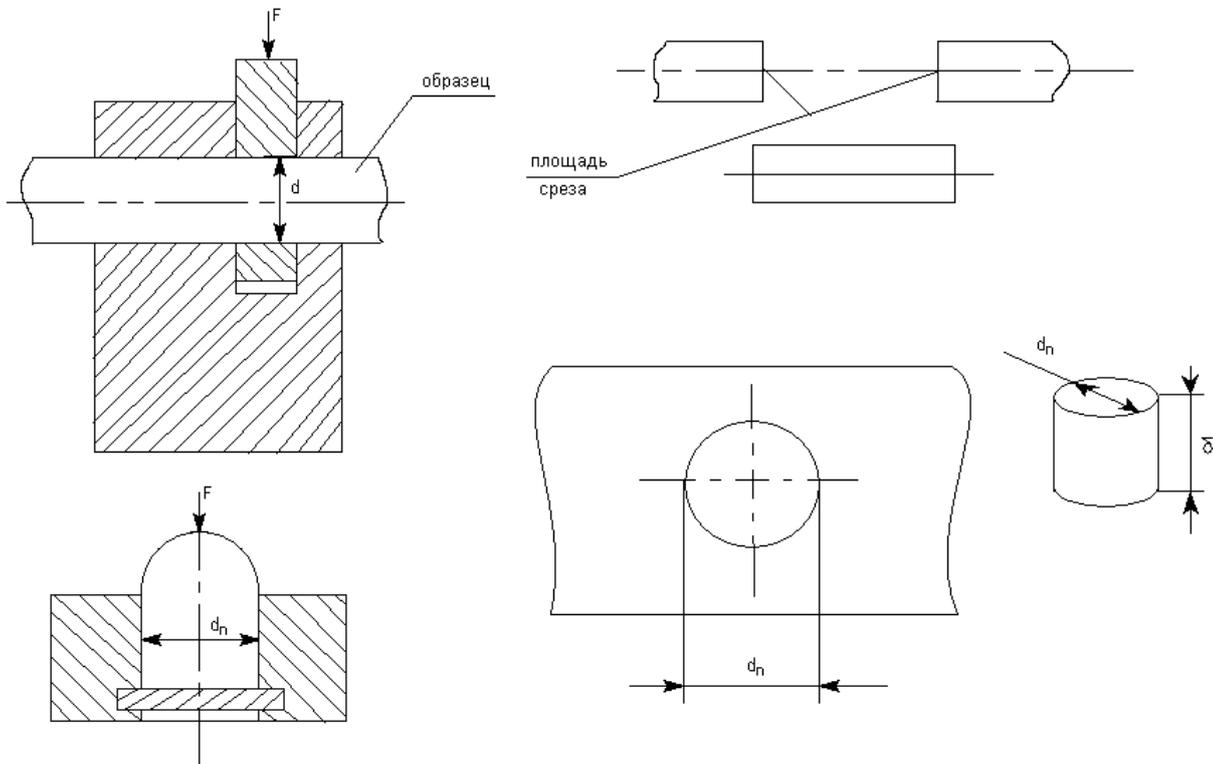
Вывод (пример): Предел прочности для образца поперек волокон составляет 3,8МПа, а вдоль 20,8МПа. Вид дерева можно узнать по табличному значению 12,3МПа.

Лабораторная работа №3.

Тема: Испытание материала на срез.

Цель: Определить предел прочности на срез различных материалов.

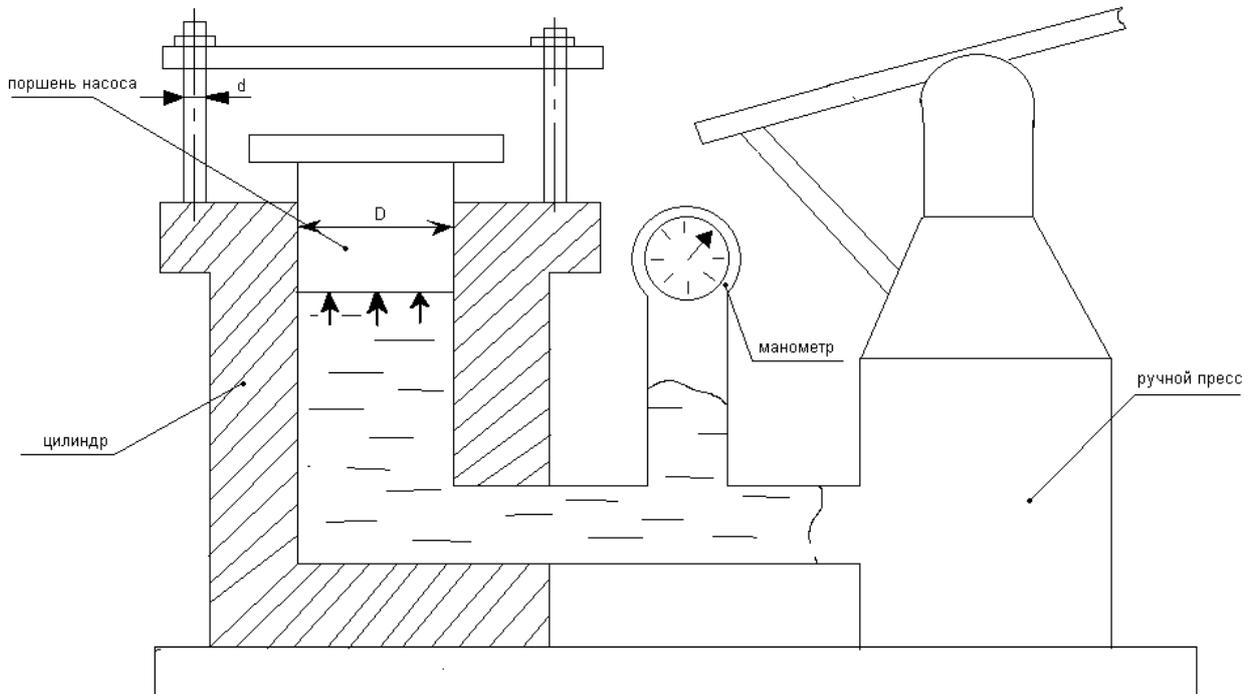
1. Схема приспособления для испытания на двойной срез.



Данные об образцах	№1 Круглый образец	№2 Плоский образец	№3 Плоский образец	Примечание
Материал	Al	Al	Сталь	
Диаметр	1,5 мм	—	—	
Площадь среза	3,53 мм ²	47,1 мм ²	15,7 мм ²	
Толщина плоского образца	—	1,5 мм	0,5 мм	

Таблица испытаний.

№ образца материала	P манометра	Срывающая сила	Предел прочности
№1			
№2			

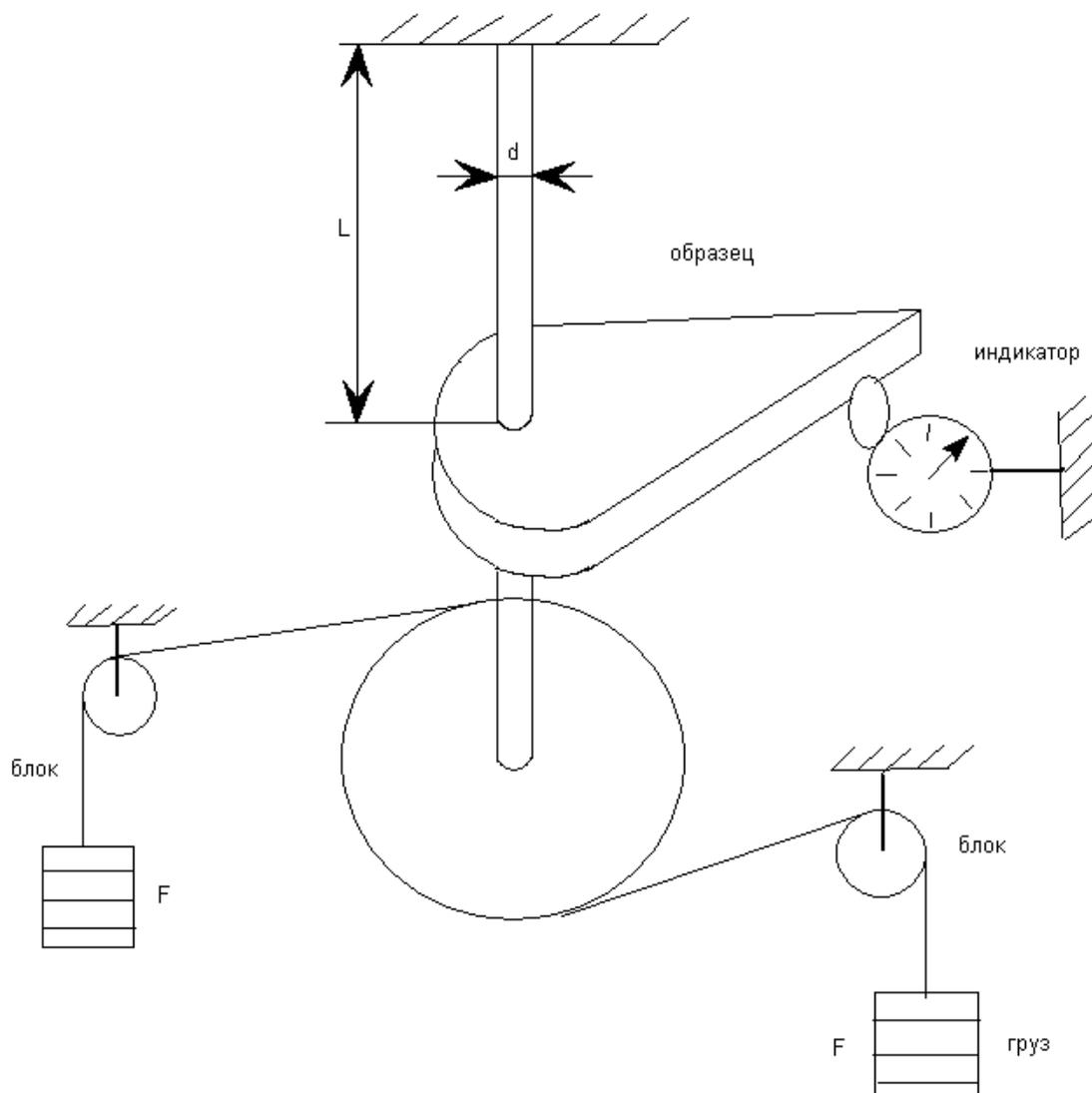
Схема гидравлического пресса.

Вывод (пример): характеристика материала допускаемой касательного напряжения при срезе, по результатам двух опытов для $Al = 77.4\text{МПа}$, $Стали = 272\text{МПа}$.

Лабораторная работа № 4.

Тема: Испытание материалов на кручение.

Цель: Определить модуль сдвига материалов образца опытным путем.



$d = 6 \text{ mm}$
 $L = 1130 \text{ mm}$
 $R = 33 \text{ mm}$
 $D = 100 \text{ mm}$

Таблица наблюдений и вычислений.

№	Нагрузка	Крутящий момент	Дуга поворота	Угол закручивания	Модуль сдвига
1	1				
2	2				
3	3				

$$M_a = F \cdot d$$

$$D_\delta = 100 \text{ мм}$$

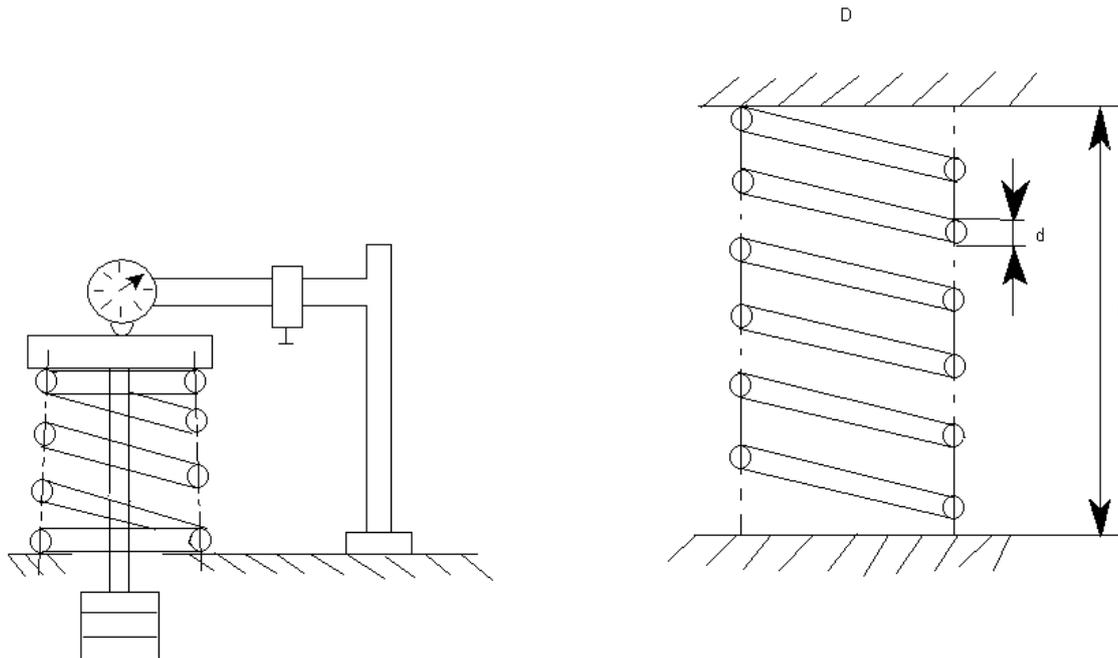
$$J_p = 127.17 \text{ мм}^4$$

$$G = 8.885 \text{ Н/мм}^3$$

Вывод (пример): Материал стержня – легированная сталь с модулем сдвига $7,85 \cdot 10^4$ МПа

Лабораторная работа № 5.

Тема: Испытание винтовой цилиндрической пружины.



Схема, эскиз, размеры пружины.

$D = D_n - d$, D – средний диаметр пружины

D_n – наружный диаметр

d – диаметр проволоки

$F = kx$ ϵ – относительное удлинение

$\delta = \epsilon F$ E – модуль продольной упругости материала

$\epsilon = \Delta L / L$

$\lambda_T = 9FD^3n / Gd^4$ средний диаметр пружины

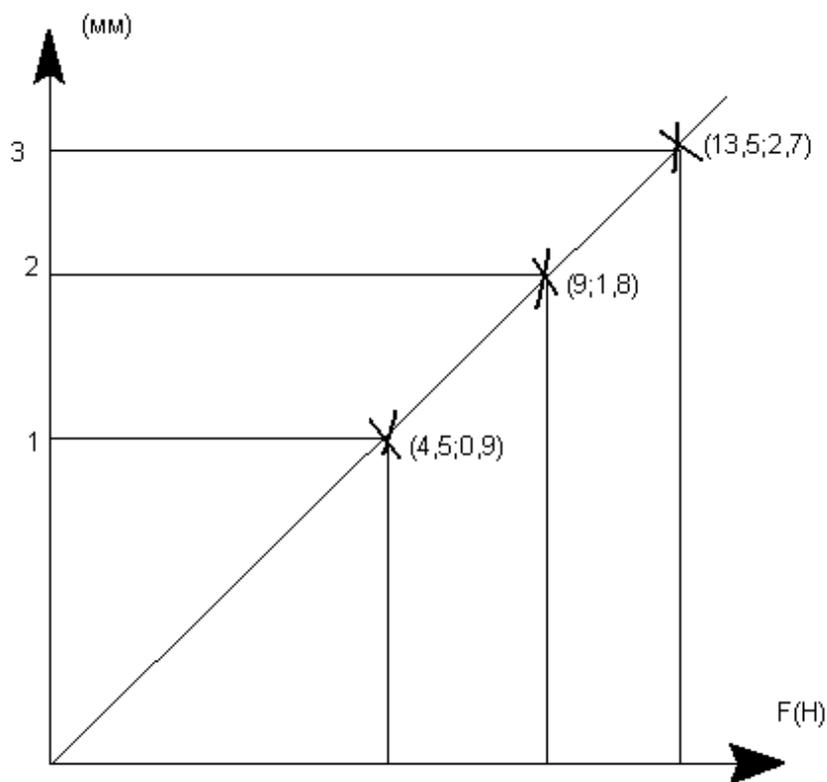
$D = 42$ мм

$G = 8 \cdot 10^4$ МПа

$N = 7$

№	Нагрузка	Практическая осадка	Теоретическая осадка	Отклонение
1	4,5			
2	9			
3	13,5			

График осадки.



Вывод (привет): Осадка пружины прямо пропорционально приложенной нагрузке, это небольшие нагрузки и для них соблюдается закон Гука.

Лабораторная работа № 6.

Тема: Испытание двух опорных балок на изгиб.

Цель: Опытное определение величины прогиба балки, сравнение с теоретическими значениями.

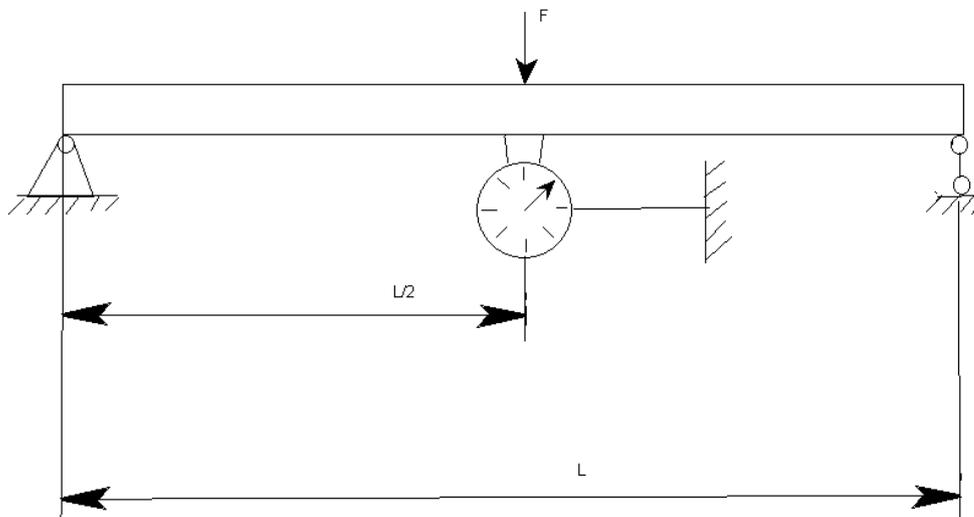
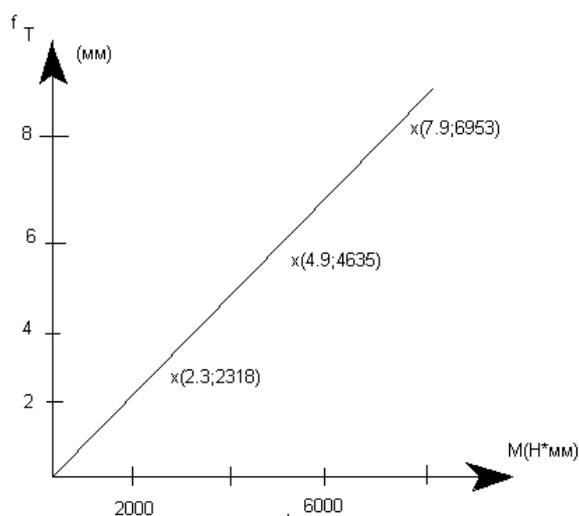


Схема установки.

№	Нагрузка	Действительный прогиб	Теоретический прогиб	Изгибающий момент	Напряж. изгиба	ΔF
1						
2						
3						



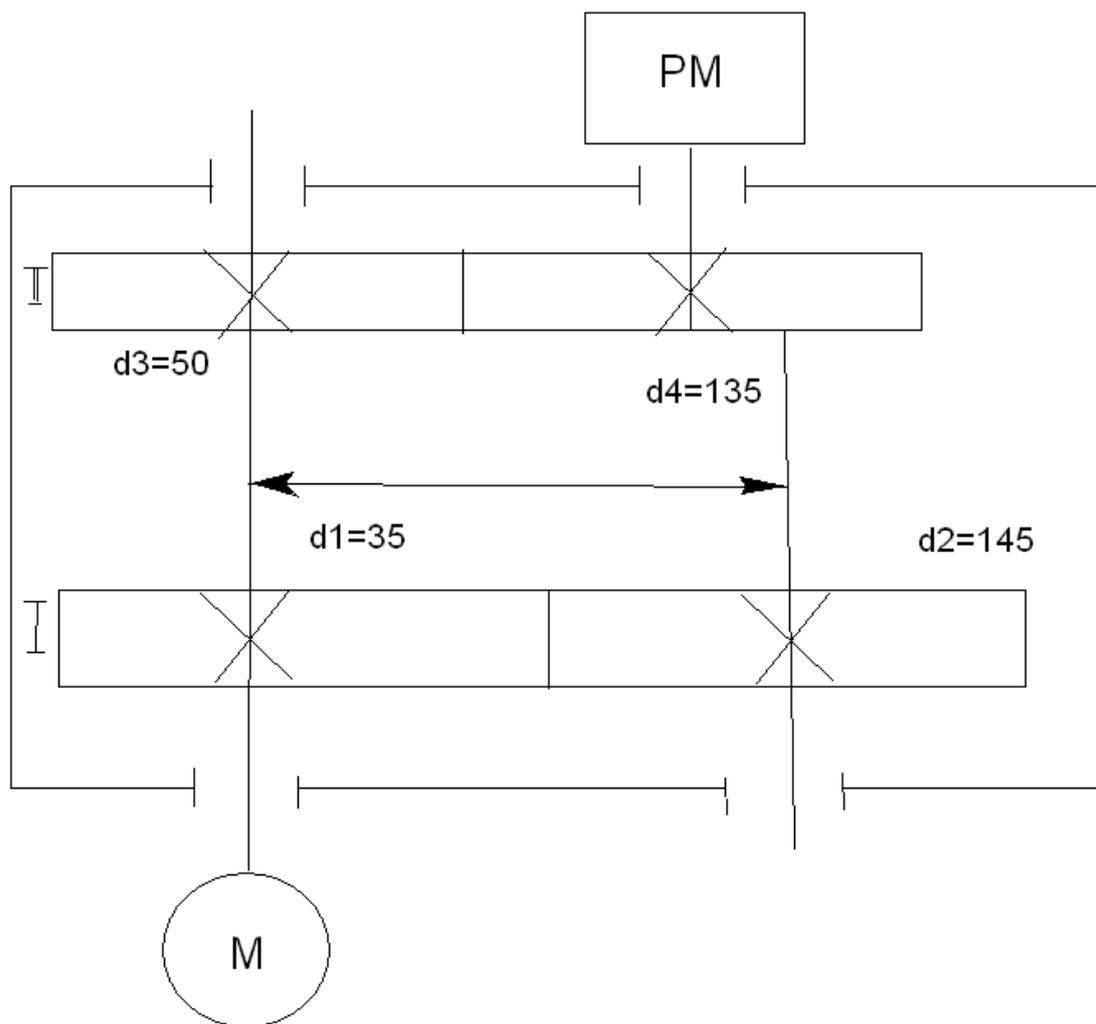
Вывод (пример): Прогиб балки практически совпадает с теоретическими, в пределах небольших погружений он прямо пропорционален приложенной нагрузке.

Практическая работа № 1.

Тема: Цилиндрические редукторы.

Цель: Ознакомление с конструкцией редуктора и назначением его деталей.

Наименование параметров и единиц измерения	Обозначения и способ определения	Результаты измерения
Число зубьев	Z_1 Z_2 Z_3 Z_4	
Передаточное число	$u_1 = Z_2 / Z_1$ $u_2 = Z_4 / Z_3$	
Межосевое расстояние	$a\omega$	
Диаметр окружностей выступов 1 и 2 ступени	d_{a1} d_{a2} d_{a3} d_{a4}	
Модуль зацепления 1 и 2 ступени	$m_1 = d_{a1}$ $m_2 = d_{a2} / Z_2 + 2$	
Ширина венцов колеса	b_1 b_2	
Межосевое расстояние	$a\omega = d_1 + d_2 / 2$	



Вывод (пример): Колеса касаются друг друга окружностью делительных диаметров они проставлены на чертеже, модуль зацепления для такого редуктора 2,5.

Практическая работа № 2

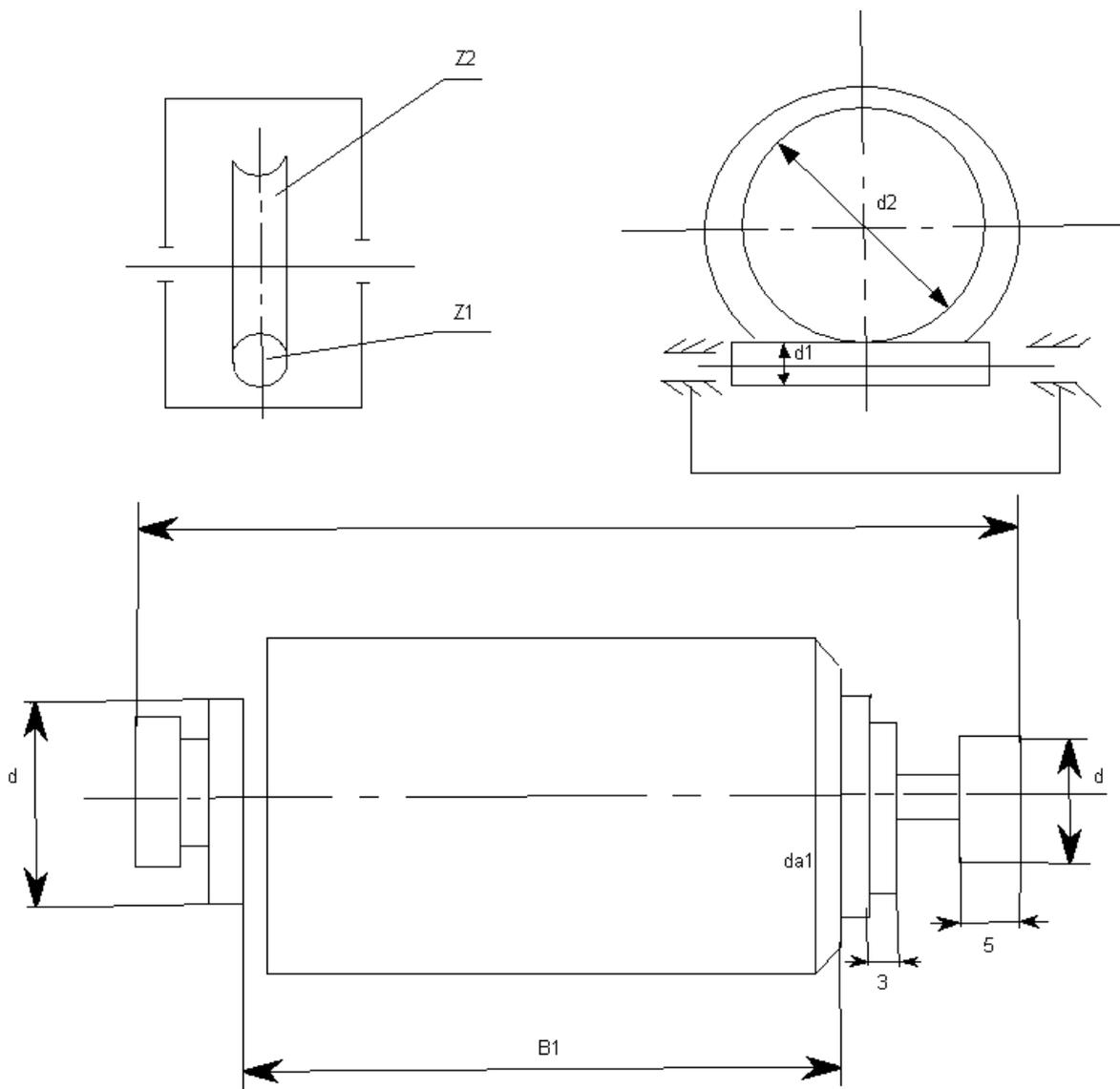
Тема: Червячные редукторы.

Цель: Ознакомление с конструкцией и его назначением, составление кинематической схемы.

Оборудование и принадлежности.

1. Червячный редуктор с верхним расположением червяк – 1 комплект
2. Червячный редуктор с нижним расположением. – 2 комплекта.
3. Штангель-циркуль с пределами от 0 до 125 мм и от 0 до 320 мм.
4. Разводной ключ, гаечный ключ, отвертка, молоток.

№	Наименование параметра и его размеры	Обозначение	Способ определения	Численное значение величин.
1	2	3	4	5
1	Число заходов витков	z_1	сосчитать	округлить по ГОСТу
2	Число зубьев	z_2	сосчитать	
3	Передаточное число	u	$u = z_2 / z_1$	
4	Диаметр окружности и впадин	da_1	замерить	
5	Диаметр окружности выступов колес	da_2	замерить	
6	Осевой модуль зацепления	m	$m = da_2 / (z_2 + 2)$	
7	Диаметр делительной окружности	d_1, d_2	$d_1 = q + m$ $d_2 = z_2 + m$	
8	Число модулей червяка	q	$q = (da_1 / m) - 2$	
9	Диаметр окружности впадин	df_1, df_2	$df = m * (q * 2.4)$	
10	Осевой шаг червяка	p	$p = m * \pi$	
11	Угол подъема винтовой линии	γ	$\tan \gamma = m * \pi$	
12	Межосевое расстояние -делительное -расчетное	d a	замерить	
13	Длина нарезанной	b_1	замерить	
14	Ширина венца колеса	b_2	замерить	



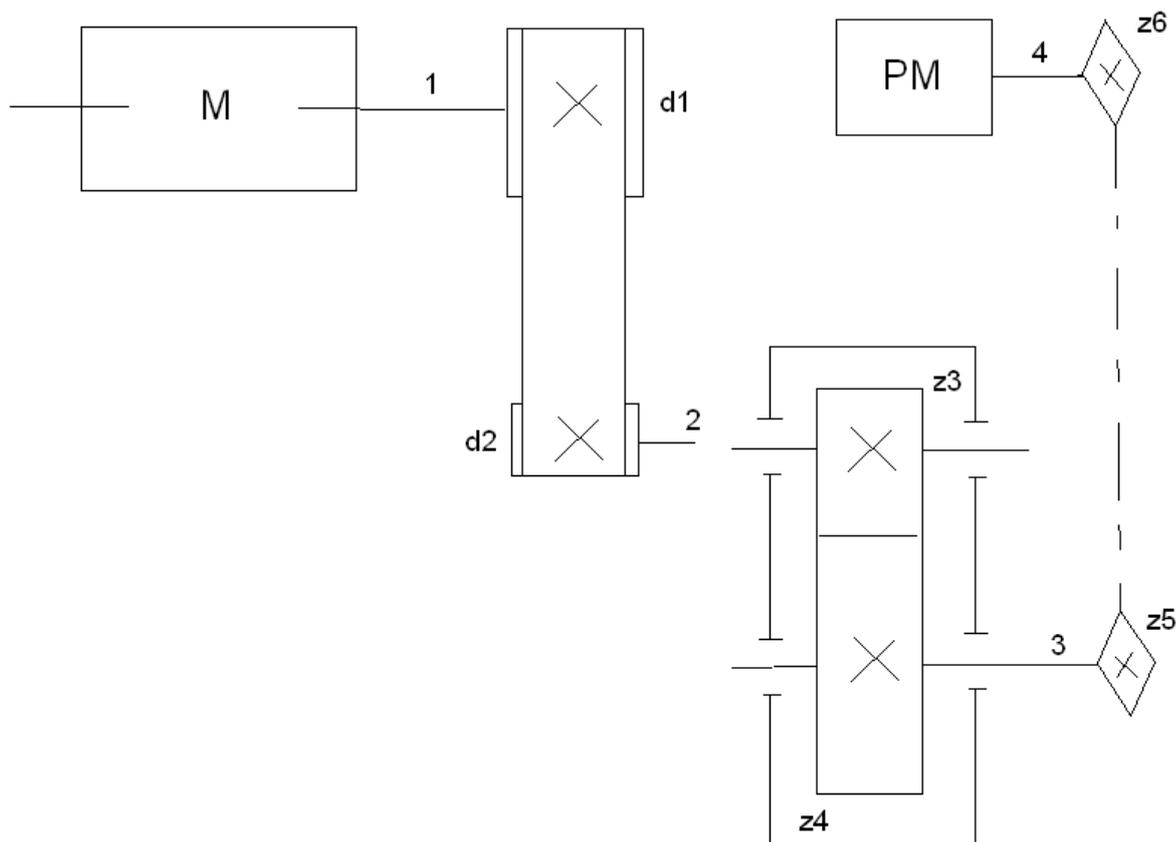
Вывод (пример): Межосевое расстояние отличается от замерного на 10%, вычисленные размеры смотри на чертеже.

Практическая работа № 3.

Тема: Расчет привода рабочей машины.

Цель: Определение передаточных чисел всех передач общего передаточного числа, общего КПД, а также линейной скорости всех валов вращающегося момента вала рабочей машины.

Схема привода:



Порядок выполнения работы:

1. Передаточное число всех передач
2. общее передаточное число $u = u_{\text{зуб}} * u_{\text{рем}} * u_{\text{цеп}} =$
3. Общее КПД $\eta = \eta_{\text{рем}} * \eta_{\text{зуб}} * \eta_{\text{под}} =$
4. Мощность валов. $P_1 = \text{Вт}; P_2 = \text{Вт}; P_3 = \text{Вт}; P_4 = \text{Вт}.$
5. Угловые скорости. $\omega_1 = \text{рад/с}; \omega_2 = \text{рад/с}; \omega_3 = \text{рад/с}; \omega_4 =$.
6. Угловая и линейная скорость рабочей машины. $\omega = \text{рад/с}; v = \text{м/с}$
7. Вращающий момент на валу эл. двигателя и вала рабочей машины. $M_4 = \text{Нм}; M_1 = \text{Нм}$
8. Окружное усилие рабочей машины/сила натяжения каната.

Вывод (пример): Изучены кинематические характеристики привода рабочей машины, выигрыш во вращающем моменте на валу рабочей машины. Подъемный механизм способен поднимать груз до 106,5 Н со скоростью 0,398 м/с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4
«РАСЧЕТ СТУПЕНЧАТОГО СТЕРЖНЯ»

ЗАДАЧА. Защемленный в стене двухступенчатый брус нагружен осевыми силами, как показано на схеме. Массой бруса пренебречь. Необходимо:

1. Определить нормальные силы и напряжения в поперечных сечениях по всей длине бруса;
2. Построить эпюры нормальных сил и напряжений по длине бруса;
3. Определить продольную деформацию бруса, если $E=2 \cdot 10^5$ МПа.

Данные своего варианта взять из табл. 1

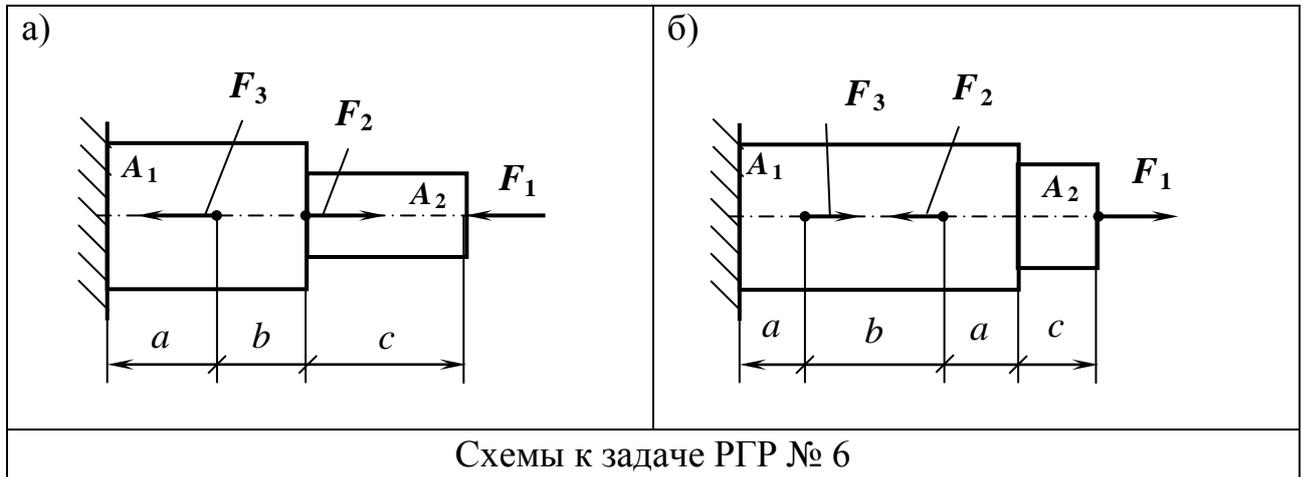


Таблица 1

F_2 , кН		20	-25	30	10	-15	A_1	A_2	F_1
F_3 , кН		-13	100	120	-40	150			
a, b, c	м	0,3	0,2	0,6	0,4	0,1	см ²		кН
№ варианта и задачи	01	02	03	04	05	4,0	1,0	45	
	06	07	08	09	10	2,0	4,2	-50	
	11	12	13	14	15	1,8	2,5	-60	
	16	17	18	19	20	1,6	3,0	30	
	21	22	23	24	25	5,6	2,8	-55	
	26	27	28	29	30	3,5	4,8	10	
	31	32	33	34	35	1,7	2,2	-20	

Информационное обеспечение обучения
Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

1. Мовнин М.С. Основы технической механики [Электронный ресурс]: учебник/ Мовнин М.С., Израелит А.Б., Рубашкин А.Г.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Политехника, 2011.— 286 с.
2. М.Н. Фролов «Техническая механика», 1993 г.
3. В.И. Сетков «Сборник задач по технической механике», учеб пособие, 2003 г.
4. Л.И. Веренина, М.М. Краснов «Техническая механика» , 2004 г.

Дополнительные источники:

1. Мовнин М.С. Основы технической механики [Электронный ресурс]: учебник/ Мовнин М.С., Израелит А.Б., Рубашкин А.Г.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Политехника, 2011.— 286 с
2. Д.М. Шапиро «Сборник задач по сопротивлению материалов», В.Ш. 1988 г