

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра механики материалов, конструкций и машин

О.А. Фролова

ЗАДАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Оренбург
2019

УДК 669.15
ББК 34.5
Ф 22

Рецензент – доцент, доктор технических наук Ю.А. Чирков

Фролова, О.А.

Ф 22 Задания к курсовой работе по дисциплине «Соппротивление материалов»: методические указания / О.А. Фролова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 51 с.

Методические указания предназначены для выполнения курсовой работы. В методических указаниях представлены порядок выполнения и оформления курсовой работы, варианты заданий и рекомендуемая литература.

Методические указания рекомендованы обучающимся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.03.06 Мехатроника и робототехника по дисциплине «Соппротивление материалов».

УДК 669.15
ББК 34.5

© Фролова О.А., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

Введение	4
1 Цель и задачи курсовой работы	5
2 Порядок выполнения и оформления курсовой работы	6
3 Задания к курсовой работе «Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержневых элементов конструкций».....	9
3.1 Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при центральном растяжении и сжатии	9
3.2 Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при кручении	14
3.3 Проектировочный расчет вала фрикционной передачи из условий прочности и жесткости при кручении.....	19
3.4 Расчет на прочность и жесткость балки при изгибе.....	24
3.5 Проверочный расчет на устойчивость продольно-сжатого стержня	29
3.6 Проектировочный расчет трансмиссионного вала ременной передачи из условия статической прочности	34
3.7 Расчет промежуточного вала зубчатой передачи из условий статической, усталостной прочности и жесткости	41
4 Литература, рекомендуемая для выполнения курсовой работы	46
Список использованных источников	48
Приложение А Пример оформления титульного листа	49
Приложение Б Бланк «Задание на выполнение курсовой работы»	50
Приложение В Пример оформления структурного элемента «Содержание»	51

Введение

Методические указания «Задания к курсовой работе по дисциплине «Сопротивление материалов» предназначены для обучающихся по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.03.06 Мехатроника и робототехника и рекомендованы для выполнения курсовой работы на тему «Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержневых элементов конструкций» по дисциплине «Сопротивление материалов».

Содержание и объем курсовой работы соответствует рабочим программам высшего образования по дисциплине «Сопротивление материалов» по направлениям подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 15.03.06 Мехатроника и робототехника.

Выполнение курсовой работы по дисциплине «Сопротивление материалов» ориентировано на формирование следующих компетенций:

– ОПК-4 – способность участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа;

– ПК-2 – способность использовать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий.

Наряду с освоением теоретического материала большое значение имеет выполнение самостоятельных индивидуальных заданий, а именно, курсовой работы, что способствует закреплению учебного материала и развитию навыков в самостоятельном решении инженерных задач различного уровня.

1 Цель и задачи курсовой работы

Целью курсовой работы «Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержневых элементов конструкций» по дисциплине «Сопротивление материалов» является приобретение практических навыков расчета стержневых элементов конструкций в условиях простого и сложного сопротивления.

Задачи курсовой работы:

- выполнение расчетов на прочность, жесткость и устойчивость стержневых конструкций с элементами проектирования;
- приобретение навыков в работе с технической литературой, справочниками и стандартами.

В методических указаниях представлены порядок выполнения и оформления, варианты заданий к курсовой работе, литература, рекомендуемая для выполнения курсовой работы.

Задания к курсовой работе представлены по основным разделам курса «Сопротивление материалов»: расчеты на прочность и жесткость при простых состояниях стержня (центральное растяжение и сжатие, кручение, прямой поперечный изгиб балки и рамы); устойчивость сжатых стержней, сложное сопротивление (изгиб с кручением).

Курсовая работа включает следующие задания:

- 1) Задание 1 – Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при центральном растяжении и сжатии.
- 2) Задание 2 – Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при кручении.
- 3) Задание 3 – Проектировочный расчет вала фрикционной передачи из условий прочности и жесткости при кручении.
- 4) Задание 4 – Расчет на прочность и жесткость балки при изгибе.
- 5) Задание 5 – Проверочный расчет на устойчивость продольно-сжатого стержня.

б) Задание 6 – Проектировочный расчет трансмиссионного вала ременной передачи из условия статической прочности.

7) Задание 7 – Расчет промежуточного вала зубчатой передачи из условий статической, усталостной прочности и жесткости.

2 Порядок выполнения и оформления курсовой работы

К выполнению заданий следует приступать после усвоения соответствующих теоретических разделов курса «Соппротивление материалов» и приобретения навыков в решении задач, связанных с содержанием раздела.

Исходные данные для решения задач и расчетные схемы выбираются из таблиц заданий. Номера строк исходных данных и расчетных схем совпадают с номерами вариантов.

Каждое задание должно содержать условие задачи, расчетно-графическую схему, результаты расчета и эпюры с указанием на них в числах всех величин.

Решение проводится в общем (буквенном) виде. Числовые значения подставляются только в окончательные результаты. Расчеты выполняются в единицах системы СИ (для удобства допускается использование производных единиц).

Схемы и рисунки выполняются в карандаше или с помощью программных средств автоматизированного проектирования. Все эпюры должны содержать числовые величины в характерных точках и размерность. Примеры выполнения заданий приведены в учебном пособии к выполнению курсовой работы «Соппротивление материалов» [1].

В процессе защиты заданий курсовой работы могут быть предложены вопросы и задачи из соответствующего раздела курса.

Курсовая работа должна быть сдана до начала экзаменационной сессии. Срок выполнения курсовой работы определяется календарным графиком учебного процесса.

Курсовая работа оформляется согласно правилам оформления студенческих работ, приведенным в СТО 02069024.101 – 2015. Работы студенческие. Общие требования и правила оформления [2].

Курсовая работа состоит из титульного листа, бланка задания, аннотации, содержания, введения, основной части и списка использованных источников.

Титульный лист является первым листом курсовой работы (не нумеруется). Все надписи выполняются чернилами черного цвета. Пример приведен в приложении А.

Бланк задания располагается после титульного листа (не считается и не нумеруется). Задание должно содержать тему курсовой работы, цель и задачи, исходные данные, перечень вопросов, подлежащих разработке, дату выдачи и получения задания, срок выполнения с подписями заведующего кафедрой, руководителя и исполнителя. Пример приведен в приложении Б.

Аннотация является третьим листом курсовой работы. Пример текста аннотации приведен ниже.

Курсовая работа посвящена теме «Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержневых элементов конструкций».

В работе приводятся результаты расчетов на прочность и жесткость стержней при центральном растяжении-сжатии, кручении и прямом поперечном изгибе; проверочный расчет стержня на устойчивость; проектировочный расчет вала ременной передачи по условию статической прочности; проектировочный расчет вала зубчатой передачи по условиям статической, усталостной прочности и жесткости

Работа содержит ___ листов текста, ___ рисунков, ___ таблиц.

В структурный элемент «Содержание» включаются введение, порядковые номера и заголовки разделов, заключение и список использованных источников. Пример приведен в приложении В.

В структурном элементе «Введение» необходимо указать тему курсовой работы, цель, задачи и практическая значимость работы. Пример текста приведен ниже.

Курсовая работа на тему «Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержневых элементов конструкций» выполнена по дисциплине «Сопротивление материалов».

Цель курсовой работы: приобретение практических навыков расчета стержневых элементов конструкций в условиях простого и сложного сопротивления.

Задачи:

- выполнение расчетов на прочность, жесткость и устойчивость стержневых конструкций с элементами проектирования;*
- приобретение навыков в работе с технической литературой, справочниками и стандартами.*

Курсовая работа включает в себя семь заданий. Каждое задание содержит условие задачи, расчетно-графическую схему, результаты расчета и эпюры с указанием на них в числах всех величин.

Выполнение курсовой работы способствует закреплению учебного материала и развитию навыков в самостоятельном решении инженерных задач различного уровня.

В списке использованных источников следует привести литературу, используемую при выполнении курсовой работы.

3 Задания к курсовой работе «Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержневых элементов конструкций»

3.1 Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при центральном растяжении и сжатии

Задание 1 – Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при центральном растяжении и сжатии.

Стальной ступенчатый стержень (модуль нормальной упругости $E=2 \cdot 10^5$ МПа; допускаемое нормальное напряжение $\sigma_{adm}=160$ МПа) нагружен сосредоточенными силами F_1, F_2, F_3 . Стержень состоит из трех участков, два из которых имеют одинаковый тип и размер поперечного сечения. Принять допускаемую абсолютную линейную деформацию для стержня $l_{adm}=1$ мм.

Требуется:

1 Определить продольную силу N_z , кН, на каждом участке нагружения стержня и построить эпюру.

2 Определить из условия прочности размеры поперечных сечений стержня по участкам: прямоугольное поперечное сечение (при соотношении сторон $h \setminus b=2$); круглое сплошное поперечное сечение.

3 Определить наибольшее нормальное напряжение σ_{max} , МПа, на каждом участке нагружения стержня и выполнить проверку условия прочности. Построить эпюру распределения наибольших нормальных напряжений σ_{max} , МПа, по длине стержня и эпюры распределения нормальных напряжений σ , МПа, по поперечным сечениям стержня.

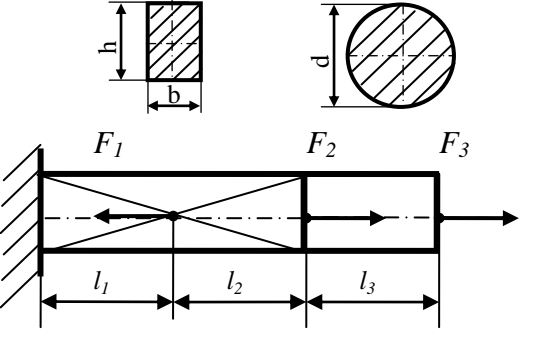
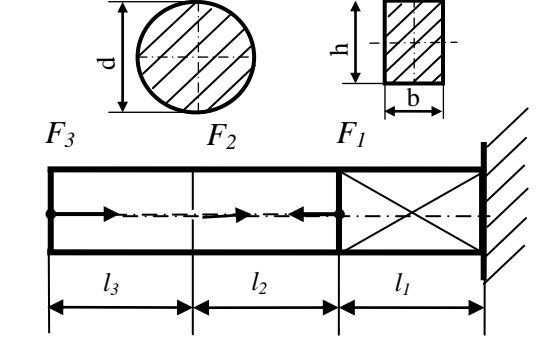
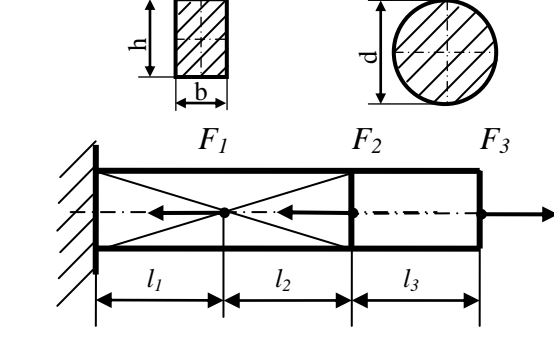
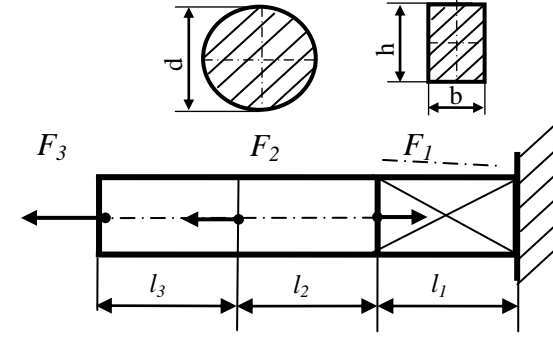
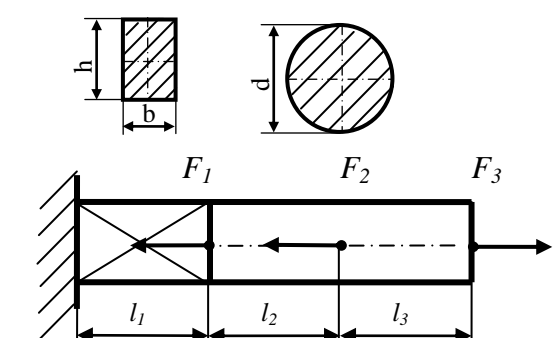
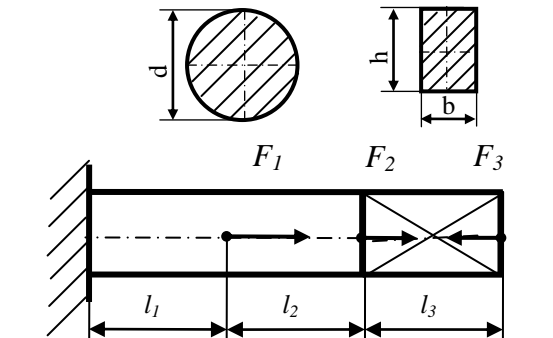
4 Определить абсолютную линейную деформацию стержня Δl , мм, и выполнить проверку условия жесткости стержня. Построить эпюру линейных перемещений поперечных сечений Δl , мм.

Из таблиц 3.1 и 3.2 выбрать исходные данные и схему нагружения в соответствии со своим вариантом.

Таблица 3.1 – Исходные данные

№ строки	F ₁ , кН	F ₂ , кН	F ₃ , кН	l ₁ , м	l ₂ , м	l ₃ , м
1	250	20	120	0,1	0,2	0,1
2	240	170	80	0,2	0,1	0,3
3	60	80	120	0,2	0,1	0,2
4	230	100	30	0,1	0,2	0,3
5	180	70	90	0,2	0,1	0,1
6	90	140	130	0,2	0,1	0,3
7	70	230	120	0,1	0,2	0,2
8	220	10	90	0,1	0,3	0,2
9	20	210	60	0,3	0,2	0,3
10	50	40	100	0,2	0,3	0,2
11	20	60	90	0,2	0,1	0,2
12	270	20	180	0,2	0,1	0,2
13	150	130	110	0,2	0,3	0,2
14	60	40	130	0,3	0,1	0,3
15	150	60	190	0,1	0,3	0,1
16	120	170	190	0,1	0,2	0,3
17	50	90	160	0,1	0,2	0,1
18	30	10	180	0,1	0,3	0,1
19	90	20	170	0,2	0,3	0,2
20	50	40	80	0,1	0,3	0,1

Таблица 3.2 – Схемы нагружения стержня

№	Схема нагружения стержня	№	Схема нагружения стержня
1	2	3	4
1		4	
2		5	
3		6	

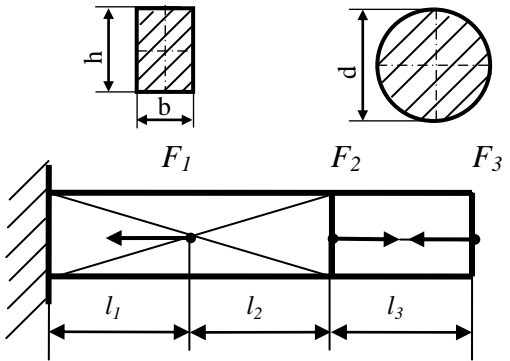
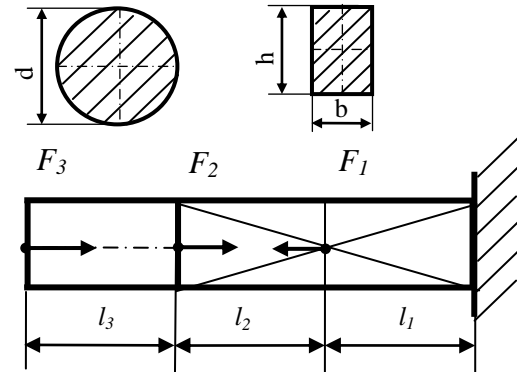
Продолжение таблицы 3.2

<p>1 7</p>	<p>2</p>	<p>3 10</p>	<p>4</p>
<p>8</p>		<p>11</p>	
<p>9</p>		<p>12</p>	

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4
13		16	
14		17	
15		18	

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4
19		20	

3.2 Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при кручении

Задание 2 – Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при кручении.

Стальной ступенчатый стержень (модуль сдвига $G=8 \cdot 10^4$ МПа; допустимое касательное напряжение $\tau_{adm}=56$ МПа) нагружен сосредоточенными моментами M_1, M_2, M_3 . Стержень состоит из трех участков, два из которых имеют одинаковый тип и размер поперечного сечения. Принять допустимую абсолютную угловую деформацию $\varphi_{adm}=1$ град.

Требуется:

1 Определить крутящий момент M_z , Н·м, на каждом участке нагружения стержня и построить эпюру.

2 Определить из условия прочности размеры поперечных сечений стержня: прямоугольное поперечное сечение ($h/b=2$); круглое сплошное поперечное сечение или круглое трубчатое ($\alpha = \frac{d}{D} = 0,7$).

3 Определить наибольшее касательное напряжение τ_{max} , МПа, на каждом участке нагружения стержня и выполнить проверку условия прочности. Построить эпюру распределения наибольших касательных напряжений τ_{max} , МПа, по длине стержня и эпюры распределения касательных напряжений τ , МПа, по поперечным сечениям.

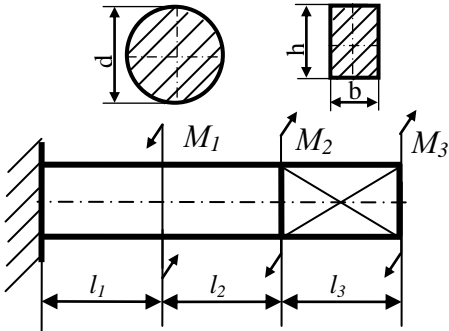
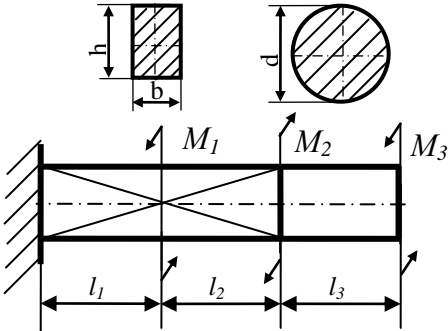
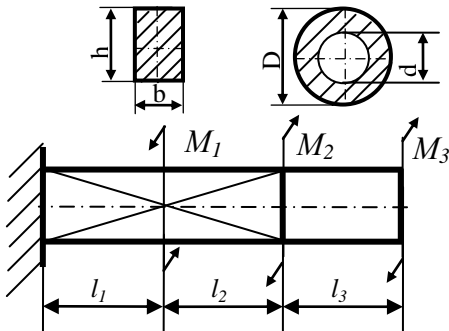
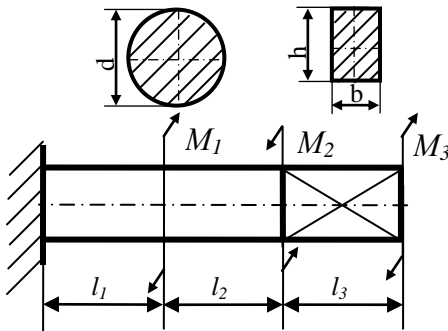
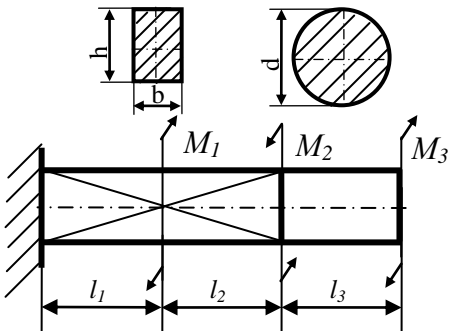
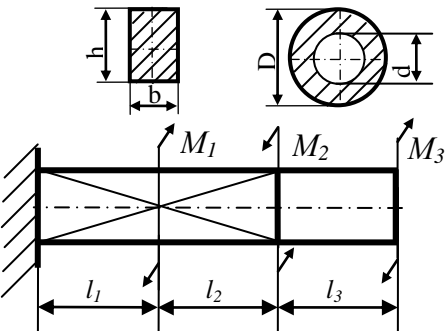
4 Определить абсолютную угловую деформацию стержня $\Delta\varphi$, рад, и выполнить проверку условия жесткости стержня. Построить эпюру углов закручивания поперечных сечений стержня $\Delta\varphi$, рад.

Из таблиц 3.3 – 3.4 выбрать исходные данные и расчетную схему в соответствии со своим вариантом.

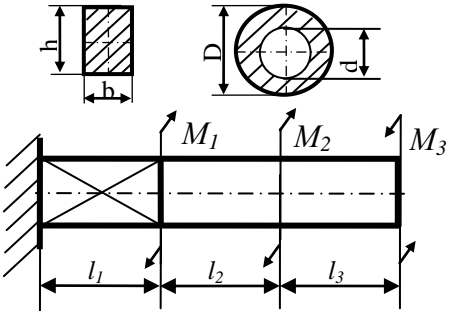
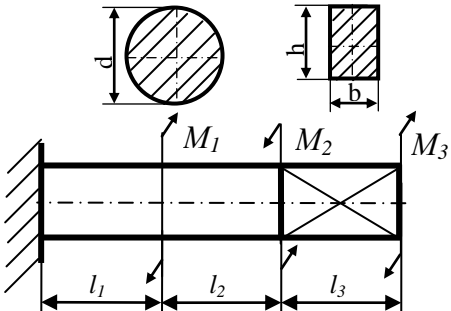
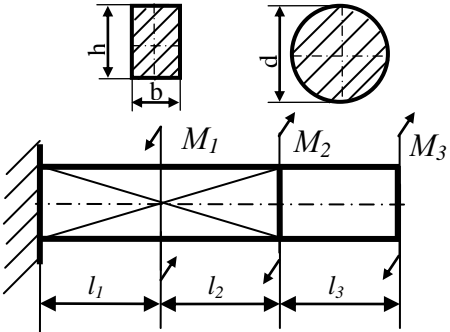
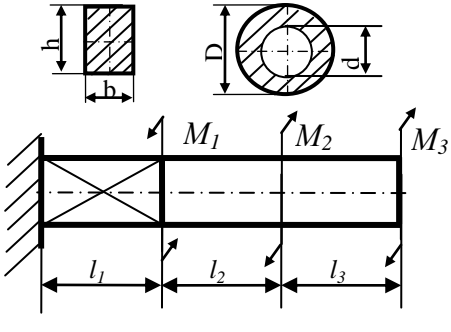
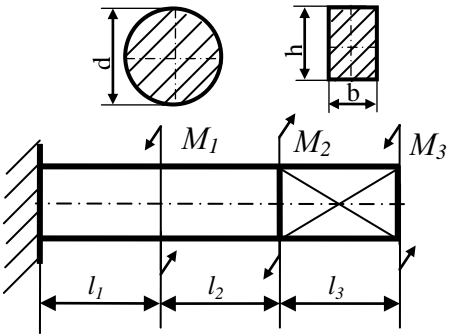
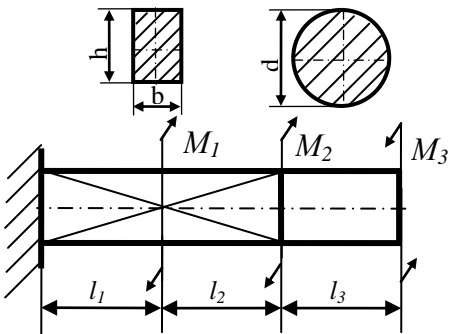
Таблица 3.3 – Исходные данные

№ строки	M_1 , Н·м	M_2 , Н·м	M_3 , Н·м	l_1 , м	l_2 , м	l_3 , м
1	200	150	100	0,15	0,20	0,30
2	320	190	330	0,23	0,19	0,18
3	240	90	400	0,25	0,18	0,32
4	120	210	180	0,31	0,15	0,20
5	400	470	320	0,25	0,31	0,17
6	350	180	130	0,18	0,23	0,33
7	230	50	420	0,21	0,30	0,23
8	590	480	250	0,32	0,27	0,33
9	520	50	170	0,26	0,17	0,32
10	530	160	110	0,16	0,21	0,31
11	580	150	250	0,22	0,15	0,30
12	560	370	230	0,21	0,32	0,19
13	140	110	160	0,20	0,30	0,21
14	480	110	240	0,26	0,17	0,31
15	300	200	420	0,23	0,31	0,22
16	60	160	410	0,21	0,28	0,19
17	110	520	300	0,22	0,32	0,21
18	210	370	260	0,26	0,15	0,19
19	450	470	300	0,31	0,26	0,32
20	230	50	410	0,24	0,32	0,18

Таблица 3.4 – Схемы нагружения стержня

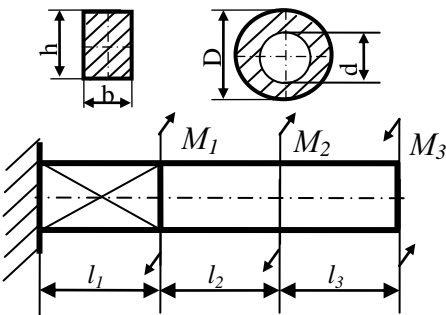
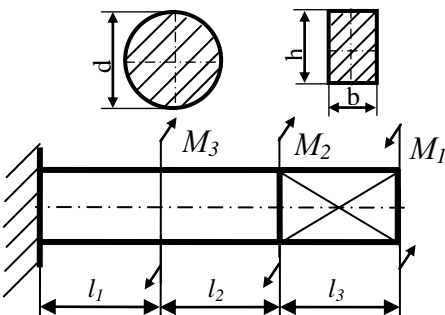
№	Схема нагружения стержня	№	Схема нагружения стержня
1	2	3	4
1		4	
2		5	
3		6	

Продолжение таблицы 3.4

<p>1 7</p>	<p>2</p> 	<p>3 10</p>	<p>4</p> 
<p>8</p>		<p>11</p>	
<p>9</p>		<p>12</p>	

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4

1	2	3	4
			

3.3 Проектный расчет вала фрикционной передачи из условий прочности и жесткости при кручении

Задание 3 – Проектный расчет вала фрикционной передачи из условий прочности и жесткости при кручении.

От электродвигателя на вал I посредством ременной передачи (шкив диаметром D и шкив диаметром D_1) передается мощность P при частоте вращения n вала электродвигателя. С вала I посредством фрикционной передачи поступает на вал II мощность P_1 (шкив диаметром D_2 и шкив диаметром D_3). С валов I и II поступают к рабочим машинам мощности P_2, P_3, P_4 и P_5 . Сечения валов считать по всей длине постоянными. Принять допустимое касательное напряжение $\tau_{adm}=80$ МПа, модуль сдвига $G=8 \cdot 10^4$ МПа.

Требуется:

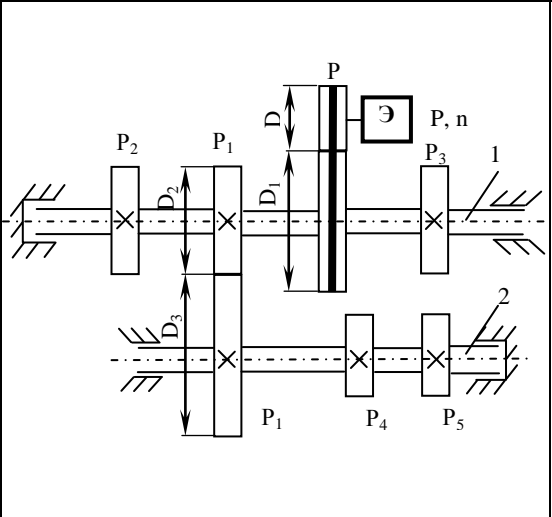
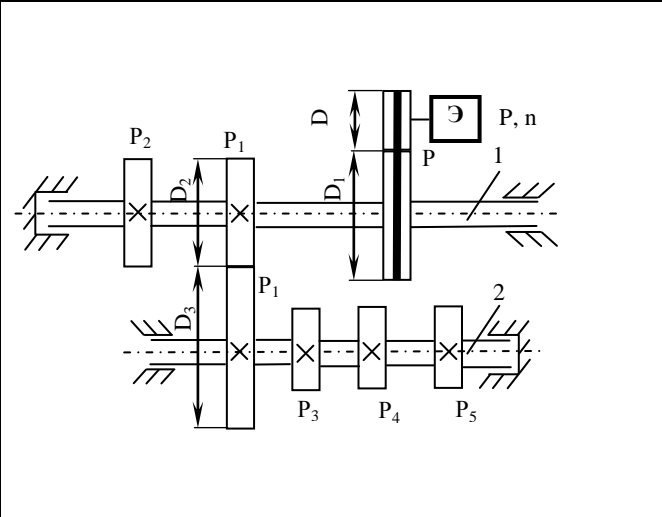
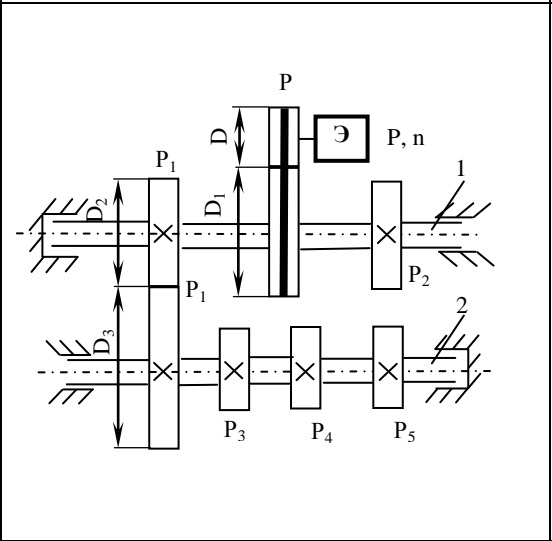
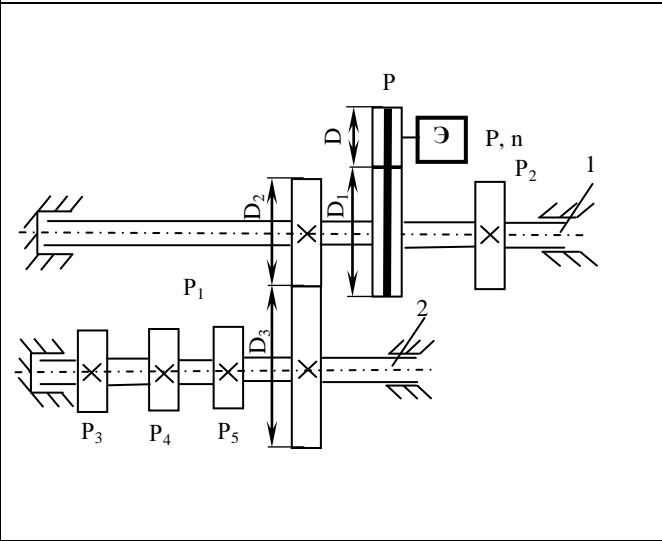
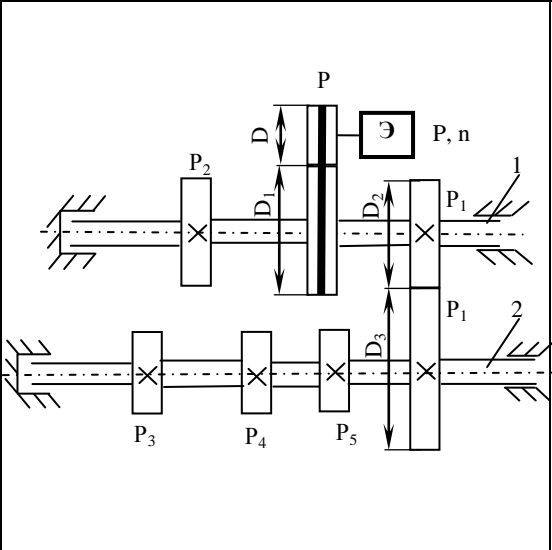
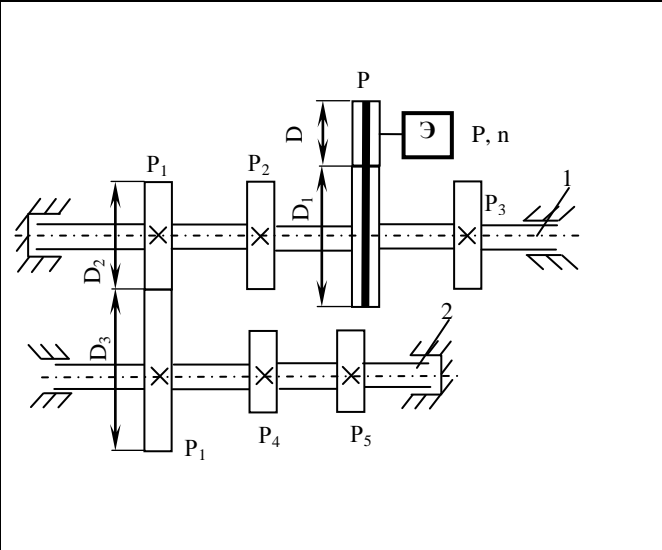
- 1 Определить основные характеристики передач.
- 2 Определить крутящий момент $M_z, Н \cdot м$, на каждом участке нагружения вала и построить эпюры.
- 3 Определить диаметры валов $d_I, мм$, и $d_{II}, мм$, из условия прочности и жесткости.

Из таблиц 3.5 – 3.6 выбрать исходные данные и схему нагружения в соответствии со своим вариантом.

Таблица 3.5 – Исходные данные

№ строки	P, кВт	D, мм	n, об/мин	P ₁ , кВт	P ₂ , кВт	P ₃ , кВт	P ₄ , кВт	P ₅ , кВт	D ₁ , мм	D ₂ , мм	D ₃ , мм	Θ _{adm} , рад/м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14
1	20	200	800	13	4	3	8	5	300	210	400	0,004
2	21	210	850	16	5	9	5	2	320	220	410	0,005
3	22	220	900	15	7	5	6	4	310	230	420	0,006
4	23	230	920	17	6	8	5	4	340	240	430	0,007
5	24	250	970	19	5	7	8	4	330	250	440	0,008
6	25	200	900	16	6	3	7	9	350	260	450	0,009
7	26	210	950	18	8	6	8	4	340	270	460	0,011
8	27	220	820	15	12	2	8	5	350	280	470	0,012
9	28	230	980	18	10	5	7	6	300	290	480	0,013
10	29	250	940	16	13	5	4	7	340	280	490	0,014
11	30	200	950	16	14	8	5	3	310	270	400	0,015
12	29	210	860	14	15	4	8	2	350	260	410	0,016
13	28	220	970	16	12	5	7	4	330	250	420	0,017
14	27	230	980	17	10	8	3	6	320	240	430	0,004
15	26	250	890	16	3	7	7	9	350	230	440	0,005
16	25	200	900	15	8	2	9	6	310	220	450	0,006
17	24	210	910	18	6	7	6	5	310	210	460	0,007
18	23	220	920	15	8	3	7	5	340	240	470	0,008
19	22	230	930	19	3	6	7	6	330	250	480	0,009
20	21	250	940	15	6	2	3	10	350	260	490	0,011

Таблица 3.6 – Схемы нагружения вала

№	Схема нагружения вала	№	Схема нагружения вала
1	2	3	4
1		4	
2		5	
3		6	

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3	4
7		10	
8		11	
9		12	

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3	4
13		16	
14		17	
15		18	

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3	4
19		20	

3.4 Расчет на прочность и жесткость балки при изгибе

Задание 4 – Расчет на прочность и жесткость балки при изгибе.

Стальная балка на двух опорах (модуль нормальной упругости $E=2 \cdot 10^5$ МПа; допустимое нормальное напряжение $\sigma_{adm}=160$ МПа) нагружена равномерной распределенной нагрузкой интенсивностью q , сосредоточенной силой F или сосредоточенным моментом M . Принять допустимое линейное перемещение $y_{adm}=3$ мм; допустимую относительную угловую деформацию $\theta_{adm}=0,5^\circ$.

Требуется:

1 Построить эпюры распределения поперечной силы Q_y , кН, и изгибающего момента M_x , кН·м, по длине балки.

2 Из условия прочности по нормальным напряжениям определить размер поперечного сечения: круглое сплошное и двутавр (швеллер).

3 Определить наибольшее нормальное напряжение σ_{max} , МПа, и выполнить проверку условия прочности. Построить эпюры распределения нормальных напряжений σ , МПа, по поперечным сечениям балки.

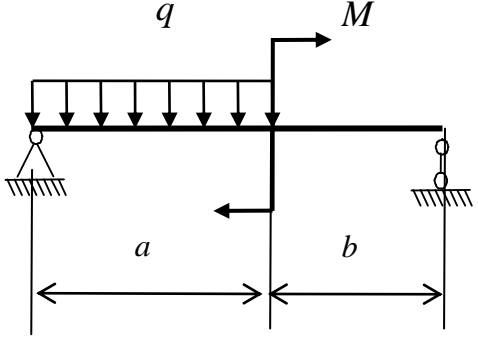
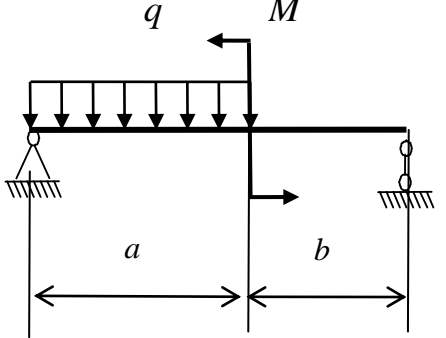
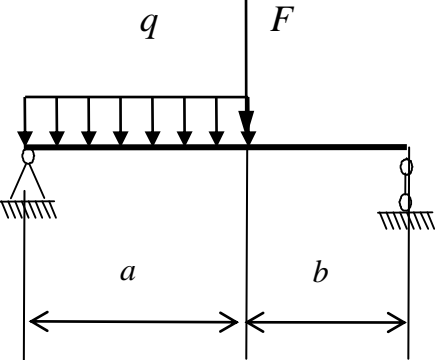
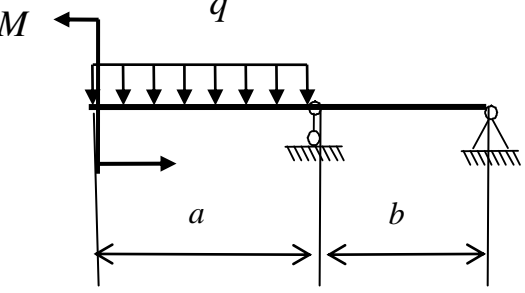
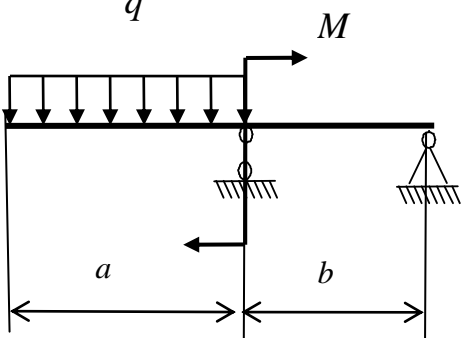
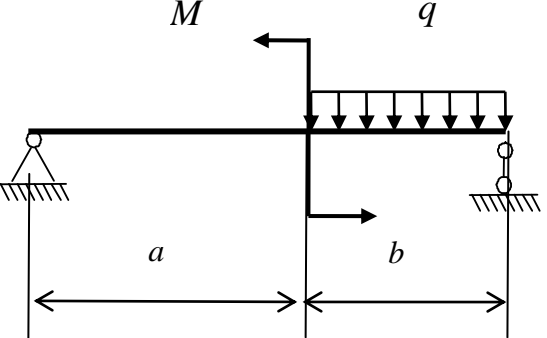
4 Определить линейные (прогиб) Δy , мм, и угловые перемещения $\Delta \theta$, град, граничных сечений по методу начальных параметров для балки круглого поперечного сечения. Построить эпюры линейных Δy , мм, и угловых $\Delta \theta$, град, перемещений сечений балки. Выполнить проверку условия жесткости.

Из таблиц 3.7 – 3.8 выбрать исходные данные и схему нагружения в соответствии со своим вариантом.

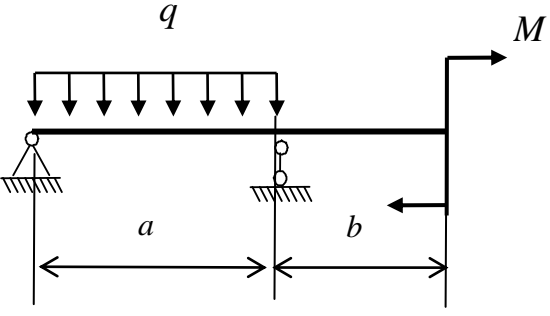
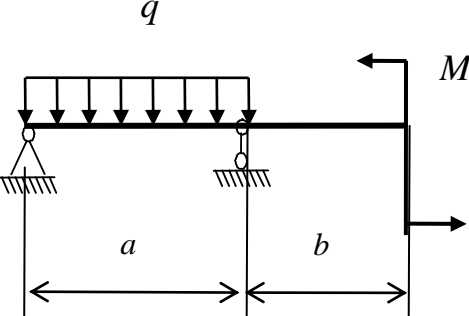
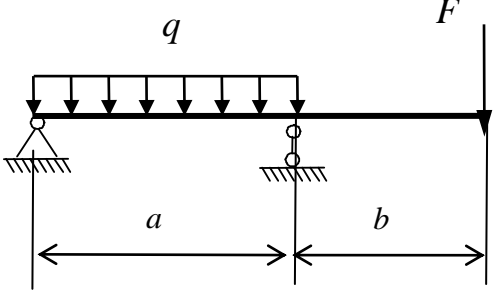
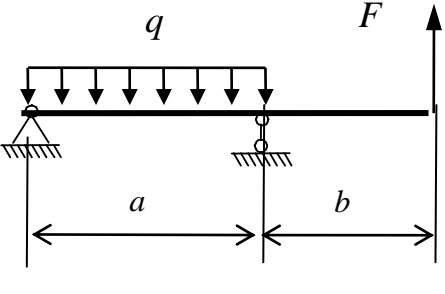
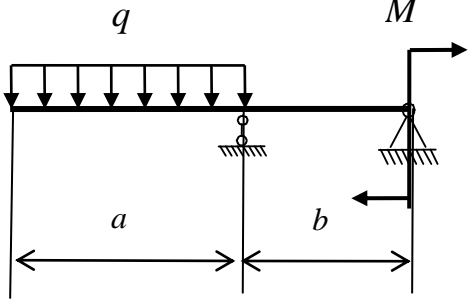
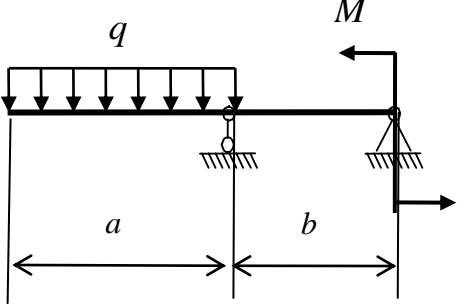
Таблица 3.7 – Исходные данные

№ строки	F, кН	M, кН·м	q, кН/м	a, м	b, м
1	20	10	10	0,1	0,2
2	25	15	15	0,2	0,1
3	30	20	20	0,2	0,1
4	35	25	25	0,1	0,2
5	40	10	30	0,2	0,1
6	45	15	10	0,2	0,1
7	50	20	15	0,1	0,2
8	55	25	20	0,1	0,3
9	60	10	25	0,3	0,2
10	65	15	30	0,2	0,3
11	70	20	10	0,2	0,1
12	75	25	15	0,2	0,1
13	80	10	20	0,2	0,3
14	85	15	25	0,3	0,1
15	90	20	30	0,1	0,3
16	95	25	10	0,1	0,2
17	10	10	15	0,1	0,2
18	15	15	20	0,1	0,3
19	20	20	25	0,2	0,3
20	25	25	30	0,1	0,3

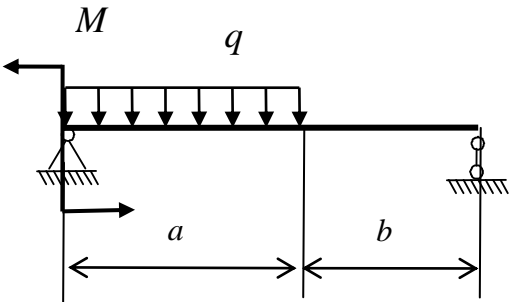
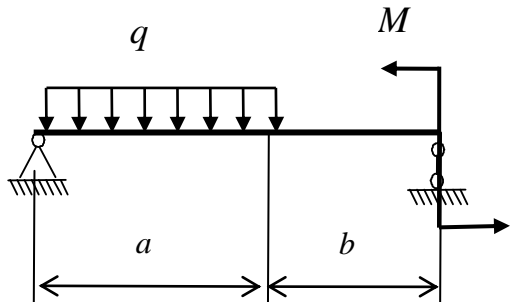
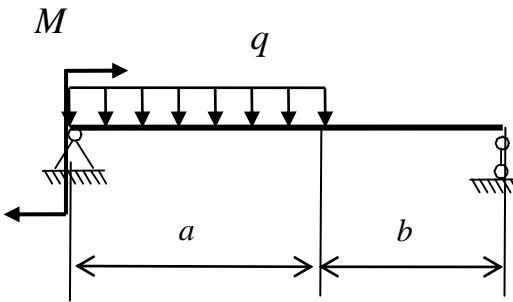
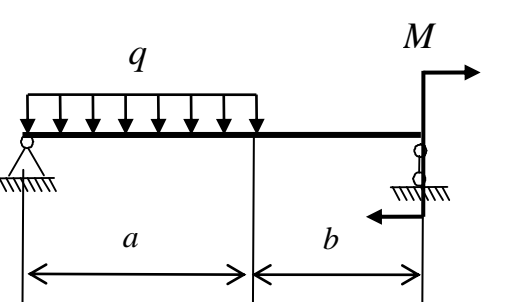
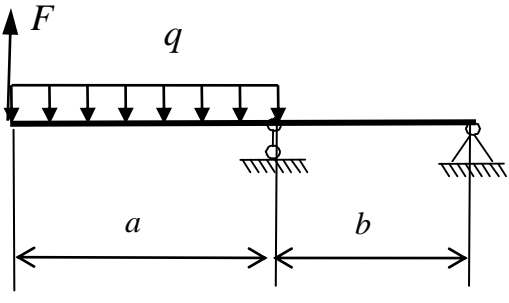
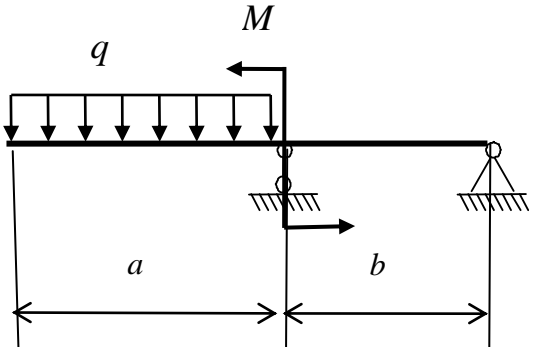
Таблица 3.8 – Схемы нагружения

№	Схема нагружения	№	Схема нагружения
1	2	3	4
1		4	
2		5	
3		6	

Продолжение таблицы 3.8

1	2	3	4
7		10	
8		11	
9		12	

Продолжение таблицы 3.8

1	2	3	4
13		16	
14		17	
15		18	

Продолжение таблицы 3.8

1	2	3	4
19		20	

3.5 Проверочный расчет на устойчивость продольно-сжатого стержня

Задание 5 – Проверочный расчет на устойчивость продольно-сжатого стержня.

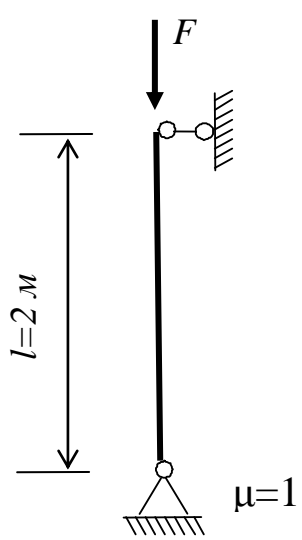
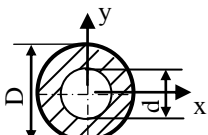
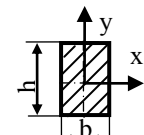
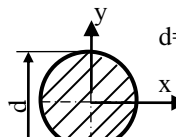
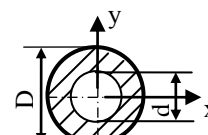
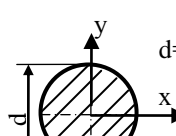
Металлическая стойка (модуль нормальной упругости $E=2 \cdot 10^5$ МПа; допустимое напряжение на сжатие $\sigma_{с. adm}=160$ МПа; предел пропорциональности $\sigma_{mц}=200$ МПа; коэффициенты $a=310$ МПа, $b=1,14$ МПа) заданного поперечного сечения сжата силой F .

Требуется:

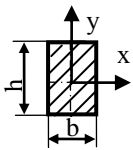
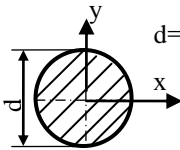
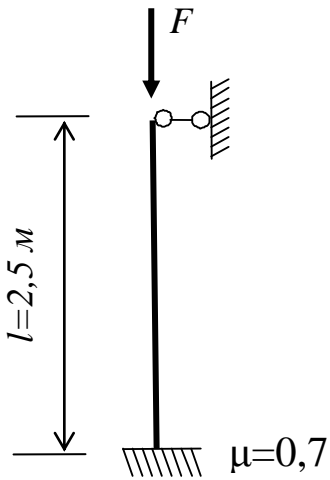
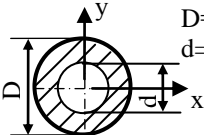
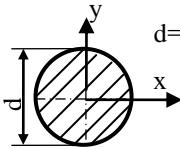
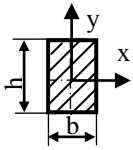
- 1 Определить геометрические характеристики сечения (площадь поперечного сечения A , $см^2$, минимальный осевой момент инерции сечения J_{min} , $см^4$, минимальный радиус инерции сечения i_{min} , $см$).
- 2 Определить геометрическую гибкость стержня λ .
- 3 Определить предельную гибкость стержня $\lambda_{пред}$.
- 4 Определить критическую силу $F_{кр}$, $кН$.
- 5 Определить допустимую нагрузку на устойчивость $F_{у. adm}$, $кН$.
- 6 Определить нормативный коэффициент запаса устойчивости $n_{у. adm}$.
- 7 Определить коэффициент запаса устойчивости $n_{у}$.
- 8 Выполнить проверку условия устойчивости.

Исходные данные и схемы нагружения представлены в таблице 3.9

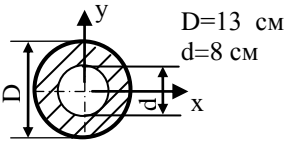
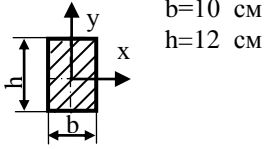
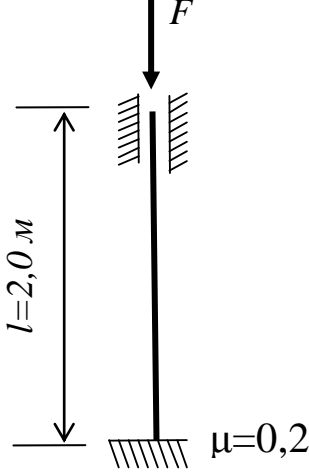
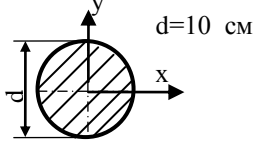
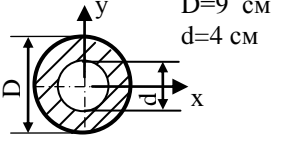
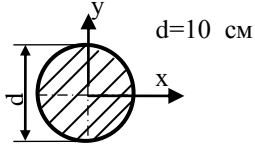
Таблица 3.9 – Исходные данные и схемы нагружения

№ сторки	Схема нагружения	Тип сечения	F , кН
1	2	3	5
1		 <p>$D=10 \text{ см}$ $d=6 \text{ см}$</p>	90
2		 <p>$b=10 \text{ см}$ $h=12 \text{ см}$</p>	95
3		 <p>$d=10 \text{ см}$</p>	80
4		 <p>$D=11 \text{ см}$ $d=5 \text{ см}$</p>	85
5		 <p>$d=10 \text{ см}$</p>	70

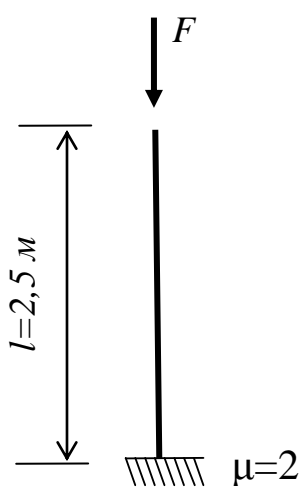
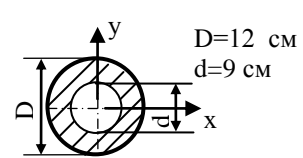
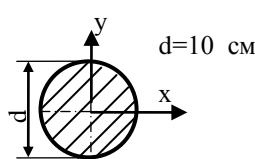
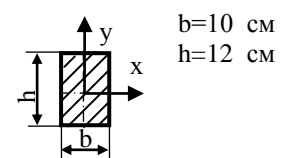
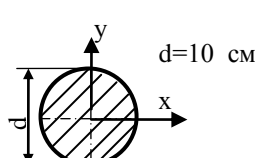
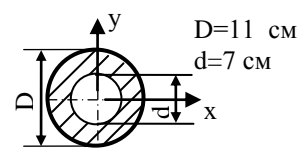
Продолжение таблицы 3.9

1	2	3	5
6		 <p>$b=10 \text{ см}$ $h=12 \text{ см}$</p>	75
7		 <p>$d=10 \text{ см}$</p>	80
8	 <p>$l=2,5 \text{ м}$</p> <p>$\mu=0,7$</p>	 <p>$D=12 \text{ см}$ $d=7 \text{ см}$</p>	85
9		 <p>$d=10 \text{ см}$</p>	90
10		 <p>$b=10 \text{ см}$ $h=12 \text{ см}$</p>	95

Продолжение таблицы 3.9

1	2	3	5
11			70
12			75
13			80
14			85
15			70

Продолжение таблицы 3.9

1	2	3	5
16	 <p>$l=2,5 \text{ м}$</p> <p>$\mu=2$</p>	 <p>$D=12 \text{ см}$ $d=9 \text{ см}$</p>	75
17		 <p>$d=10 \text{ см}$</p>	80
18		 <p>$b=10 \text{ см}$ $h=12 \text{ см}$</p>	85
19		 <p>$d=10 \text{ см}$</p>	90
20		 <p>$D=11 \text{ см}$ $d=7 \text{ см}$</p>	95

3.6 Проектировочный расчет трансмиссионного вала ременной передачи из условия статической прочности

Задание 6 – Проектировочный расчет трансмиссионного вала ременной передачи из условия статической прочности.

На стальной трансмиссионный вал одинакового номинального диаметра d по всей длине насажены шкив 1 диаметром D_1 и шкив 2 диаметром D_2 . Через шкив 1 перекинут приводной ремень, ветви которого составляют угол α с осью x . Через шкив 2 перекинут приводной ремень, ветви которого параллельны осям x или y . Посредством ременной передачи через шкив 2 к валу подводится мощность P при угловой скорости вращения ω , которая передается через шкив 1 к рабочим частям машины. Собственным весом вала, шкивов, а также силой трения в расчетах пренебречь. Значение допускаемого нормального напряжения σ_{adm} приведено в таблице исходных данных.

Требуется:

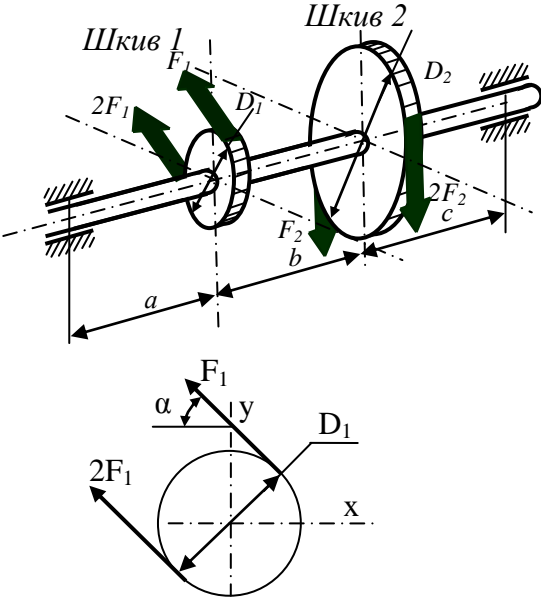
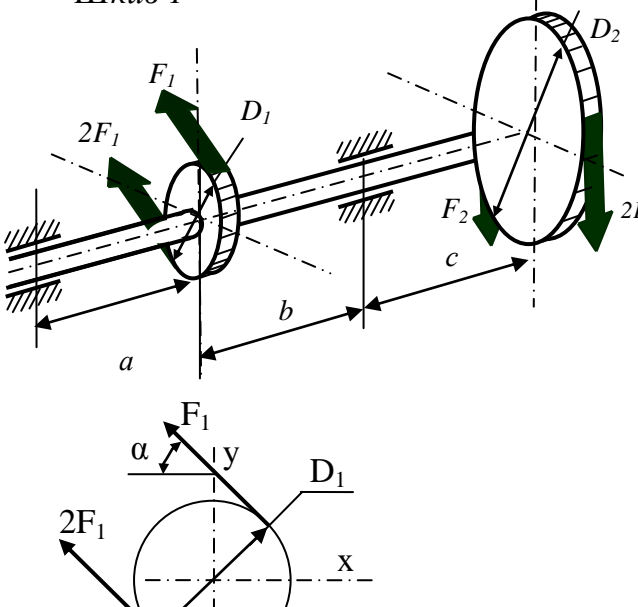
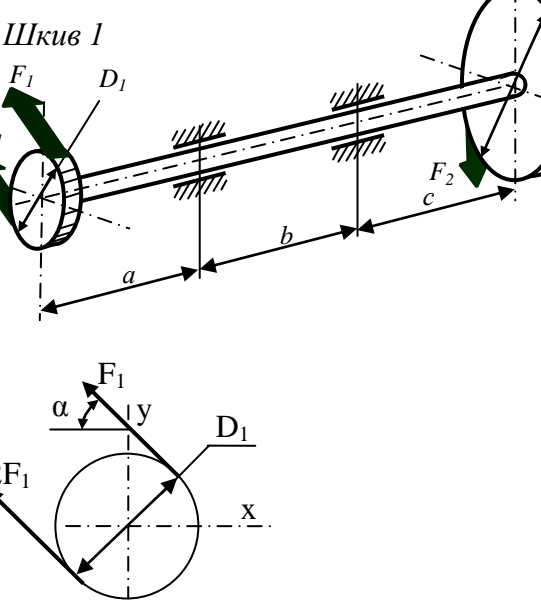
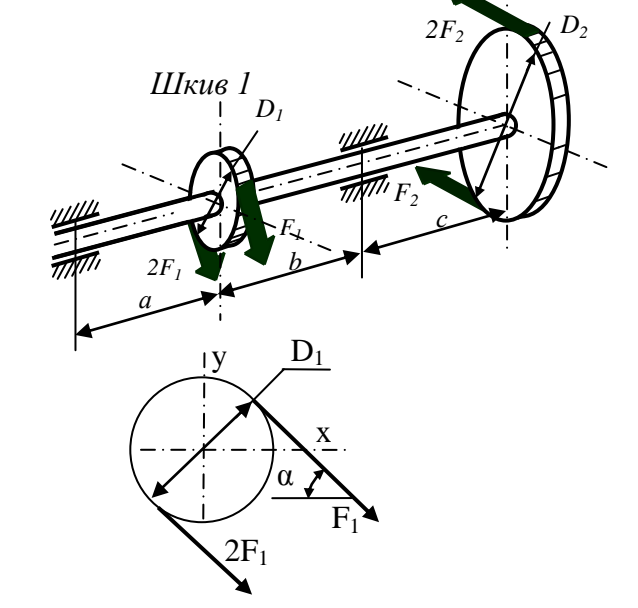
- 1 Определить нагрузки, действующие на вал.
- 2 Построить эпюры распределения изгибающих M_x и M_y , $\text{кН}\cdot\text{м}$, крутящего M_z , $\text{кН}\cdot\text{м}$, и приведенного $M^{III}_{прив}$, $\text{кН}\cdot\text{м}$, моментов по длине вала.
- 3 Определить диаметр поперечного сечения вала d , мм , из условия прочности. Расчет выполнить по гипотезе прочности наибольших касательных напряжений (по третьей теории прочности).

Из таблиц 3.10 – 3.11 выбрать исходные данные и схему нагружения в соответствии со своим вариантом.

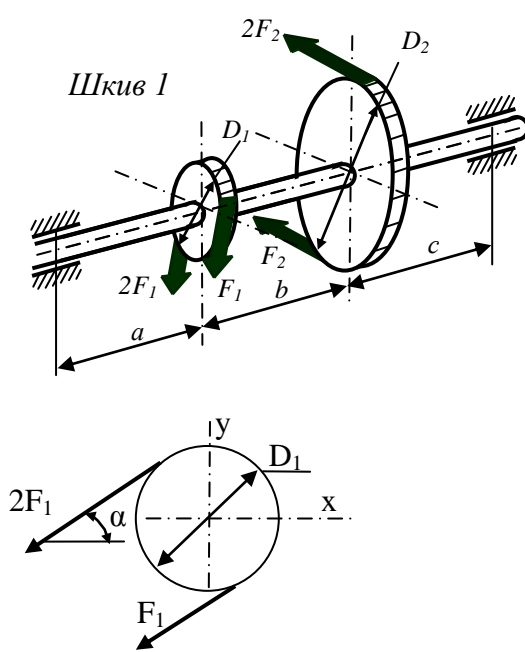
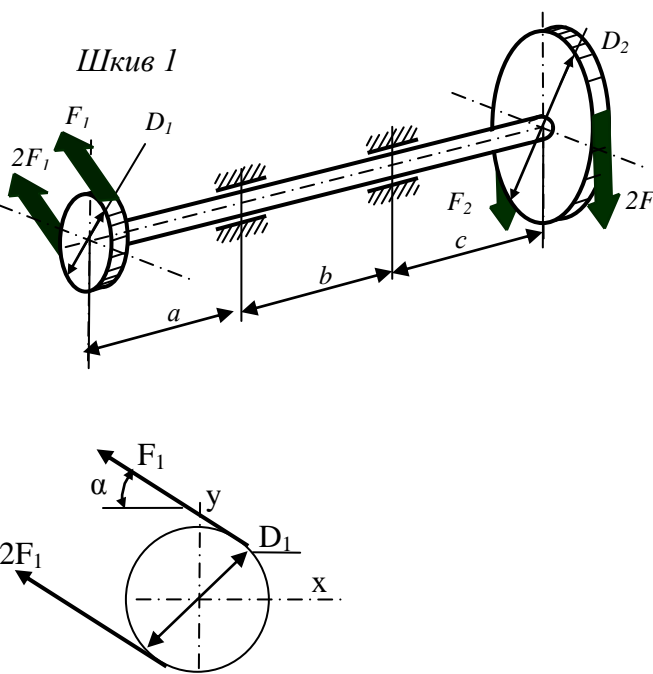
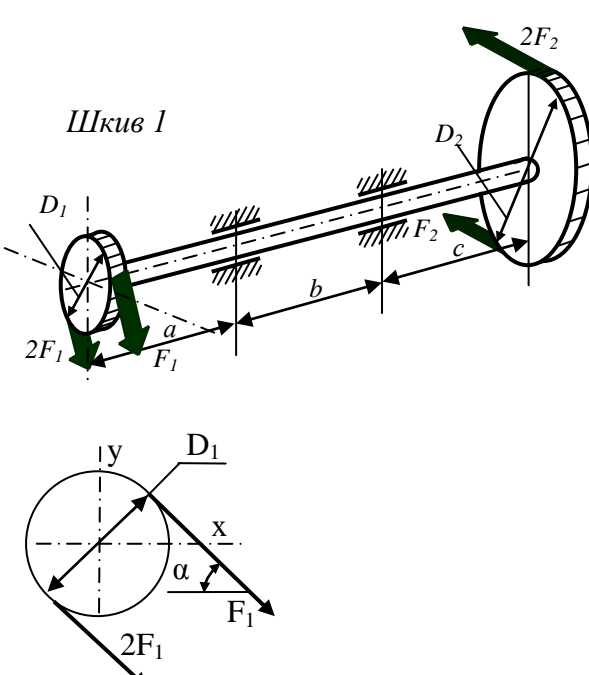
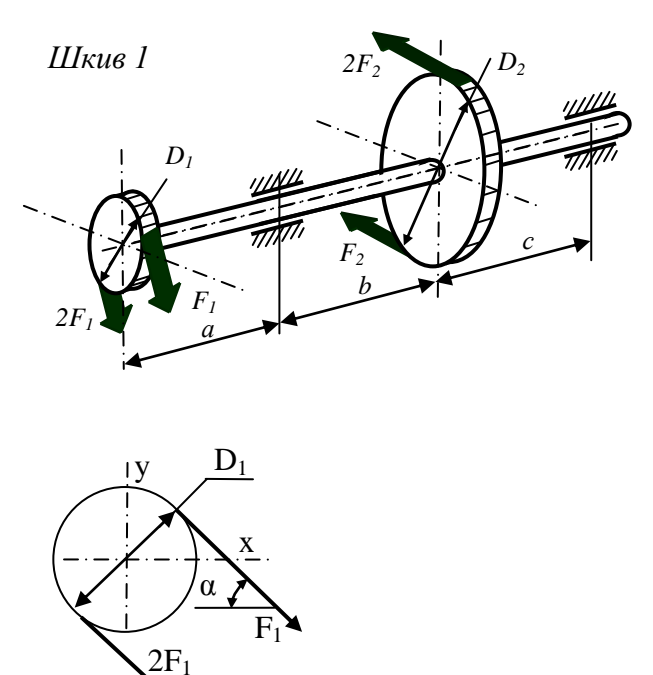
Таблица 3.10 – Исходные данные

№ строки	a, м	b, м	c, м	D ₁ , мм	D ₂ , мм	P, кВт	ω, рад/с	α, град	σ _{adm} , МПа
1	0,11	0,20	0,26	400	600	13,2	10,0	30	40
2	0,12	0,21	0,27	350	500	24,3	10,5	35	45
3	0,13	0,22	0,28	170	360	12,5	11,0	40	50
4	0,14	0,23	0,29	190	380	14,6	11,5	45	55
5	0,15	0,24	0,30	200	450	11,7	12,0	20	60
6	0,16	0,25	0,31	300	400	18,9	12,5	15	65
7	0,17	0,11	0,32	180	370	13,1	13,0	10	40
8	0,18	0,12	0,33	200	390	15,4	13,5	25	45
9	0,19	0,13	0,34	200	250	17,3	14,0	30	50
10	0,20	0,14	0,35	220	450	8,3	14,5	5	55
11	0,21	0,15	0,26	225	450	13,5	15,0	35	60
12	0,22	0,16	0,27	230	385	12,7	15,5	40	65
13	0,23	0,17	0,28	210	270	9,3	10,4	25	40
14	0,24	0,11	0,29	230	470	15,4	11,6	45	45
15	0,25	0,12	0,30	210	415	23,5	12,7	40	50
16	0,11	0,14	0,31	170	370	13,8	13,2	50	55
17	0,12	0,15	0,32	450	350	22,7	14,9	55	60
18	0,13	0,16	0,33	550	400	20,8	10,6	30	65
19	0,14	0,17	0,34	230	170	21,3	15,8	65	40
20	0,15	0,18	0,35	300	190	18,4	12,3	30	45

Таблица 3.11 – Схемы нагружения

№	Схема нагружения	№	Схема нагружения
1	2	3	4
1			
3		4	

Продолжение таблицы 3.11

1	2	3	4
5	<p style="text-align: center;">Шкив 2</p> 	6	<p style="text-align: center;">Шкив 2</p> 
7	<p style="text-align: center;">Шкив 2</p> 	8	<p style="text-align: center;">Шкив 2</p> 

<p>1 9</p>	<p>2</p> <p>Шкив 2</p> <p>Шкив 1</p>	<p>3 10</p>	<p>4</p> <p>Шкив 2</p> <p>Шкив 1</p>
<p>11</p>	<p>Шкив 2</p> <p>Шкив 1</p>	<p>12</p>	<p>Шкив 2</p> <p>Шкив 1</p>

1	2	3	4
13	<p style="text-align: center;"><i>Шкив 2</i></p>	14	<p style="text-align: center;"><i>Шкив 2</i></p>
15	<p style="text-align: center;"><i>Шкив 2</i></p>	16	<p style="text-align: center;"><i>Шкив 2</i></p>

1	2	3	4
17		18	
19		20	

3.7 Расчет промежуточного вала зубчатой передачи из условий статической, усталостной прочности и жесткости

Задание 7 – Расчет промежуточного вала зубчатой передачи из условий статической, усталостной прочности и жесткости.

Стальной промежуточный вал двухступенчатого редуктора передает мощность P при частоте вращения n . На вал насажены зубчатые колеса диаметрами D_1 и D_2 . Для цилиндрических прямозубых передач принять $F_t=0,364F_t$; для цилиндрических косозубых передач принять $F_r=0,374F_t$ и $F_a=0,14F_t$; для конических передач принять $F_r=0,32F_t$ и $F_a=0,21F_t$. Весом вала и зубчатых колес в расчетах пренебречь. Значение допускаемого нормального напряжения σ_{adm} приведено в таблице исходных данных.

Требуется:

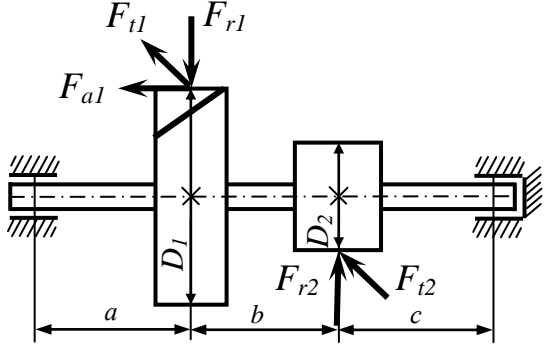
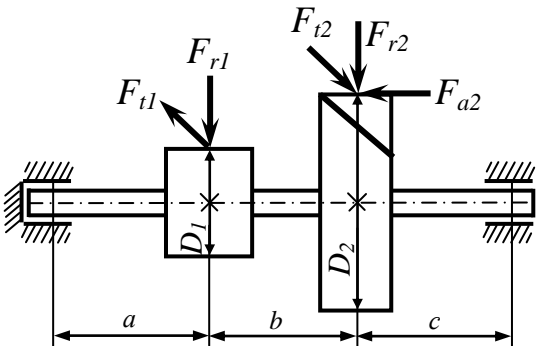
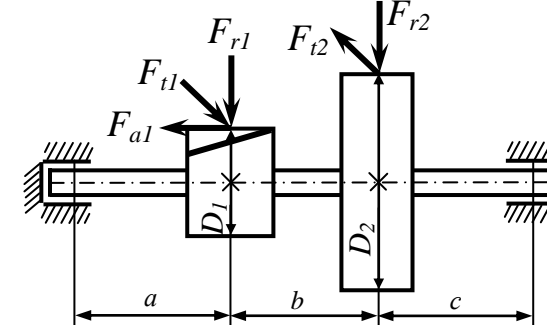
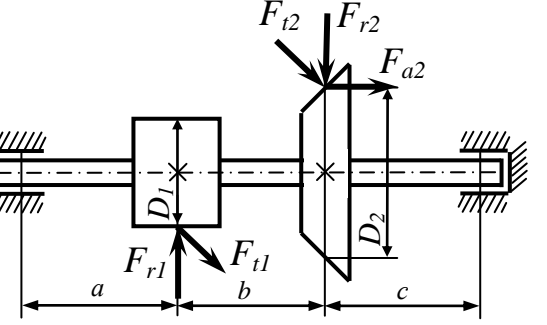
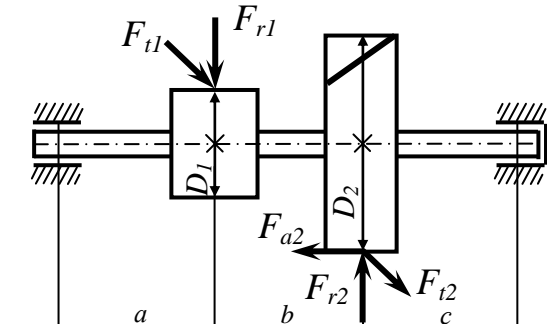
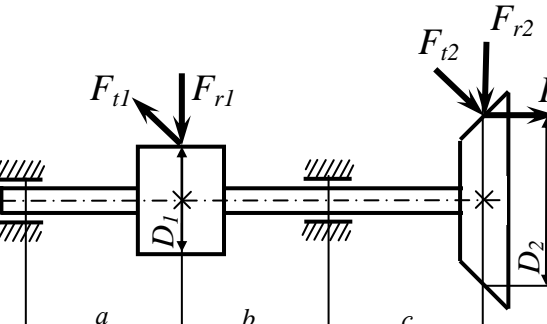
- 1 Определить нагрузки, действующие на вал.
- 2 Построить эпюры распределения изгибающих M_x и M_y , $кН\cdot м$, крутящего M_z , $кН\cdot м$, и приведенного $M^{III}_{прив}$, $кН\cdot м$, моментов по длине вала.
- 3 Определить из условия прочности диаметр вала d , $мм$, в сечениях под серединой зубчатых колес. Расчет выполнить по гипотезе прочности наибольших касательных напряжений (по третьей теории прочности).
- 4 Выполнить расчет вала на жесткость по линейным перемещениям в местах установки зубчатых колес и по угловым перемещениям в опорах. Уточнить диаметр вала.
- 5 Выполнить проверочный расчет вала на усталостную прочность в опасном сечении.

Из таблиц 3.12 – 3.13 выбрать исходные данные и схему нагружения в соответствии со своим вариантом.

Таблица 3.12 – Исходные данные

№ строки	a, мм	b, мм	c, мм	D ₁ , мм	D ₂ , мм	P, кВт	n, об/мин	σ _{adm} , МПа
1	55	80	100	265	130	6,0	300	50
2	60	85	105	135	270	7,2	250	55
3	65	90	100	140	275	7,8	230	60
4	60	95	95	145	280	8,7	350	65
5	55	100	90	150	285	7,0	200	70
6	50	105	85	155	290	8,2	330	75
7	45	110	80	150	300	8,5	400	80
8	50	105	75	145	305	9,2	450	50
9	55	100	80	135	310	8,0	220	55
10	60	95	85	315	130	8,6	420	60
11	65	90	100	140	320	9,7	370	65
12	60	85	105	135	315	9,8	280	70
13	55	80	110	145	310	9,0	430	75
14	40	75	105	150	305	9,6	340	80
15	45	80	100	155	300	10,5	270	50
16	50	85	100	295	145	10,7	410	55
17	55	90	105	290	150	10,0	240	60
18	60	95	110	285	135	11,0	380	65
19	65	100	105	130	280	10,8	260	70
20	70	105	100	135	275	11,5	470	75

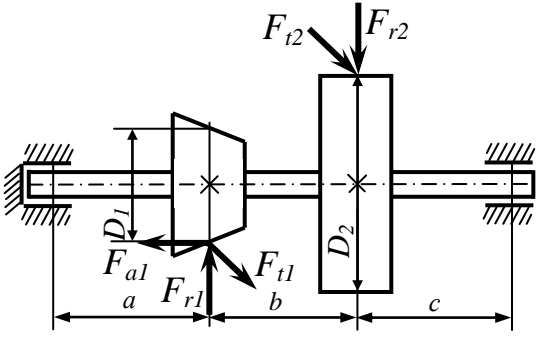
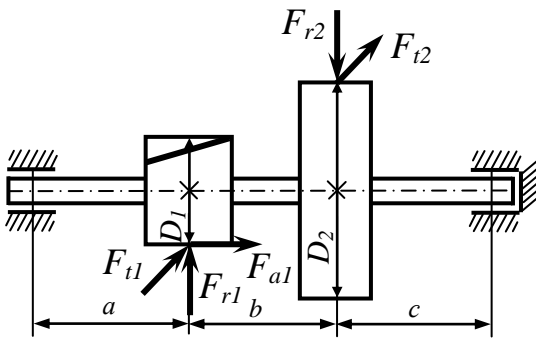
Таблица 3.13 – Схемы нагружения

№	Схема нагружения	№	Схема нагружения
1	2	3	4
1		2	
3		4	
5		6	

Продолжение таблицы 3.13

1	2	3	4
7		8	
9		10	
11		12	

1	2	3	4
13		14	
15		16	
17		18	

1	2	3	4
19		20	

4 Литература, рекомендуемая для выполнения курсовой работы

1 СТО 02069024.101 – 2015. Работы студенческие. Общие требования и правила оформления. – Принят 2015–28–12. – Изд-во ОГУ, 2015. – 85 с.

2 Фролова, О.А. Сопротивление материалов: учебное пособие / О.А. Фролова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 189 с.

3 ГОСТ 8239–89. Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент. – Введ. 1990–01–07. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 4 с.

4 ГОСТ 8240–97. Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент. – Введ. 2002–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 4 с.

5 ГОСТ 6636-69. Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры. – Введ. 1970–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1970. – 2 с.

6 Сопротивление материалов / Г. С. Писаренко [и др.]. – Киев : Вища школа, 1986. – 775 с.

7 Сопротивление материалов: учеб. пособие для втузов / под ред. Н. А. Костенко . – 2-е изд., испр. – М. : Высш. шк., 2004. – 430 с.: ил. –Библиогр.: с. 429–430. – ISBN 5-06-003693-6.

8 Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов: учебник / В.И. Феодосьев. – 14-е изд., испр. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 592 с. – (Механика в техническом университете; т. 2). – Предм. указ.: с. 577–584. – ISBN 978-5-7038-3024-6.

9 Кочетов, В.Т. Сопротивление материалов: учеб. пособие / В.Т. Кочетов, М.В. Кочетов, А.Д. Павленко. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ - Петербург, 2004. – 544 с. : ил. – Прил.: с. 491-526. – Библиогр.: с. 527-528. – Предм. указ.: с. 529-533. – ISBN 5-94157-484-3.

10 Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: пособие по решению задач / И. И. Миролюбов [и др.]. – Электрон. текстовые дан. – СПб.: «Лань», 2009. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/668/>.

11 Сборник задач по сопротивлению материалов: учебное пособие для студентов высших технических учебных заведений / под ред. В. К. Качурина.– 2-е изд., испр., стер. – Москва : Альянс, 2014. – 432 с. : ил. – Прил.: с. 418–429. – ISBN 978-5-903034-39-1.

12 Старовойтов, Э.И. Сопротивление материалов: учебник для вузов / Э.И. Старовойтов. – Москва : Физматлит, 2008. – 384 с. : ил. – (Механика). – Прил.: с. 345-370. – Библиогр.: с. 371. – Имен. указ.: с. 372. – Предм. указ.: с. 373–378. – ISBN 978-5-9221-0883-6.

13 Семенов, В.В. Сопротивление материалов: курсовые и расчетно-проектировочные работы / В.В. Семенов . – М. : АСВ, 2004. – 128 с. – ISBN 5-93093-328-6.

14 Атаров, Н.М. Сопротивление материалов в примерах и задачах [Электронный ресурс] / Атаров Н.М. – ИНФРА-М, 2010.

15 Буланов, Э. А. Решение задач по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] / Буланов Э.А. – БИНОМ. ЛЗ, 2010.

Список использованных источников

1 Фролова, О.А. Сопротивление материалов: учебное пособие / О.А. Фролова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 189 с.

2 СТО 02069024.101 – 2015. Работы студенческие. Общие требования и правила оформления. – Принят 2015–28–12. – Изд-во ОГУ, 2015. – 85 с.

Приложение А
(справочное)

Пример оформления титульного листа

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ОРЕНБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Аэрокосмический институт
Кафедра механики материалов, конструкций и машин

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «Сопротивление материалов»
Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость
стержневых элементов конструкций

Пояснительная записка
ОГУ 15.03.05. 3119. 023 ПЗ

Руководитель
канд. техн. наук, доцент

_____ О.А. Фролова
подпись
«__» _____ 20 г.

Студент группы _____

_____ И.О. Фамилия
подпись
«__» _____ 20 г.

Оренбург 20

Приложение Б (обязательное)

Бланк «Задание на выполнение курсовой работы»

Утверждаю
заведующий кафедрой механики
материалов, конструкций и машин

_____ И.О. Фамилия
«__» _____ 20 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение курсовой работы

студенту _____
ФИО

по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
по дисциплине «Сопrotивление материалов»

1 Тема работы: «Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержневых элементов конструкций».

2 Срок сдачи работы: «__» _____ 20 г.

3 Цель работы: приобретение практических навыков расчета стержневых элементов конструкций в условиях простого и сложного сопротивления.

Задачи: выполнение расчетов на прочность, жесткость и устойчивость стержневых конструкций с элементами проектирования; приобретение навыков в работе с технической литературой, справочниками и стандартами.

4 Исходные данные к работе: расчетные схемы нагружения стержневых элементов конструкций; числовые параметры нагружения; учебная и справочная литература.

5 Перечень вопросов, подлежащих разработке:

– расчеты на прочность и жесткость стержней при центральном растяжении-сжатии, кручении и прямом поперечном изгибе;

– проверочный расчет стержня на устойчивость;

– проектировочный расчет валов ременной и зубчатой передач по условиям статической, усталостной прочности и жесткости.

Дата выдачи и получения задания

Руководитель « » _____ 20 г. _____ О.А. Фролова
подпись

Студент « » _____ 20 г. _____ И.О. Фамилия
подпись

Приложение В (обязательное)

Пример оформления структурного элемента «Содержание»

Содержание

Введение.....	...
1 Задание 1 – Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при центральном растяжении и сжатии.....	...
2 Задание 2 – Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при кручении.....	...
3 Задание 3 – Проектировочный расчет вала фрикционной передачи из условия прочности и жесткости.....	...
4 Задание 4 – Расчет на прочность и жесткость балки при изгибе.....	...
5 Задание 5 – Проверочный расчет на устойчивость продольно-сжатого стержня.....	...
6 Задание 6 – Проектировочный расчет трансмиссионного вала ременной передачи из условия статической прочности.....	...
7 Задание 7 – Расчет промежуточного вала зубчатой передачи из условий статической, усталостной прочности и жесткости.....	...
Список использованных источников.....	...

Лист