

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Филиал УГНТУ в г.Стерлитамаке

Кафедра оборудования нефтехимических заводов

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ
ПО ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКЕ**

Уфа
Издательство УГНТУ
2015

В методическом пособии представлены задания по первой части курса прикладной механики на темы: «Статика твердого тела», «Центральное растяжение (сжатие)», «Кручение», «Изгиб», «Совместное действие изгиба и кручения». Всего в пособии пять заданий, каждое из которых содержит 100 или 250 вариантов.

Сборник расчетно-графических заданий предназначен для студентов специальностей 15.03.04; 18.03.01; 27.03.04 дневной и заочной форм обучения.

Составители: Шулаева Т.В., доц., канд. техн. наук
Валитова Э.Г., ст. преподаватель

Рецензенты: Иванов С.П., проф., д-р. техн. наук
Бахонин А.В., доц., канд. техн. наук

1 УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Расчетно-графические работы являются одной из форм промежуточного контроля знаний студентов. Выполнение расчетно-графических работ должно способствовать более глубокому и сознательному усвоению курса прикладной механики.

В сборнике представлены варианты заданий по наиболее важным разделам первой части курса.

Задание задается шифром, представляющим собой трехзначный номер. Первая цифра означает номер варианта, две последние цифры - номер схемы. Например, полученный студентом шифр 206 означает, что во всех заданиях должна быть взята расчетная схема 6, а цифровые данные - из второй строки соответствующей таблицы.

Если в таблице величина одной из заданных нагрузок равна нулю, то при решении эта нагрузка не принимается в расчет, несмотря на наличие её в схеме.

При отсутствии на схеме одной из заданных нагрузок её следует полагать при расчете равной нулю, если даже в таблице даётся её значение.

При решении задачи необходимо полностью записывать условие задачи со всеми данными. Чертежи и эскизы должны выполняться с помощью линейки и циркуля с указанием всех размеров, используемых в расчете. Все расчеты производить в системе СИ.

Все расчетные задания выполняются на листах формата А4, отвечая всем требованиям ГОСТ 2.Ю5-95. Страницы нумеруются и брошюруются в общую обложку с титульным листом.

2 ЗАДАНИЕ № 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПОРНЫХ РЕАКЦИЙ

Задание состоит из двух задач

Методические рекомендации к решению задач

Приступая к решению задач необходимо рассмотреть следующие вопросы из теоретического материала данной темы:

- 1) основные понятия и аксиомы статики;
- 2) проекция силы на ось и плоскость;
- 3) момент силы относительно точки и относительно оси;
- 4) пара сил, момент пары сил, теорема о парах сил;
- 5) особенности нахождения момента силы относительно точки и момента пары в случае плоской системы сил;
- 6) различные случаи проведения плоской системы сил к простейшему виду;
- 7) теорема Вариньона для плоской системы сил;
- 8) условия равновесия плоской системы сил;
- 9) равновесие системы соединенных тел.

Вопросы для самопроверки

- 1 Как определить знак проекции силы на ось?
- 2 Связь между моментом силы относительно точки и оси.
- 3 В каких случаях сила не создает момента относительно точки оси?
- 4 Как сложить пары силы, расположенные на плоскости?
- 5 Как можно перенести силу в точку, не лежащую на линии ее действия?
- 6 Какие реакции называются внутренними?
- 7 Какие задачи называются статически определимыми?

Задачи на равновесие твердого тела или системы твердых тел, к которым приложена плоская система сил, рекомендуется решать в следующем порядке:

- 1) выделить твердое тело или систему твердых тел, равновесие которых необходимо рассмотреть для отыскания неизвестных величин;
- 2) выявить и изобразить на рисунке все активные силы, действующие на выделенный объект равновесия;
- 3) выбрать систему координат;

- 4) выявить наложенные на объект связи;
- 5) освободить объект равновесия от связей, для чего, применив принцип освобождаемости, приложить к нему соответствующие реакции связей;
- 6) установить, какая система сил действует на твердое тело или систему тел;
- 7) составить уравнения равновесия твердого тела или системы тел;
- 8) убедиться в том, что задача статически определимая;
- 9) решить систему полученных уравнений и определить неизвестные величины;
- 10) провести анализ полученных результатов.

Задача №1

Жесткая рама, расположенная в вертикальной плоскости, закреплена в точке А шарнирно, а в точке В прикреплена или к невесомому стержню с шарнирами на концах, или к шарнирной опоре на катках. В точке С к раме привязан трос, перекинутый через блок и несущий на конце груз весом $F=25$ кН. На раму

действует пара сил с моментом $M=100$ кН·м и две силы, значения, направления точки приложения которых указаны в таблице 1 (например, в условиях №1 на раму действуют сила F_2 под углом 15° к горизонтальной оси, приложенная в точке D, и сила F_3 под углом 60° к горизонтальной оси, приложения в точке E и т.д.).

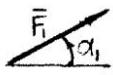

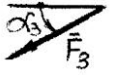
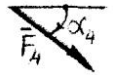
Определить реакции связей в точках А и В, вызываемые действующими нагрузками. Принять $a=0,5$ м.

Задача 1 – на равновесие тела под действием произвольной плоской системы сил. При ее решении учесть, что натяжения обеих ветвей нити, перекинутой через блок, когда трением пренебрегают, будут одинаковыми. Уравнение моментов будет более простым (содержать меньше неизвестных), если брать моменты относительно точки, где пересекаются линии действия двух реакций связей. При вычислении момента силы F часто удобно разложить ее на составляющие F_x и F_y , для которых плечи легко определяются, и воспользоваться теоремой Вариньона.

План решения задачи

- 1 Вычертить схему нагружения рамки.
 - 2 Провести координатные оси.
 - 3 Показать на схеме реакции связей.
 - 4 Разложить силы F на горизонтальную и вертикальную составляющие.
 - 5 Составить уравнения равновесия (на раму действует плоская система сил). Из уравнения равновесия определить опорные реакции.
- Таблица 1.1. Рисунок 1.1.

Таблица 1.1 -Числовые данные

Номер варианта	Силы							
	$F_1=10\text{кН}$		$F_2=20\text{кН}$		$F_3=30\text{кН}$		$F_4=40\text{кН}$	
								
Точка приложения	$\alpha_1, \text{град}$	Точка приложения	$\alpha_2, \text{град}$	Точка приложения	$\alpha_3, \text{град}$	Точка приложения	$\alpha_4, \text{град}$	
1	Н	30	—	—	—	—	К	60
2	—	—	Д	15	Е	60	—	—
3	К	75	—	—	—	—	Е	30
4	—	—	К	60	Н	30	—	—
5	Д	30	—	—	—	—	Е	60
6	—	—	Н	30	—	—	Д	75
7	Е	60	—	—	К	15	—	—
8	—	—	Д	60	—	—	Н	15
9	Н	60	—	—	Д	30	—	—
10	—	—	Е	75	К	30	—	—

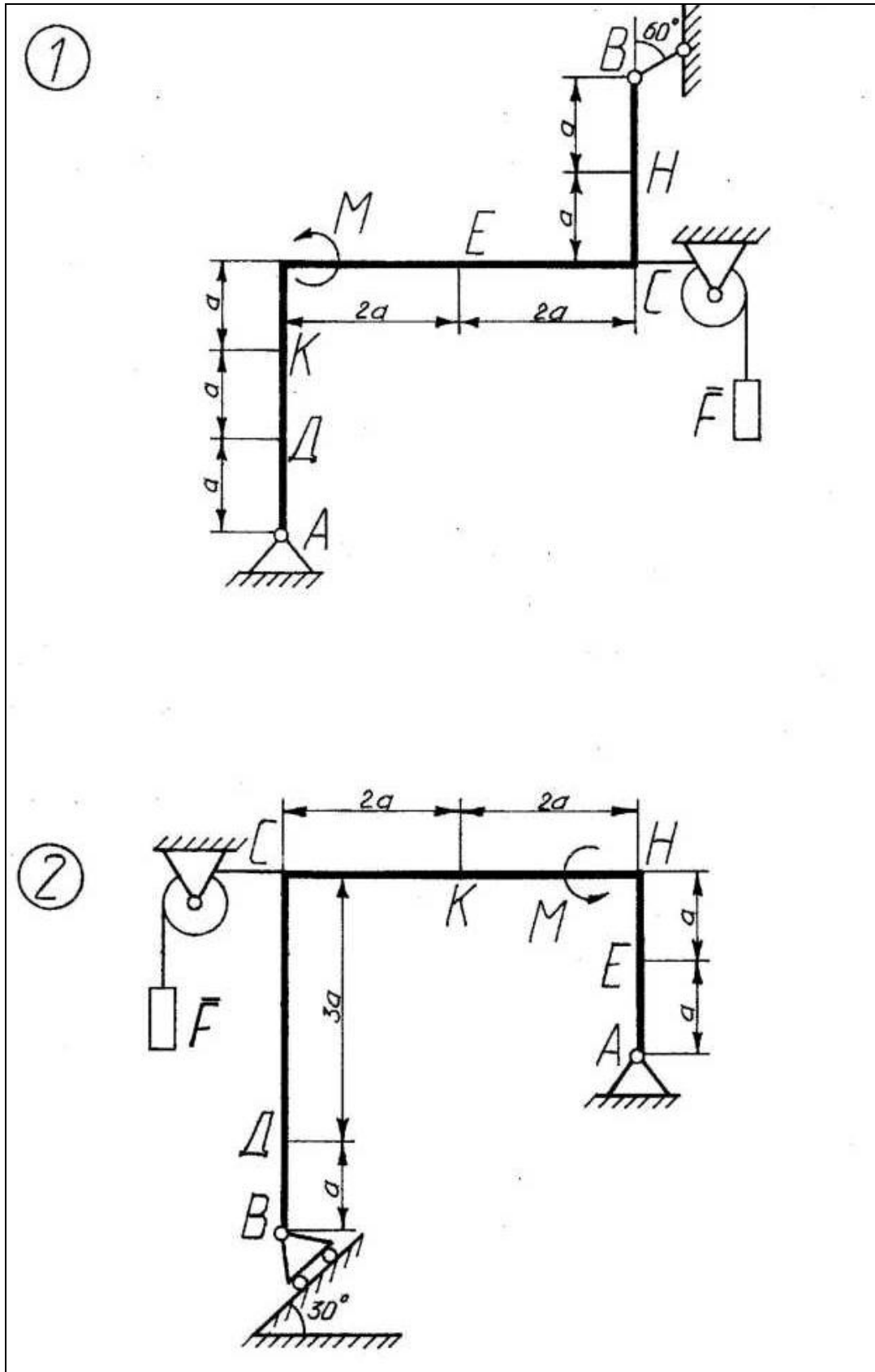


Рисунок 1.1 – Схемы нагружения рам

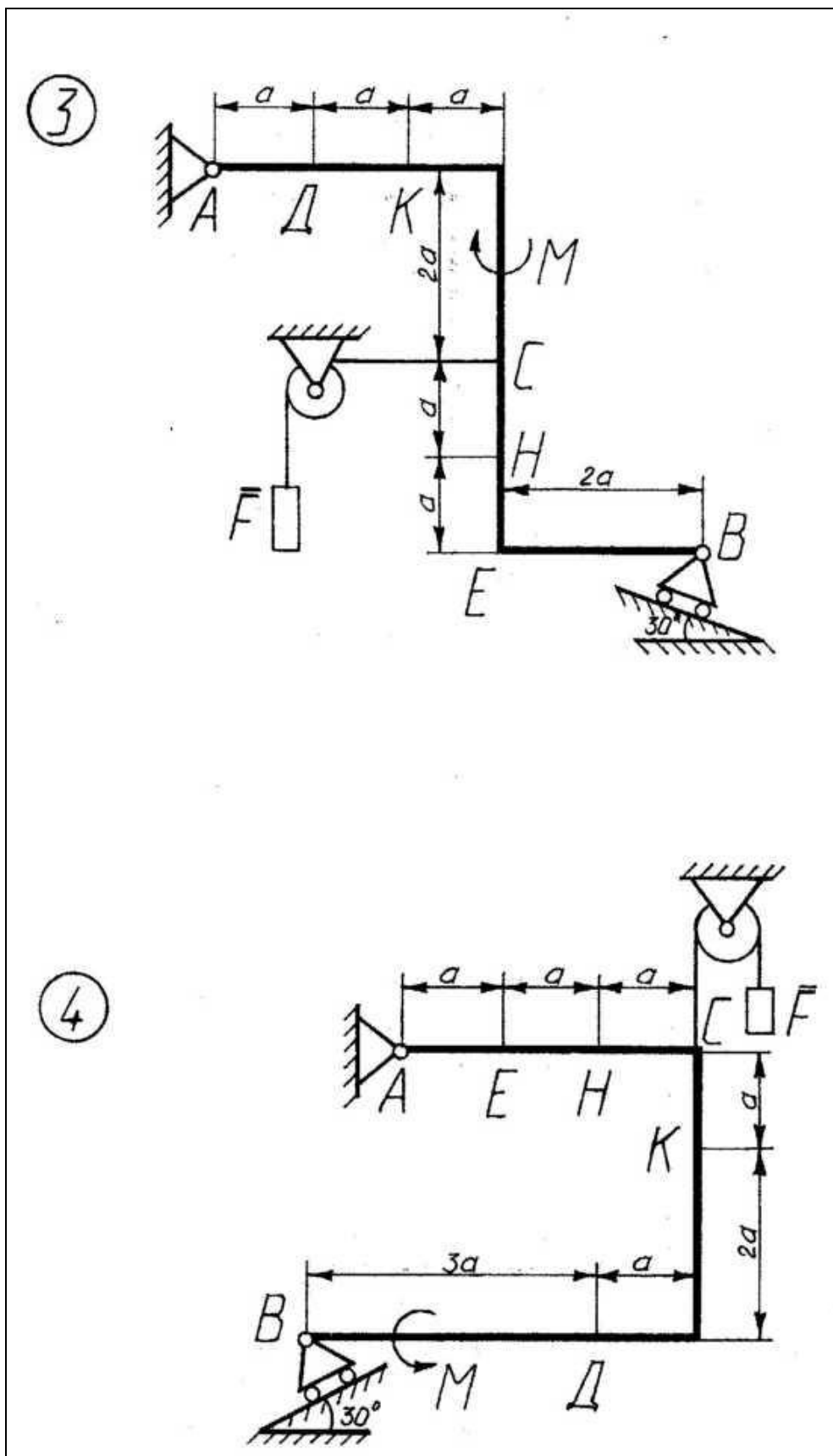
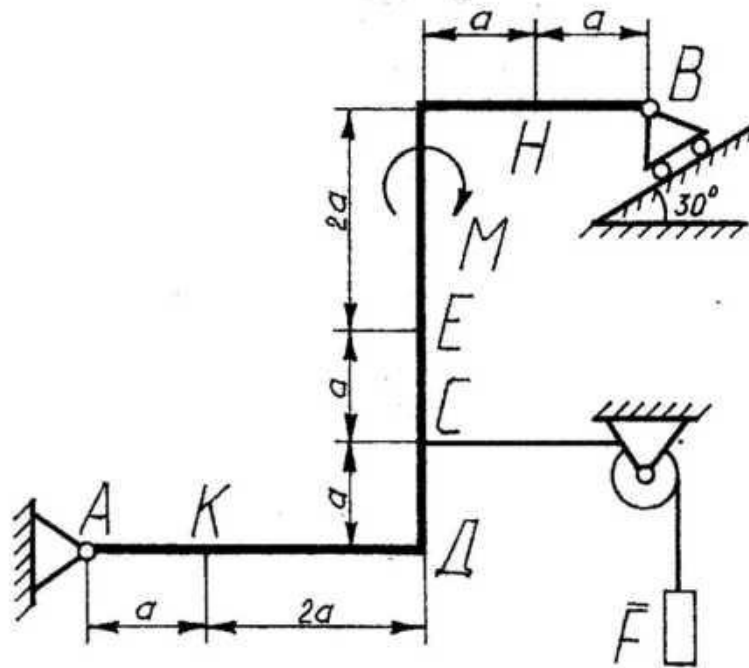


Рисунок 1.1 – Продолжение

5



6

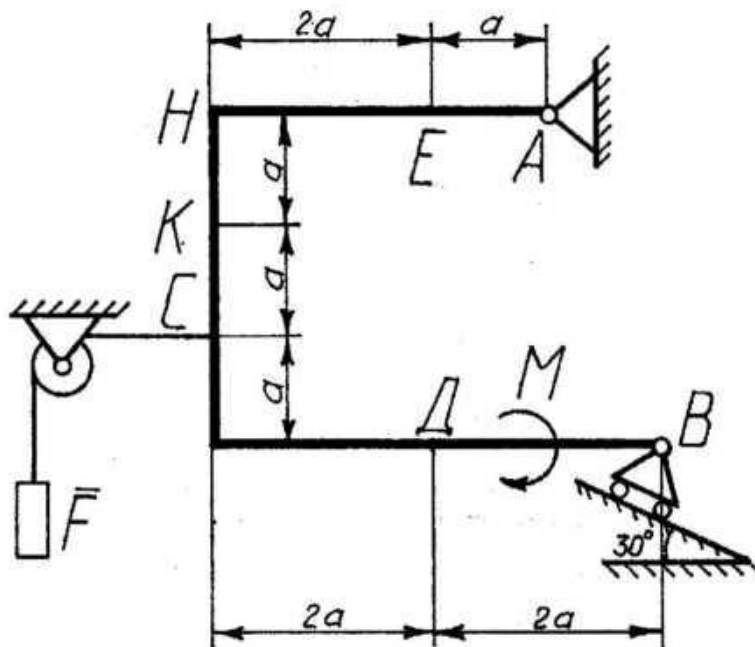
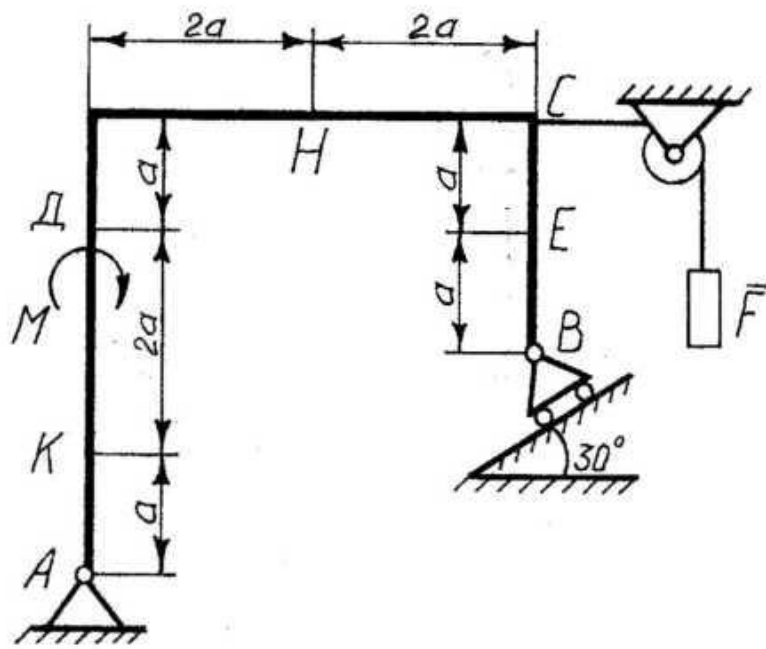


Рисунок 1.1 – Продолжение

7



8

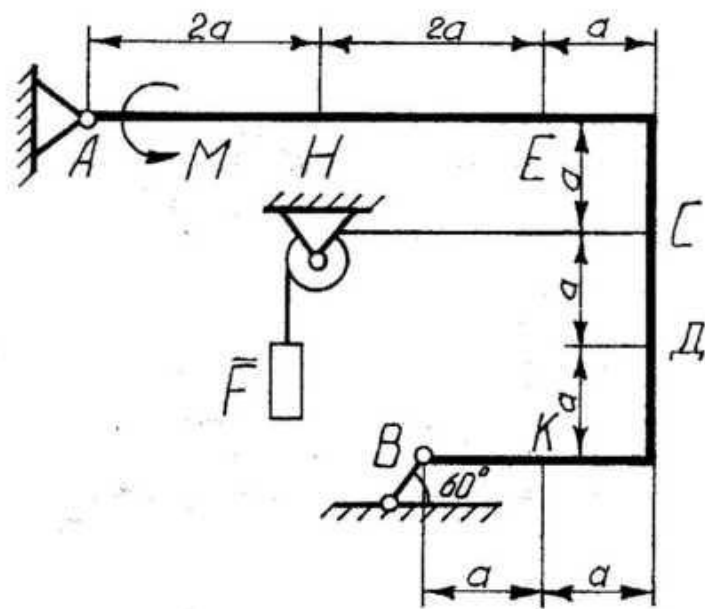
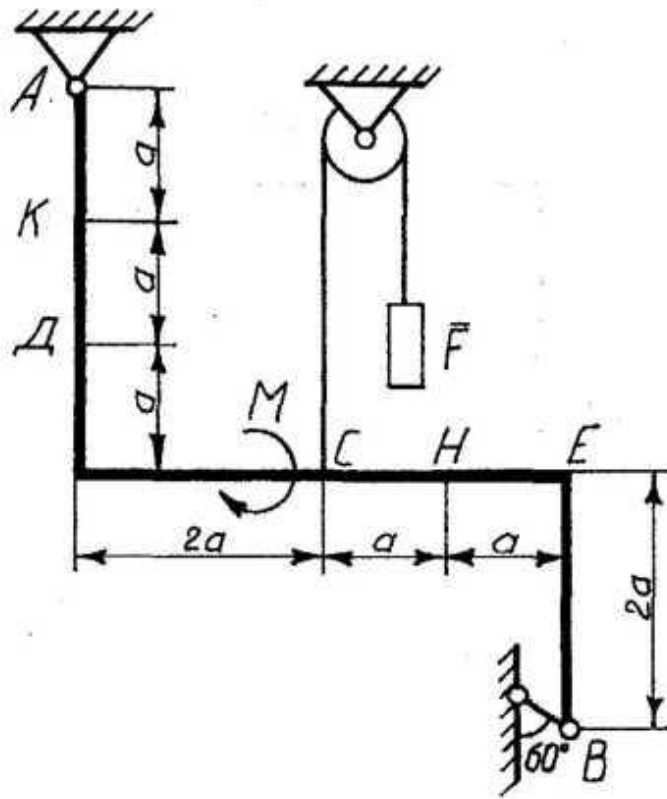


Рисунок 1.1 – Продолжение

9



10

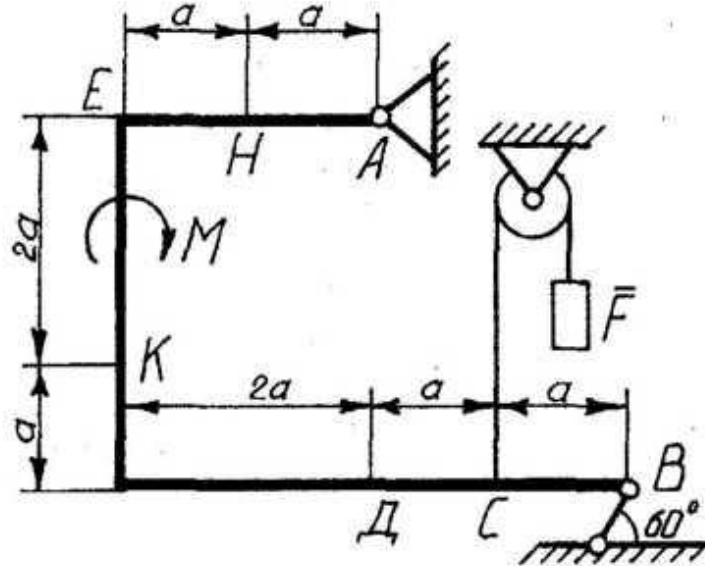


Рисунок 1.1 – Окончание

Задача № 2

Задача 2 - на равновесие тела под действием произвольной плоской системы сил. При ее решении следует учесть, что распределенная нагрузка, действующая на балку, должна быть заменена соответствующей ей сосредоточенной силой.

План решения задачи

- 1 Вычертить схему нагружения балки.
- 2 Определить реакции опор. Таблица 1.2 Рисунок 1.2

Таблица 1.2 - Числовые данные

Номера вариантов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
q, кН/м	10	12	16	20	18	26	24	22	28	14
a, м	2	2	1	2	0	0	2	1	1.5	2
b, м	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2
c, м	0	0	2	0	2	0	2	1	1.5	2
Номера вариантов	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
q, кН/м	14	18	26	22	20	10	12	28	24	16
a, м	0	1	2	2	0	2	1	2	0	1
b, м	2	2	1	2	1.5	2	2	1*	2	2
c, м	2	0	2	1	2	0	1	2	1	2
Номера вариантов	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
q, кН/м	8	10	12	14	16	18	20	24	22	26
a, м	2	2	2	2	0	1	2	1	1.5	2
b, м	2	1.5	2	2	2	2	2	1	2	2
c, м	1	0	1	0	1	0	1	2	1.5	1

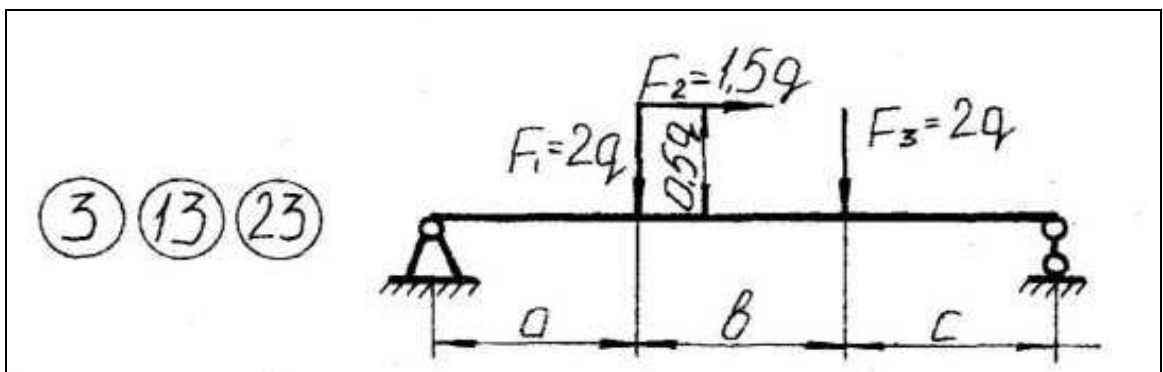
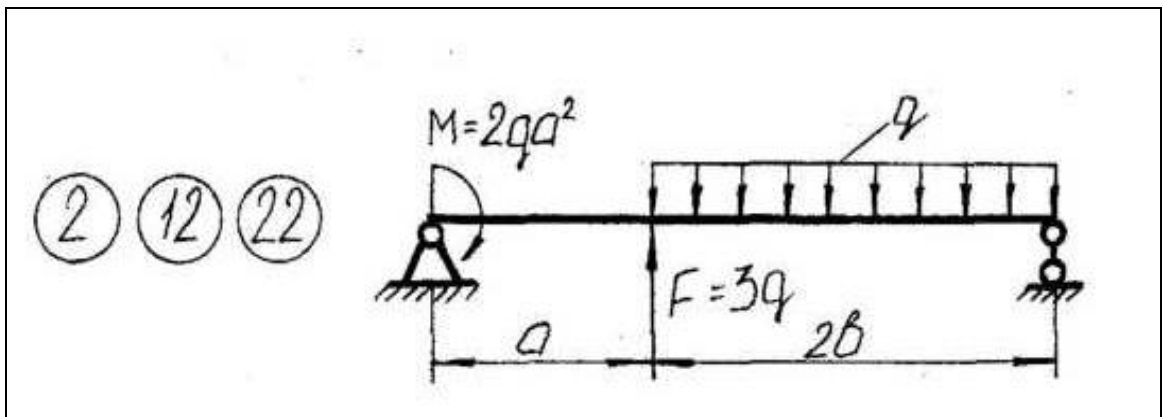
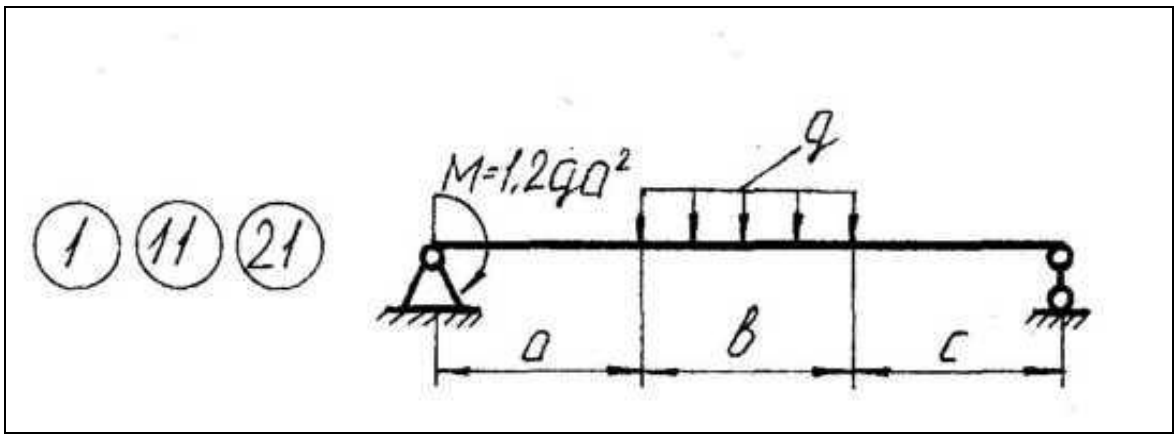


Рисунок 1.2 – Схемы нагружения балок

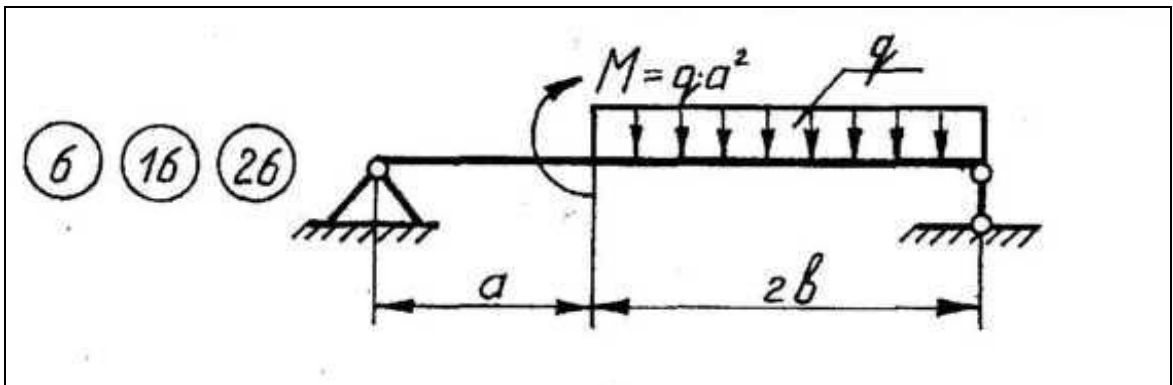
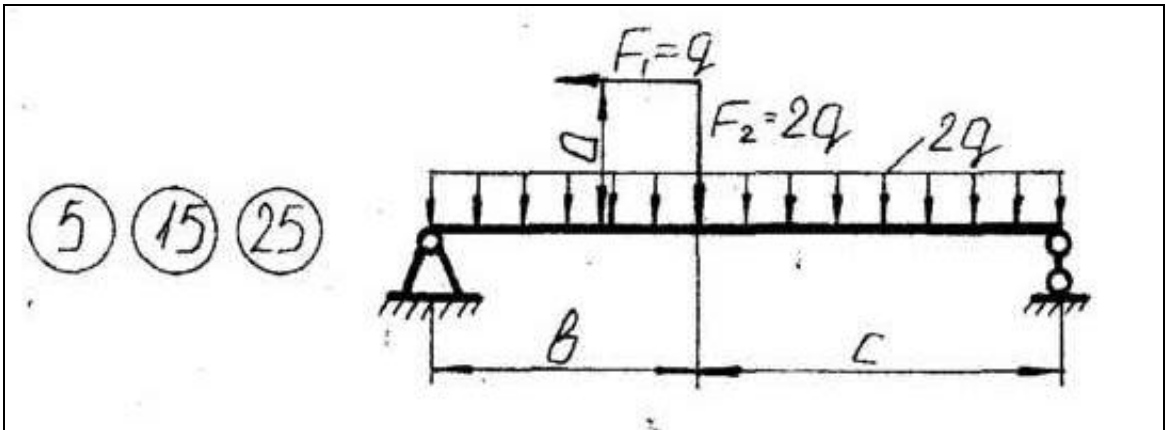
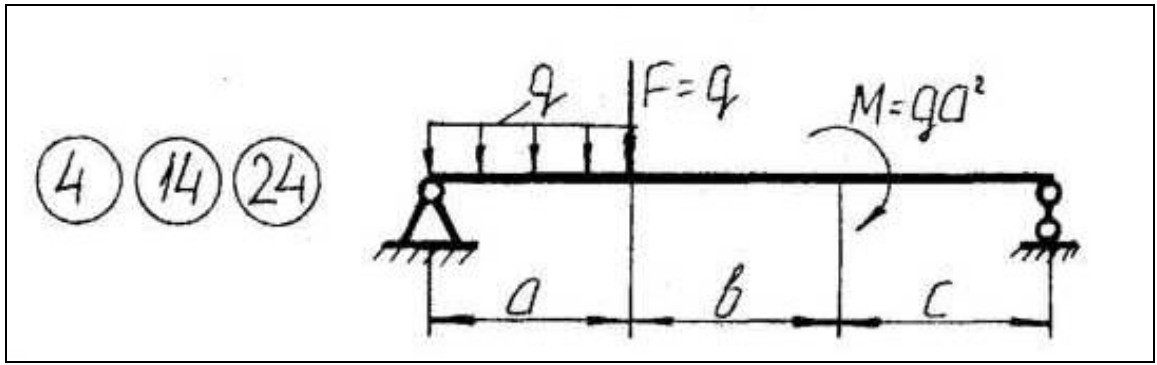


Рисунок 1.2 – Продолжение

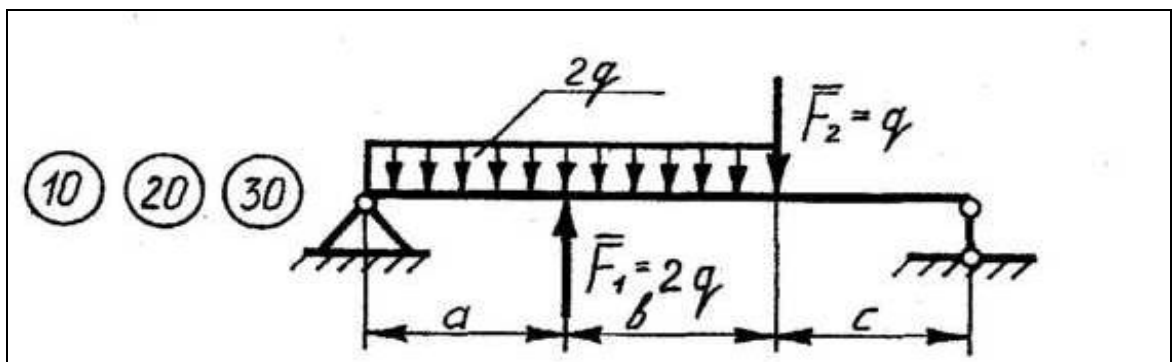
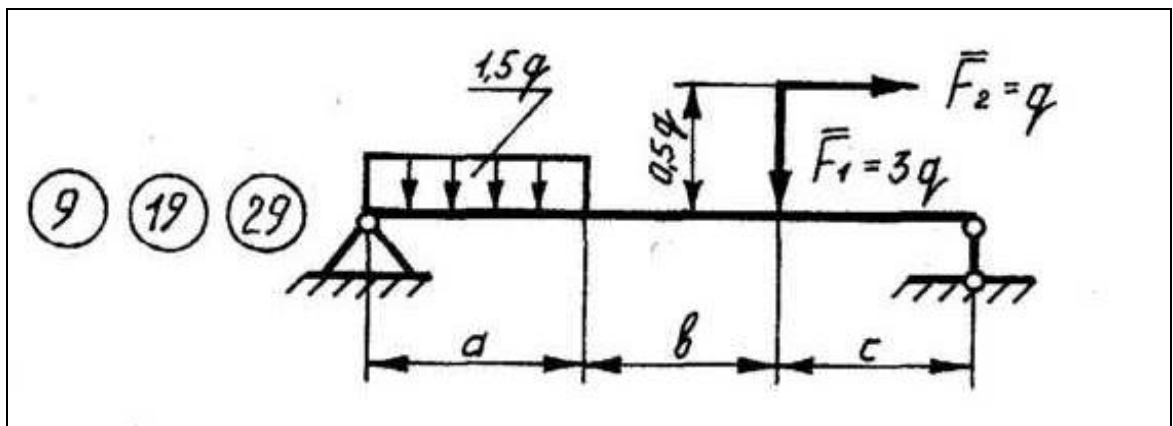
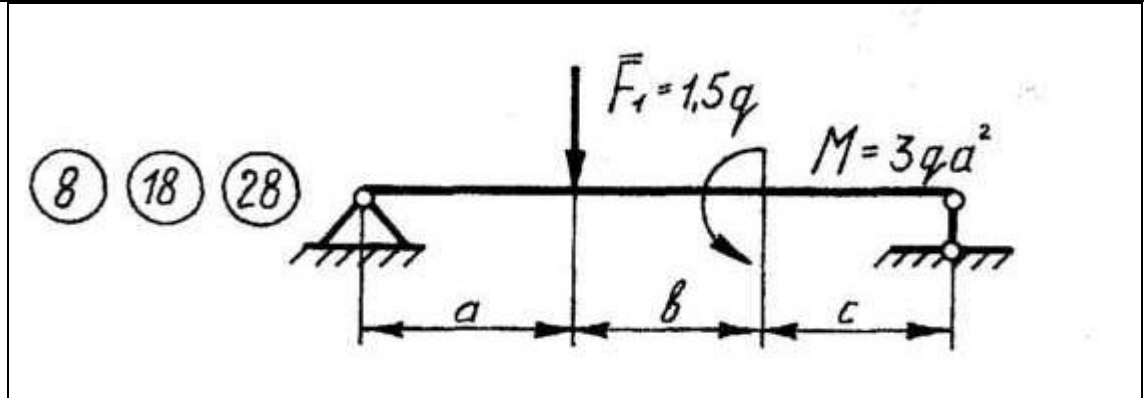
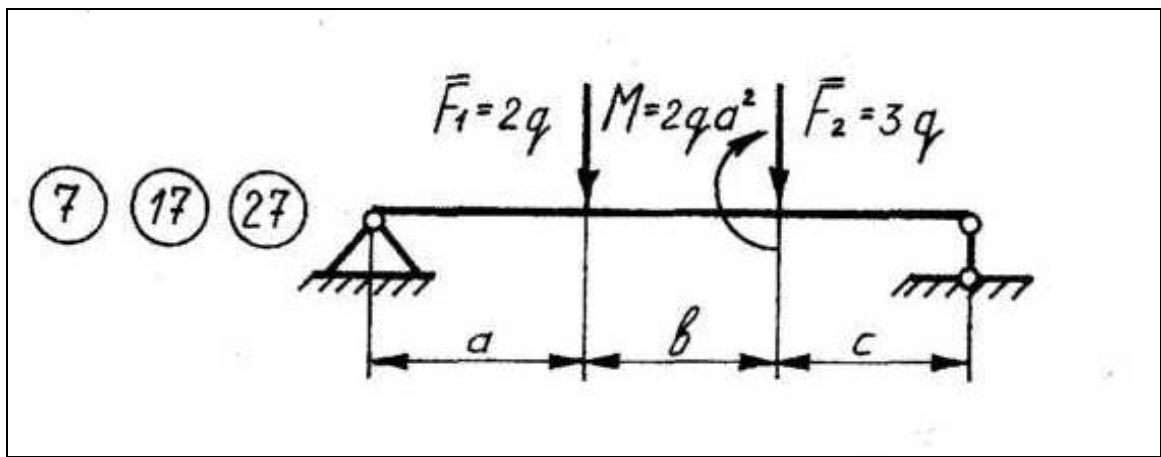


Рисунок 1.2 – Окончание

ЗАДАНИЕ № 2

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ СТУПЕНЧАТОГО БРУСА КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ НА ОСЕВОЕ РАСТЯЖЕНИЕ - СЖАТИЕ

Методические рекомендации к решению задач

Приступая к решению задач необходимо рассмотреть следующие вопросы из теоретического материала данной темы:

- 1) основные понятия - деформации, напряжения, внешние и внутренние силы;
- 2) метод сечений;
- 3) продольная сила и напряжение в поперечных сечениях бруса;
- 4) допускаемые напряжения;
- 5) расчеты на прочность.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие деформации называются упругими?
- 2 Какие деформации называются остаточными (пластическими)?
- 3 Что называется напряжением в точке в данном сечении?
- 4 Какое напряжение называется нормальным?
- 5 Какое напряжение называется касательным?
- 6 В чем заключается сущность метода сечений?
- 7 Что называется коэффициентом запаса прочности?
- 8 Как формулируется условие прочности?

Задачи на осевое растяжение – сжатие рекомендуется решать в следующем порядке:

- 1 Разбить брус на участки, начиная от свободного конца. Границами участков являются сечения, в которых приложены внешние силы, и места изменения размеров поперечного сечения.
- 2 Определить по методу сечений продольную силу для каждого участка (ординаты эпюры N), построить эпюру продольных сил N . Проведя параллельно оси бруса базовую (нулевую) линию эпюры, отложить перпендикулярно ей в произвольном масштабе получаемые значения ординат. Через концы ординат провести линии, проставить знаки и заштриховать эпюру линиями, параллельными ординатам.
- 3 Для построения эпюры нормальных напряжений определяем напряжения в поперечных сечениях каждого из участков. В пределах каждого участка напряжения постоянны, т.е. эпюра на данном участке изображается прямой, параллельной оси бруса.
- 4 Перемещение свободного конца бруса определяем как сумму удлинений (укорочений) участков бруса, вычисленных по формуле Гука.

План решения задачи

- 1 Вычертить схему нагружения бруса.
- 2 Построить эпюру продольных сил.
- 3 Определить из условия прочности диаметры на всех участках бруса. Округлить полученные значения до стандартных размеров по ГОСТ 6636- 69. Дать эскиз ступенчатого бруса с указанием диаметров на каждом участке (материал бруса-Ст.3).
- 4 Построить эпюру напряжений.
- 5 Определить абсолютную деформаций по его длине (длина бруса $l=2\text{м.}$). Таблица 2.1 Рисунок 2.2

Таблица 2.1- Числовые данные

Номер варианта	Силы, кН			Размеры, м		Отношение диаметров
	F ₁	F ₂	F ₃	a	b	
1	5,0	30,0	50,0	0,2	0,5	0,3
2	10,0	40,0	20,0	0,4	0,6	0,4
3	20,0	10,0	60,0	0,6	1,0	0,7
4	15,0	20,0	40,0	0,3	1,2	0,8
5	30,0	25,0	20,0	0,35	1,5	0,9
6	25,0	50,0	30,0	0,5	1,0	0,5
7	40,0	45,0	50,0	0,4	0,8	0,6
8	20,0	30,0	50,0	0,25	1,0	0,7
9	50,0	30,0	40,0	0,6	1,4	0,4
10	60,0	20,0	50,0	0,8	1,6	0,8

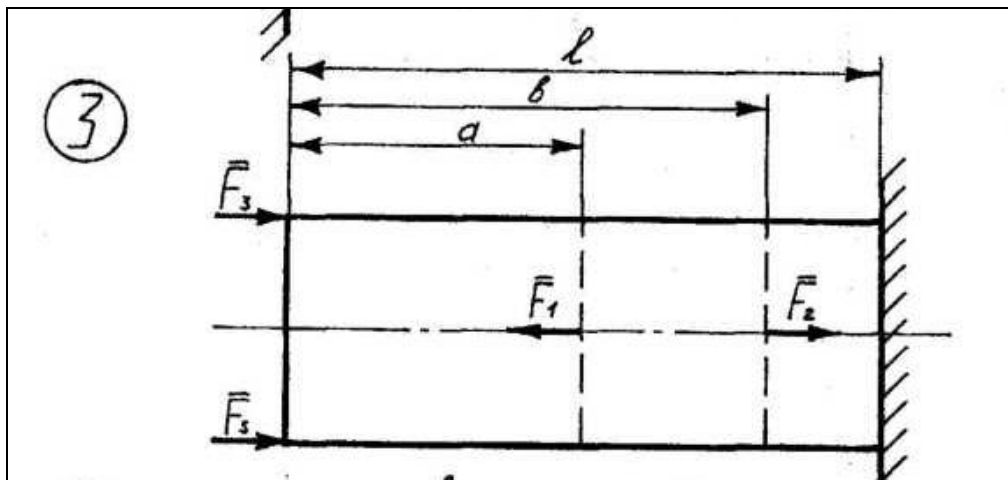
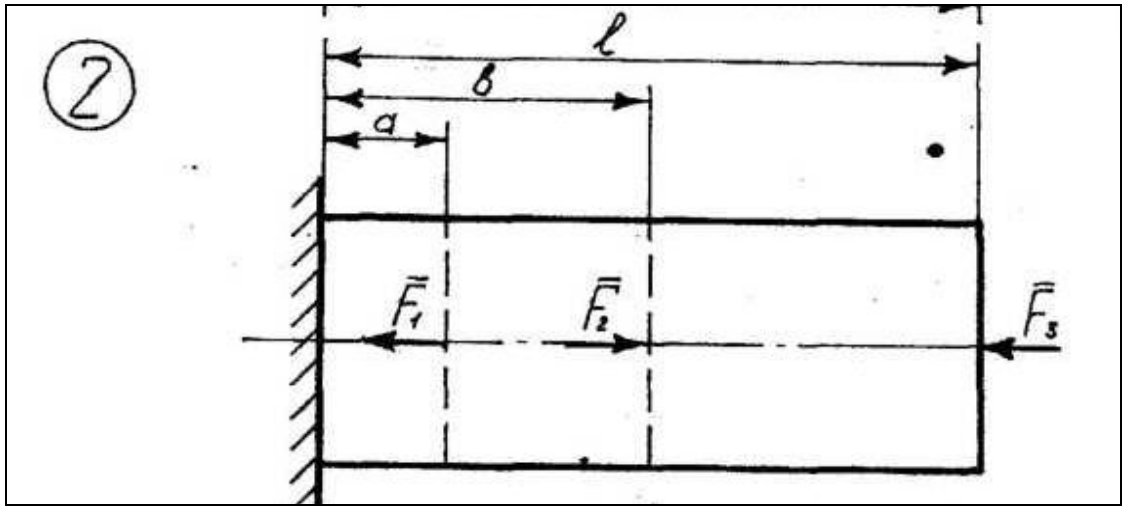
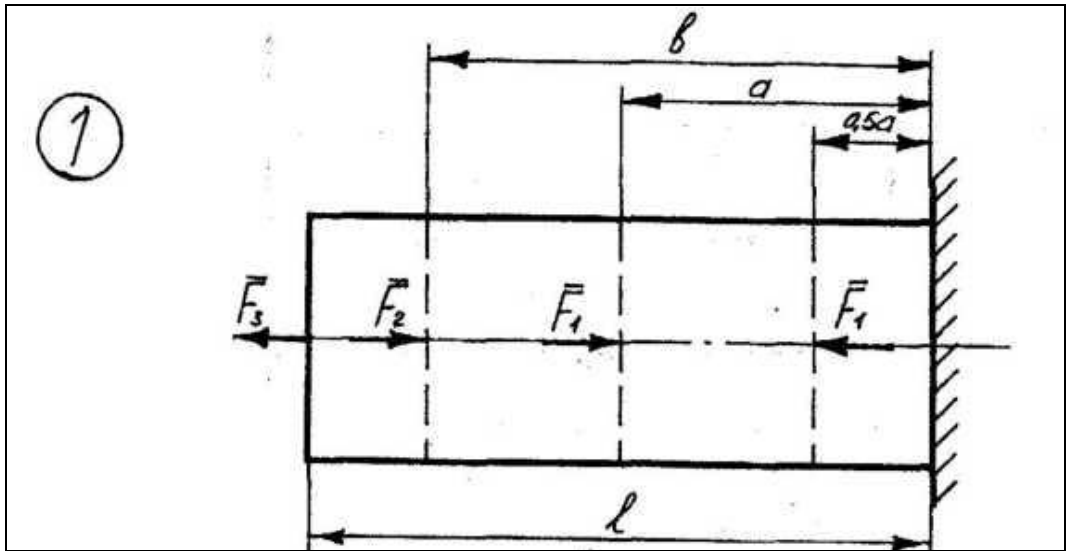


Рисунок 2.1 – Схемы нагружения стержней

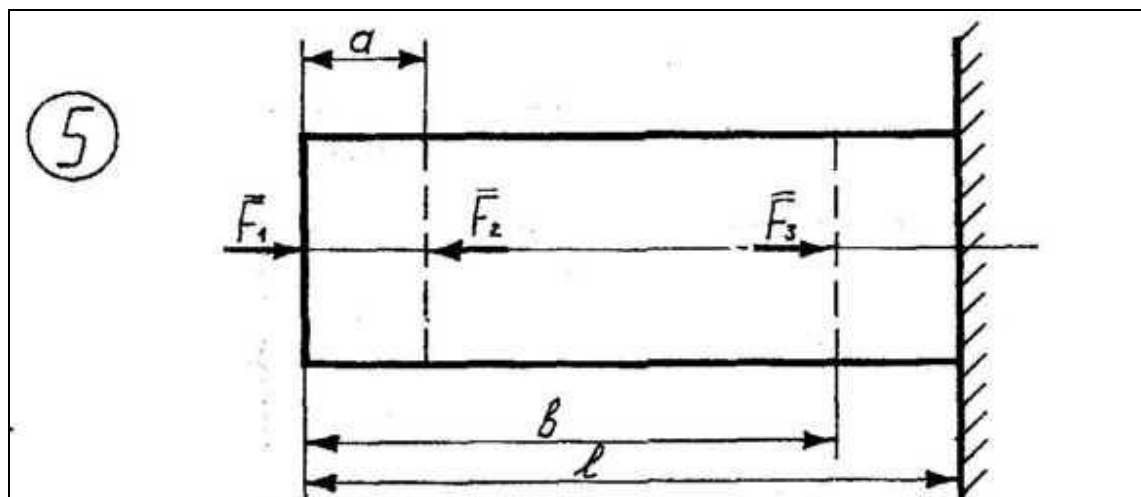
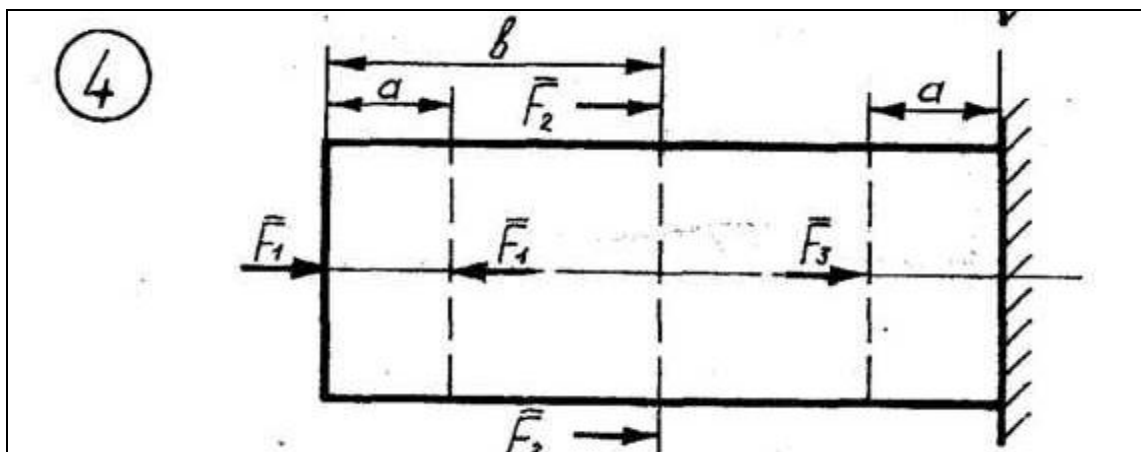


Рисунок 2.1 – Продолжение

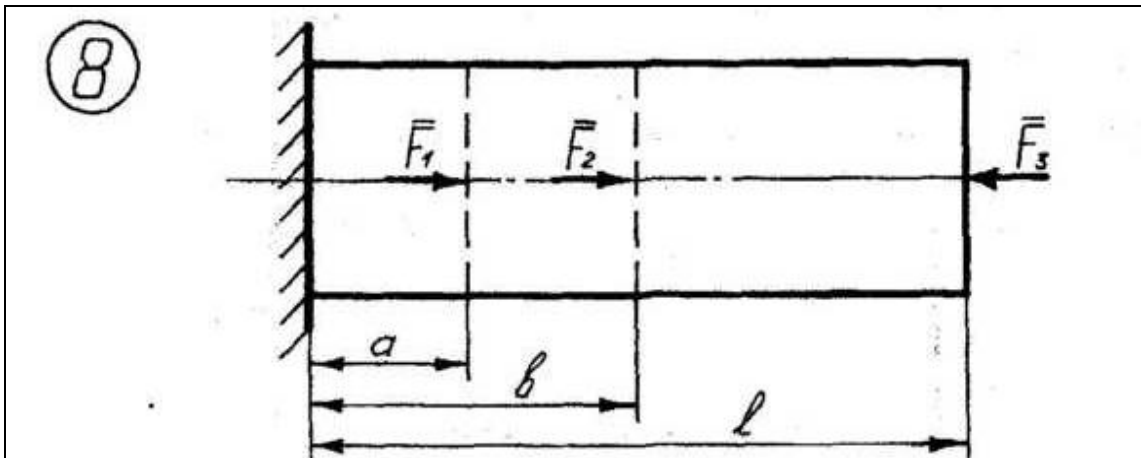
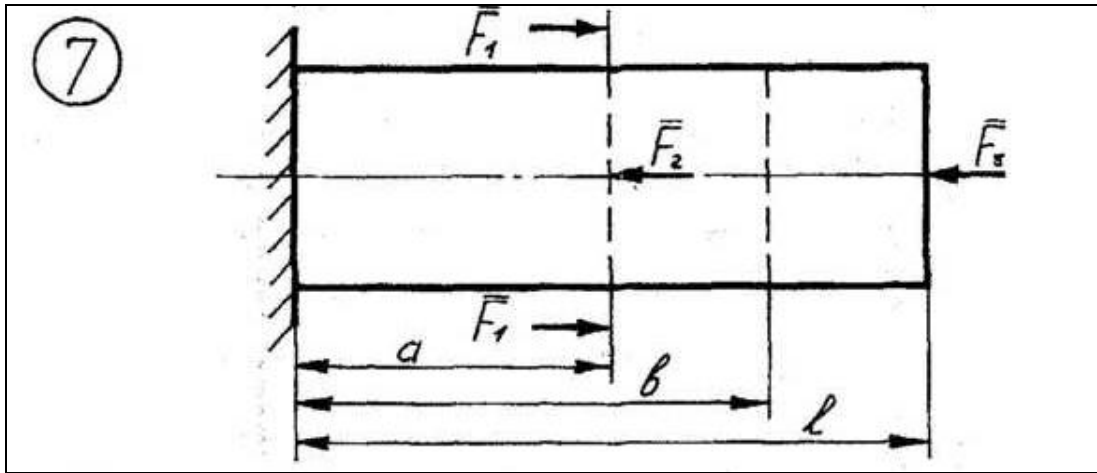
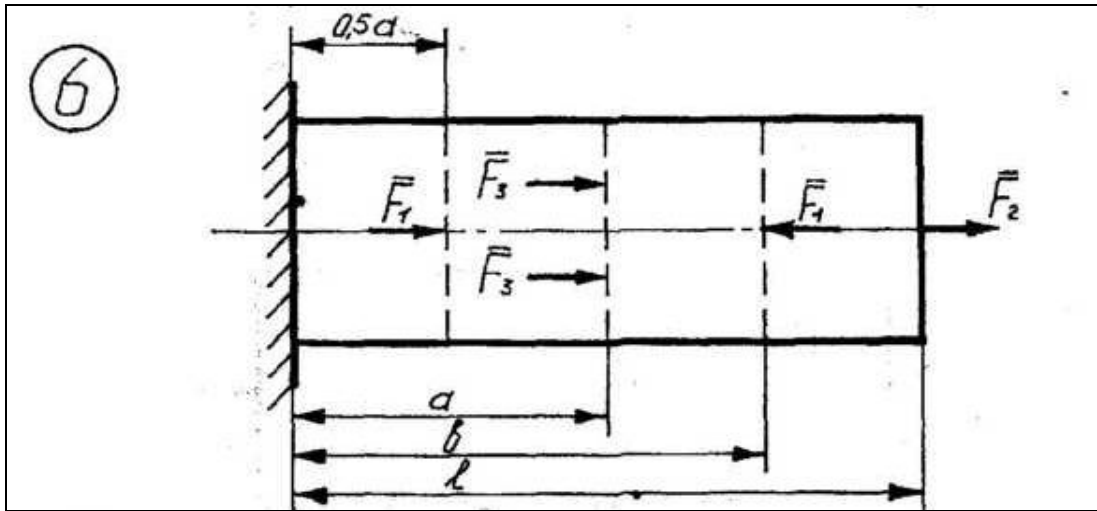


Рисунок 2.1 – Продолжение

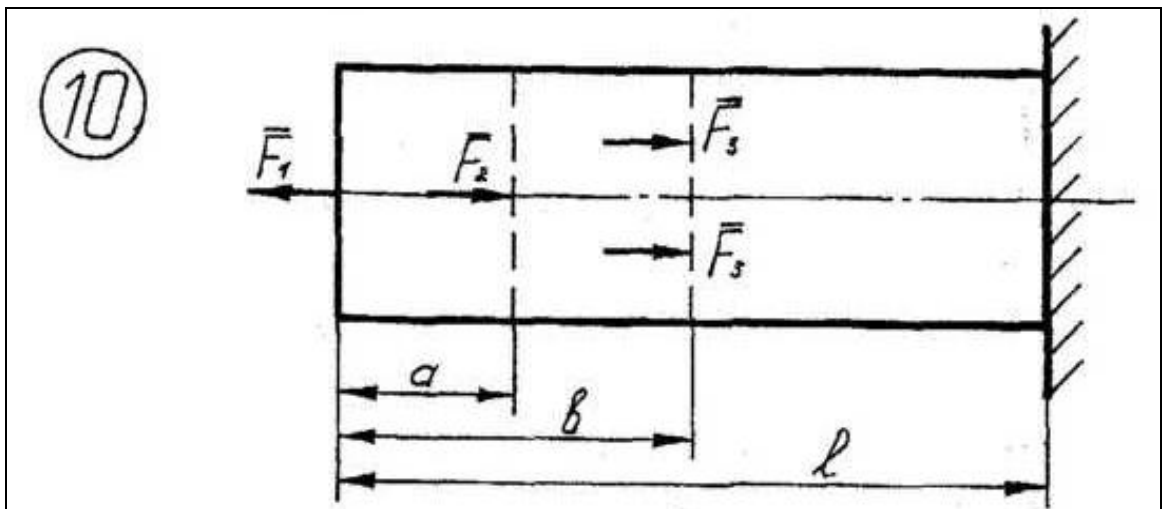
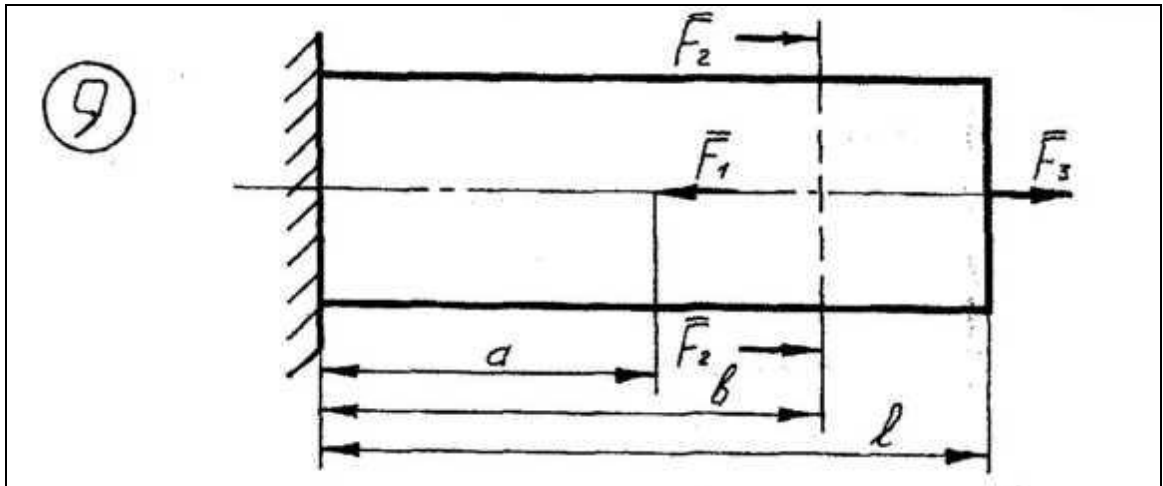


Рисунок 2.1 – Продолжение

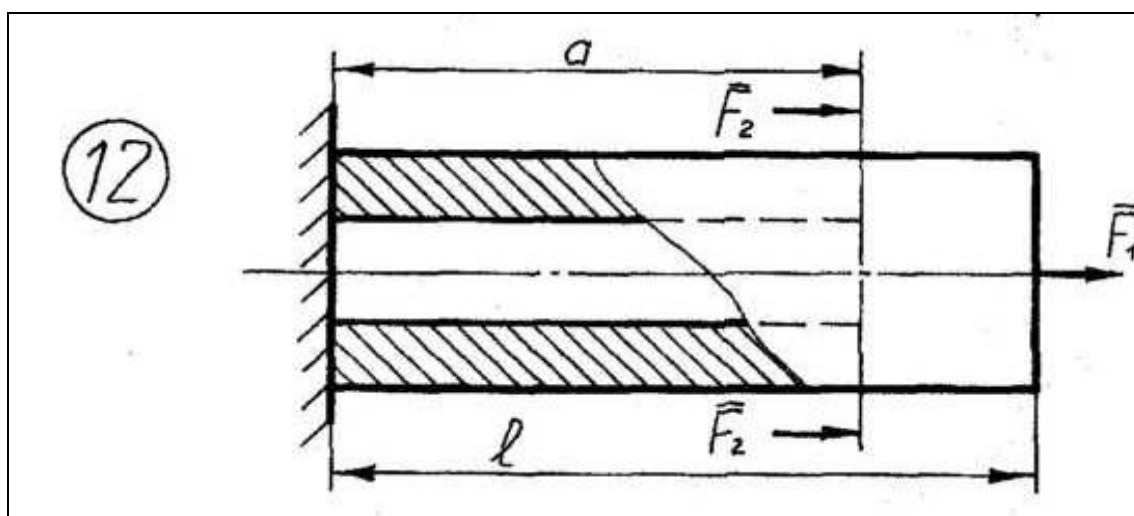
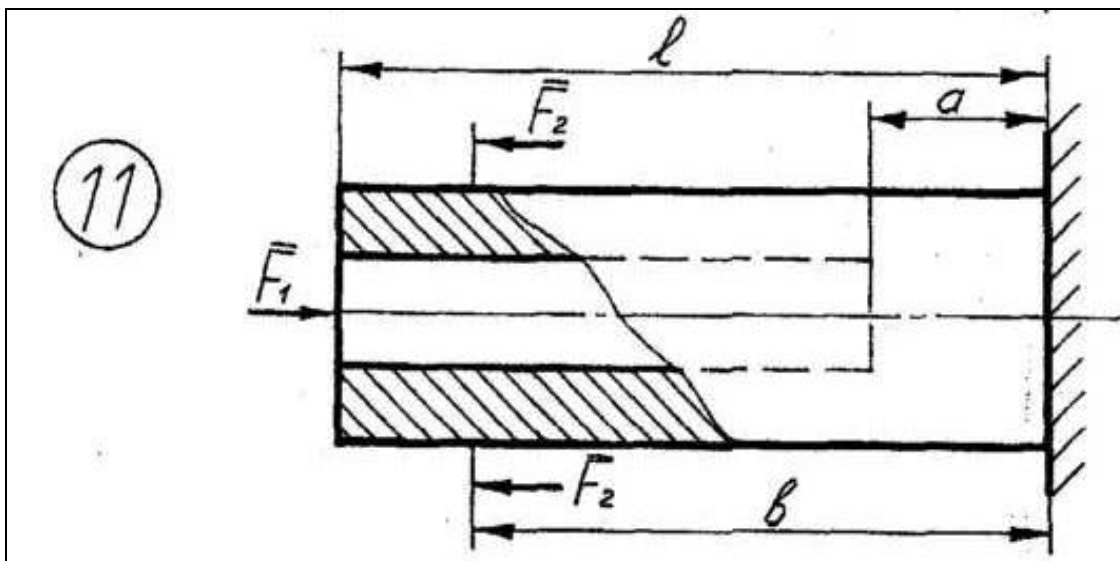


Рисунок 2.1 – Продолжение

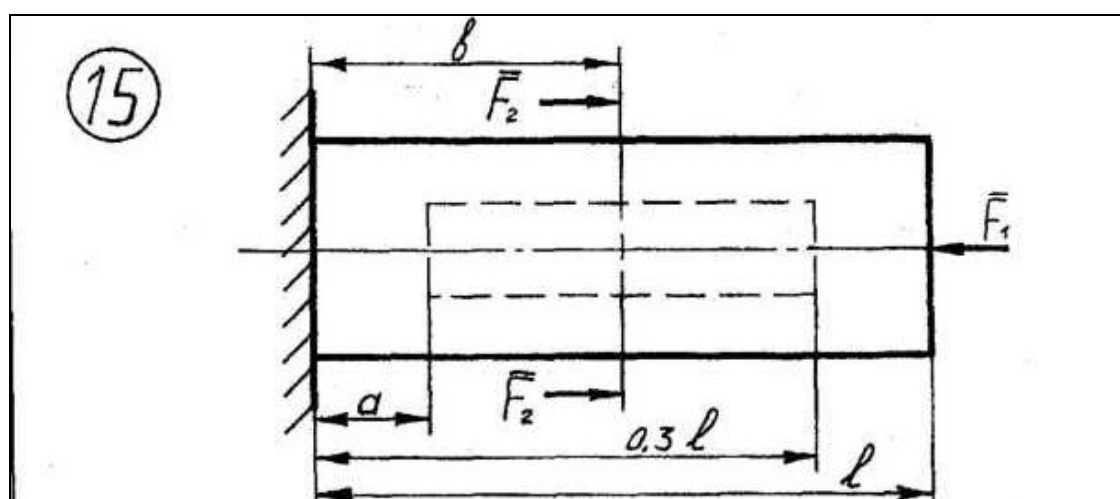
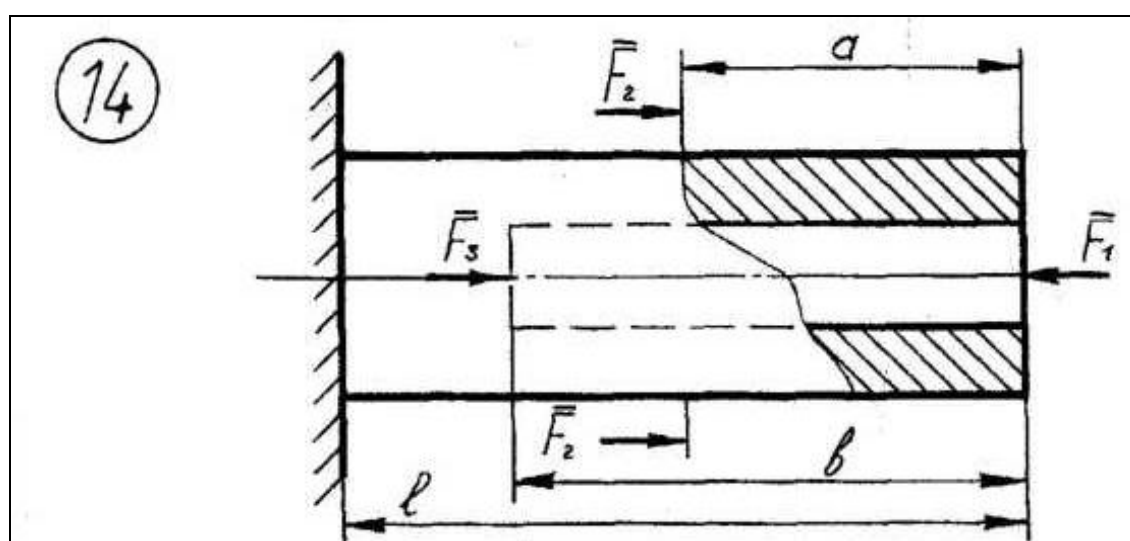
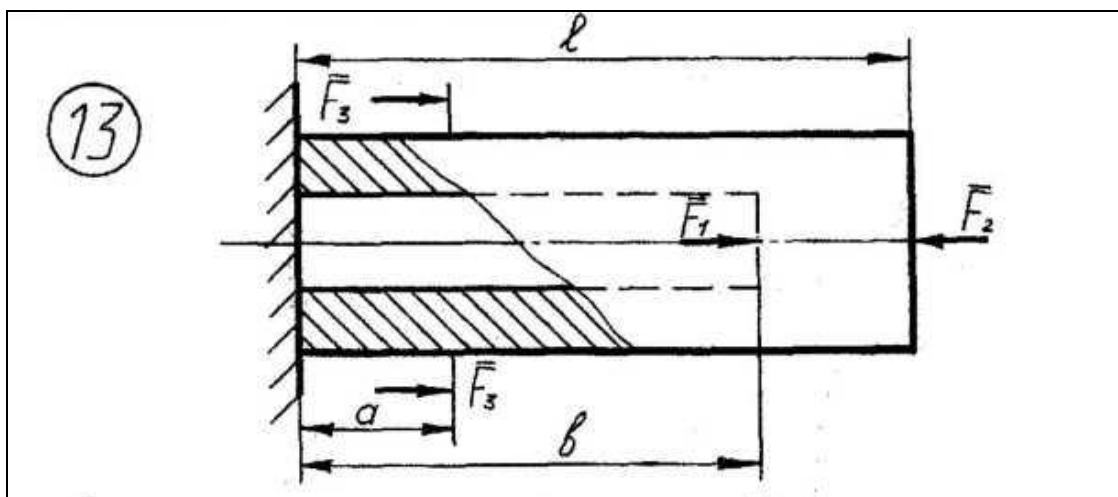


Рисунок 2.1 – Продолжение

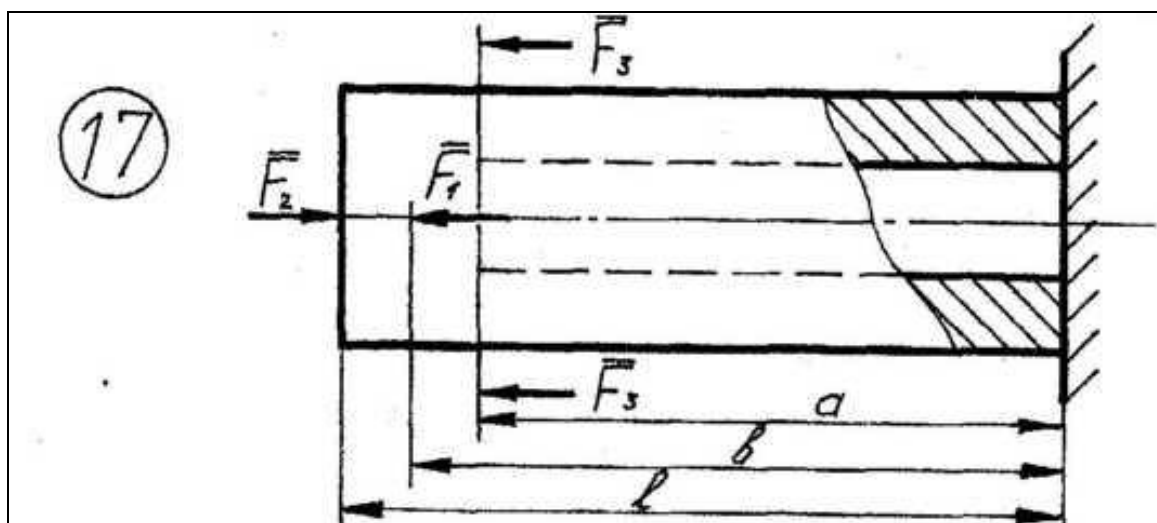
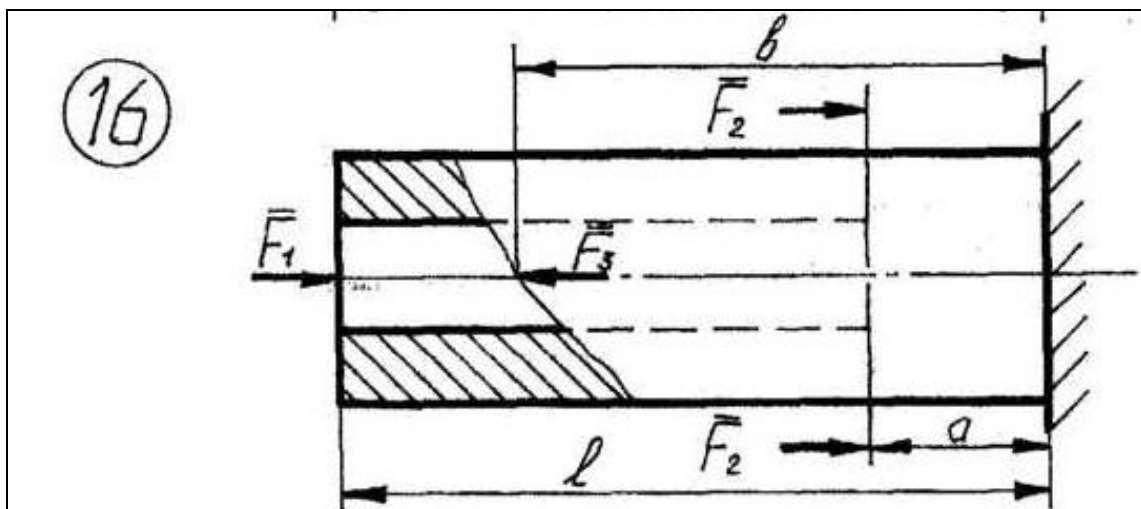


Рисунок 2.1 – Продолжение

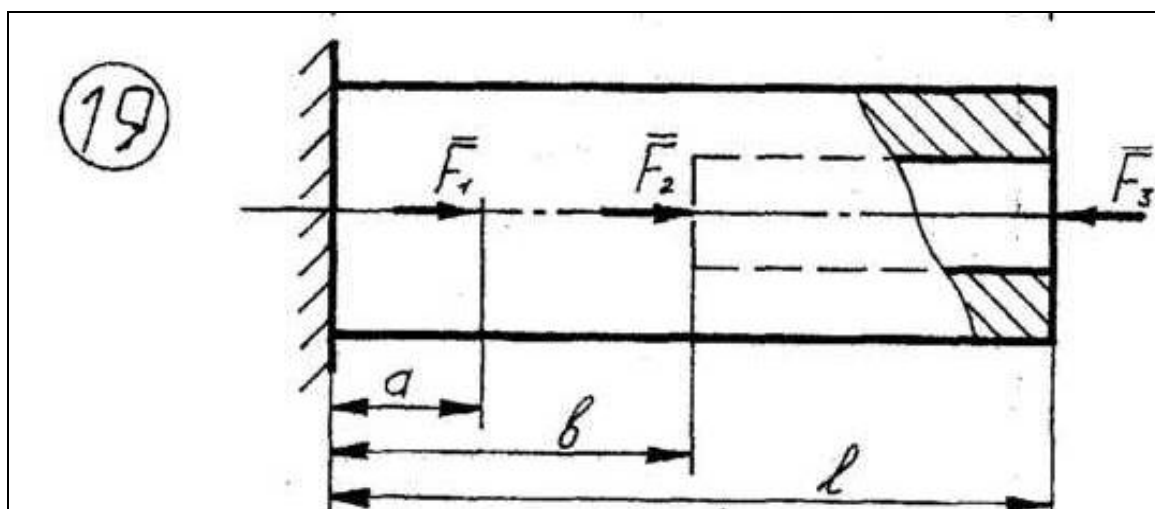
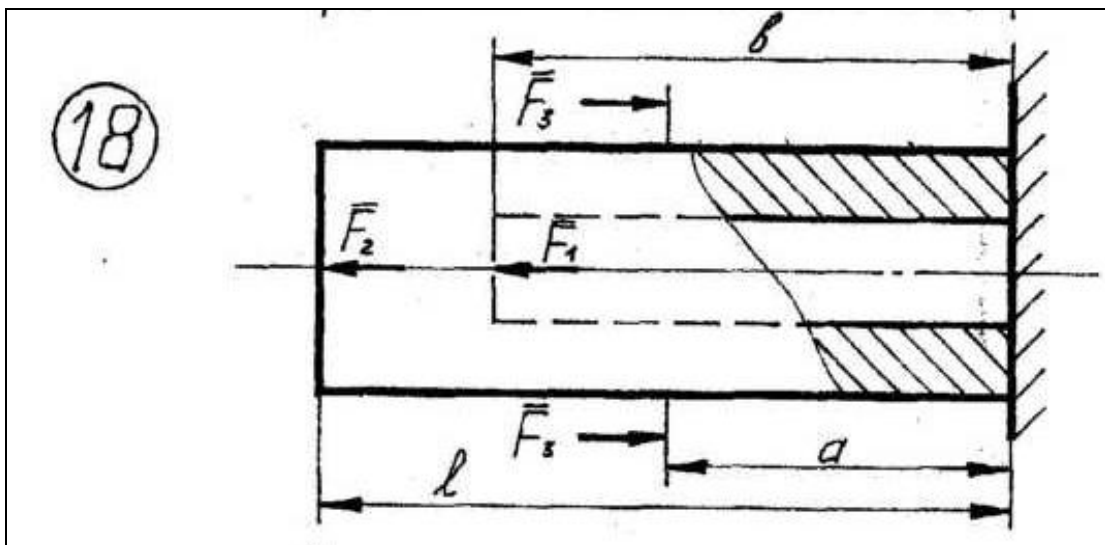


Рисунок 2.1 – Продолжение

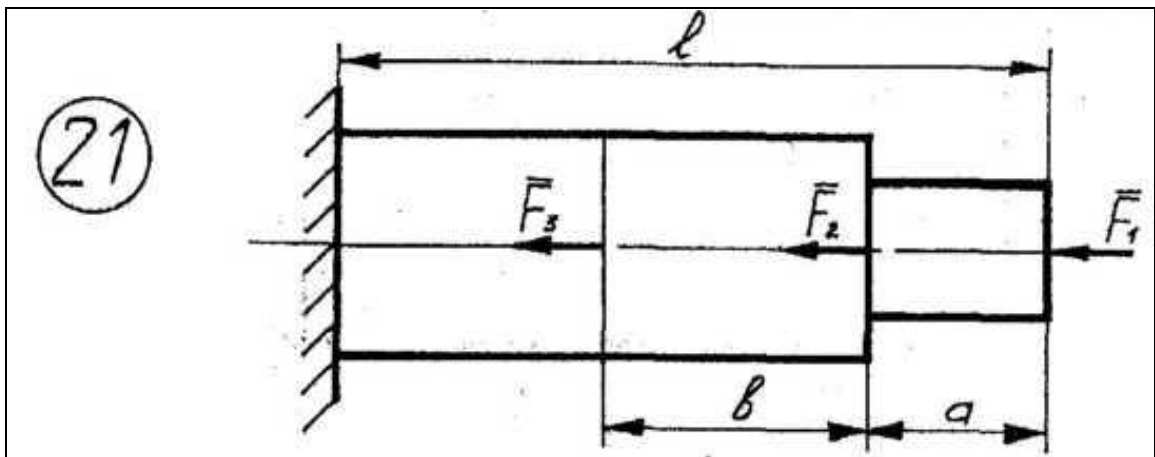
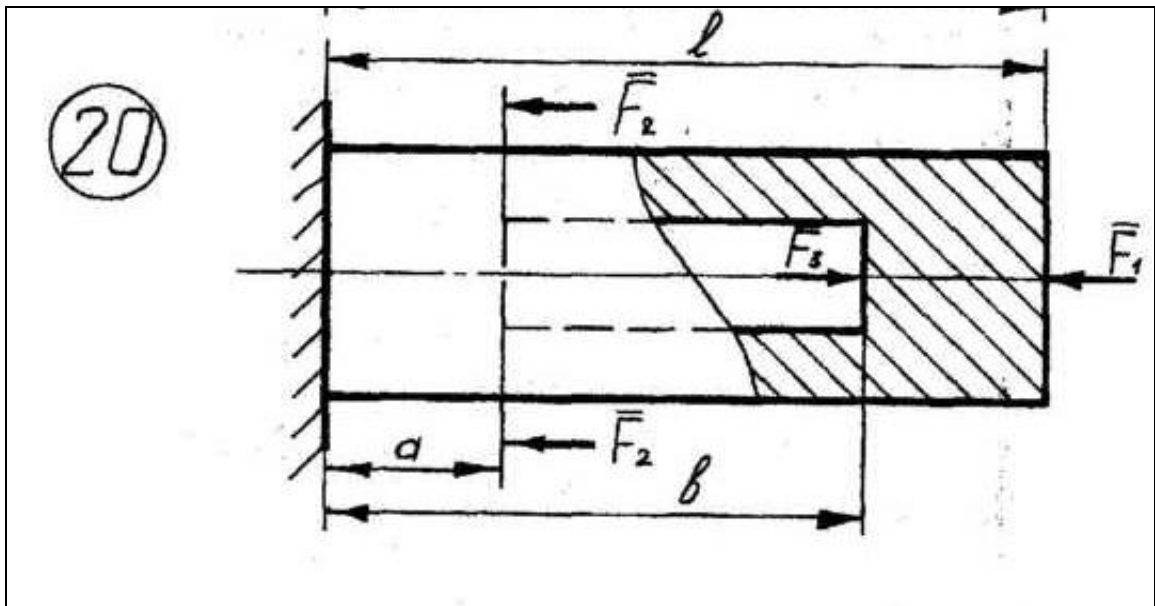


Рисунок 2.1 – Продолжение

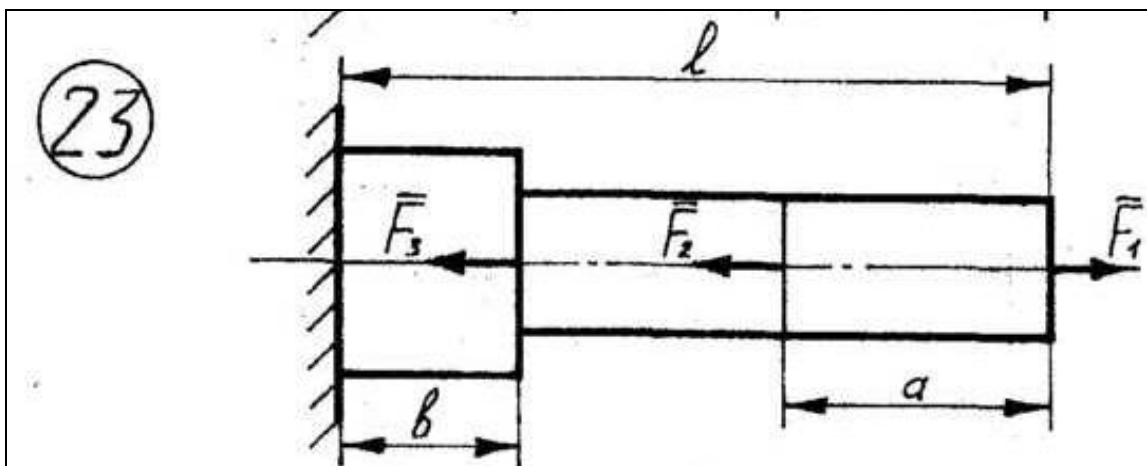
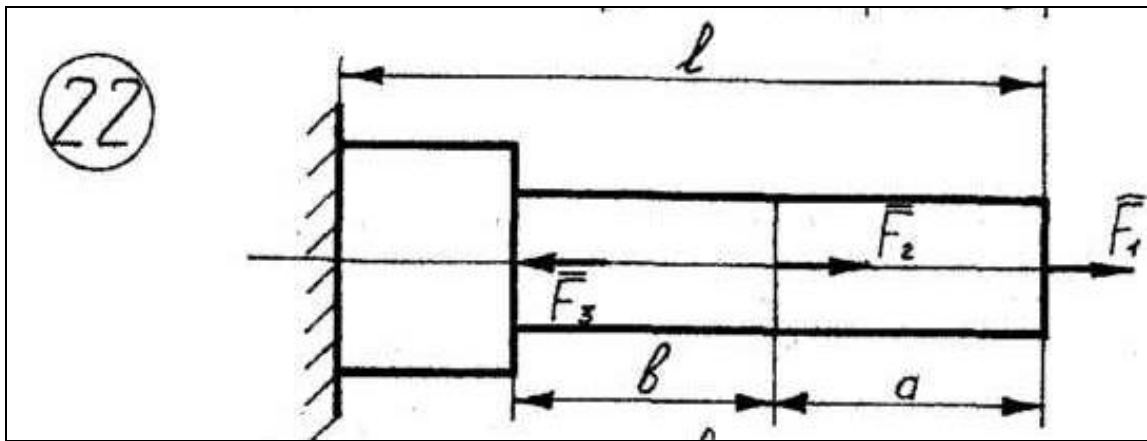


Рисунок 2.1 – Продолжение

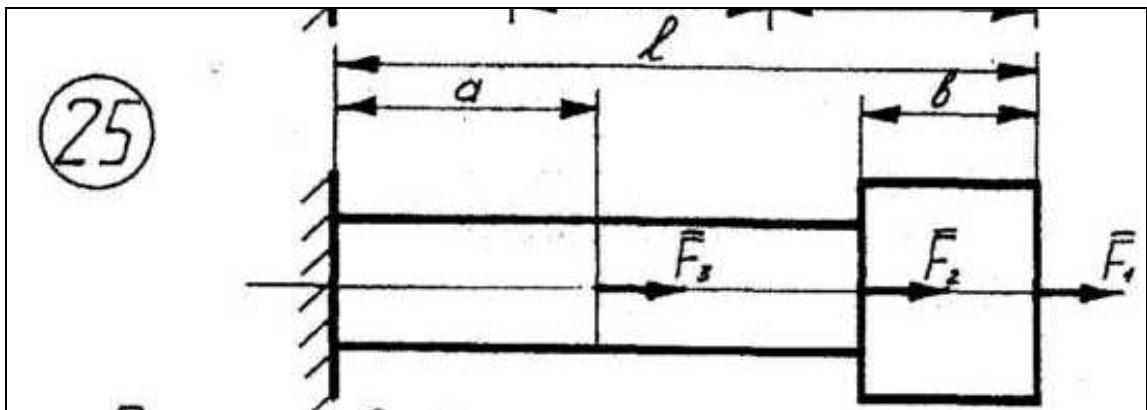
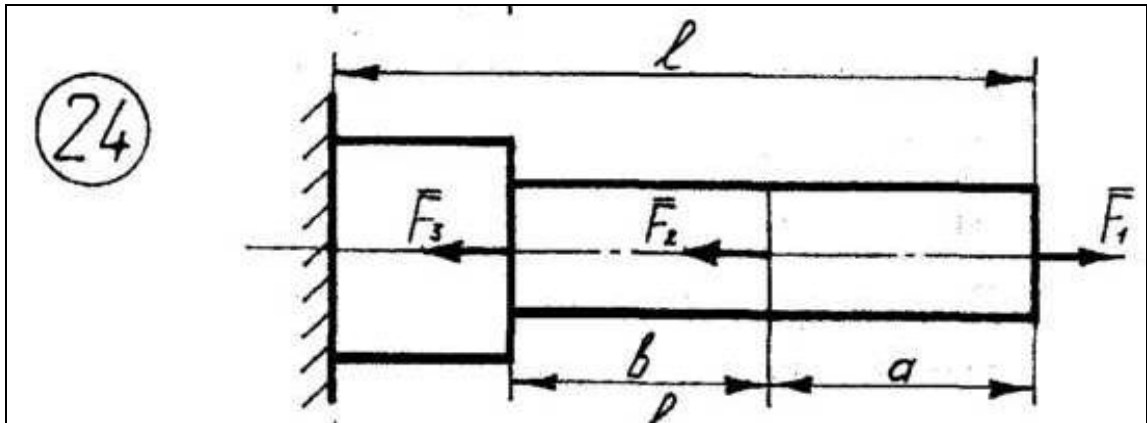


Рисунок 2.1 – Окончание

ЗАДАНИЕ № 3 РАСЧЕТ ВАЛОВ НА КРУЧЕНИЕ

Методические рекомендации к решению задач

Приступая к решению задач, необходимо рассмотреть следующие вопросы из теоретического материала данной темы.

- 1 Основные понятия. Деформация кручения. Скручивающие моменты. Метод сечения для определения крутящих моментов.
- 2 Расчет бруса круглого поперечного сечения на жесткость и прочность при кручении.
- 3 Вычисление моментов инерции, сечений простой формы.
- 4 Главные моменты инерции, главные оси инерции.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какие напряжения возникают в поперечном сечении круглого стержня при кручении?
- 2 Как находится величина в произвольной точке поперечного сечения?
- 3 Возникают ли при кручении нормальные напряжения?
- 4 Чему равен полярный момент инерции круглого сечения?
- 5 Что называется моментом сопротивления при кручении? В каких единицах он измеряется?
- 6 Чему равен момент сопротивления кольцевого сечения? Почему нельзя сказать, что он равен разности моментов сопротивления наружного и внутреннего кругов?
- 7 Как вычисляется момент, передаваемый шкивом, по мощности и числу оборотов?
- 8 Как находится величина угла закручивания?
- 9 Как производится расчет вала на прочность?
- 10 Как производится расчет вала на жесткость?
- 11 Как находятся максимальные напряжения при кручении стержня прямоугольного сечения?

Задачи на деформацию кручения необходимо решать в следующей последовательности:

- 1 Определить внешние скручивающие моменты по формуле $M = P/\omega$, где P - мощность, ω - угловая скорость.
- 2 Определить уравновешивающий момент, используя уравнение равновесия $\sum M_i = 0$, так как при равномерном вращении вала алгебраическая сумма приложенных к нему внешних скручивающих (вращающих) моментов равна нулю.
- 3 Пользуясь методом сечений, построить эпюру крутящих моментов по длине вала.

4 Для участка вала, в котором возникает небольшой крутящий момент, определить диаметр вала круглого или кольцевого сечения из условия прочности и жесткости. Для кольцевого сечения вала принять соотношение диаметров $c = d_0/d$, где d_0 - внутренний диаметр кольца; d - наружный диаметр кольца.

План решения задачи

- 1 Вычертить схему вала.
 - 2 Определить из условия равновесия вала мощность P_0 , пренебрегая трением в подшипниках.
 - 3 Определить скручивающие моменты, передаваемые каждым шкивом.
 - 4 Построить эпюру крутящих моментов.
 - 5 Определить диаметр вала на каждом участке из условия прочности; округлить полученные величины до стандартных размеров в большую сторону по ГОСТ 6636-69. Дать эскиз ступенчатого вала с указанием диаметров. (Материал вала-Ст.45.)
 - 6 Определить величину угла закручивания для всего вала, принимая за неподвижное сечение один из концов вала ($a=1$ м).
 7. Построить эпюру углов закручивания, ($a=1$ м).
- Диаметры валов согласно ГОСТ 6636~69 должны соответствовать ряду предпочтительных чисел: 5,0; 6,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10; 11; 11,5; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 24; 25; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 48; 50.

Таблица 3.1 Рисунок 3.1

Таблица 3.1- Числовые данные

Номер варианта	Мощности, передаваемые шкивами, кВт				Скорость вращения вала ω , с ⁻¹
	P_1	P_2	P_3	P_4	
1	0,1	0,2	0,3	0,4	4,0
2	0,2	0,3	0,4	0,1	5,0
3	0,3	0,4	0,1	0,2	6,0
4	0,4	0,3	0,2	0,1	7,0
5	1,0	2,0	3,0	4,0	8,0
6	2,0	3,0	4,0	5,0	9,0
7	3,0	4,0	1,0	2,0	10
8	4,0	2,0	5,0	3,0	15
9	6,0	7,0	8,0	10,0	100
10	10,0	20,0	30,0	40,0	200

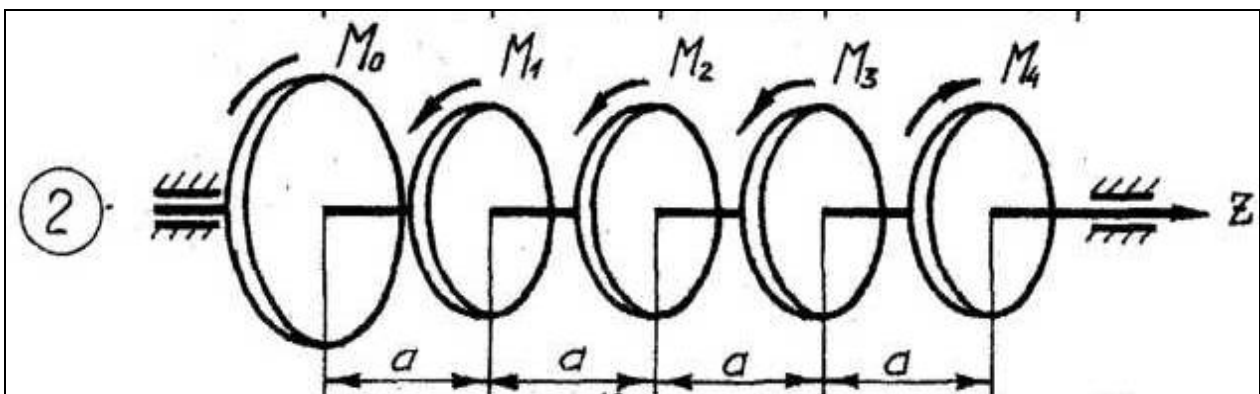
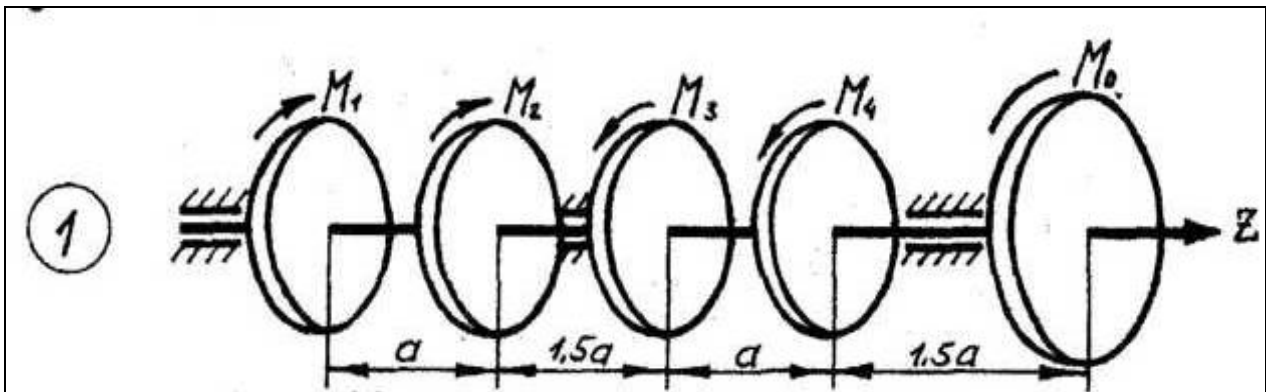
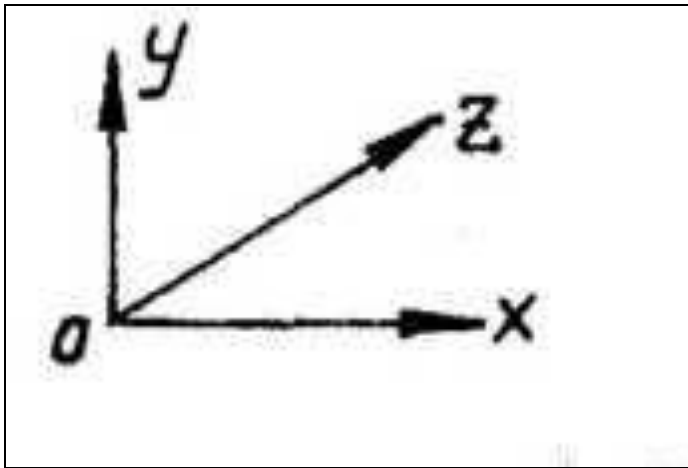


Рисунок 3.1 – Схема нагружения валов.

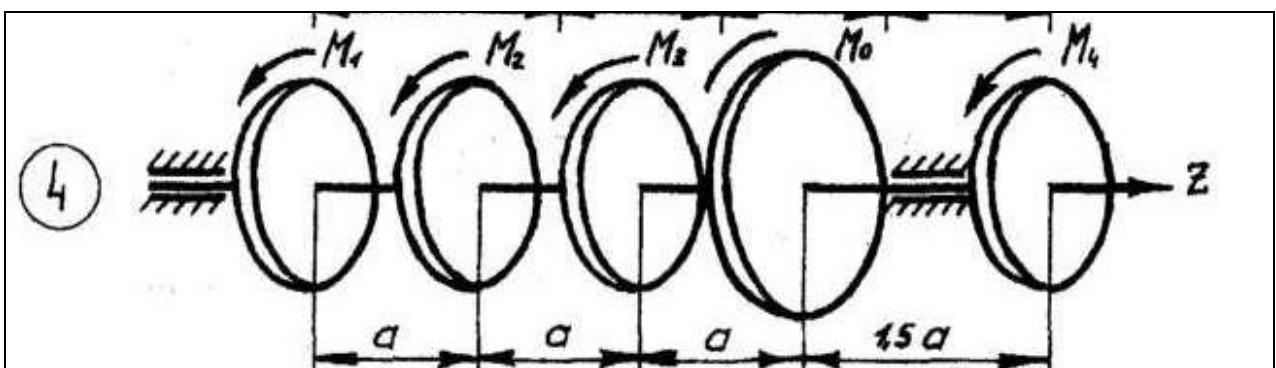
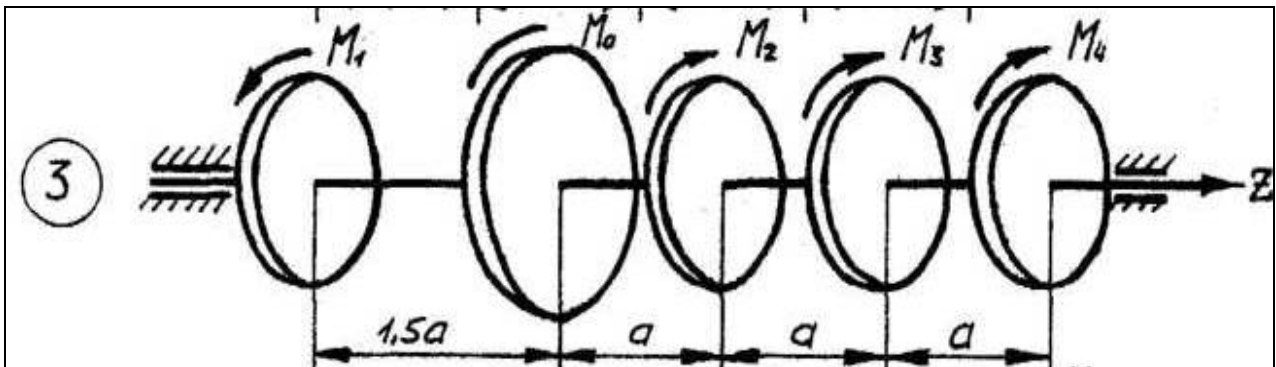
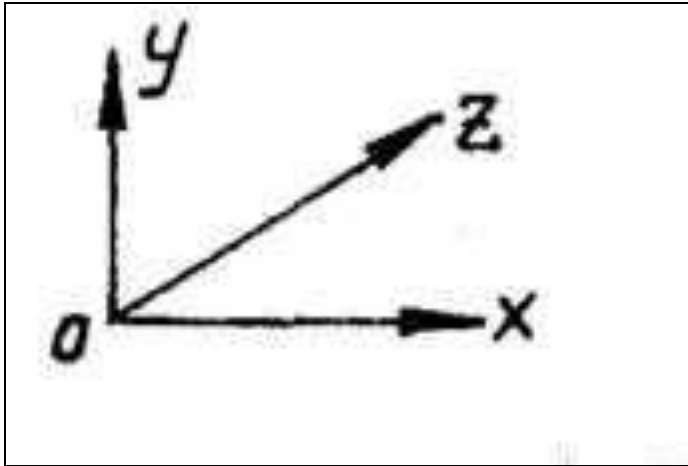


Рисунок 3.1 – Продолжение

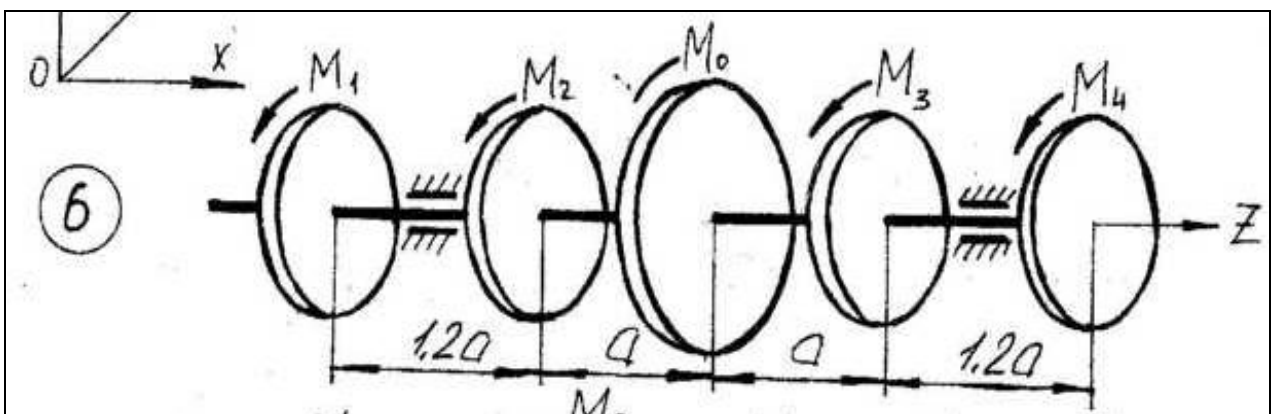
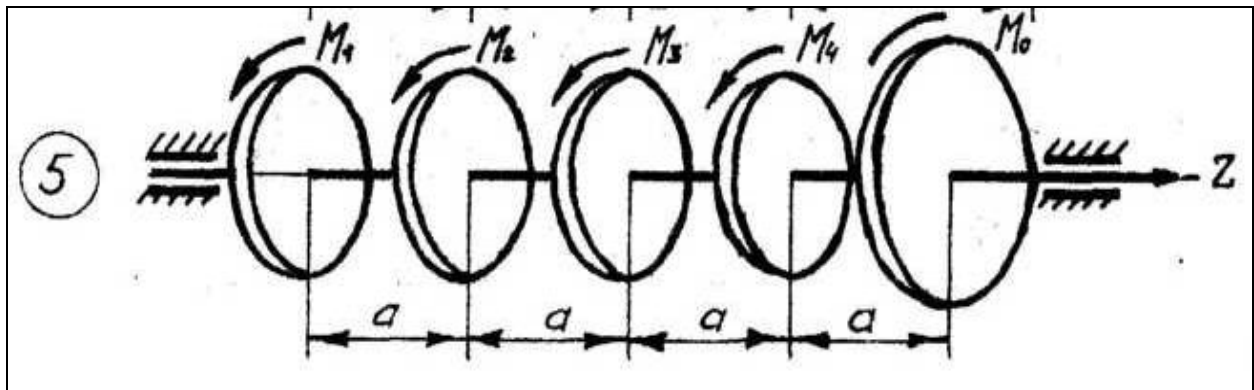
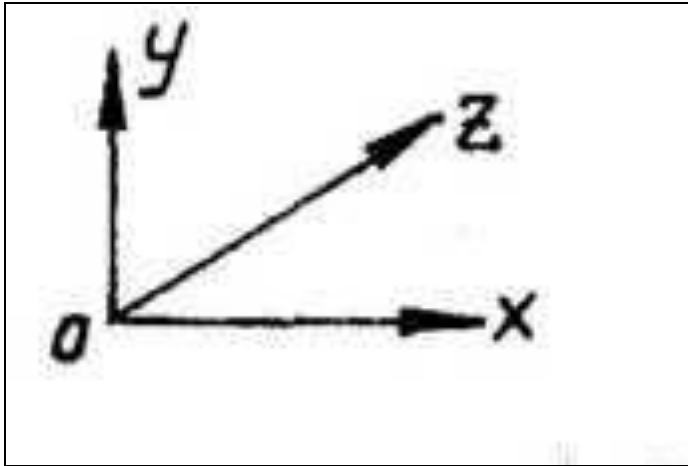


Рисунок 3.1 – Продолжение

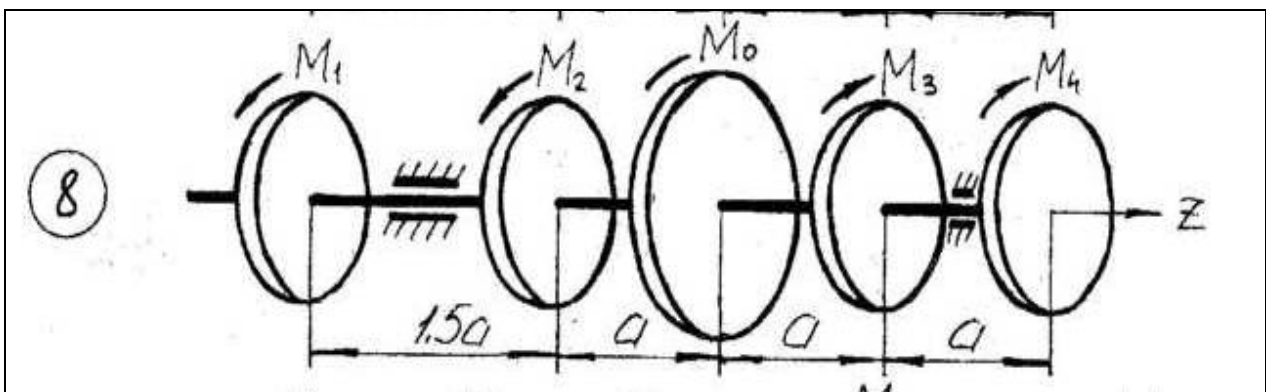
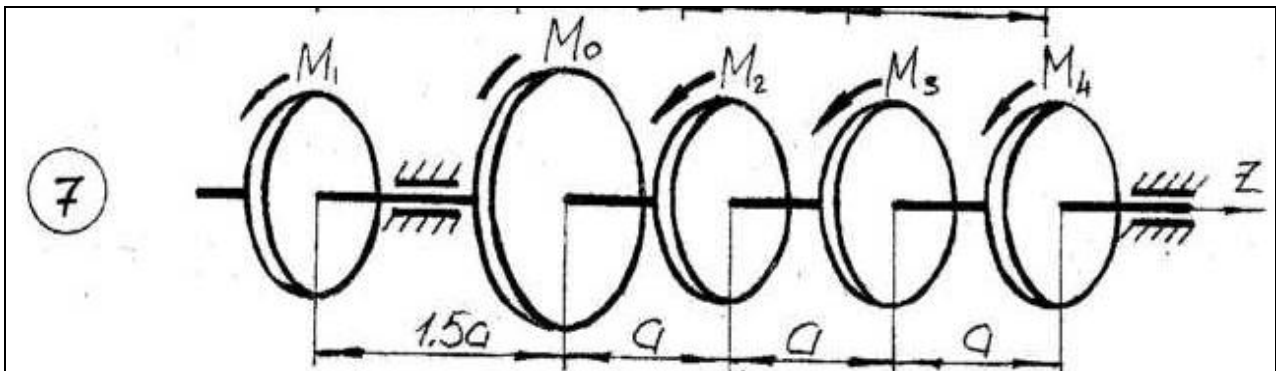
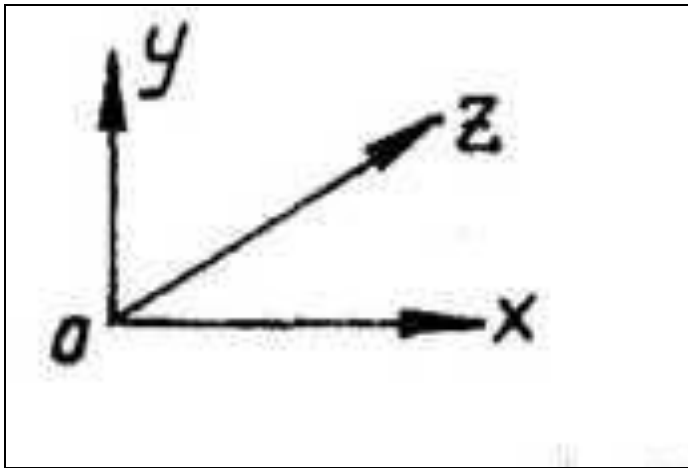


Рисунок 3.1 – Продолжение

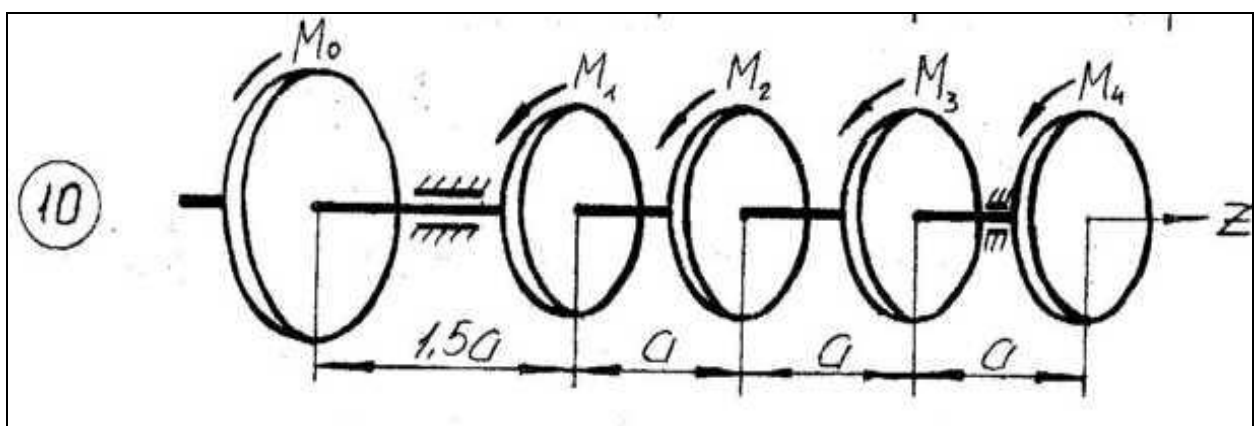
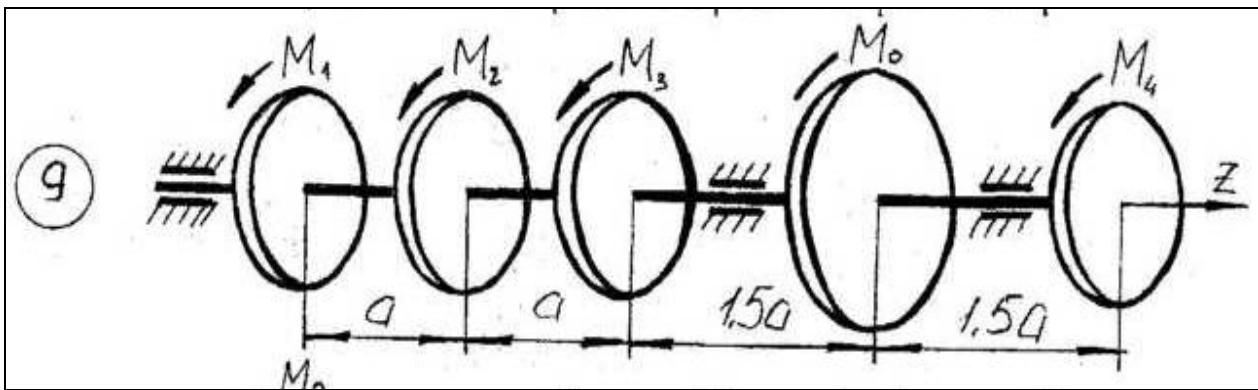
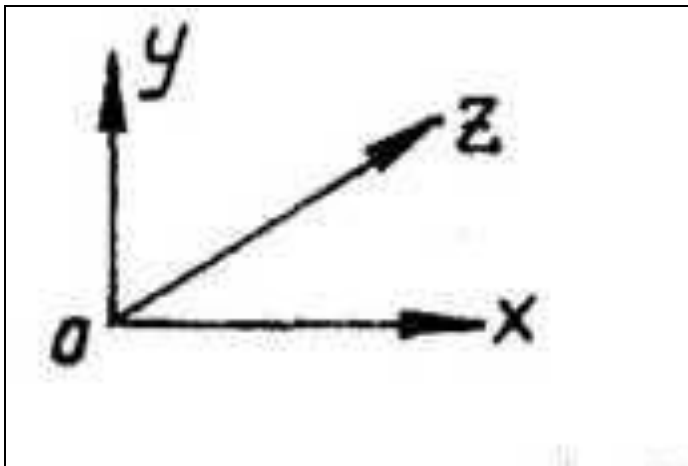


Рисунок 3.1 – Продолжение

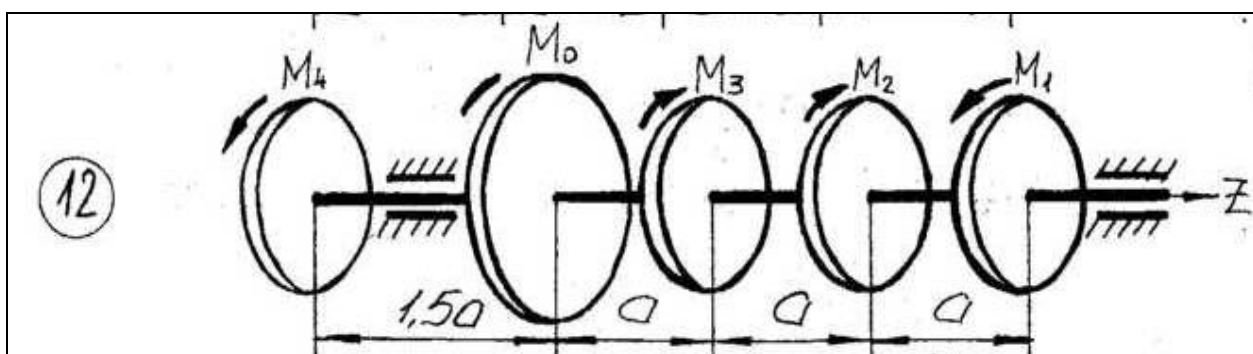
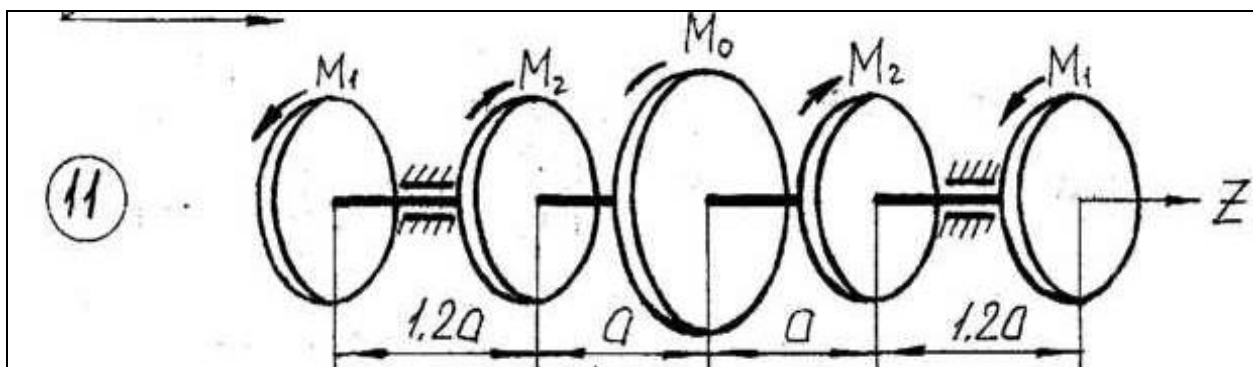
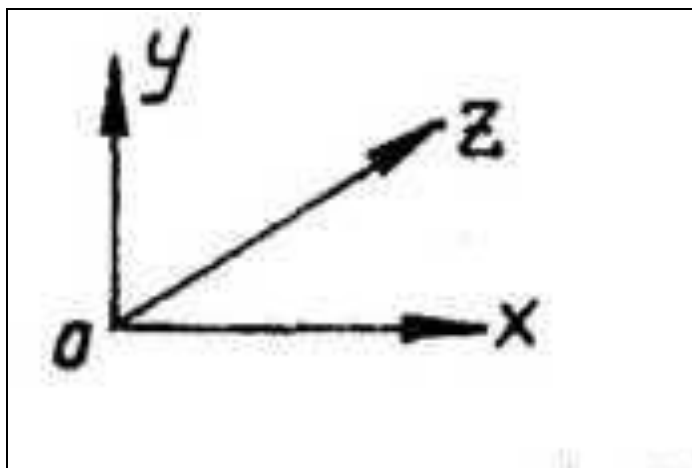


Рисунок 3.1 – Продолжение

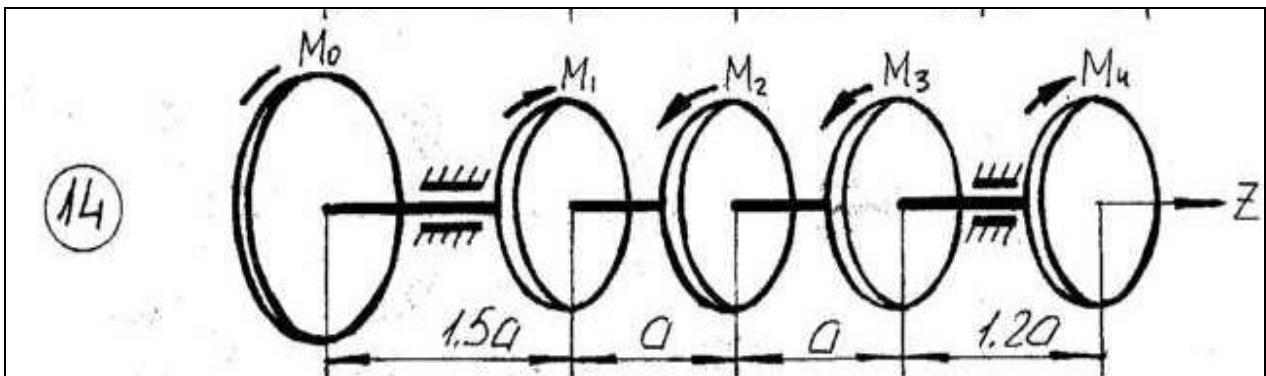
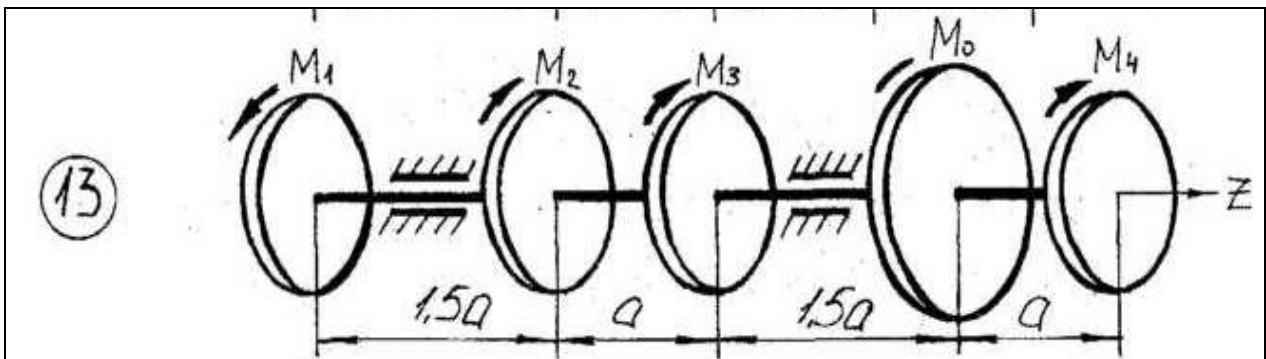
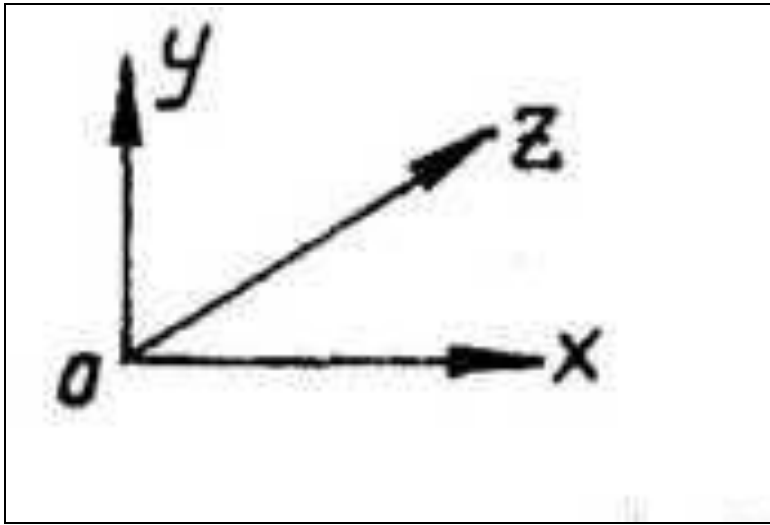


Рисунок 3.1 – Продолжение

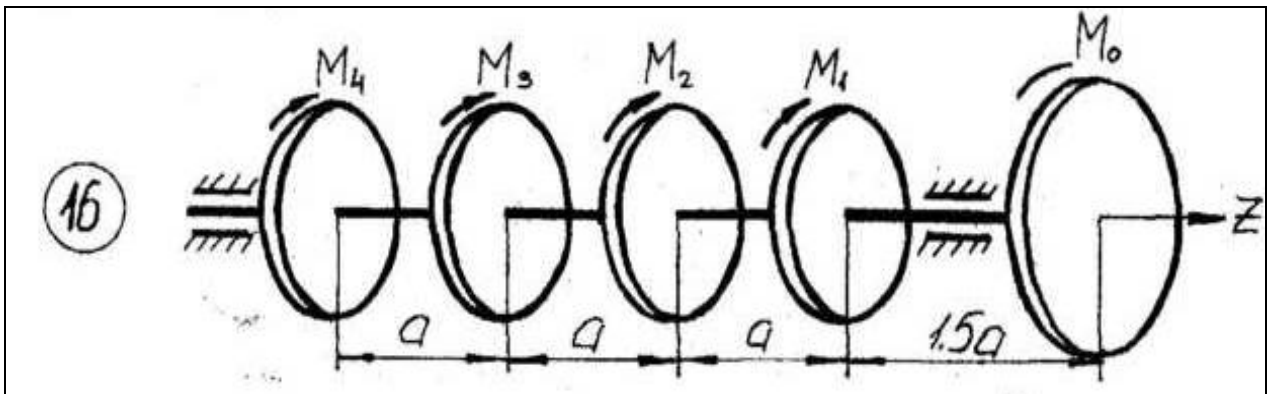
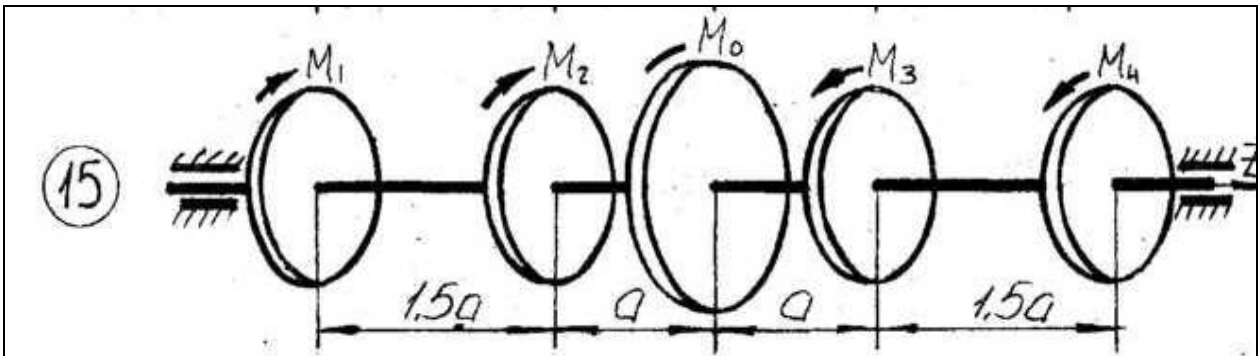
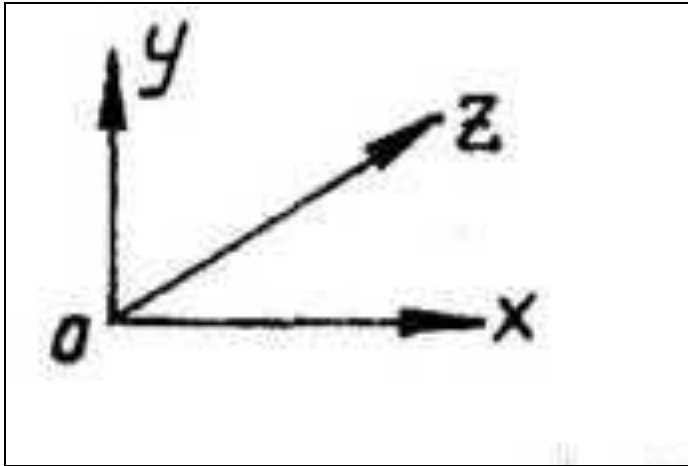


Рисунок 3.1 – Продолжение

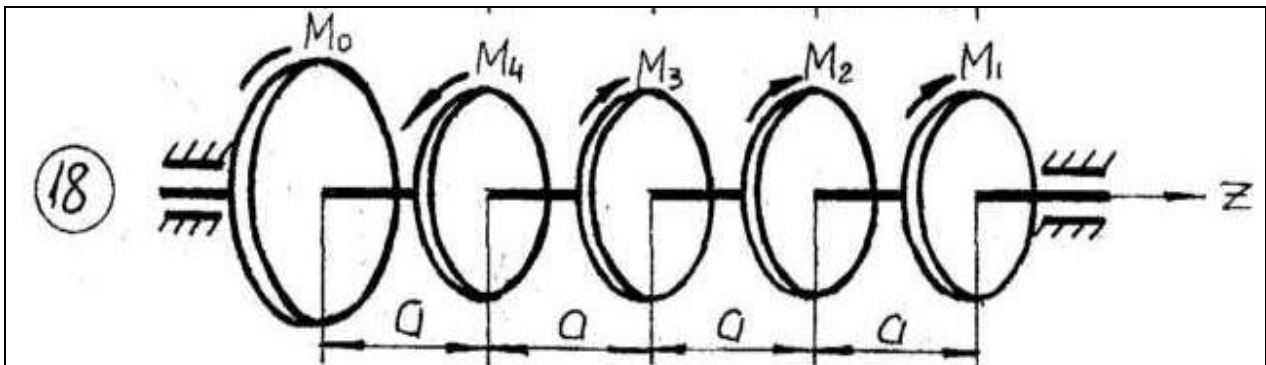
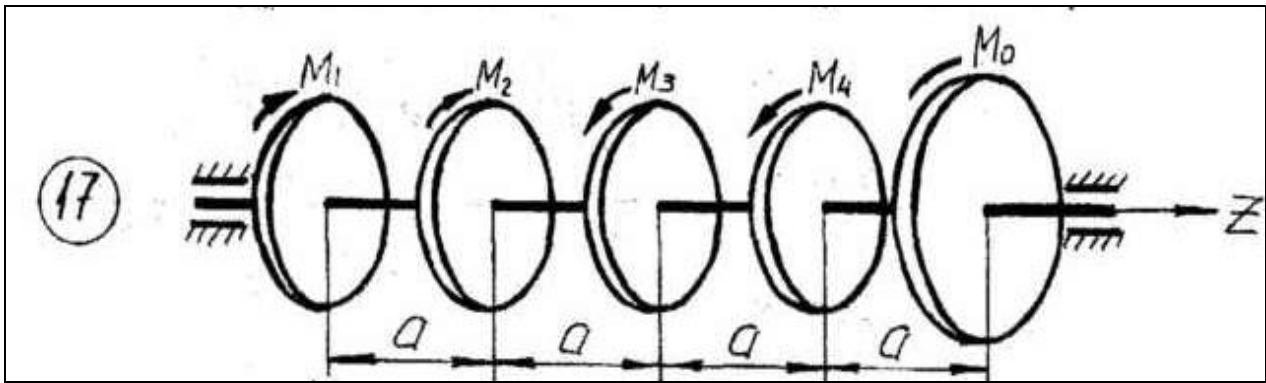
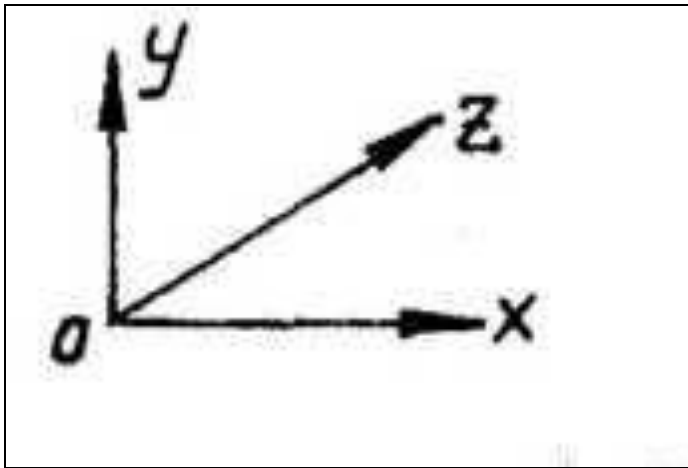


Рисунок 3.1 – Продолжение

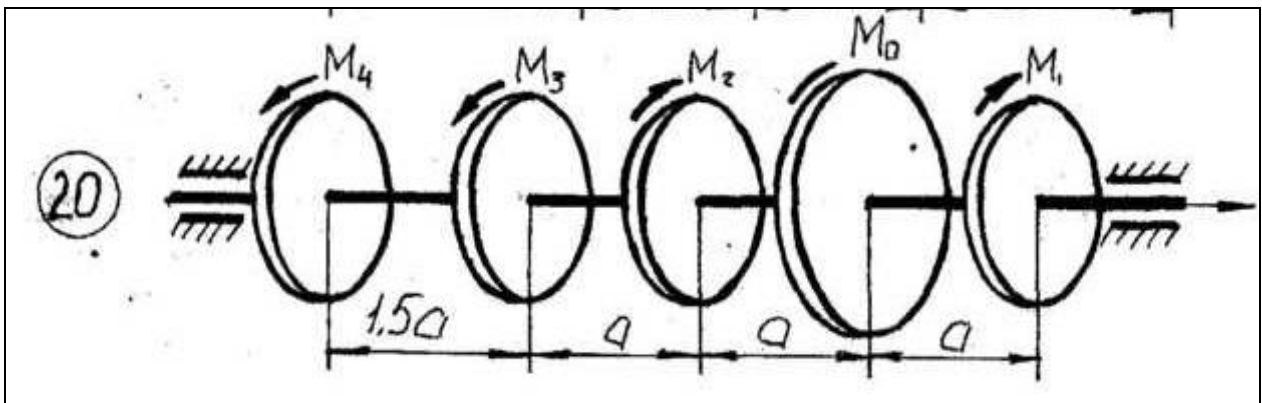
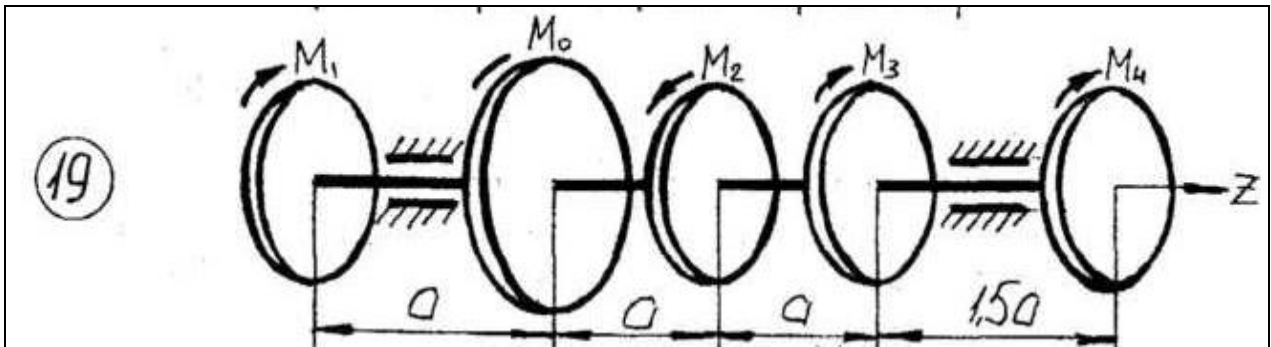
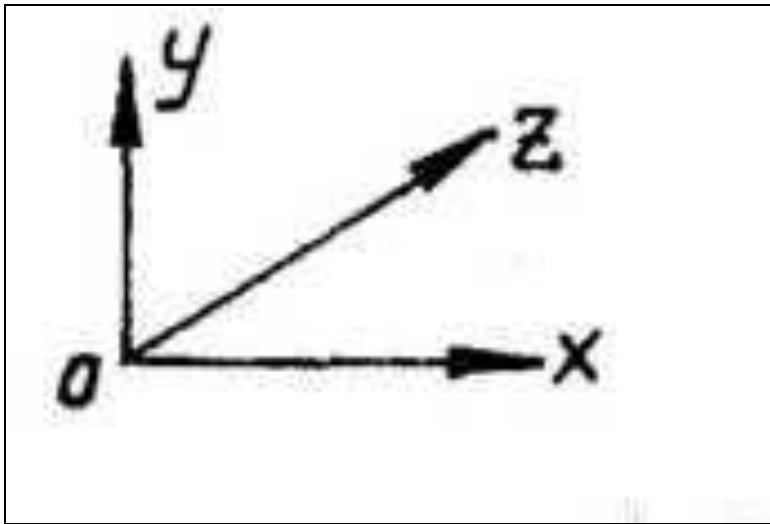


Рисунок 3.1 – Продолжение

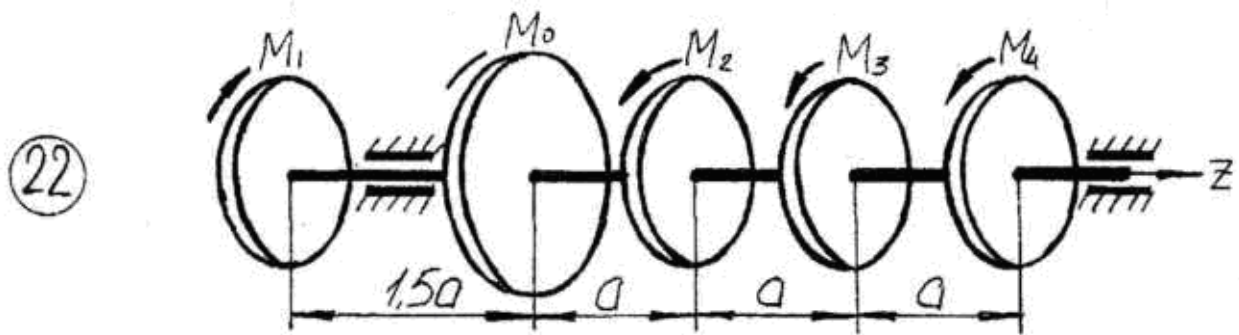
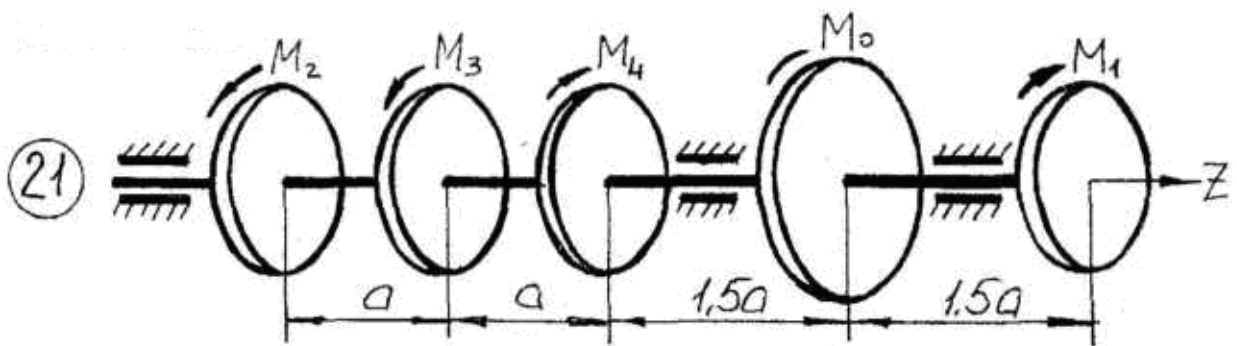
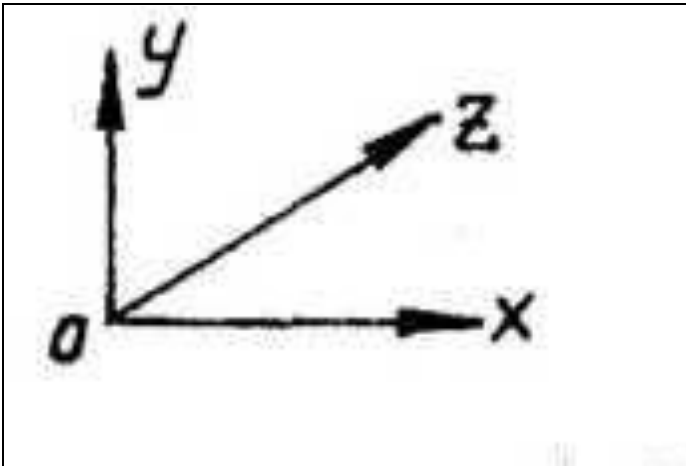


Рисунок 3.1 – Продолжение

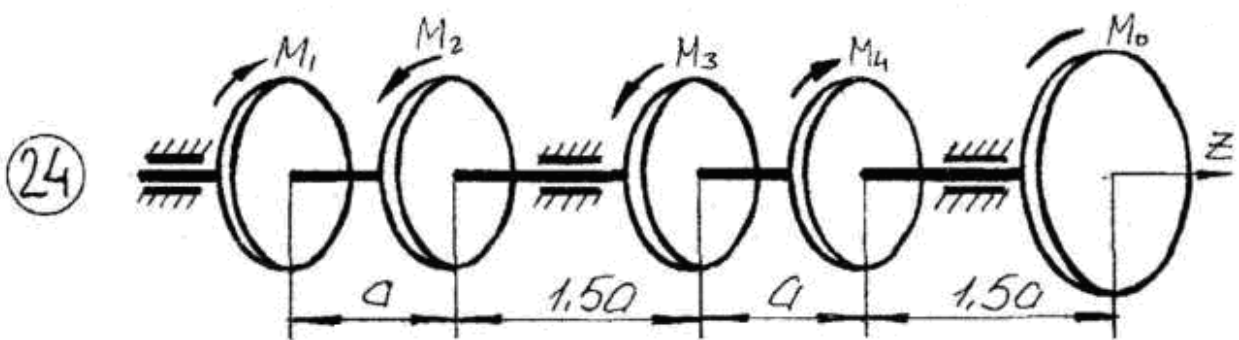
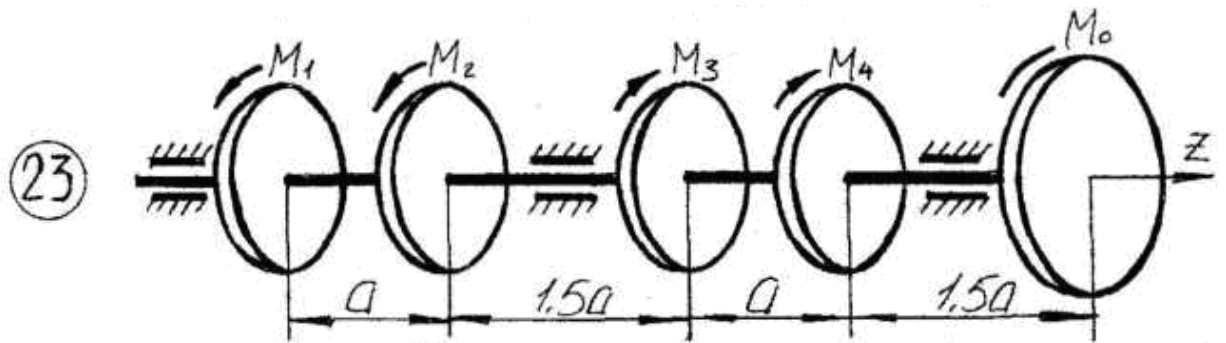
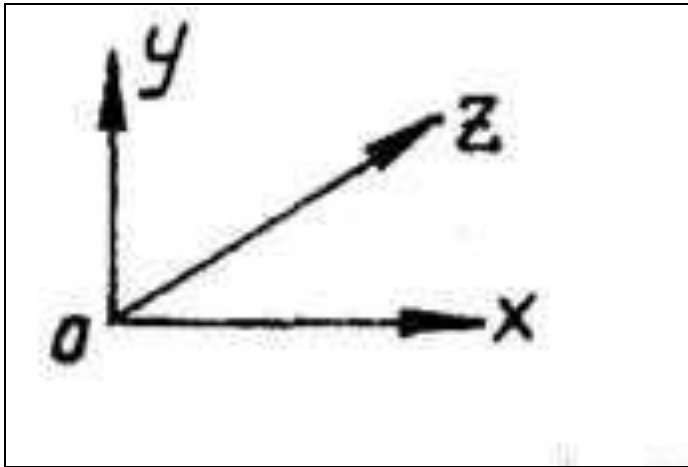


Рисунок 3.1 – Продолжение

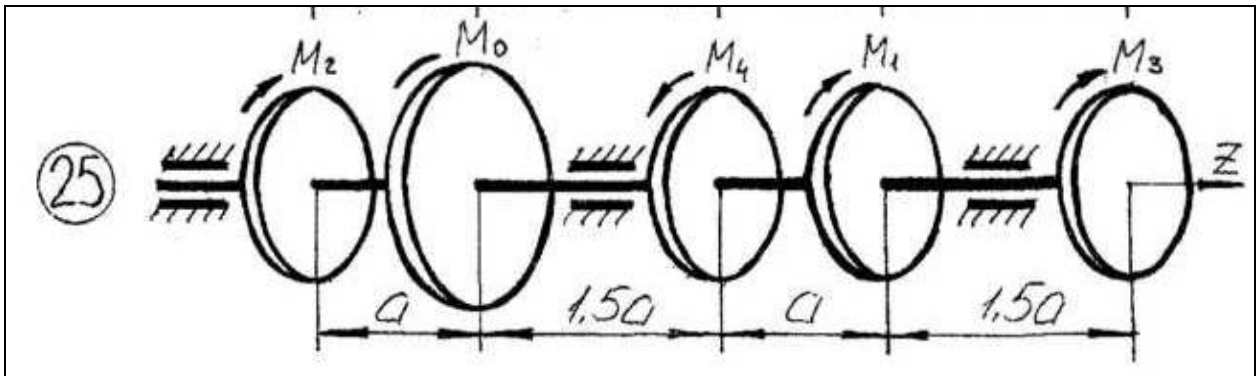
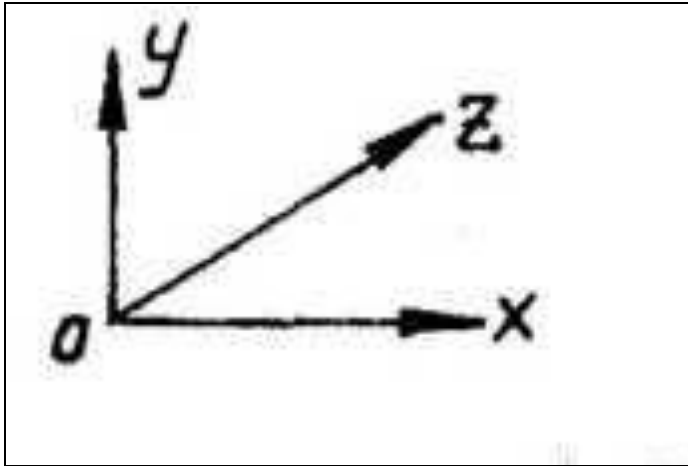


Рисунок 3.1 – Окончание

ЗАДАНИЕ №4 РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ БАЛОК ПРИ ИЗГИБЕ

Методические рекомендации к решению задач

Приступая к решению задач необходимо рассмотреть следующие вопросы из теоретического материала данной темы.

- 1 Общие понятия. Прямой поперечный изгиб, поперечная сила, изгибающий момент.
- 2 Основные правила построения эпюры поперечной силы и изгибающего момента.
- 3 Главные напряжения при прямом поперечном изгибе.
- 4 Расчеты на прочность при изгибе.

Вопросы для самопроверки

- 1 Как находится изгибающий момент, в каком -либо сечении балки?
- 2 В каком случае изгибающий момент считается положительным?
- 3 Как находится поперечная сила, в каком либо сечении балки?
- 4 Когда поперечная сила считается положительной?
- 5 Какая зависимость имеется между величинами M и Q ?
- 6 Как находят максимальный изгибающий момент?
- 7 Какой случай изгиба называется чистым изгибом?
- 8 По какой кривой изогнется балка в случае чистого изгиба?
- 9 Как изменяются нормальные напряжения по высоте балки?
- 10 Что называется нейтральным слоем и где он находится?
- 11 Что называется моментом сопротивления при изгибе?

Задачи на прямой изгиб необходимо решать в следующей последовательности:

- 1 Балку разделить на участки по характерным сечениям.
- 2 Определить вид эпюры поперечных сил на каждом участке в зависимости от внешней нагрузки, вычислить поперечные силы в характерных сечениях и построить эпюру поперечных сил.
- 3 Определить вид эпюры изгибающих моментов на каждом участке в зависимости от внешней нагрузки, вычислить изгибающие моменты в характерных сечениях и построить эпюру изгибающих моментов.
- 4 Для данной балки, имеющей по всей длине постоянное поперечное сечение, выполнить проектный расчет, т.е. определить W_x в опасном сечении, где изгибающий момент имеет наибольшее по модулю значение.

План решения задачи

- 1 Вычертить схему нагружения балки (принять $l=6\text{м}$).
- 2 Построить эпюры поперечной силы Q и изгибающего момента $M_{\text{изг}}$.
- 3 Подобрать круглое сечение, прямоугольное сечение (с отношением высоты к ширине, равное 2) и двутавровое сечение (материал балки - Ст.3).
- 4 Сравнить вес одного погонного метра длины каждого профиля.
- 5 Построить эпюру нормальных напряжений в опасном сечении двутавровой балки. Таблица 4.1 Рисунок 4.1

Таблица 4.1 Числовые данные

Номер варианта	q , кН/м	F , кН	M , кН·м	n	k
1	30	15	12	1/3	1/6
2	25	20	16	5/6	1/6
3	20	30	25	1/2	1/3
4	15	25	20	1/6	1/2
5	30	20	15	1/2	5/6
6	25	40	15	2/3	5/6
7	10	30	20	2/3	1/3
8	25	24	18	2/3	1/6
9	15	28	22	1/3	2/3
10	20	18	14	1/2	1/3

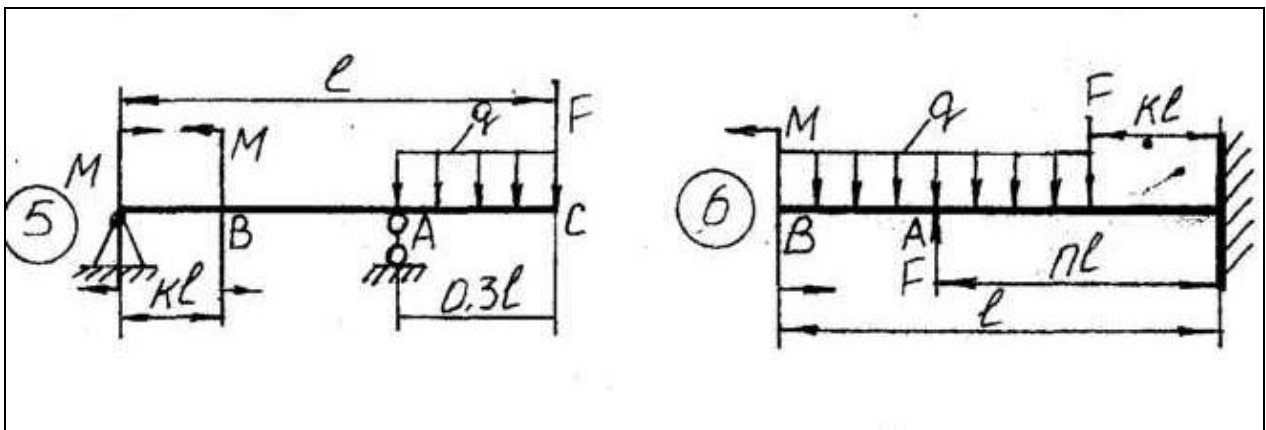
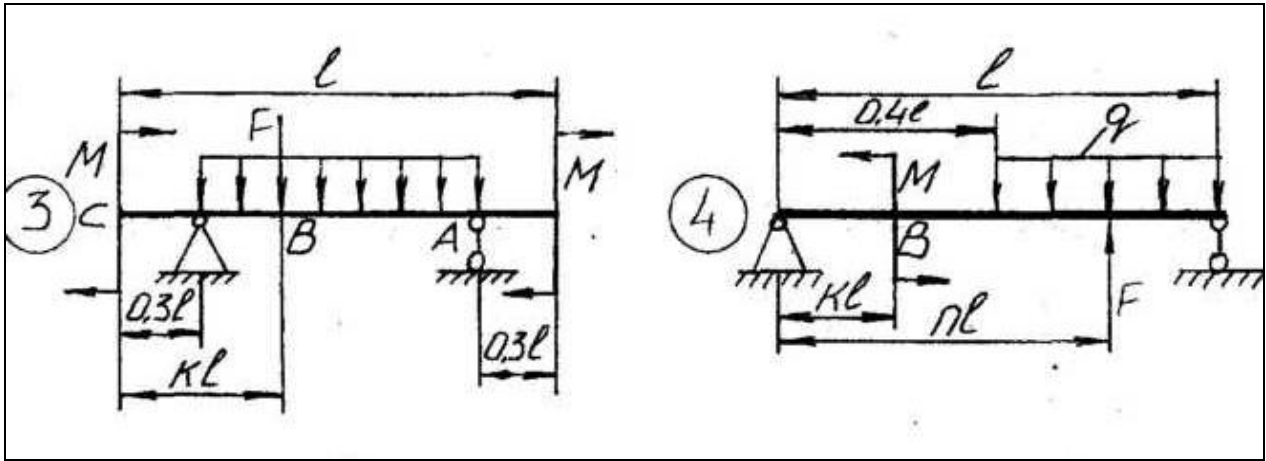
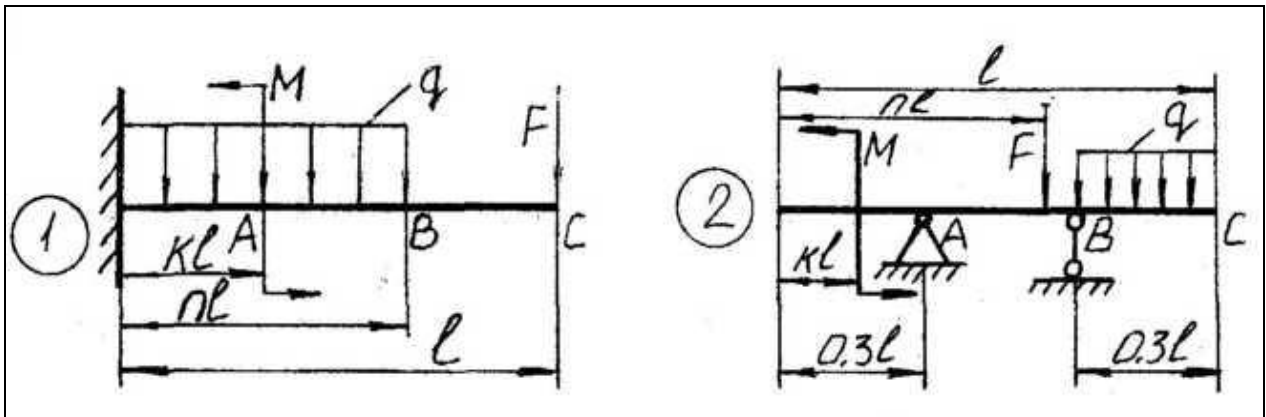


Рисунок 4.1 – Схемы нагружения балок

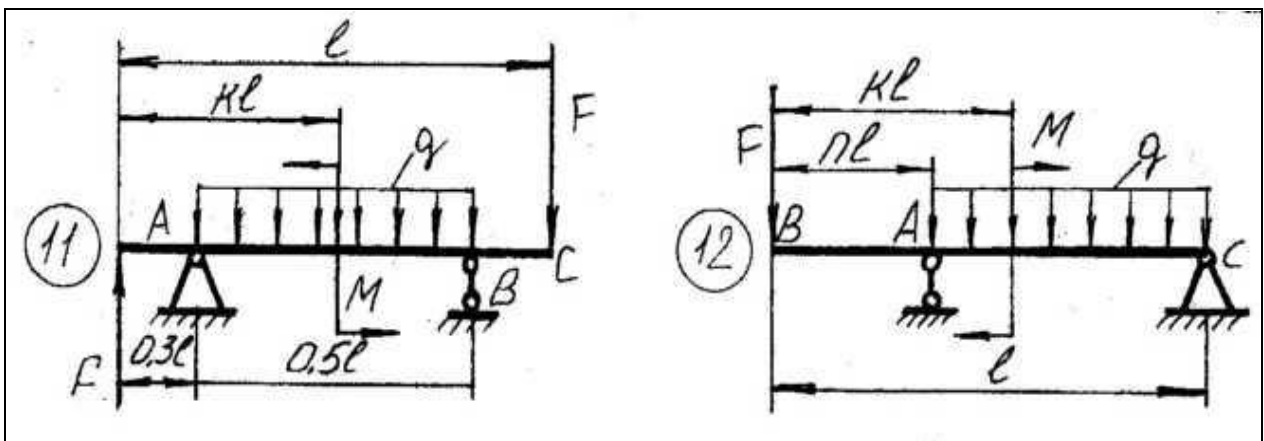
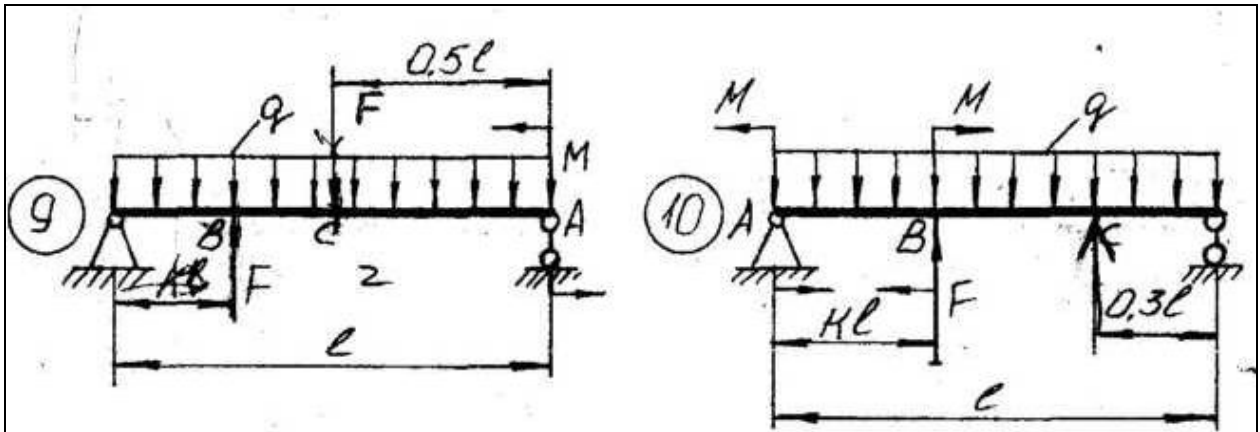
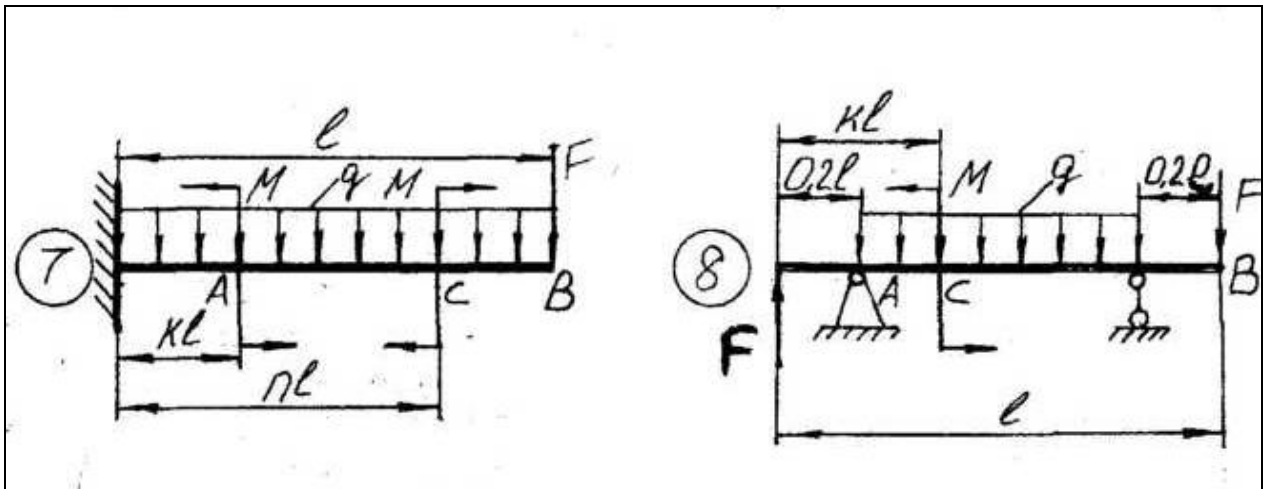


Рисунок 4.1 – Продолжение.

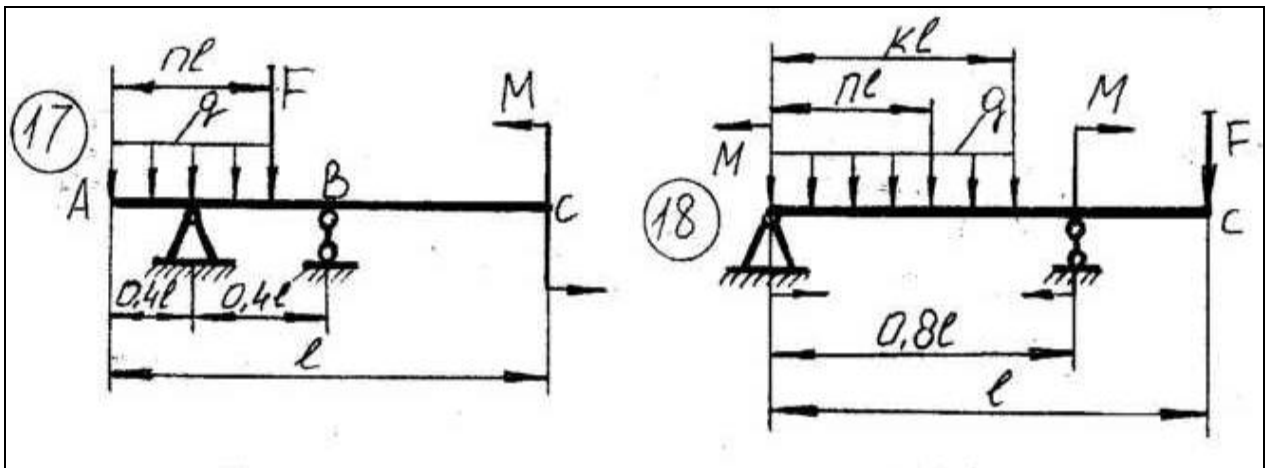
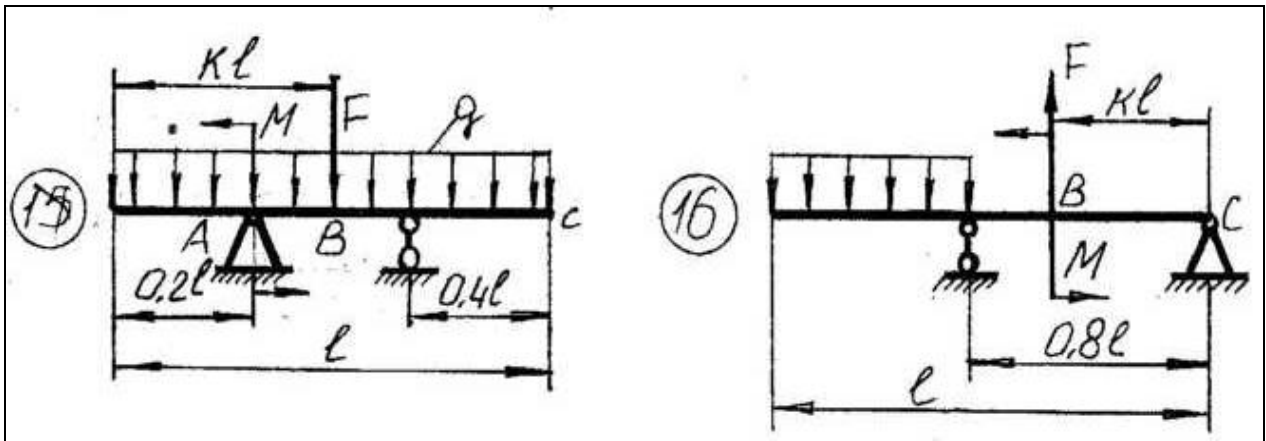
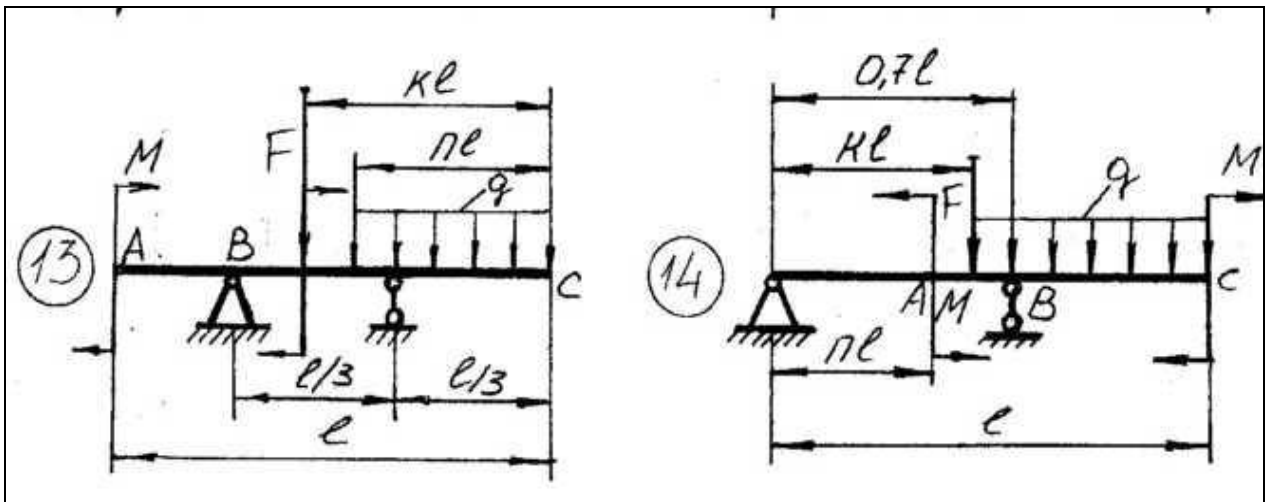


Рисунок 4.1 – Продолжение.

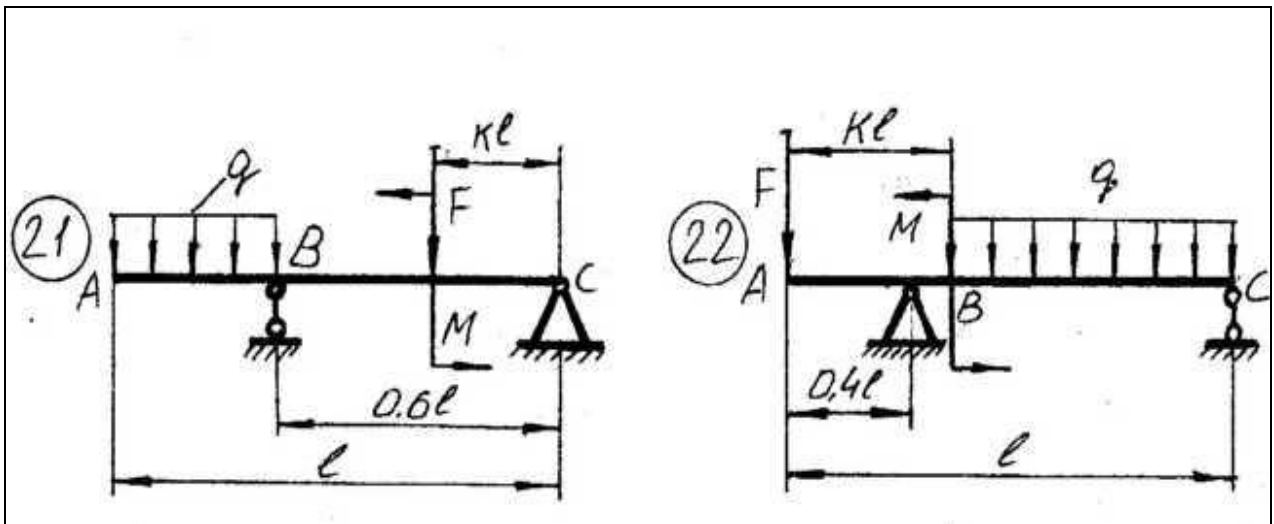
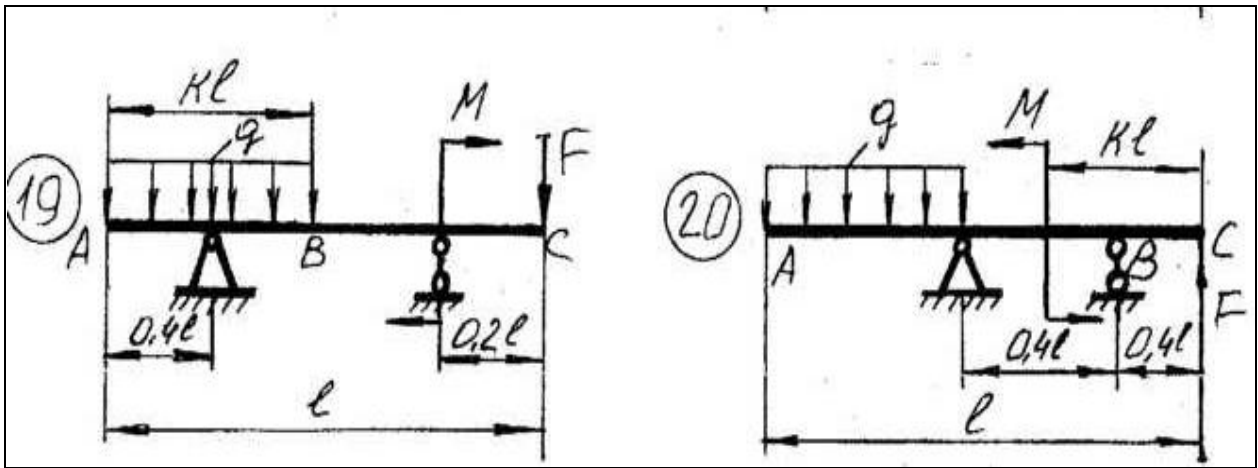


Рисунок 4.1 – Продолжение.

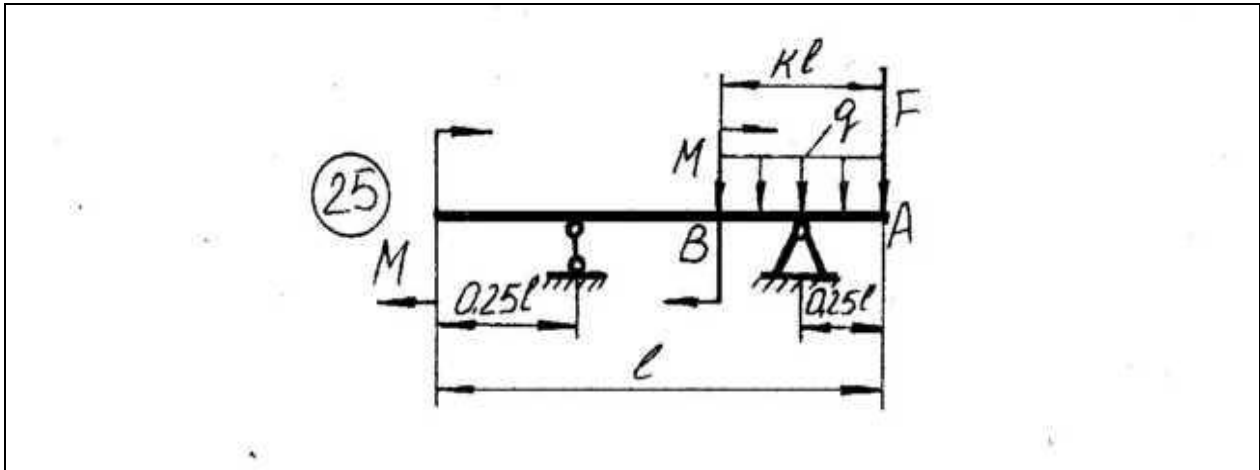
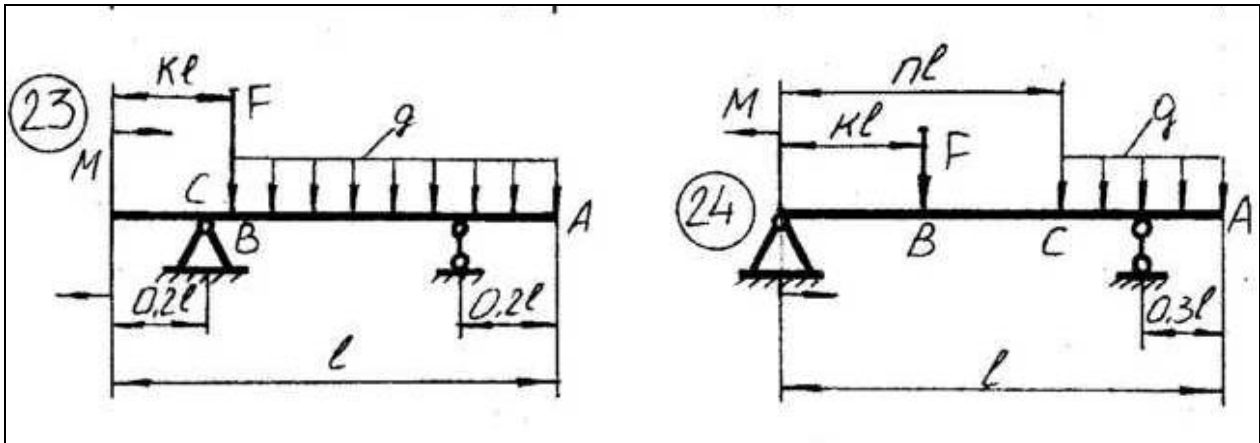


Рисунок 4.1 – Окончание.

ЗАДАНИЕ №5 РАСЧЕТ ВАЛА НА ИЗГИБ С КРУЧЕНИЕМ

Методические рекомендации к решению задач

Приступая к решению задач, необходимо рассмотреть следующие вопросы из теоретического материала данной темы.

- 1 Сложное сопротивление. Косой изгиб. Изгиб с кручением брусьев круглого сечения.
- 2 Определение крутящих, изгибающих моментов, поперечных сил при одновременном действии деформации кручения и изгиба.
- 3 Построение эпюр внутренних усилий – суммарный изгибающий момент.
- 4 Расчеты на прочность в случае изгиба с кручением.

Вопросы для самопроверки

- 1 Какой случай изгиба называется косым изгибом?
- 2 Возможен ли косой изгиб при чистом изгибе?
- 3 В каких точках поперечного сечения возникают наибольшие напряжения при косом изгибе?
- 4 Как находится положение нейтральной линии при косом изгибе?
- 5 Как пройдет нейтральная линия, если плоскость действия сил совпадает с диагональной плоскостью балки прямоугольного поперечного сечения?
- 6 Как определяются деформации при косом изгибе?
- 7 Может ли балка круглого поперечного сечения испытывать косой изгиб?
- 8 Какие напряжения возникают в поперечном сечении стержня при изгибе с кручением?
- 9 Как находятся опасные сечения стержня при изгибе с кручением?
- 10 В каких точках круглого поперечного сечения возникают наибольшие напряжения при изгибе с кручением? Почему обыкновенно не учитывают касательные напряжения от изгиба при совместном действии изгиба и кручения?

Задачи на изгиб с кручением необходимо решать в следующей последовательности:

- 1 Привести нагрузки, действующие на вал к его оси, освободить вал от опор, заменив их действие реакциями в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
- 2 По заданной мощности P и угловой скорости ω определить вращающие моменты, действующие на вал.
- 3 Вычислить нагрузки F_1, F_{r1}, F_2, F_{r2} , приложенные к валу.
- 4 Составить уравнения равновесия всех сил, действующих на вал, отдельно в

вертикальной плоскости и отдельно в горизонтальной плоскости и определить реакции опор в обеих плоскостях.

5 Построить эпюру крутящих моментов.

6 Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях (эпюры M_x , M_y).

7 Определить наибольшее значение эквивалентного момента:

$$M_{\text{эквIII}} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_z^2}$$

$$\text{Или } M_{\text{эквV}} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + 0,75 M_z^2}$$

8 Положив $\sigma_{\text{ЭКВ}} = [\sigma]$, определить требуемый осевой момент сопротивления:

$$W_x = \frac{M_{\text{ЭКВ}}}{[\sigma]}, \text{ для сплошного круглого сечения определяем } d \text{ по}$$

$$\text{формуле } d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{\text{ЭКВ}}}{0,1[\sigma]}}$$

План решения задачи

1 Определить мощность на шкиве, где она не задана.

2 Определить моменты, передаваемые каждым шкивом.

3 Построить эпюру крутящих моментов.

4 Определить давление, передаваемое шкивами на вал, считая, что натяжение ведущего ремня в два раза больше, чем натяжение ведомого.

5 Показать на схеме в аксонометрии расположение усилий, действующих на вал и разложив их по осям, определить вертикальные и горизонтальные составляющие.

6 Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях и эпюру суммарного изгибающего момента.

7 Определить диаметр вала, пользуясь четвертой теорией прочности, если $[G]=110 \text{ МПа}$; $a=0,2 \text{ м}$.

Диаметры шкивов соответственно равны: $D_1=180 \text{ мм}$; $D_2=160 \text{ мм}$; $D_3=140 \text{ мм}$; $D_4=200 \text{ мм}$. Таблица 5.1 Рисунок 5.1

Таблица 5.1 Числовые данные

Номер варианта	Мощности, передаваемые шкивами, кВт				$\omega, \text{с}^{-1}$	$\alpha_1, \text{град}$	$\alpha_2, \text{град}$	$\alpha_3, \text{град}$
	P_1	P_2	P_3	P_4				
1		10	20	10	100	0	270	60
2	10		20	30	10	30	240	180
3	10	20		10	30	60	210	90
4		30	40	15	30	90	180	30
5	30		40	40	40	120	150	210
6	30	40		20	50	150	120	0
7		50	60	30	60	180	90	240
8	50		60	20	70	210	60	270
9	50	60		10	80	240	30	300
10		60	50	50	90	270	0	330

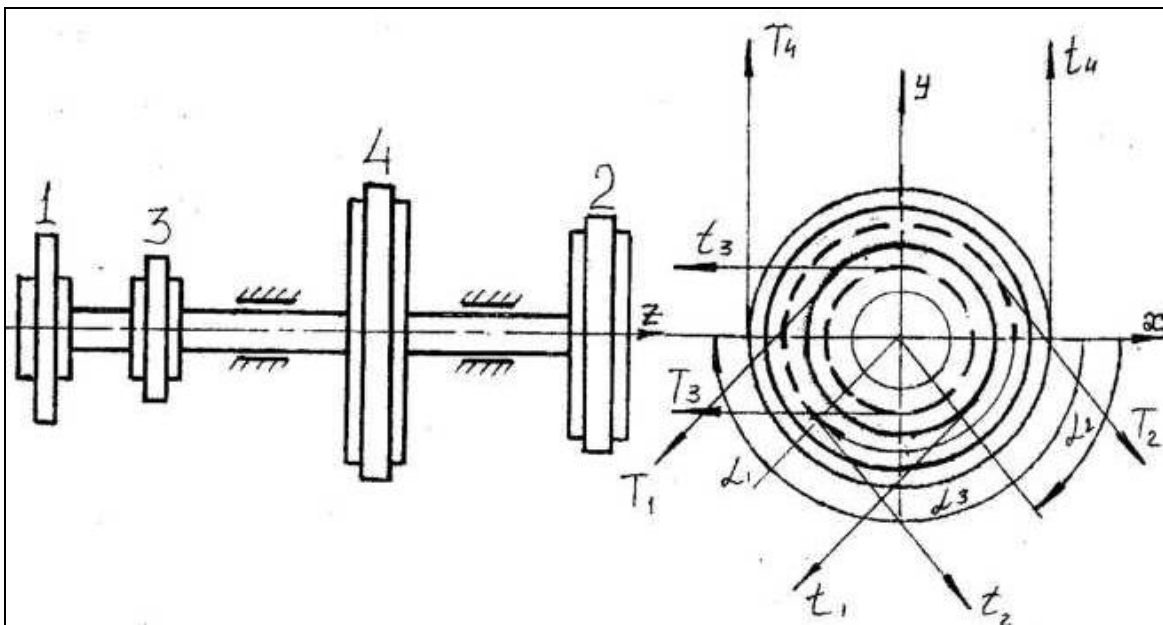


Рисунок 5.1 – Схемы нагружения валов

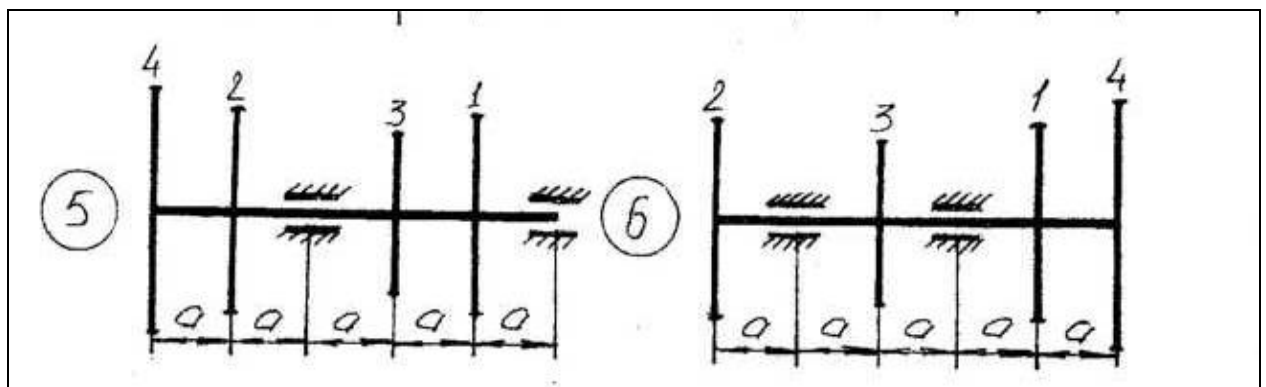
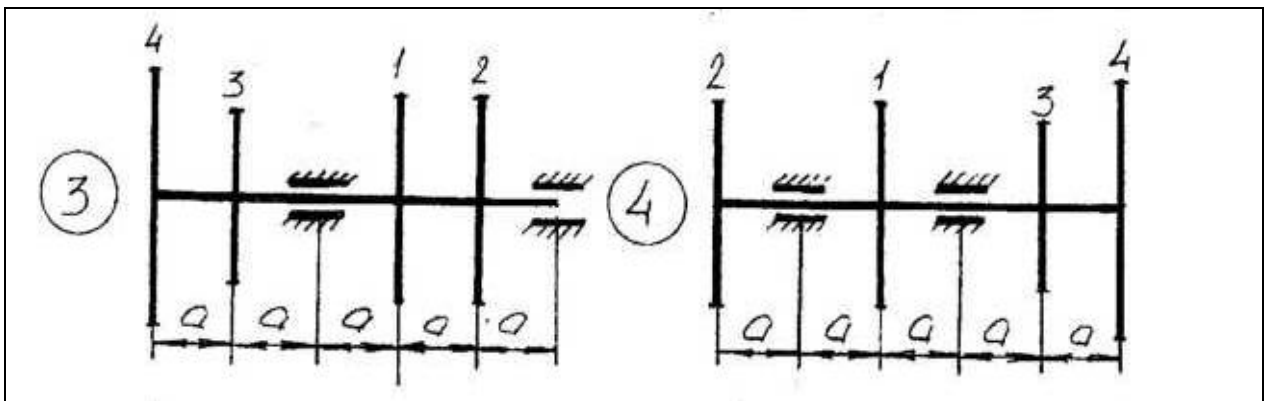
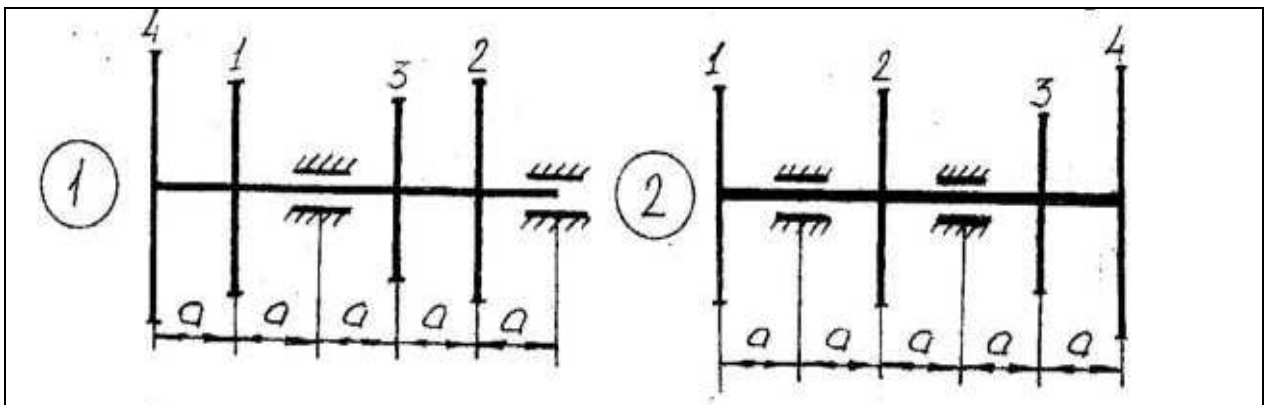


Рисунок 5.1 – Продолжение

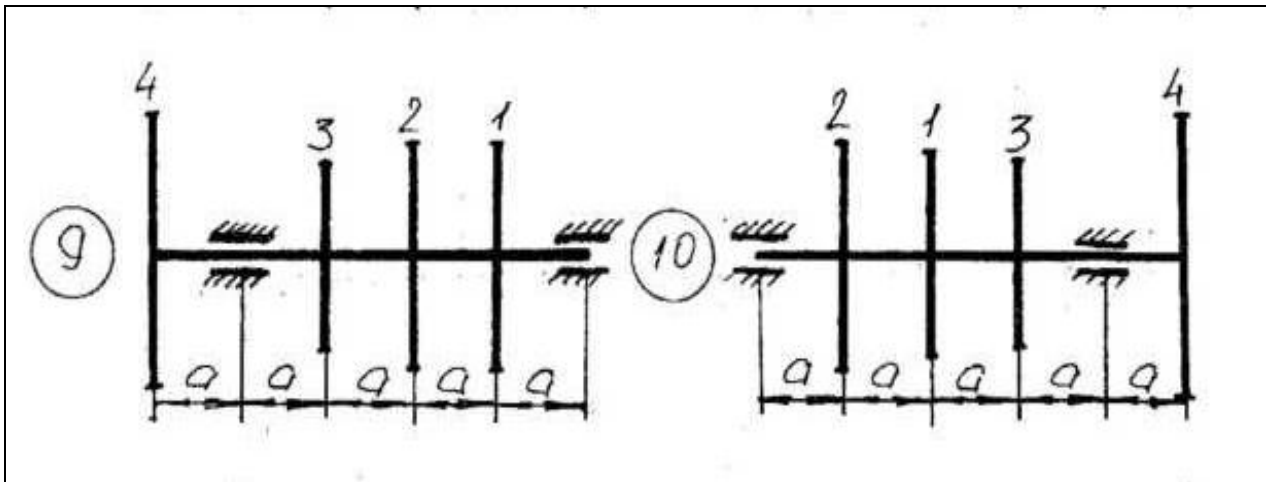
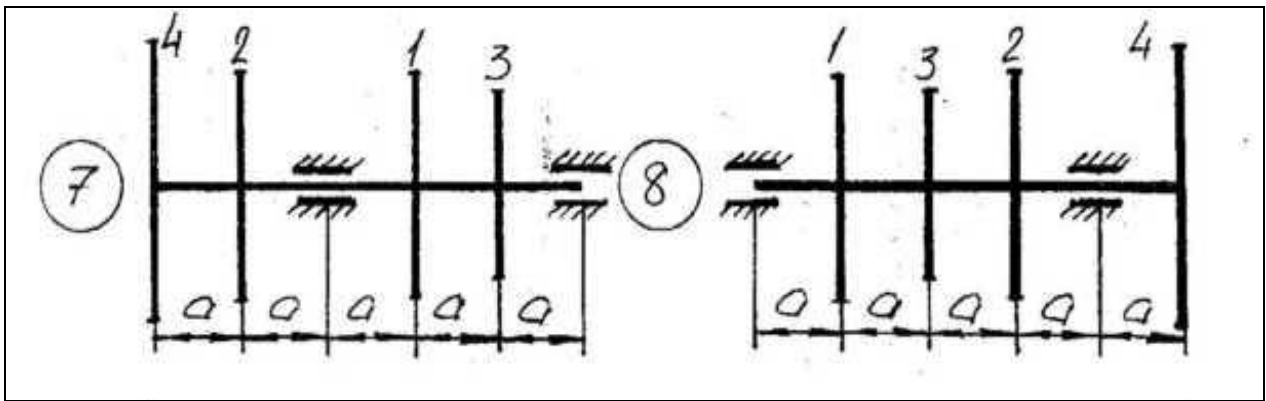


Рисунок 5.1 – Продолжение

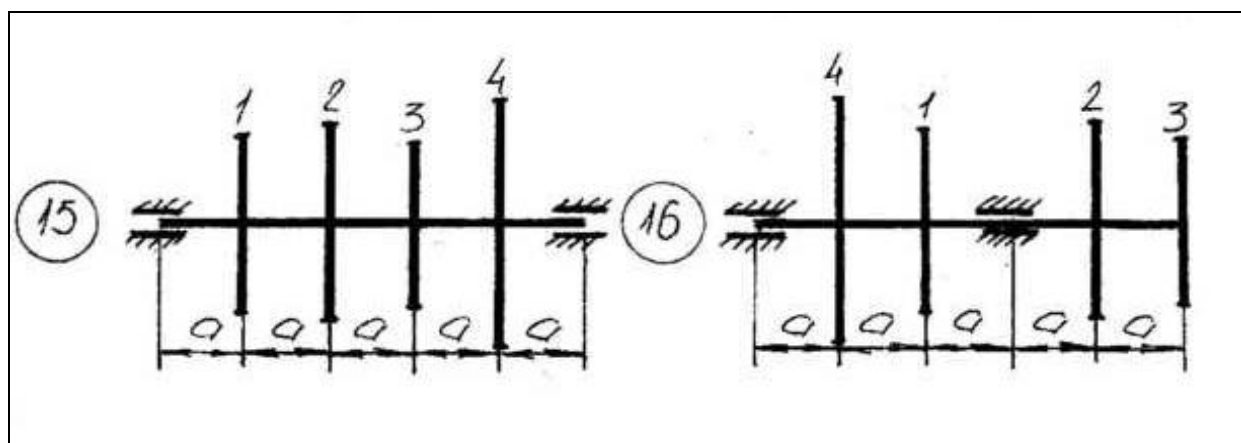
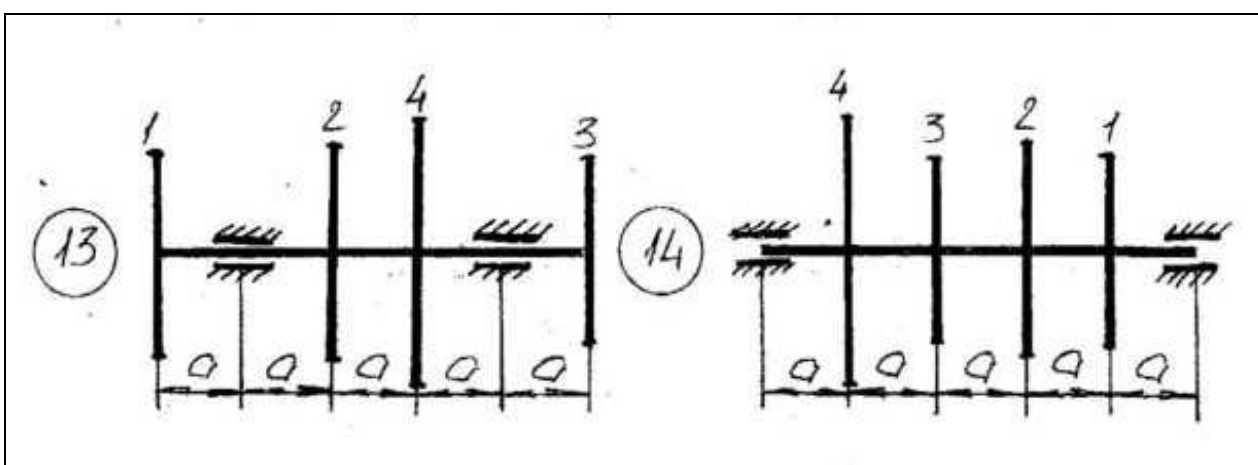
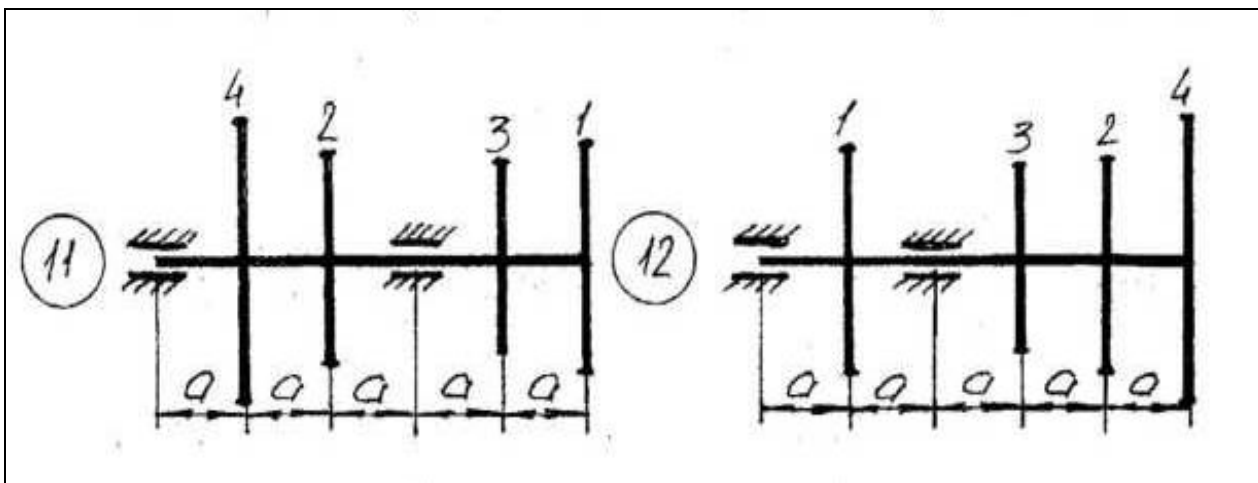


Рисунок 5.1 – Продолжение

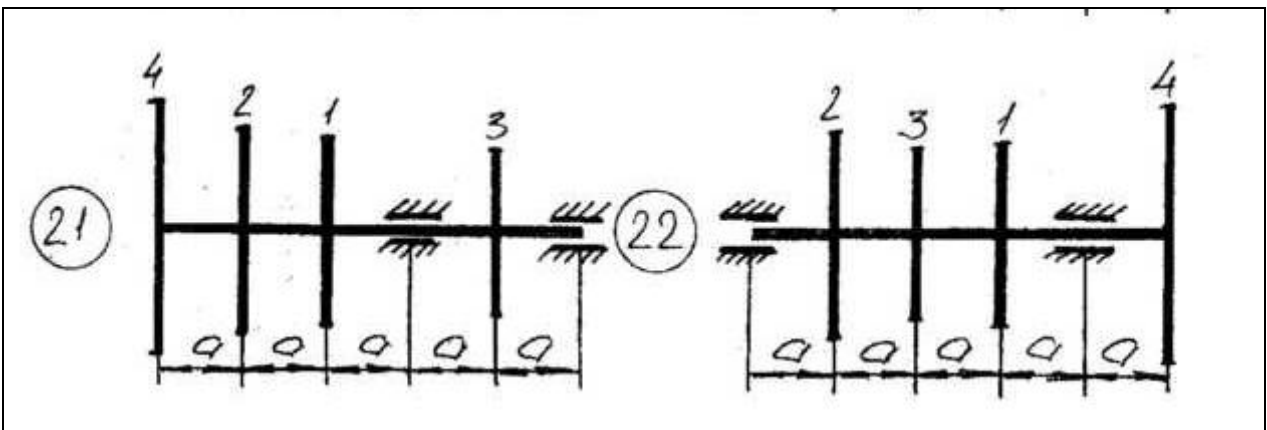
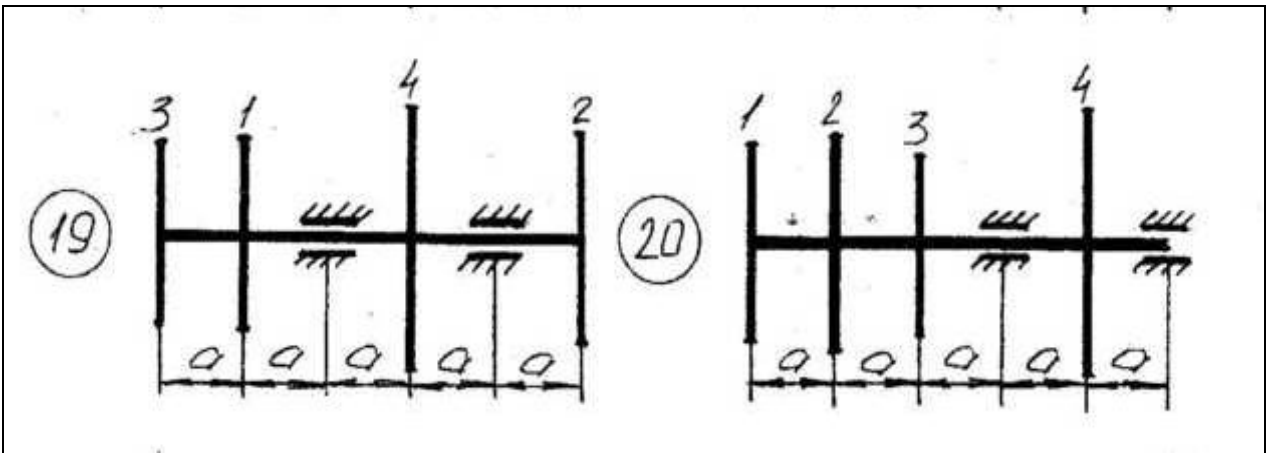
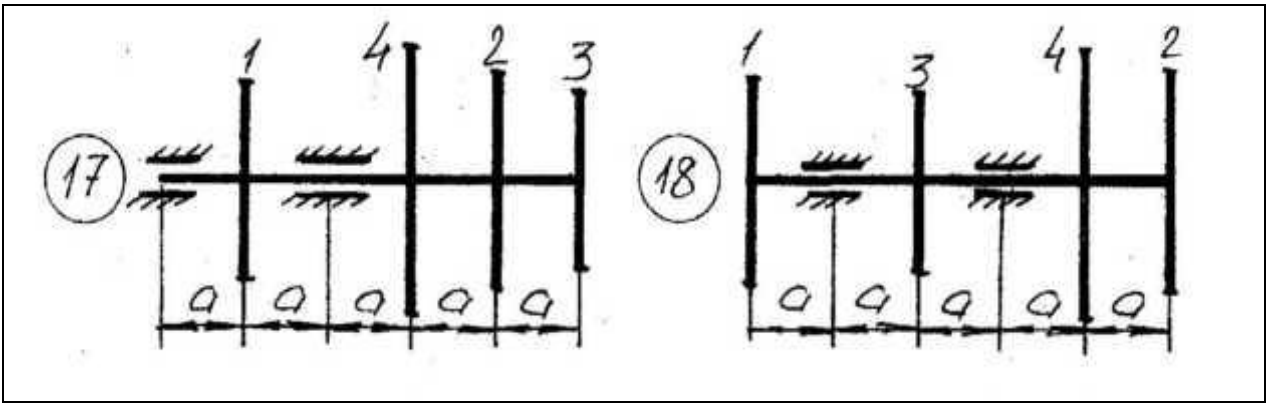


Рисунок 5.1 – Продолжение

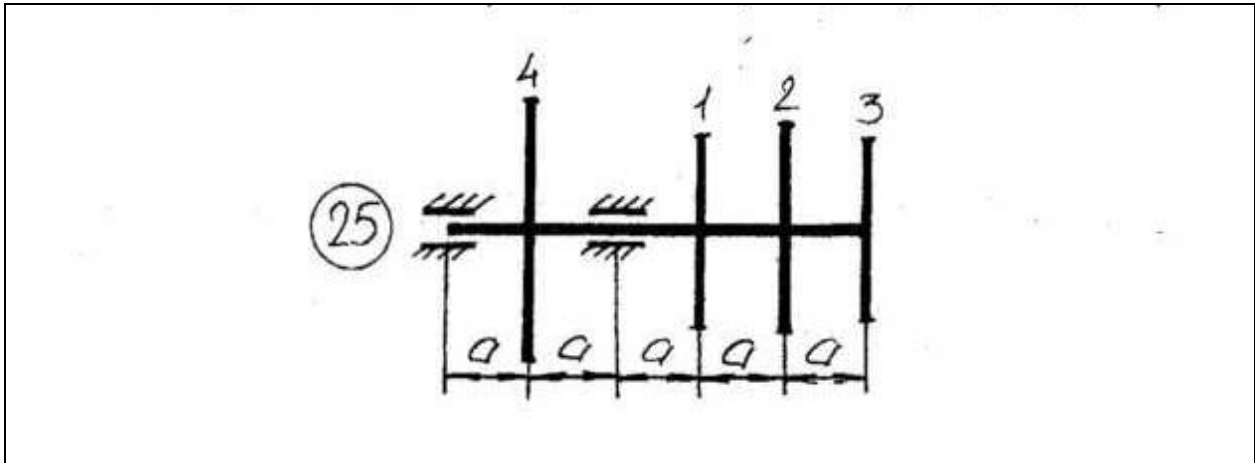
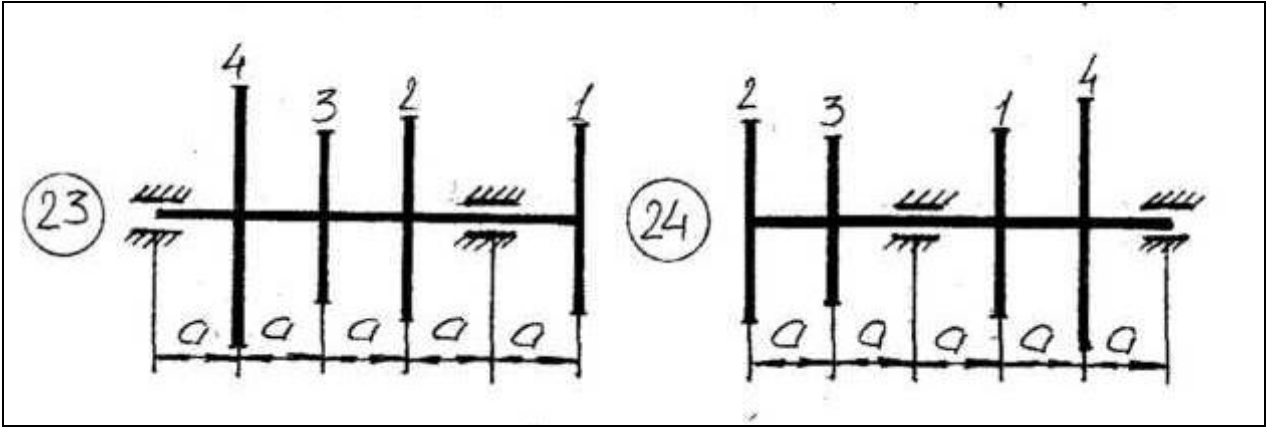


Рисунок 5.1 – Окончание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Прикладная механика: учеб. пособие для вузов / В.Т. Батиенков.- М.: РИОР: Инфра-М, 2011.
- 2 Теоретическая механика. Сопротивление материалов: учеб. пособие/ Эрдеди А.А., Эрдеди Н.А. – 12-е изд. - М.: Академия, 2011.-320 с.
- 3 Прикладная механика: учебник для вузов/ Джамай В.В.-М.: Дрофа, 2004.
- 4 Сопротивление материалов: учеб. пособие/ Берёзина Е.В. – М.: Инфра – М, 2012
- 5 Сопротивление материалов: учеб. пособие для вузов/под ред. Н.А. Костенко. – М.: Высшая школа, 2007
- 6 Теоретическая механика: учебник/ Е.А. Митюшов, С.А. Берестова. – 2-е изд., перераб. – М.: Академия, 2011. – 320 с. – (Высшее профессиональное образование, бакалавриат).
- 7 Краткий курс теоретической механики: в теории, задачах и плакатах: учебник для вузов/ Сорокин В.В. – М.: Интер, 2005. – 600 с.
- 8 Курс теоретической механики: учебник/ Яблонский А.А., Никифорова В.М. – 11-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2004. – 768 с.
- 9 Лекции по теоретической механике: учеб. пособие для втузов/ О.Н. Харин, О.Н. Харин. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – 2004. - Ч.1. – 148 с.
- 10 Лекции по теоретической механике: учебное пособие для втузов/ О.Н. Харин; О.Н. Харин, авт. Д.Н. Левитский. – М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – 2004. - Ч.2. – 194 с.
- 11 Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике/под ред. Яблонского. – М.: Интеграл – Пресс, 2002.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Указания к выполнению расчетно-графической работы.	1
2	Задание №1.Определение опорных реакций.	2
3	Задание №2.Расчет на прочность ступенчатого бруса круглого сечения на осевое растяжение-сжатие.	14
4	Задание №3.Расчет валов на кручение.	27
5	Задание №4.Расчет на прочность балок при изгибе.	42
6	Задание №5.Расчет вала на изгиб с кручением.	49
7	Список литературы	57