

# **РАСЧЕТНО-ПРОЕКТИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ**

**Методические указания**

**Часть 2**

**Составители: Г.В. Беликов, И.С. Антонов**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионально образования  
**УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

# **РАСЧЕТНО-ПРОЕКТИРОВОЧНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ**

**Методические указания**

**Часть 2**

**Составители: Г.В. Беликов, И.С. Антонов**

Ульяновск  
2010

УДК 539.9(076)  
ББК 30.121я7  
Р23

*Печатается по решению Ученого совета  
инженерно-физического факультета высоких технологий  
Ульяновского государственного университета*

Рецензент—доктор физико-математических наук, профессор А.С. Андреев

**Р 23**                    **Расчетно-проектировочные задания по сопротивлению ма-  
териалов** : методические указания : в 2 ч. Ч.2 / сост: Г.В.Беликов,  
И.С. Антонов. -Ульяновск : УлГУ, 2010. – 50 с.

В методических указаниях приведены расчетные схемы и исходные данные к расчетно-проектировочным работам по сопротивлению материалов, охватывающие вторую половину курса; разработаны и представлены контрольные вопросы.

Предназначены для студентов всех специальностей, изучающих курс «Сопротивление материалов».

УДК 539.9(076)  
ББК 30.121я7

© Беликов Г.В., Антонов И.С., составители, 2010  
© Ульяновский государственный университет, 2010

## Содержание

Введение.....	
<b>Расчетно-проектировочные задания.....</b>	
<i>Задание 1. Сложное сопротивление: изгиб с кручением.....</i>	
Вариант 1.1. Расчет пространственного стержня.....	
Вариант 1.2. Расчет на прочность вала круглого поперечного сечения.....	
<i>Задание 2. Статически неопределимые системы. Метод сил....</i>	
Вариант 2.1. Расчет плоской статически неопределимой рамы.....	
<i>Задание 3. Устойчивость равновесия элементов конструкций.....</i>	
Вариант 3.1. Расчет составных стержней на устойчивость....	
Вариант 3.2. Устойчивость сжатого стержня....	
<i>Задание 4. Стержневые системы при динамическом действии     нагрузок.....</i>	
Вариант 4.1. Соударение твердого тела со стержневой системой с одной степенью свободы.....	
Вариант 4.2. Определение запаса усталостной прочности цилиндрической пружины.....	
Библиографический список.....	

## Содержание

Введение.....	6
<b>Расчетно-проектировочные задания.....</b>	<b>7</b>
<i>Задание 1. Сложное сопротивление: изгиб с кручением.....</i>	<i>7</i>
<i>Вариант 1.2. Расчет на прочность вала круглого поперечного сечения [2, 4].....</i>	<i>15</i>
<i>Задание 2. Статически неопределимые системы. Метод сил.....</i>	<i>26</i>
<i>Задание 3. Устойчивость равновесия элементов конструкций.....</i>	<i>35</i>
<i>Вариант 3.1. Расчет составных стержней на устойчивость.....</i>	<i>35</i>
<i>Вариант 3.2. Устойчивость сжатого стержня.....</i>	<i>38</i>
<i>Задание 4. Стержневые системы при динамическом воздействии нагрузок.....</i>	<i>43</i>
<i>Вариант 4.2. Определение запаса усталостной прочности цилиндрической пружины [7].....</i>	<i>46</i>
Библиографический список .....	49

## Введение

Основная цель выполнения расчетных работ заключается в привитии навыков самостоятельного решения практических задач с одновременным закреплением теоретических знаний.

При рациональной организации выполнения расчетных работ им предшествуют лекции и решение простых задач по соответствующей тематике.

Сроки выдачи и сдачи всех работ указываются студентам на весь семестр.

Оформление текстовых и графических документов должно выполняться с соблюдением основных правил, установленных стандартами.

Защита каждой работы организуется в порядке, установленном кафедрой. Разрешение на защиту в виде соответствующей записи на титульном листе дает руководитель работы. По результатам работы и её защиты выставляется оценка.

Студенты допускаются к экзамену лишь после сдачи всех расчетно-графических работ.

## Расчетно-проектировочные задания

### Задание 1. Сложное сопротивление: изгиб с кручением

#### **Вариант 1.1.** Расчет пространственного стержня [4, 10]

Задана схема стального стержня (рис. 1), размеры его участков, действующие силы и соотношения размеров поперечных сечений. На участке АВ поперечное сечение – прямоугольное, с размерами  $h/b$ ; ВС-кольцевое с размерами  $D/d$ , CD-квадратное со стороной  $a$ .

Принять:  $[\sigma]=160\text{МПа}$ ,  $E=2\cdot 10^5\text{ МПа}$ .

Требуется:

1. Построить эпюры  $N$ ,  $M_Z$ ,  $M_Y$ ,  $M_K$ .
2. Подобрать размеры поперечных сечений каждого участка.
3. Построить эпюры нормальных и касательных напряжений для всех форм сечений.
4. Проверить прочность каждого участка стержня с учетом всех силовых факторов.
5. Определить одно из линейных перемещений (вертикальное или одно из двух горизонтальных) сечения D.

Исходные данные взять из табл.1.

Таблица 1

Номер строки	$P_1$	$P_2$	$l_{AB}$	$l_{BC}$	$l_{CD}$	$h/b$	$D/d$
	кН		м				
1	5	8	1,2	1,6	1,5	1,5	1,5
2	7	6	0,8	1,3	1,4	1,4	1,6
3	6	3	0,4	1,2	0,9	1,2	1,7
4	2	5	1,1	0,8	1,2	1,1	1,8
5	3	6	0,8	1,0	1,3	1,6	1,9
6	9	3	1,2	1,2	0,8	1,7	2,0
7	7	4	0,9	1,3	1,4	1,8	2,1
8	6	5	1,4	2,0	1,0	1,9	2,2
9	3	4	0,7	0,9	0,9	2,0	2,3

10	4	6	1,3	1,4	1,4	1,6	2,4
----	---	---	-----	-----	-----	-----	-----

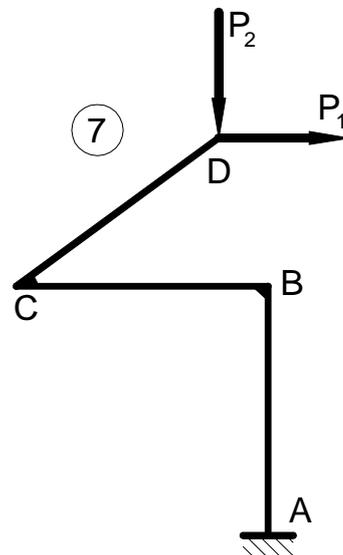
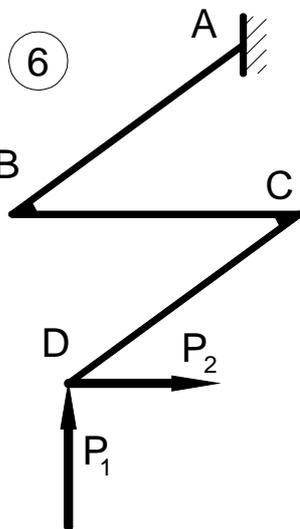
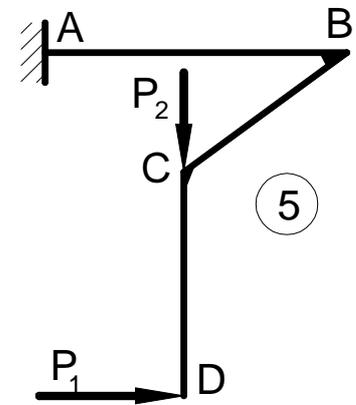
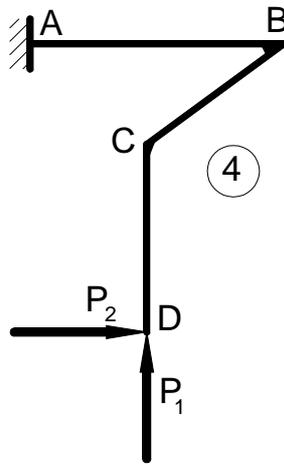
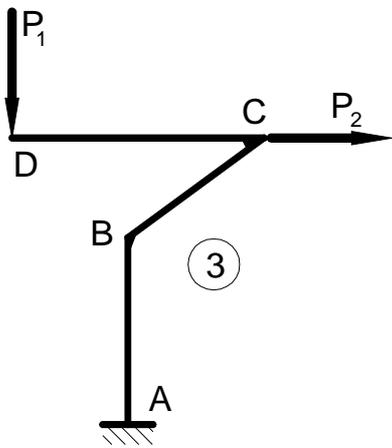
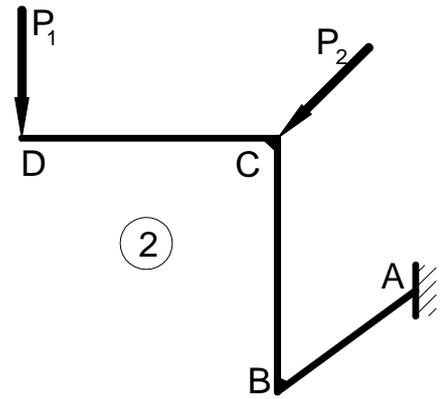
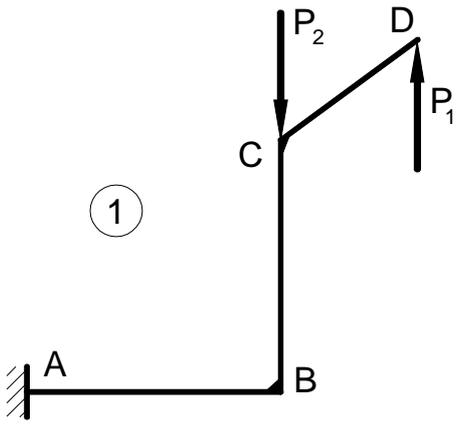


Рис. 1

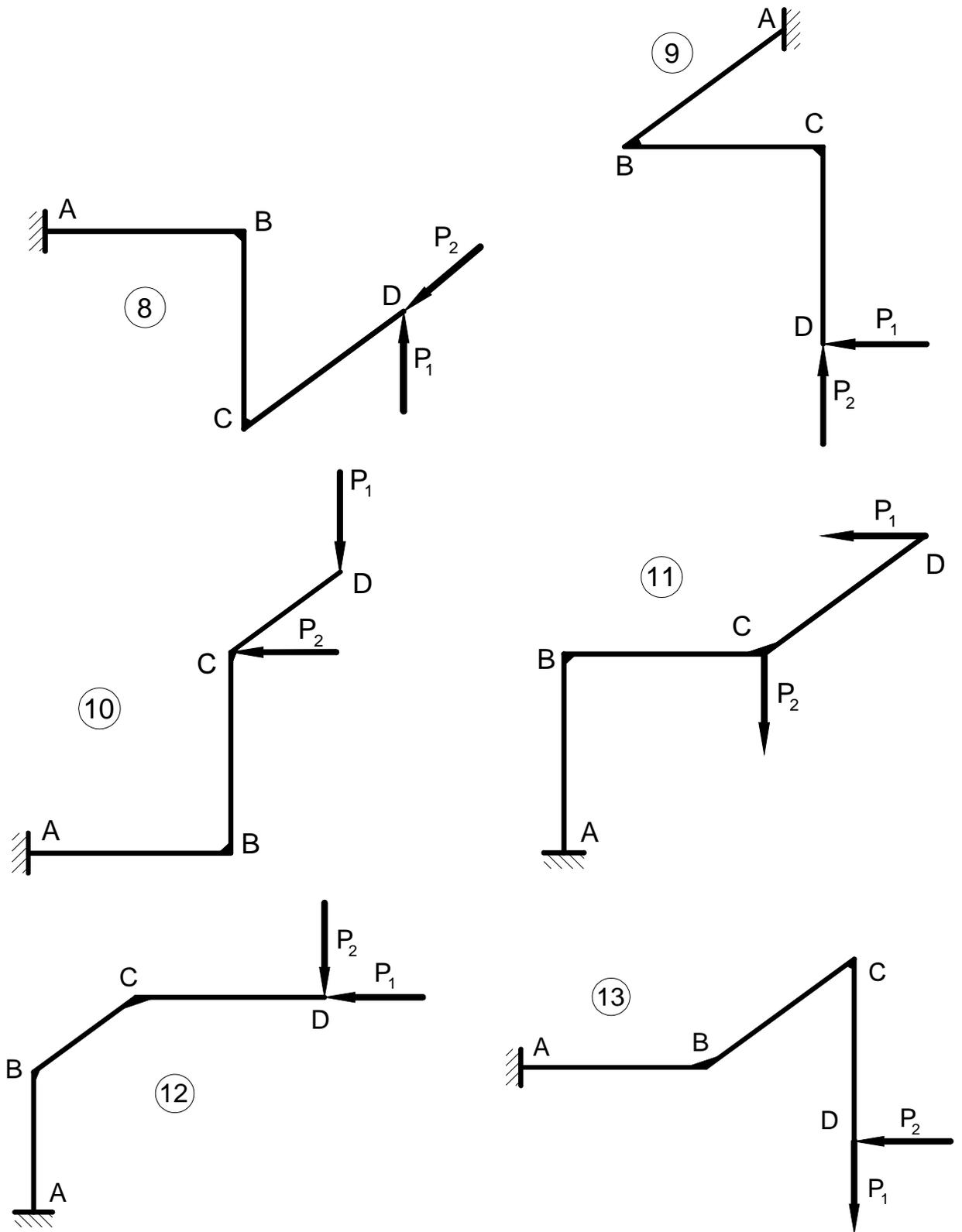
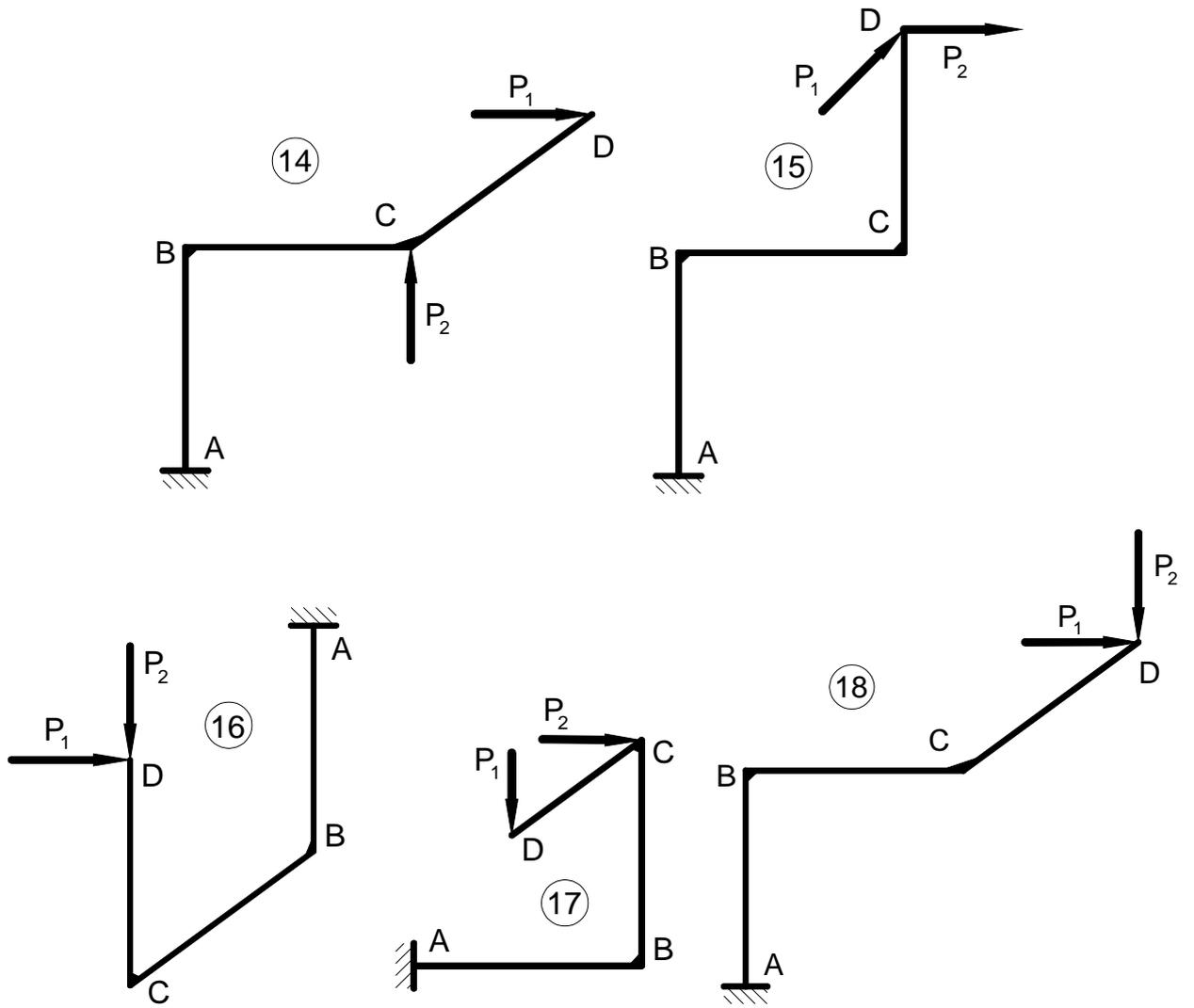


Рис. 1 (продолжение)



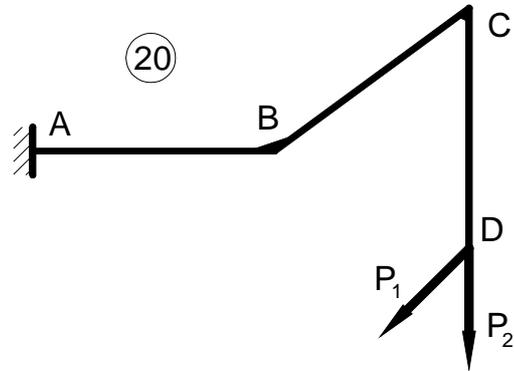
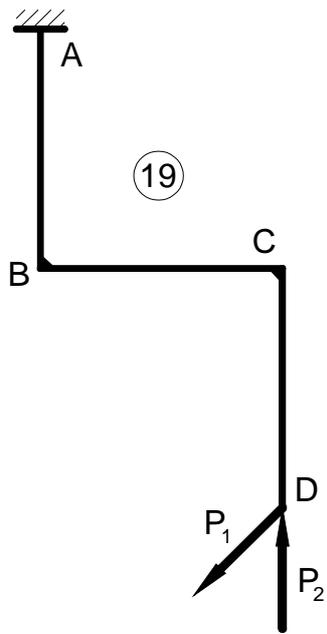
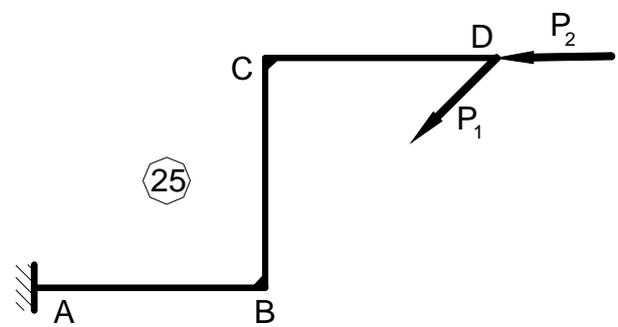
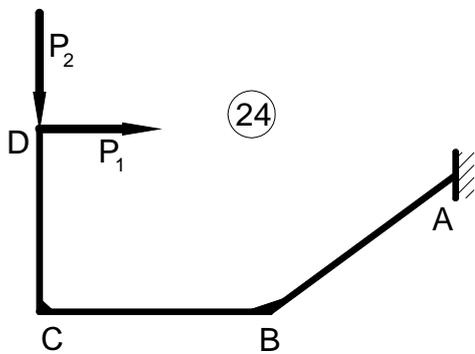
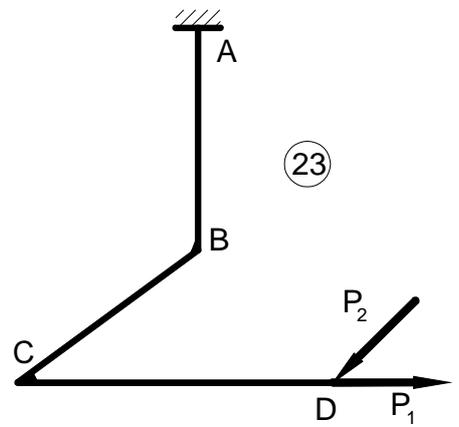
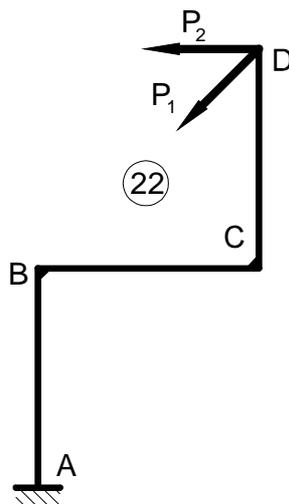
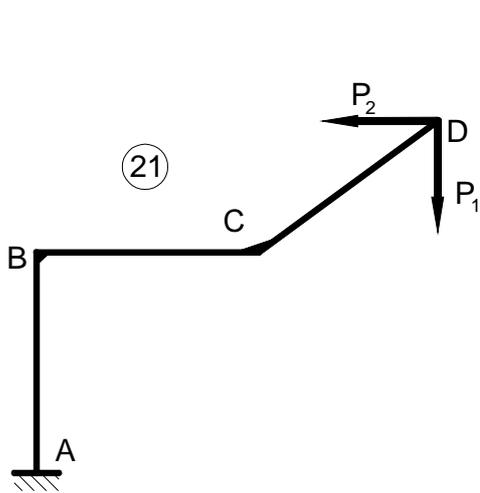


Рис. 1 (продолжение)



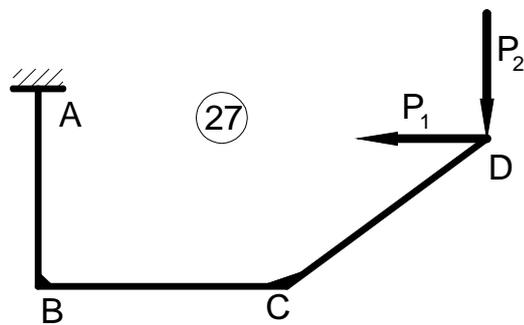
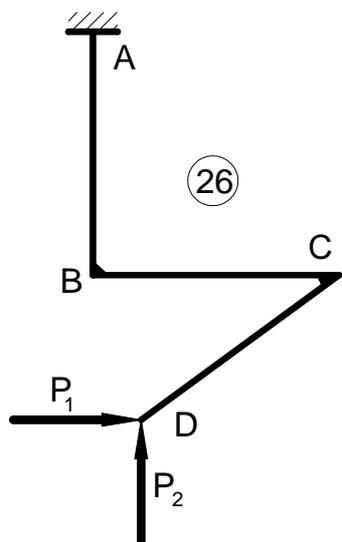
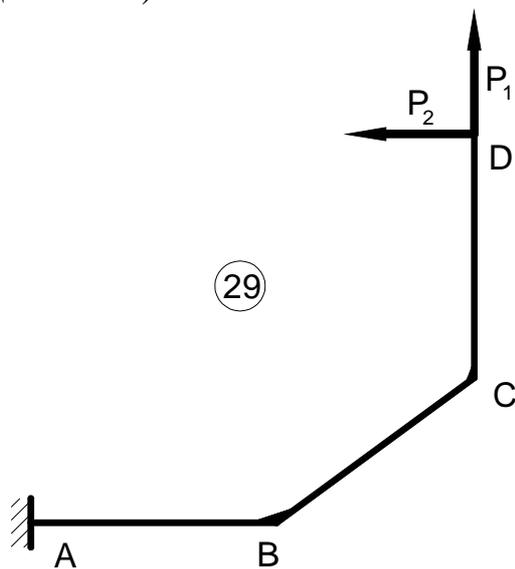
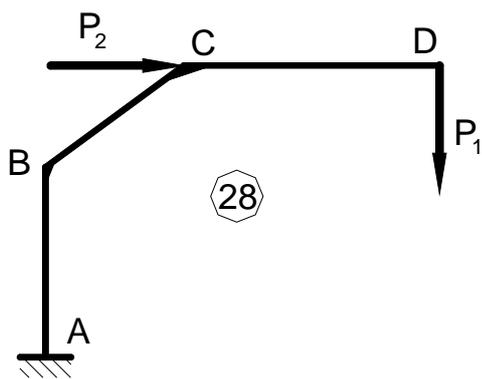


Рис. 1 (продолжение)



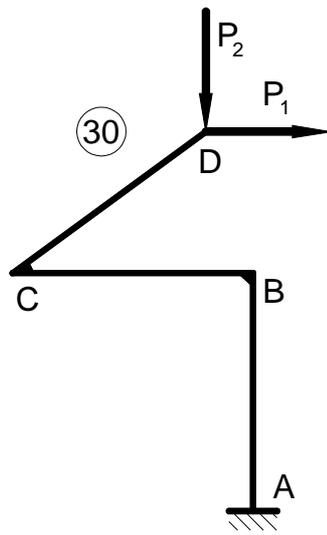


Рис. 1 (окончание)

## Контрольные вопросы

1. Как определяют величину и знак каждого внутреннего силового фактора стержня при сложном сопротивлении?
2. Какие частные случаи сложного сопротивления встречаются в практических расчетах?
3. В каких случаях стержень испытывает кривой изгиб?
4. В каких случаях стержень испытывает внецентренное растяжение или сжатие?
5. Как расположена нейтральная ось поперечного сечения при кривом изгибе и внецентренном растяжении или сжатии?
6. Как записывается условие прочности стержня в общем случае сложного сопротивления?
7. Как записывается условие прочности при кривом изгибе и внецентренном растяжении или сжатии?
8. Как записывается условие прочности при изгибе с кручением стержня круглого поперечного сечения?
9. Где находятся возможные опасные точки прямоугольного поперечного сечения стержня, испытывающего сложное сопротивление?
10. Где находится опасная точка стержня круглого поперечного сечения при сложном сопротивлении?
11. Как определить полное линейное перемещение сечения пространственного сечения?

## **Вариант 1.2. Расчет на прочность вала круглого поперечного сечения [2, 4]**

На вал (рис. 2) насажены три прямозубых зубчатых колеса, нагруженные окружными составляющими силами (радиальные составляющие не учитываются). Известны диаметры колёс, длины участков вала и его материал. При расчёте допускаемого напряжения принять значение коэффициента запаса прочности из диапазона  $1,3 \leq [n] \leq 1,5$ .

Требуется:

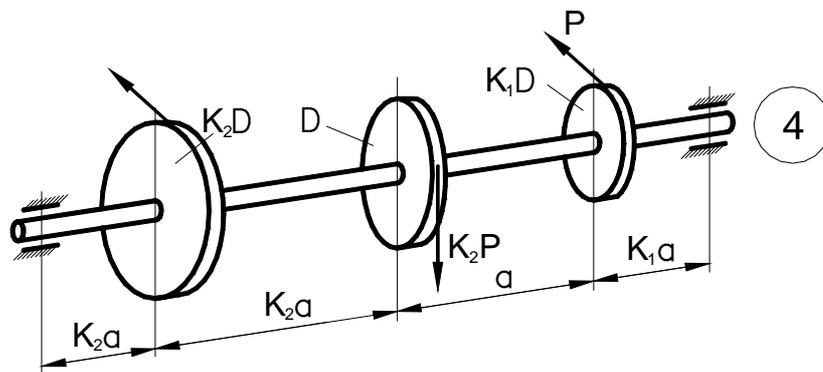
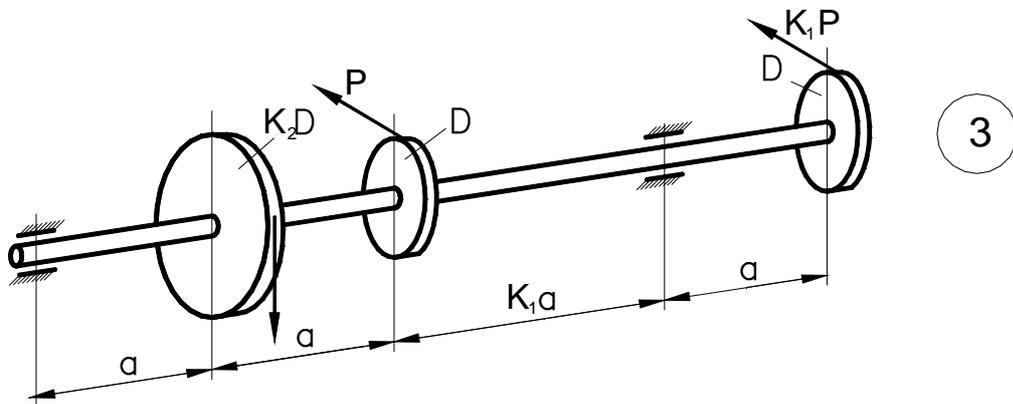
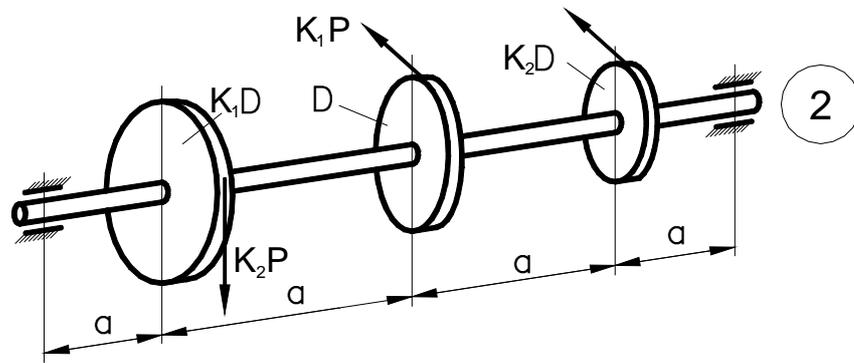
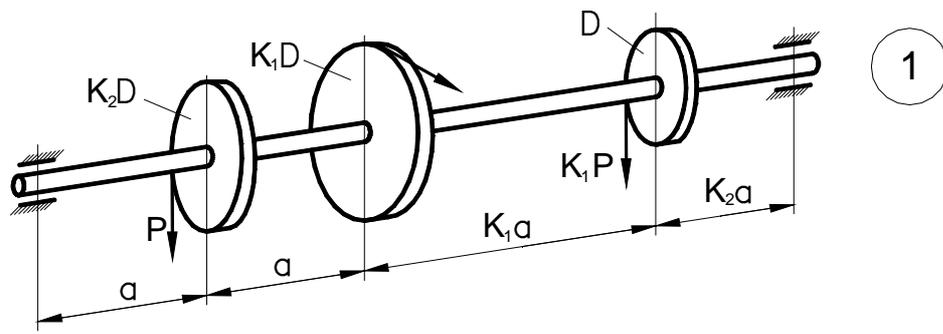
1. Вычислить величину одной из заданных внешних нагрузок. Привести все силы к центрам тяжести соответствующих сечений вала.
2. Построить эпюры крутящего  $M_K$  и изгибающих  $M_Z$  и  $M_Y$  моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях, пренебрегая весом колес и самого вала.
3. Определить суммарные изгибающие моменты в сечениях, где приложены сосредоточенные силы и реакции опор по формуле  $M_u = \sqrt{M_Z^2 + M_Y^2}$
4. По эпюрам  $M_K$  и  $M_u$  найти опасное сечение и определить величину максимального расчетного момента по четвертой теории прочности.
5. Из условия прочности найти значение диаметра вала и округлить это значение до ближайшего большего размера по ГОСТ 8032-84.

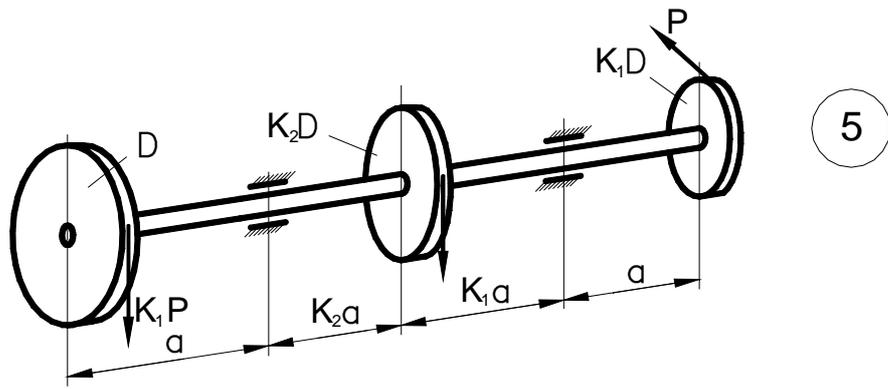
Исходные данные взять из табл. 2.

Таблица 2

Номер строки	P, кН	a, м	D, м	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	Материал (сталь)
1	5	0,3	0,60	1,05	0,8	25
2	6	0,4	0,55	1,10	0,65	30
3	7	0,5	0,50	1,15	0,70	35
4	8	0,6	0,45	1,20	0,75	45
5	9	0,7	0,40	1,25	0,80	50
6	10	0,8	0,45	1,30	0,85	20X
7	4	0,5	0,50	1,25	0,90	40X
8	3	0,4	0,55	1,20	0,95	40XH

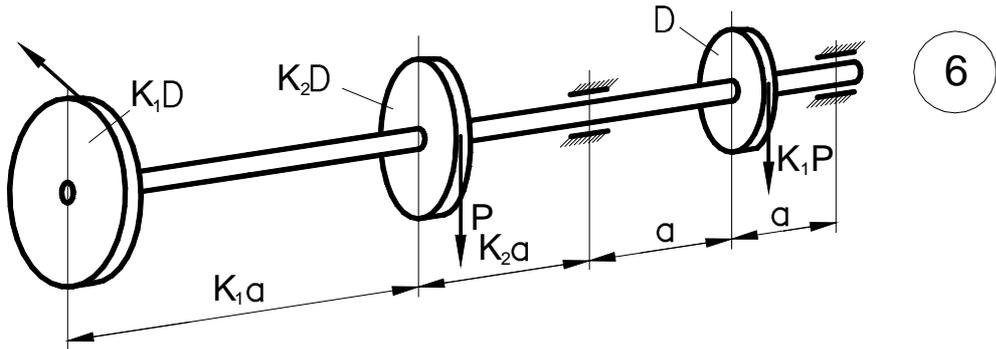
9	5	0,2	0,60	1,15	0,90	30XMA
10	6	0,5	0,65	1,10	0,80	12XH3A



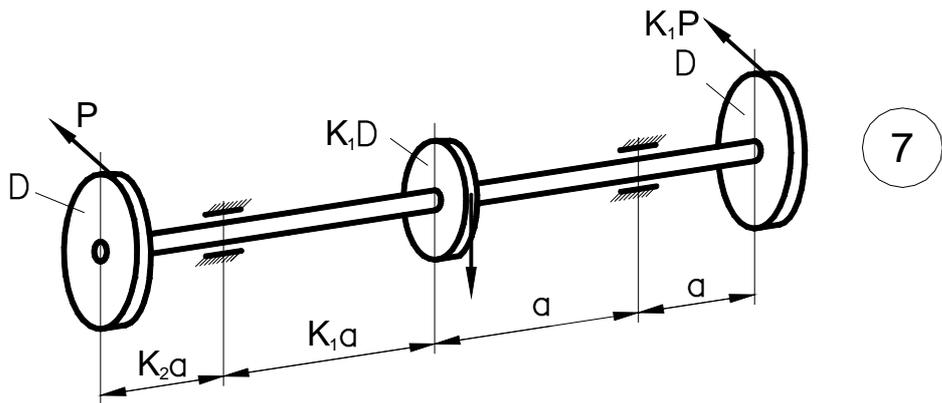


5

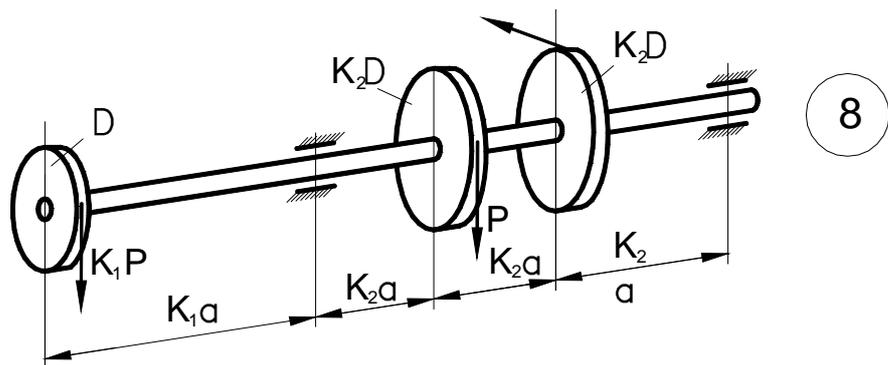
Рис. 2



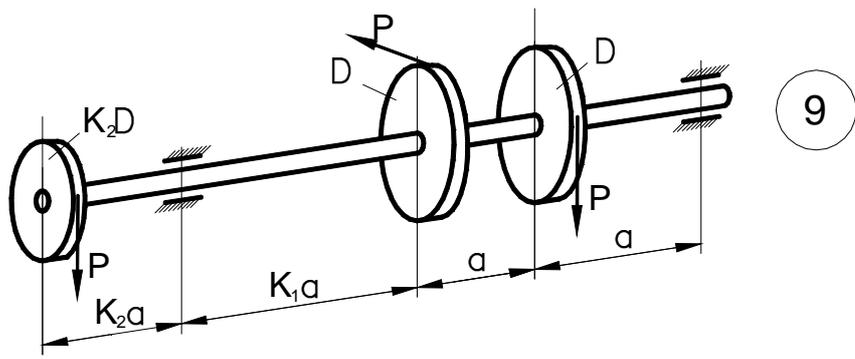
6



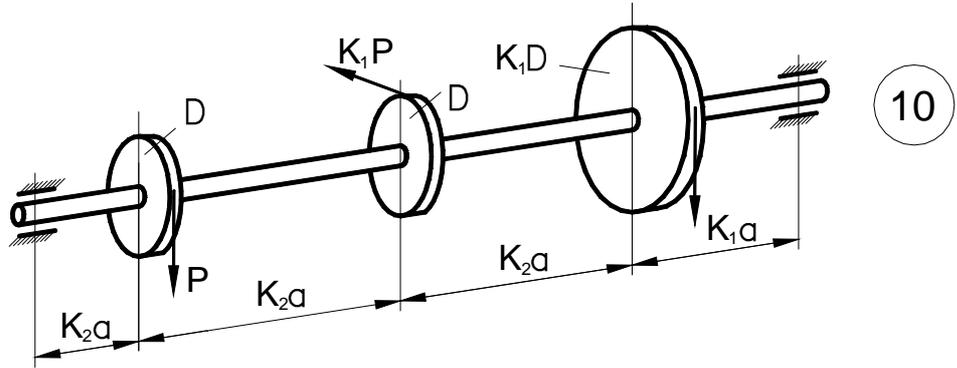
7



8

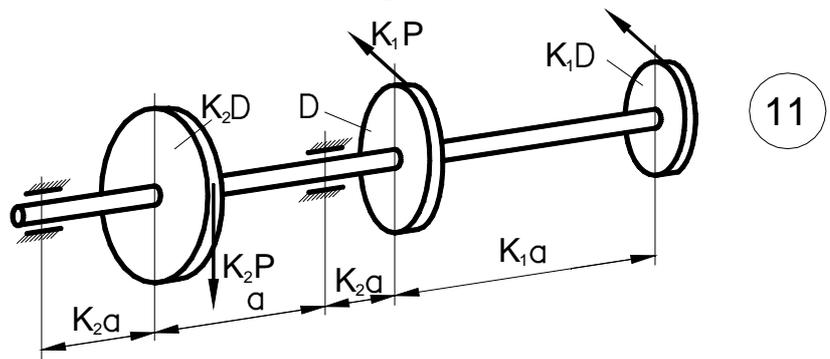


9

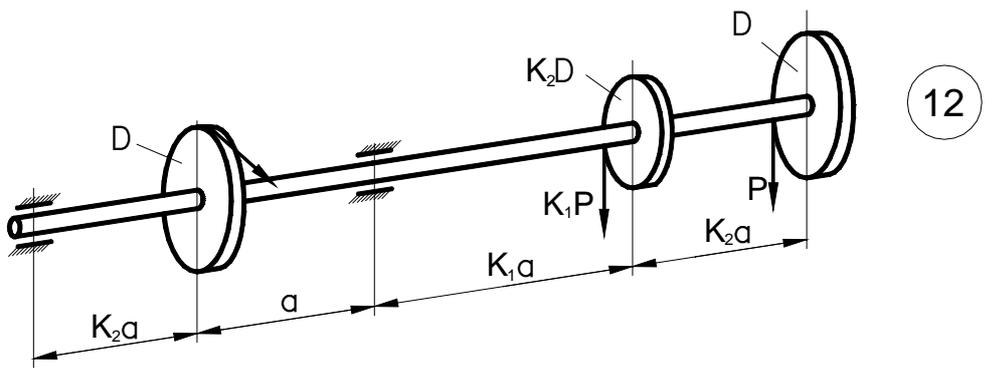


10

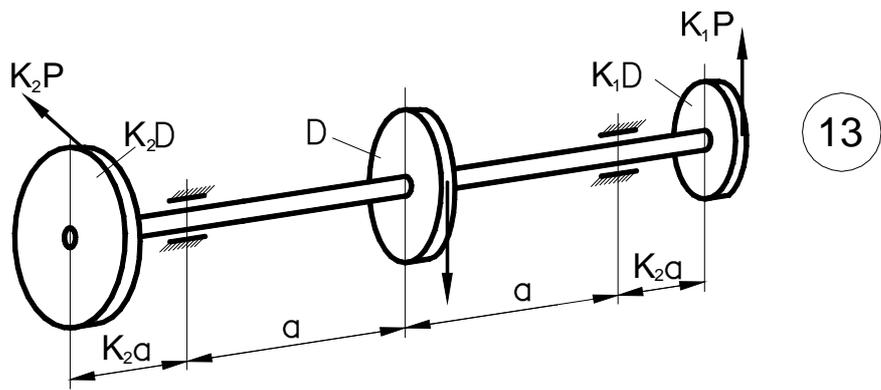
Рис. 2 (продолжение)



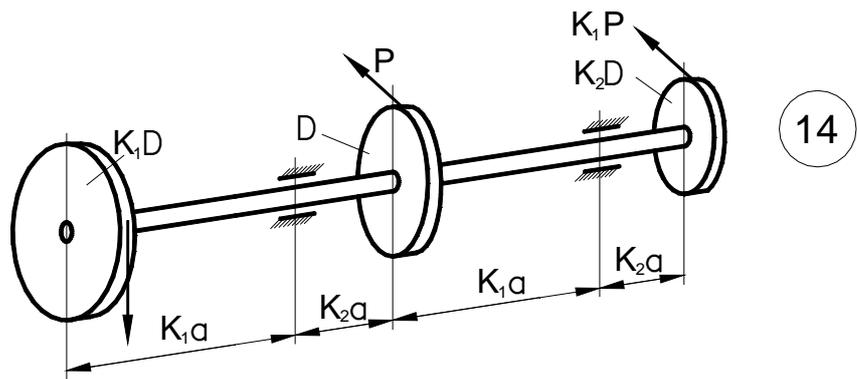
11



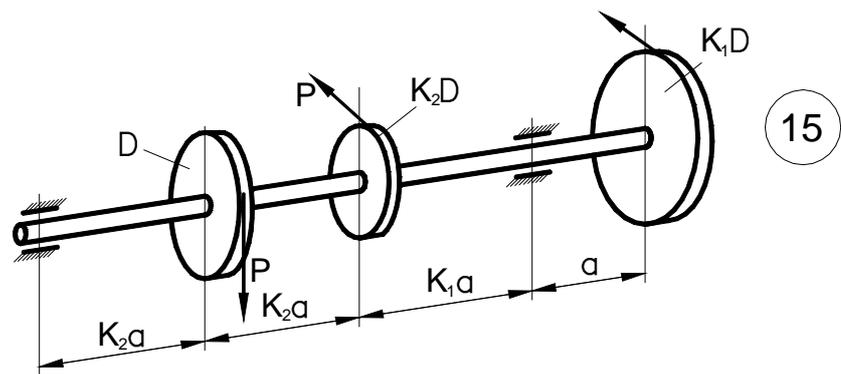
12



13

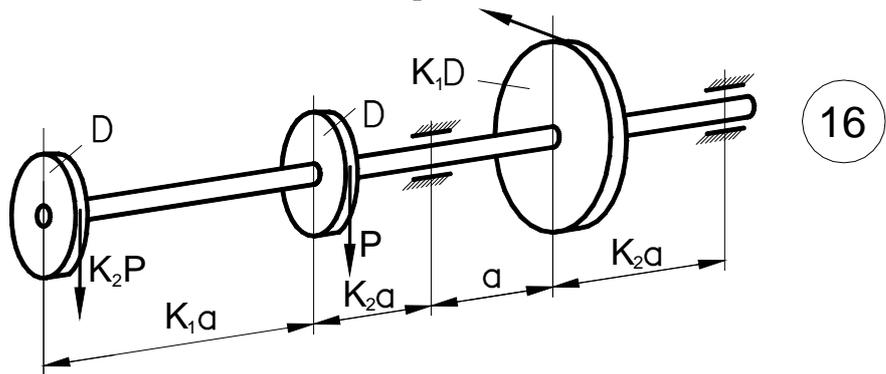


14

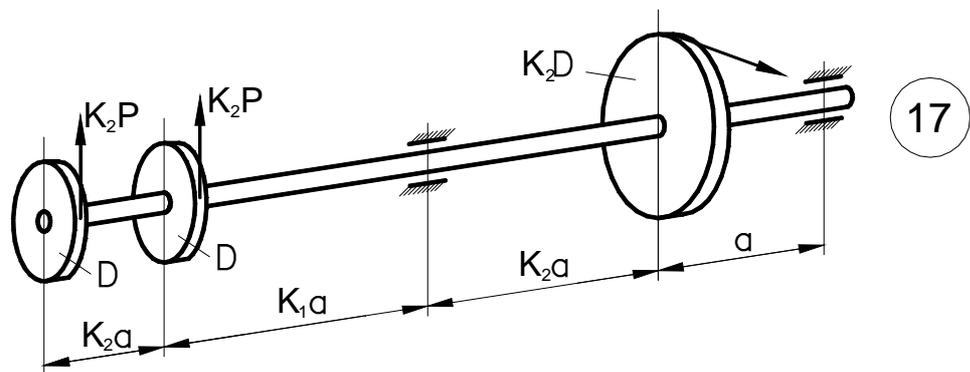


15

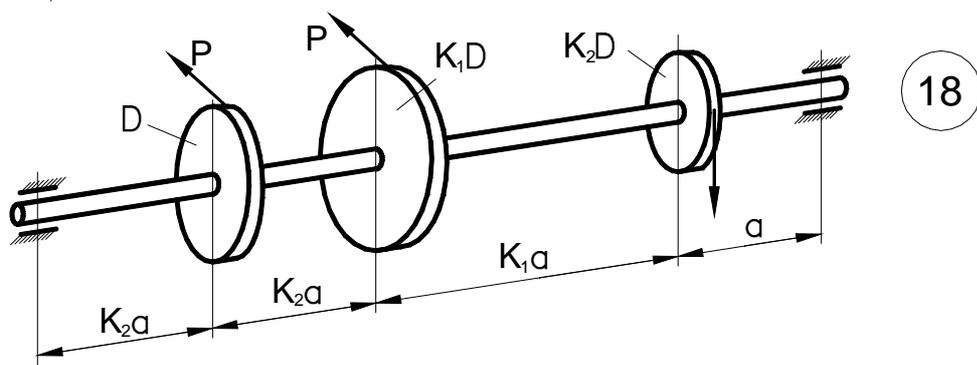
Рис. 2 (продолжение)



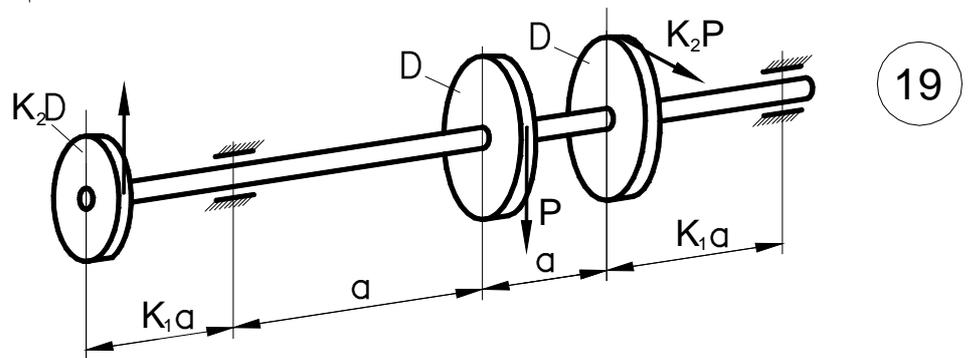
16



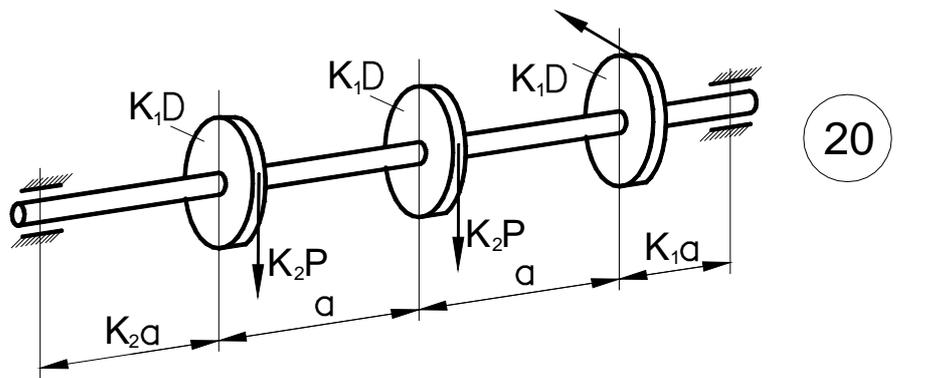
17



18

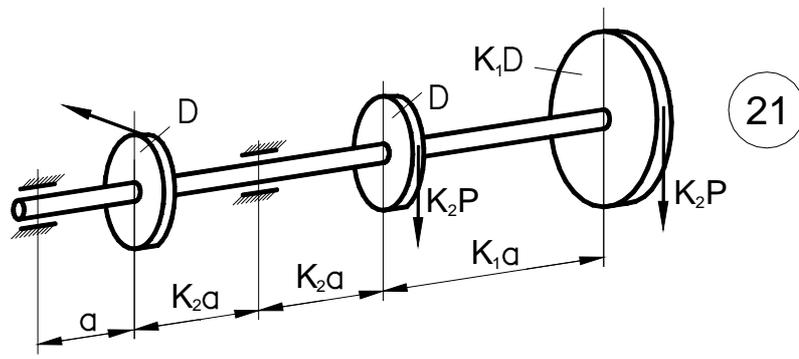


19

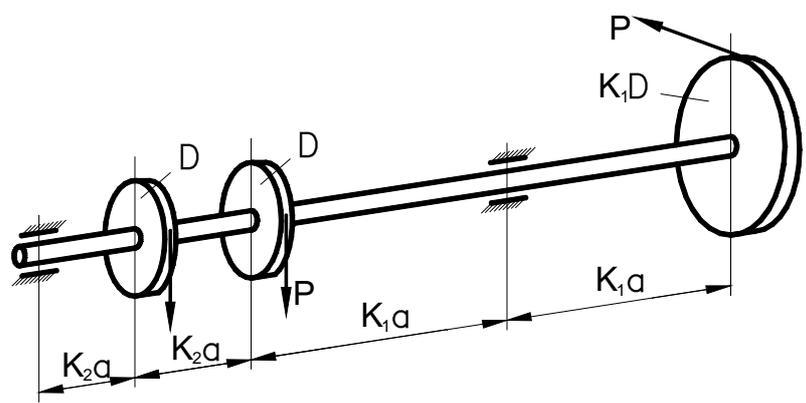


20

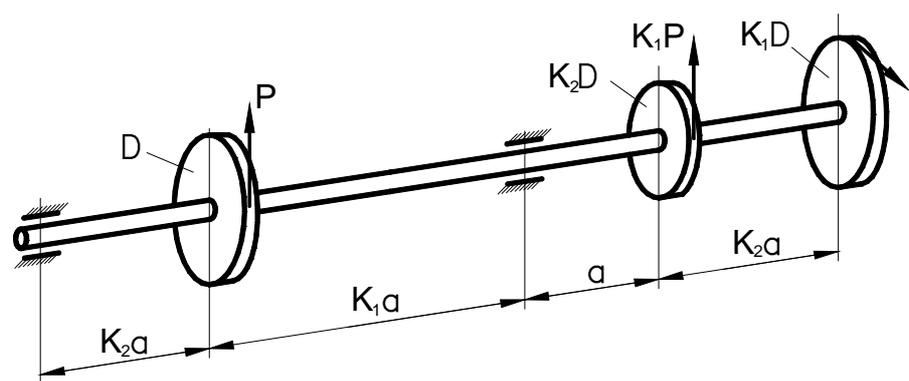
Рис. 2 (продолжение)



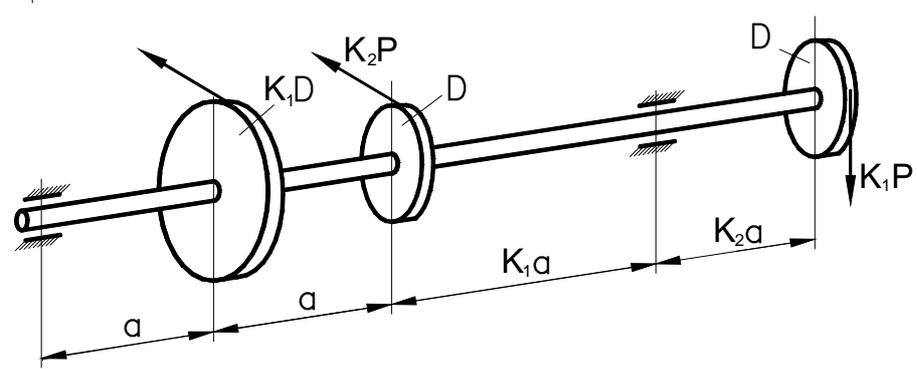
21



22



23



24

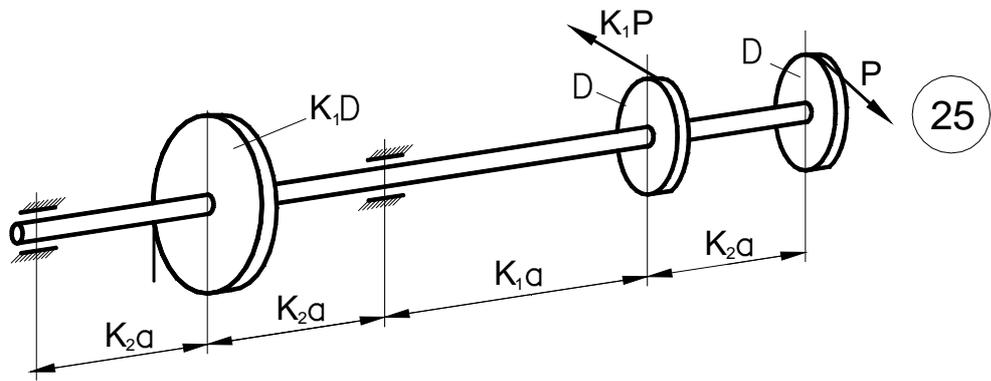
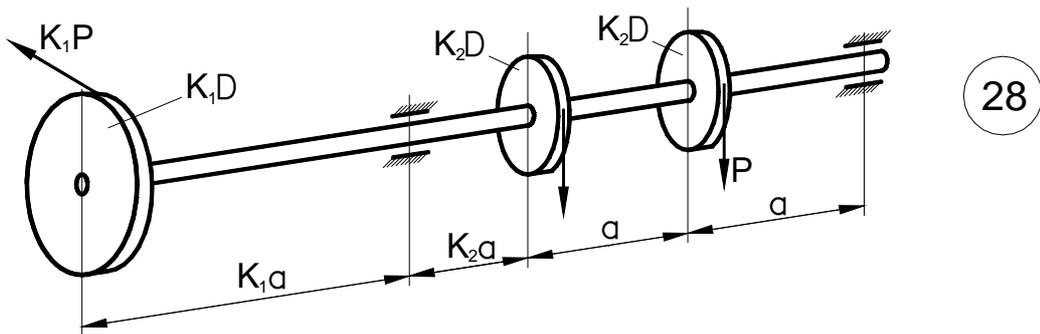
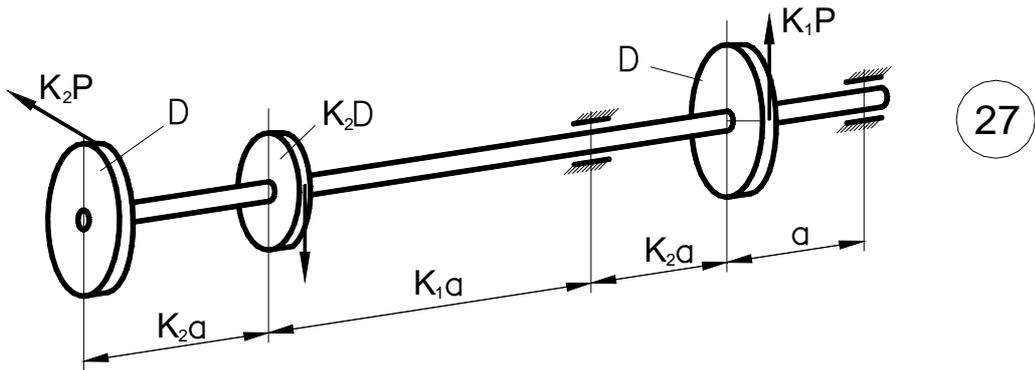
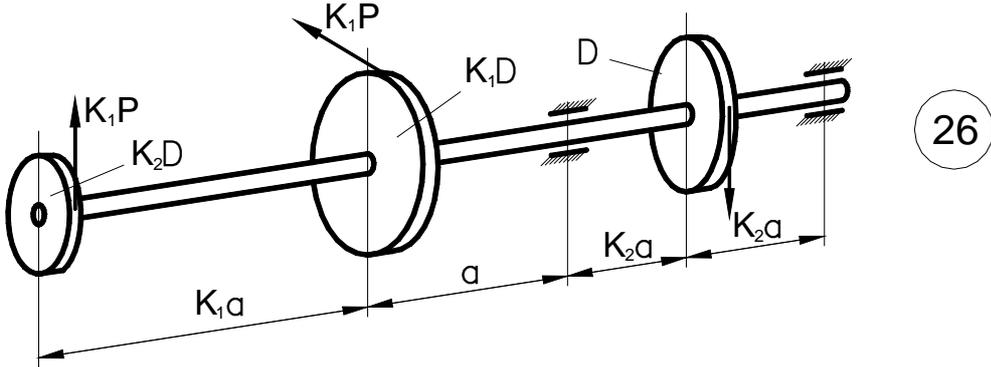
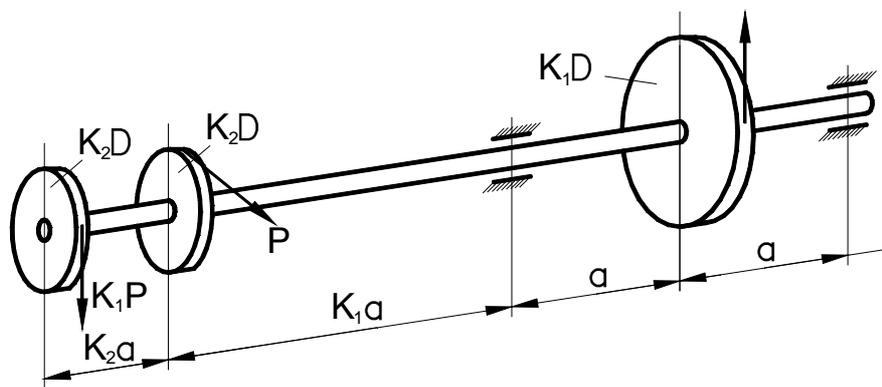
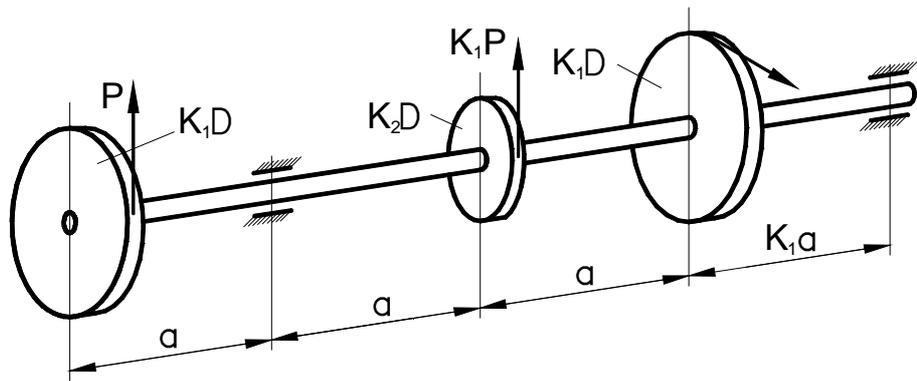


Рис. 2 (продолжение)





29



30

Рис. 2 (окончание)

## Контрольные вопросы

1. Какой вид нагружения испытывает вал зубчатой передачи?
2. Как записывается условие статической прочности вала круглого поперечного сечения при изгибе с кручением?
3. Почему вал зубчатой передачи испытывает циклически изменяющиеся напряжения?
4. Почему определяют суммарные изгибающие моменты только в сечениях, где приложены сосредоточенные силы?
5. Что такое концентрация напряжений и как она влияет на прочность?
6. Какие напряжения возникают в поперечном сечении стержня при изгибе с кручением?
7. Как находятся опасные сечения стержня круглого поперечного сечения при изгибе с кручением?
8. Какие точки круглого поперечного сечения являются опасными при изгибе с кручением? Какое напряжённое состояние возникает в этих точках?
9. Как находится приведенный момент (по различным теориям прочности) при изгибе с кручением стержня круглого сечения?

## **Задание 2. Статически неопределимые системы. Метод сил**

### **Вариант 2.1. Расчёт плоской статически неопределимой рамы [2]**

Для статически неопределимой рамы, изображённой на рис. 3, требуется:

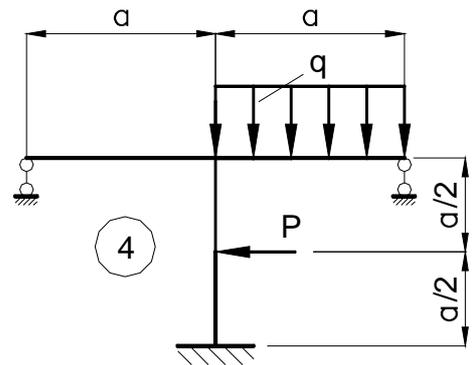
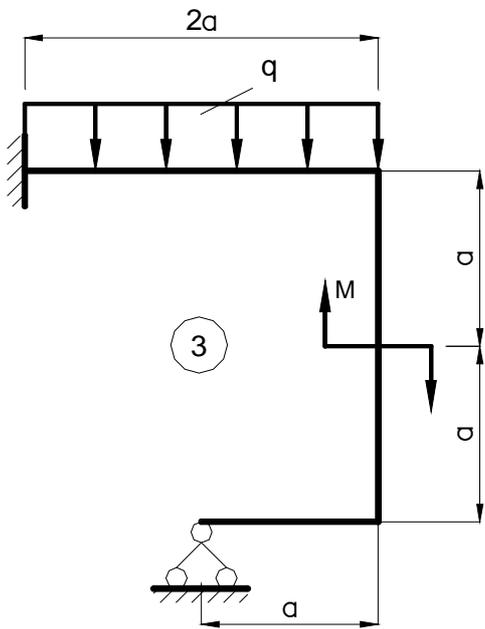
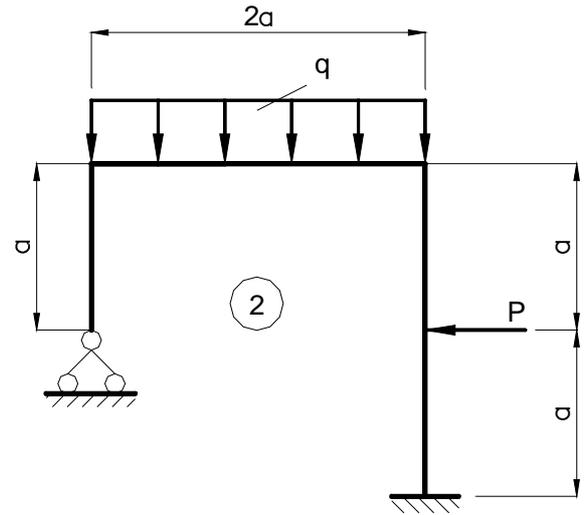
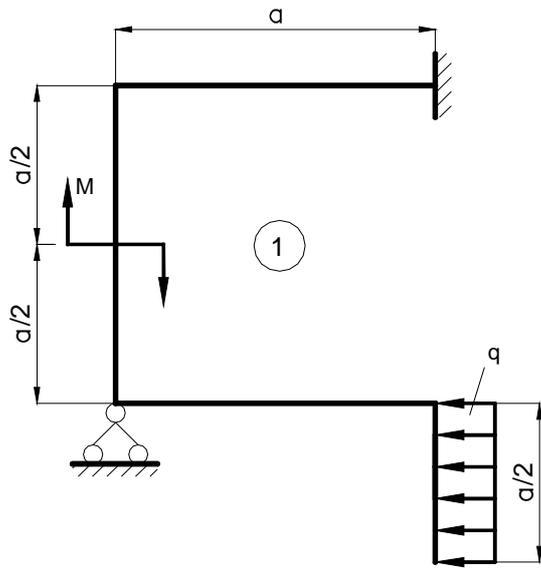
1. Вычертить схему рамы в масштабе.
2. Определить степень статической неопределимости.
3. Выбрать основную статически определимую систему метода сил.
4. Составить систему канонических уравнений метода сил.
5. Построить единичные и грузовую эпюры в основной системе.
6. Найти коэффициенты при неизвестных и свободные члены канонических уравнений и проверить правильность их определения.
7. Определить неизвестные реакции лишних связей.
8. Построить эпюры изгибающих моментов  $M$ , поперечных сил  $Q$  и продольных сил  $N$ .
9. Выполнить статическую и кинематическую проверки.
10. Из условия прочности по нормальным напряжениям подобрать двутавровое сечение рамы.

Указание: считать, что жёсткости  $EJ_z$  всех стержней (ригелей и стоек) одинаковы.

Исходные данные взять из табл. 3.

*Таблица 3*

Номер строки	а, м	P, кН	M, кН·м	q, кН/м	[n]	Материал
1	1	20	30	10	1,5	Ст 4
2	2	40	20	20	1,4	Ст 5
3	2	10	40	10	1,6	Ст 6
4	4	20	10	20	1,5	Ст 2
5	1	30	50	40	1,4	Ст 3



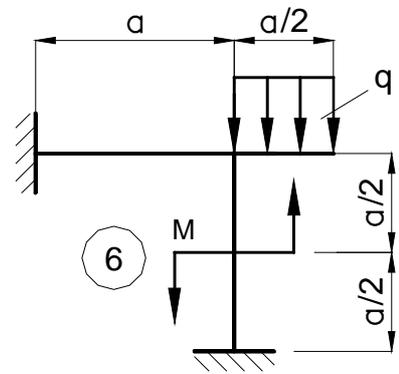
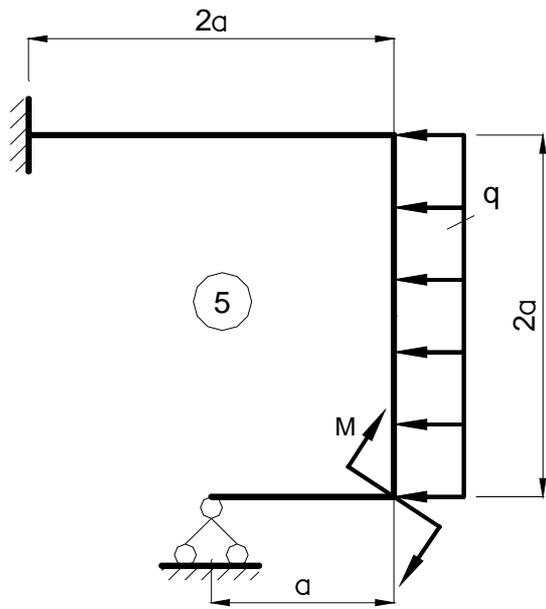
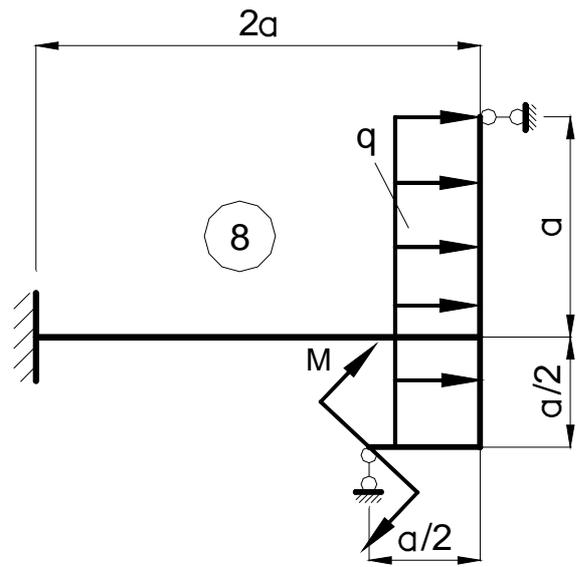
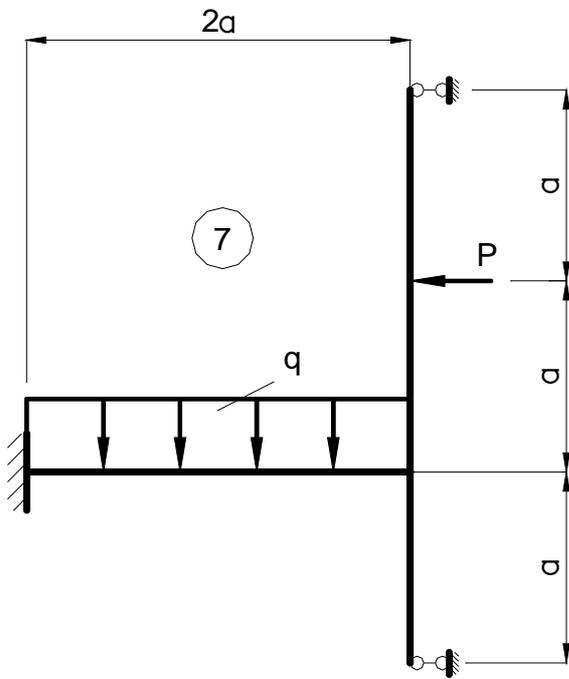


Рис. 3



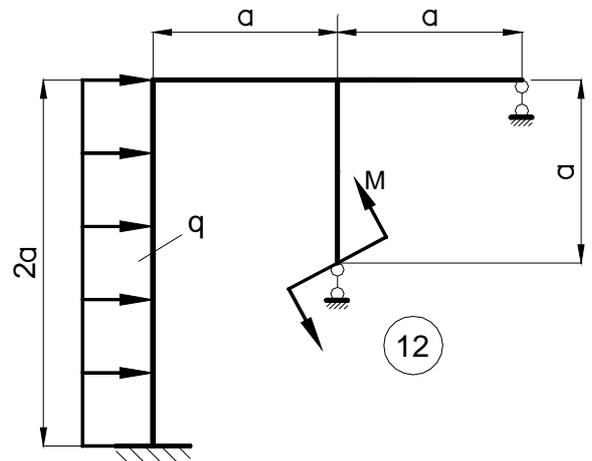
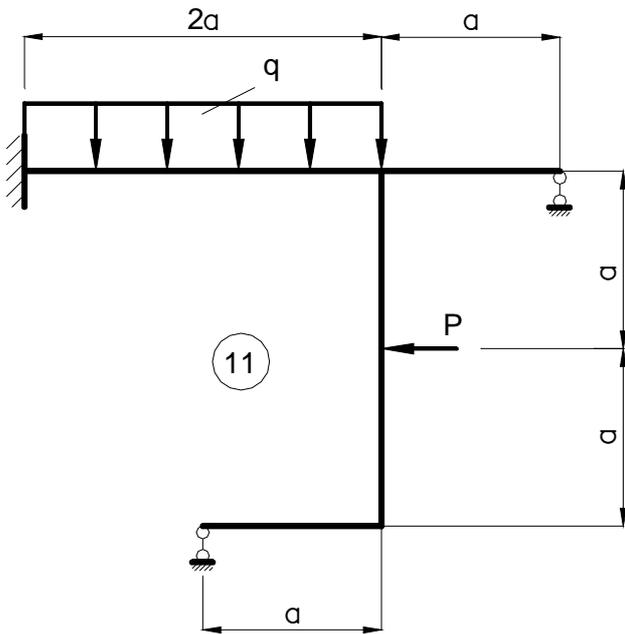
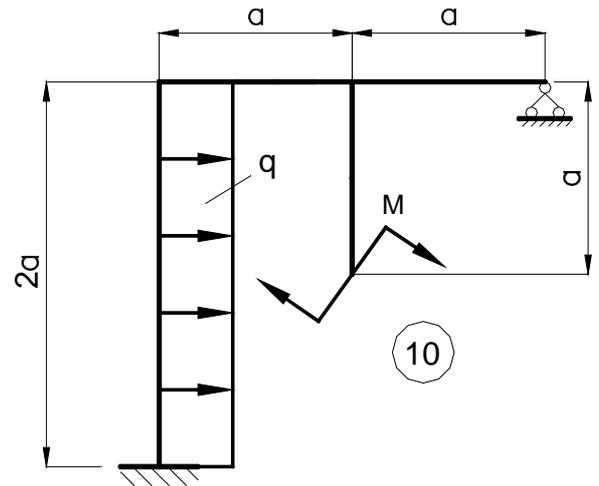
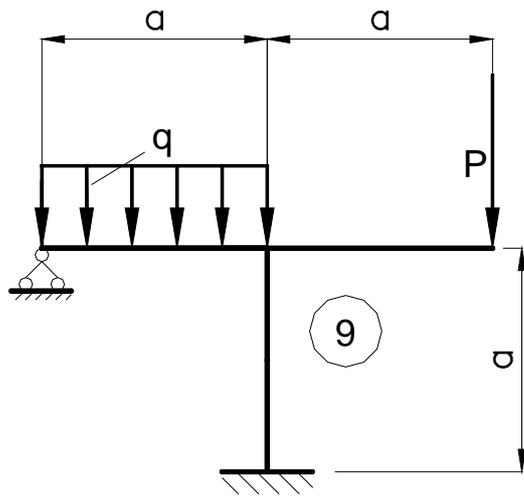
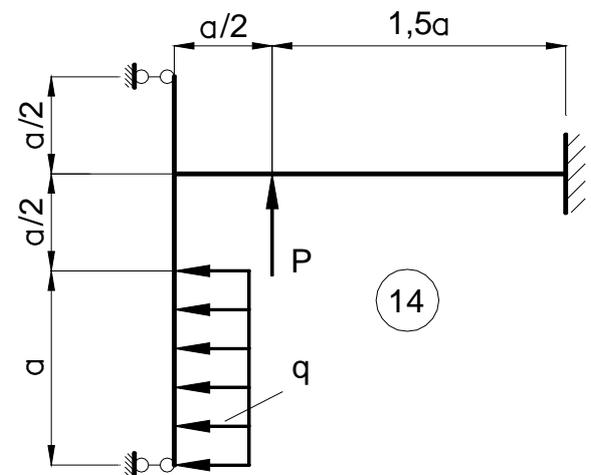
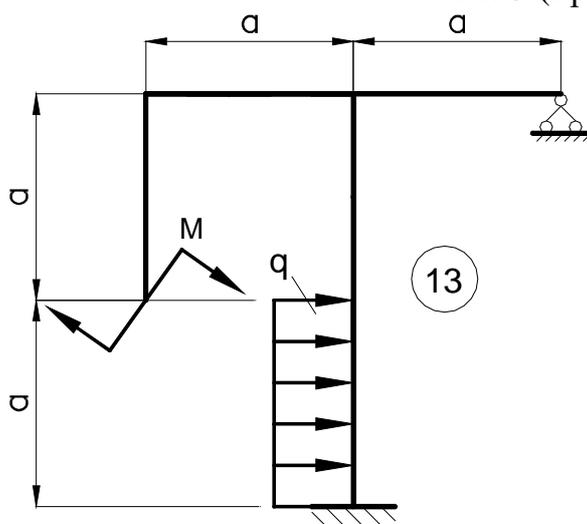


Рис. 3 (продолжение)



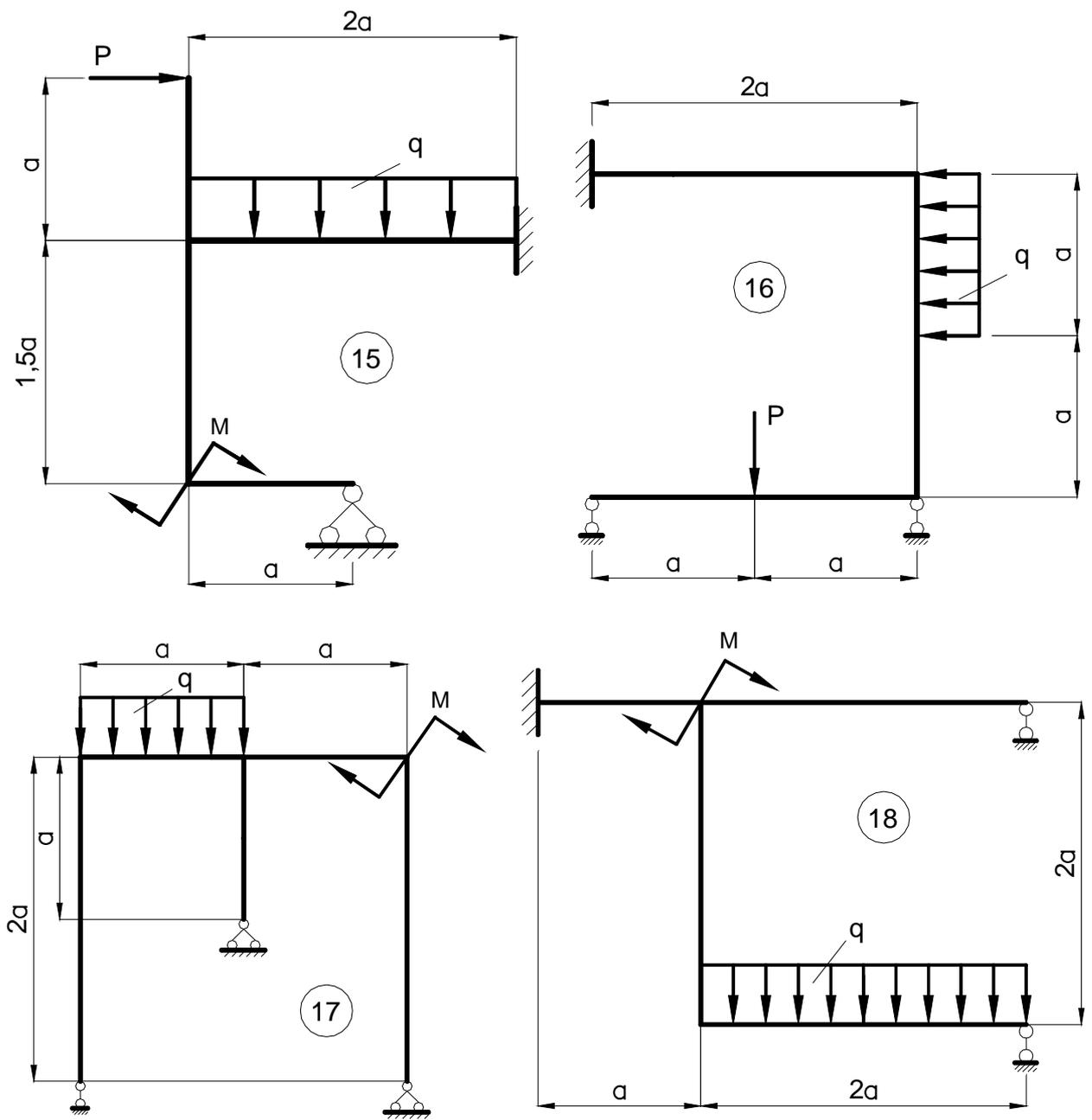
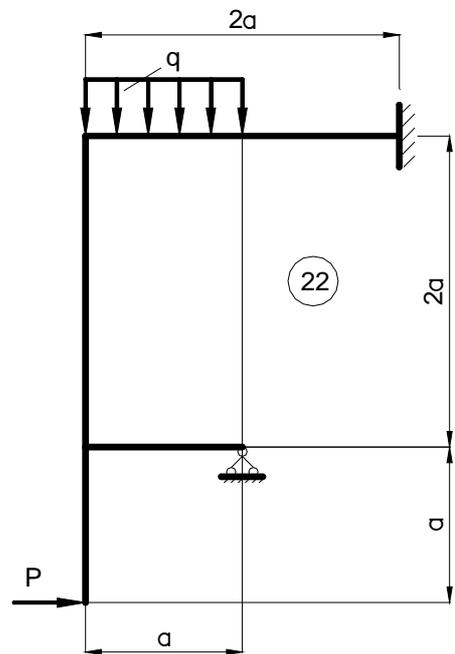
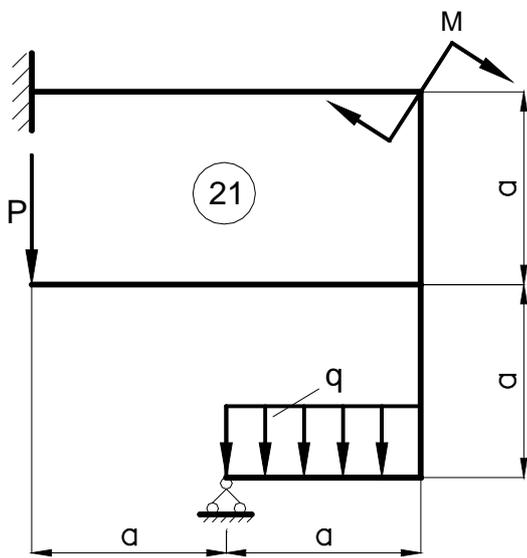
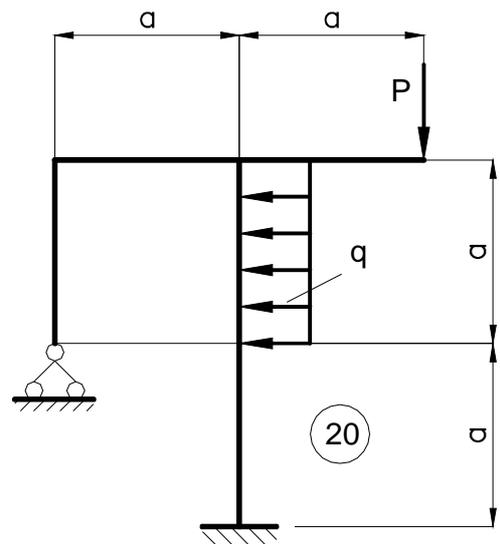
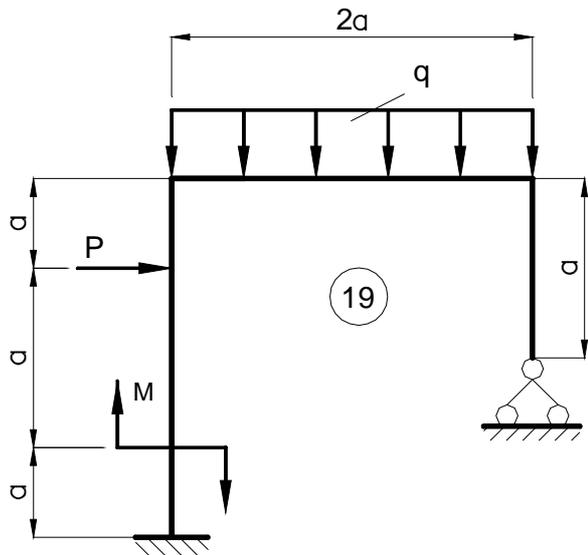


Рис. 3 (продолжение)



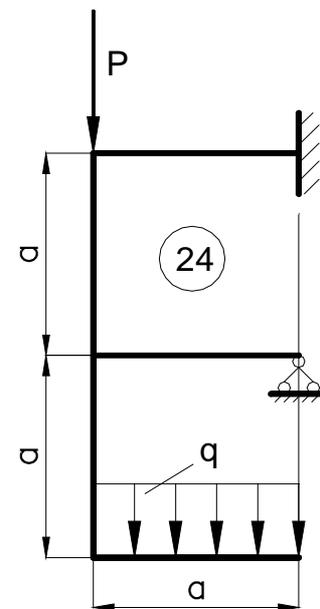
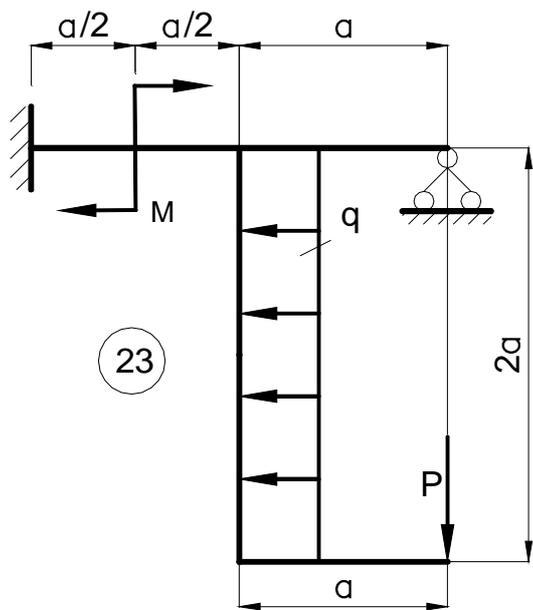
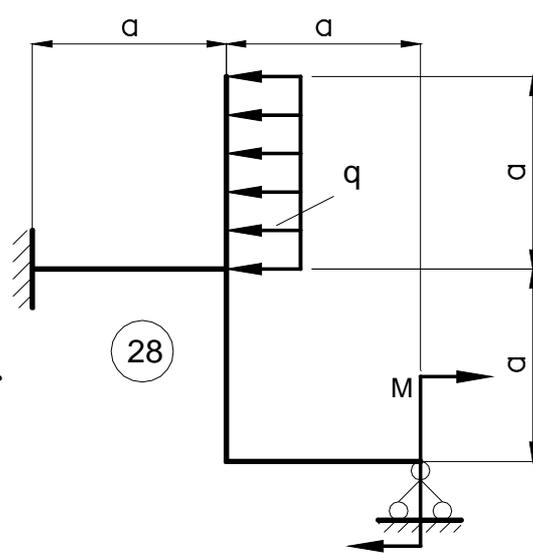
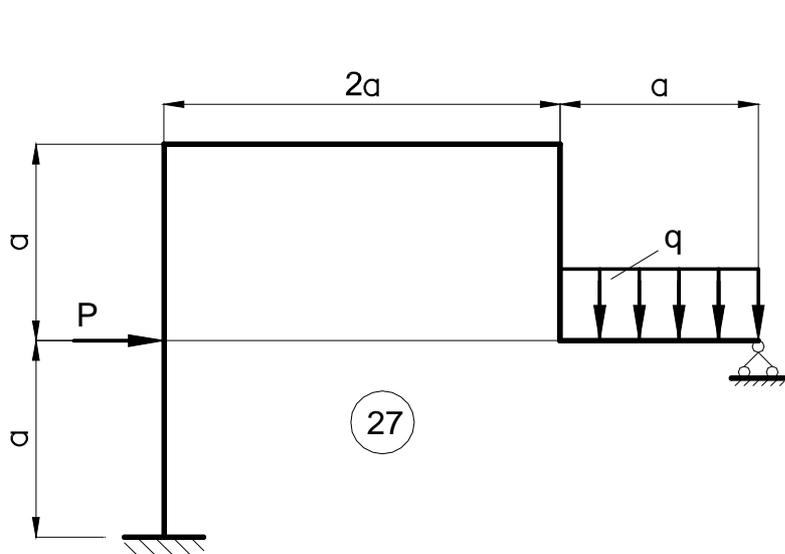
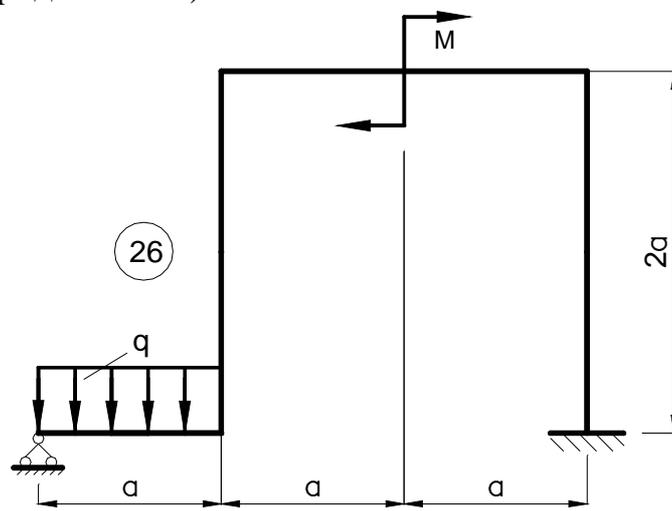
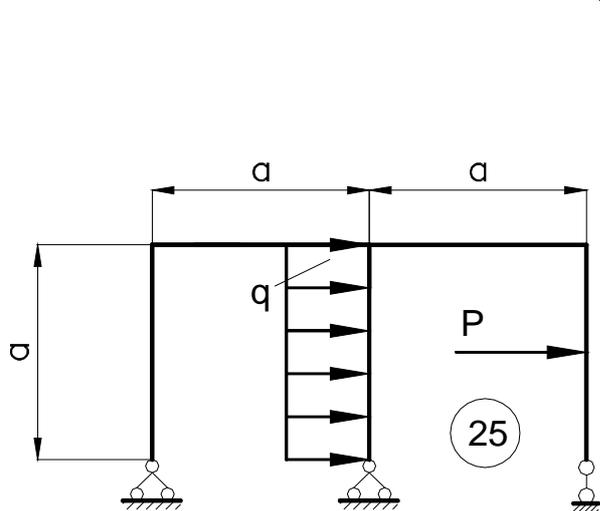


Рис. 3 (продолжение)



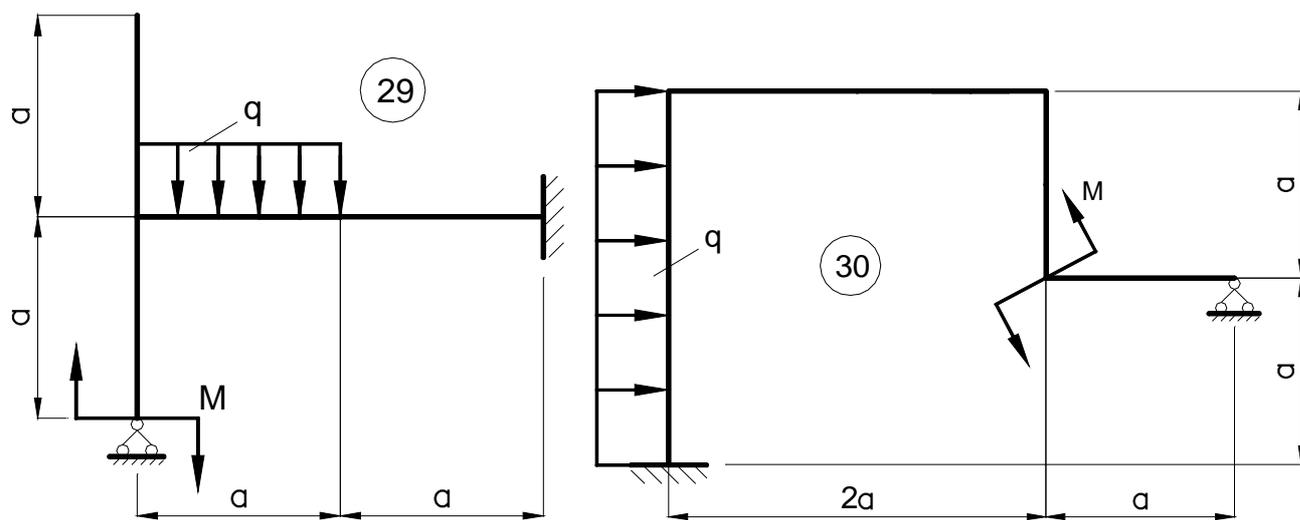


Рис. 3 (окончание)

## Контрольные вопросы

1. Какие рамы называются статически неопределимыми?
2. Как определить степень статической неопределимости рамы?
3. Какую систему называют основной?
4. Каким требованиям должна удовлетворять основная система?
5. Что выражают собой канонические уравнения метода сил?
6. Как определяют коэффициенты канонических уравнений?
7. В чём заключается проверка раскрытия статической неопределимости?
8. Из какого условия подбирают размеры поперечного сечения рамы?
9. Как записывается полное условие прочности для плоской рамы?

### **Задание 3. Устойчивость равновесия элементов конструкций**

#### **Вариант 3.1. Расчет составных стержней на устойчивость**

Для стойки двутаврового поперечного сечения (ГОСТ 8239-72), одинаково закреплённой в обеих плоскостях потери устойчивости и нагруженной центрально приложенной сжимающей силой  $P$  по заданной схеме (рис. 4, а), требуется:

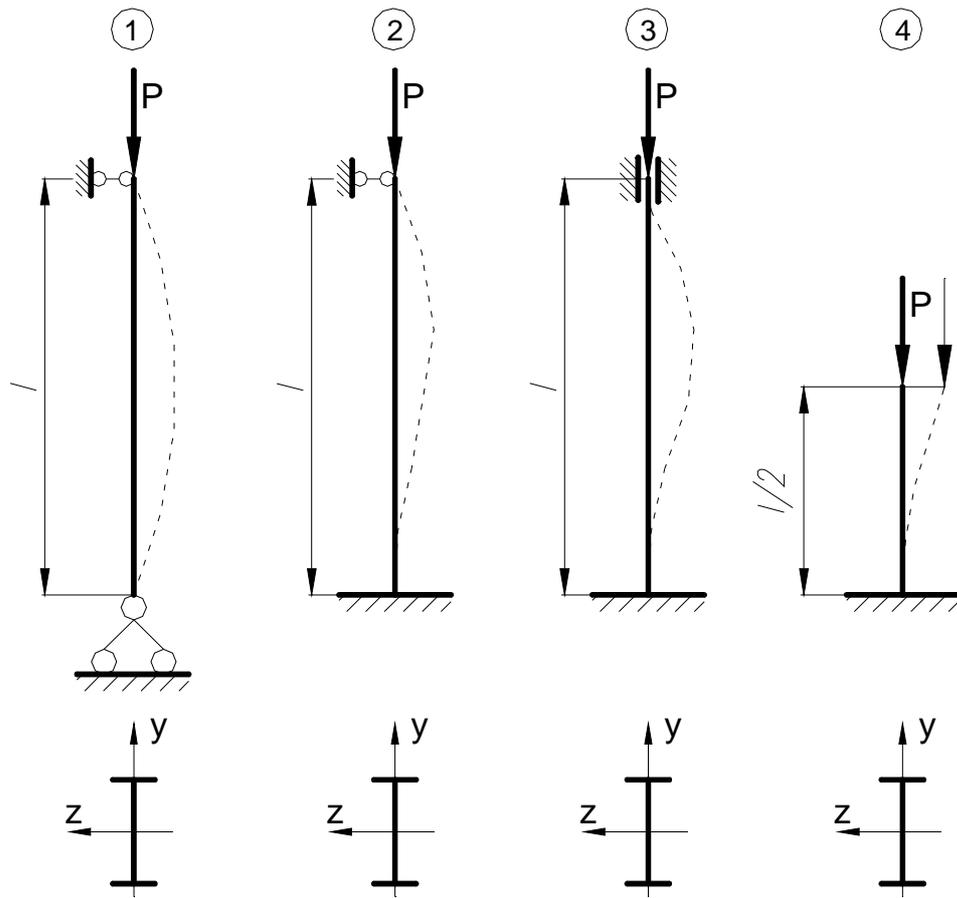
1. Определить грузоподъёмность  $P$ , указать положительные и отрицательные стороны конструкции колонны из двутавра.
2. Для найденной грузоподъёмности  $P$  в целях лучшего использования материала заменить двутавр более рациональным сечением из двух двутавров, двух швеллеров или четырёх равнобоких уголков, соединённых планками с помощью сварки (рис 4, б), подобрать для нового варианта сечение, сравнить его по площади с первоначальным и вычертить в масштабе с указанием числовых размеров. Принять допускаемое напряжение материала стойки на сжатие  $[\sigma_+] = 190$  МПа.

Исходные данные взять из табл. 4.

*Таблица 4*

Номер строки	Расчётная схема стойки (см. рис. 4, а)	$l$ , м	Номер двутавра по ГОСТу 8239-72	Схема для подбора нового варианта сечения (см. рис. 4, б)
1	1	2,6	27а	1
2	2	2,8	30а	2
3	3	3,0	33	3
4	4	3,2	36	4
5	1	3,4	40	5
6	2	3,6	45	1
7	3	3,8	27	2
8	4	4,0	30	3
9	1	4,2	50	4
10	2	4,4	55	5

a)



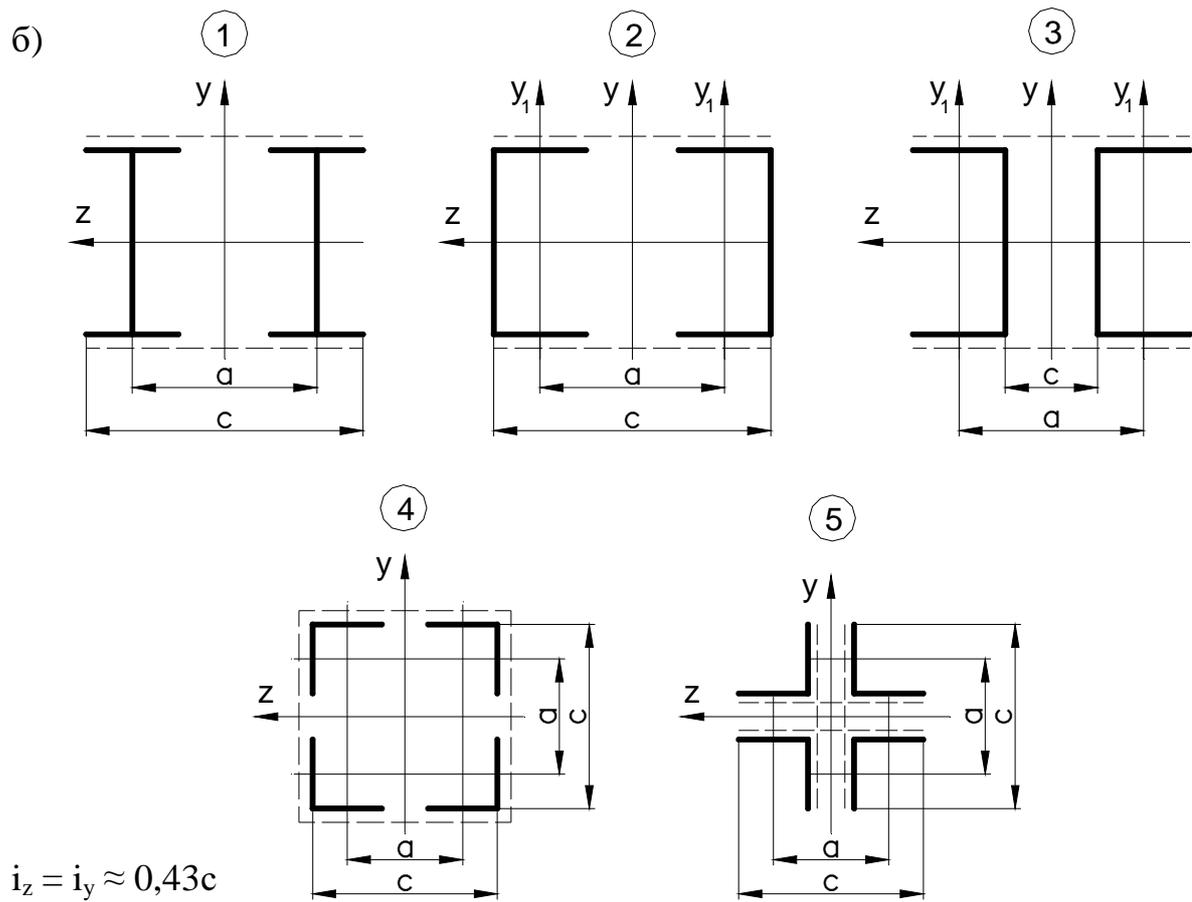


Рис. 4

### Вариант 3.2. Устойчивость сжатого стержня

На стальной полый стержень длиной  $l$  вдоль его продольной оси действует сжимающая сила  $P$ . Схемы закреплений стержней приведены на рис. 5, формы их поперечных сечений и виды сечений продольных отверстий в них показаны на рис. 6. Центры тяжести сечений отверстий и форм сечений совпадают.

Требуется:

1. Найти размеры поперечного сечения стержня.
2. Определить величину критической силы и коэффициент запаса устойчивости.

Исходные данные взять из табл. 5.

Таблица 5

Номер схемы	Вид формы сечения	Вид сечения продольного отверстия	$P$ , кН	$l$ , м	$[\sigma_-]$ , МПа
1	2	3	4	5	6
1	А	а	200	3	140
		б			
		в			
		г			
	Б	а			
		б			
		в			
		г			
	В	а			
		б			
		в			
		г			
	Г	а			
		б			
		в			
		г			
2	А	а	300	2,5	150
		б			
		в			
		г			
	Б	а			
		б			
		в			
		г			

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6
2	В	а	300	2,5	150
		б			
		в			
		г			
	Г	а			
		б			
		в			
		г			
3	А	а	250	2	160
		б			
		в			
		г			
	Б	а			
		б			
		в			
		г			
	В	а			
		б			
		в			
		г			
	Г	а			
		б			
		в			
		г			
4	А	а	350	3,5	180
		б			
		в			
		г			
	Б	а			
		б			
		в			
		г			
	В	а			
		б			
		в			
		г			

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5	6
4	Г	а	350	3,5	180
		б			
		в			
		г			
		г			

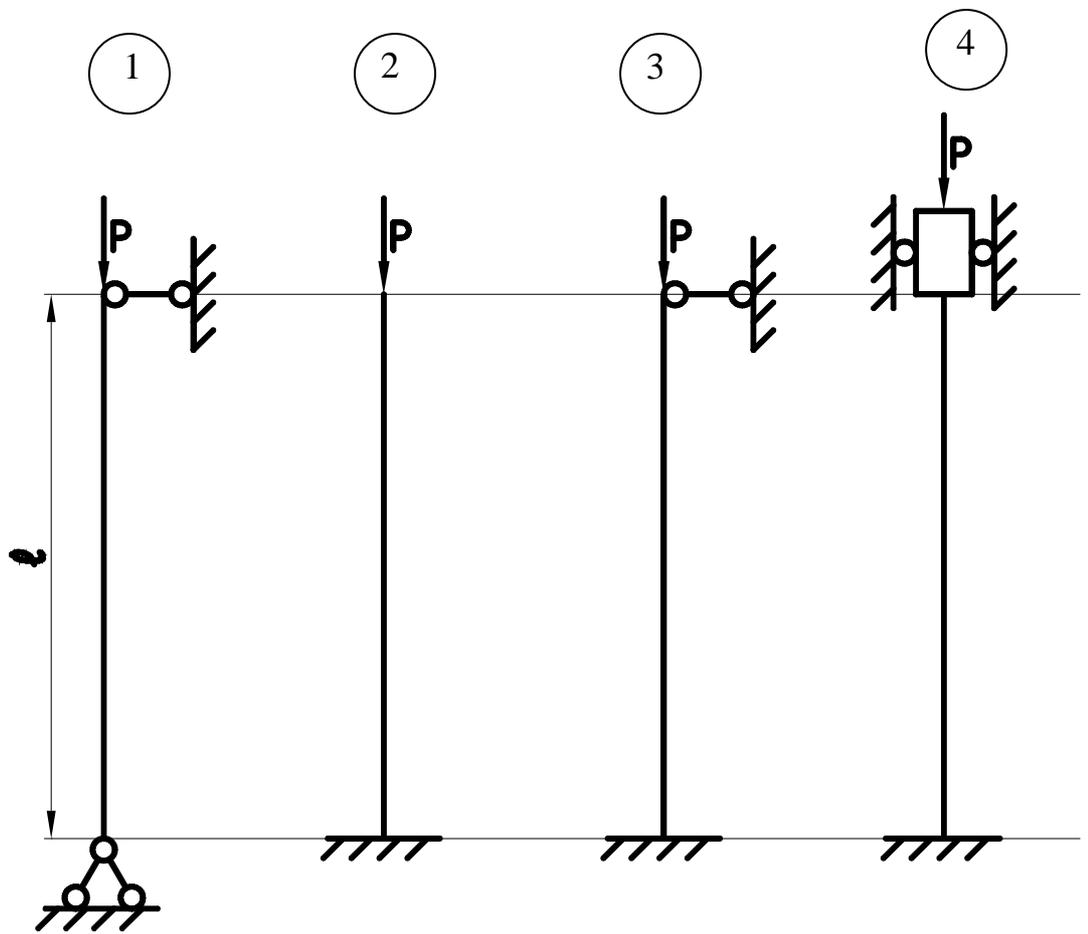


Рис. 5

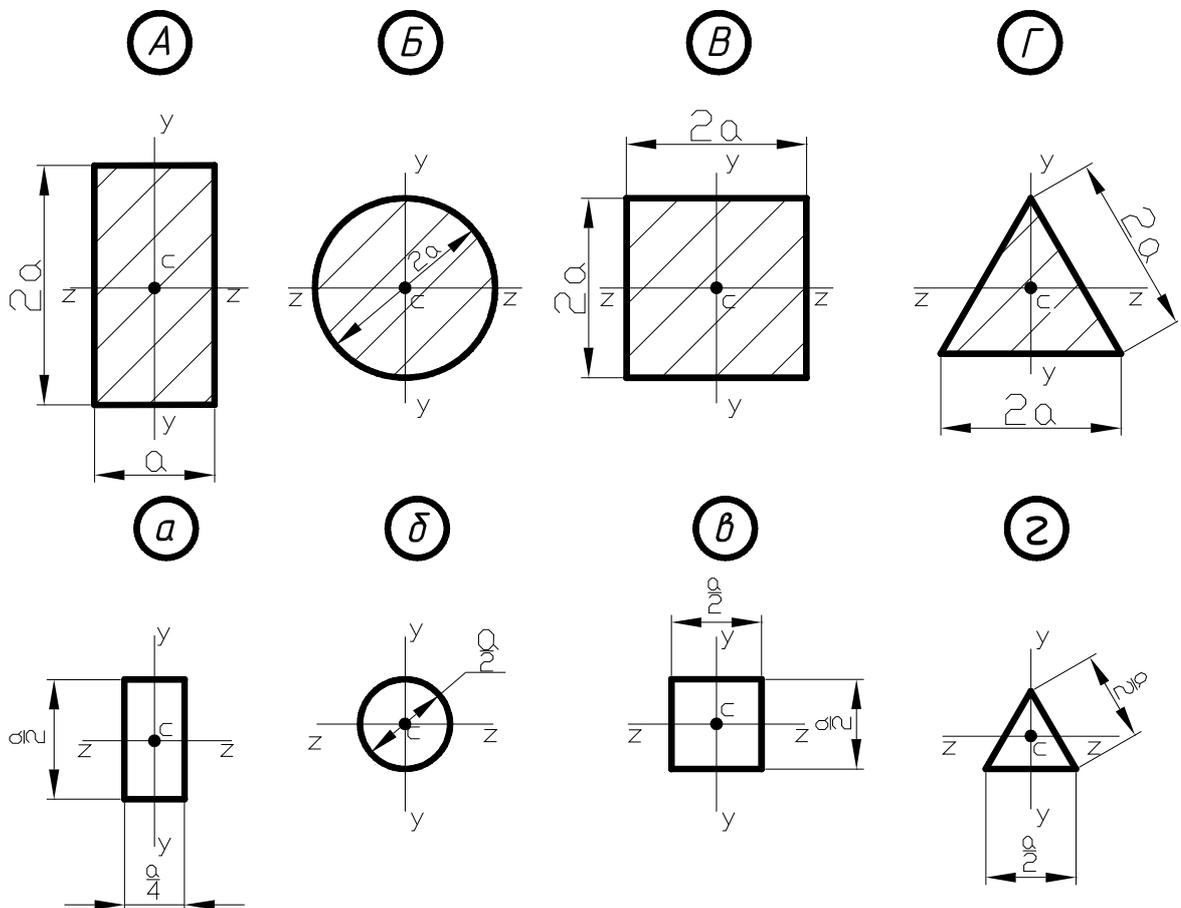


Рис. 6

## Контрольные вопросы

1. В чём заключается явление потери устойчивости равновесного состояния стержня?
2. Влияет ли форма поперечного сечения на критическую силу стержня?
3. Какое влияние оказывает на критическую силу упругие и прочностные характеристики материала при потере устойчивости стержня в упругой стадии?
4. Что называется критической силой и критическим напряжением?
5. Какое дифференциальное уравнение изгиба лежит в основе вывода формулы Эйлера?
6. Что называется гибкостью стержня?
7. Что представляет собой коэффициент приведения длины и чему он равен при различных условиях закрепления концов сжатых стержней?
8. Как устанавливается предел применимости формулы Эйлера?
9. Что называется предельной гибкостью?
10. Какой вид имеет формула Ясинского для определения критических напряжений и при каких гибкостях она применяется для стержней из стали Ст3?
11. Как определяется критическая сила по Ясинскому?
12. Какой вид имеет график зависимости критических напряжений от гибкости для стальных стержней?
13. Какой вид имеет условие устойчивости сжатого стержня? Какая площадь поперечного сечения стержня подставляется в это условие?
14. Что представляет собой коэффициент снижения основного допускаемого напряжения на сжатие  $\varphi$ ? Как определяется его значение? Как производится проверка стержня на устойчивость с его помощью?
15. Как подбирается сечение стержня при расчёте на устойчивость?

## **Задание 4. Стержневые системы при динамическом воздействии нагрузок**

### **Вариант 4.1. Соударение твердого тела со стержневой системой схематизированной в виде системы с одной степенью свободы [8]**

Груз  $P$  падает с высоты  $h$  в точку  $C$  двутавровой балки  $KD$ , опирающейся на упругое сооружение, состоящее из одной или двух балок (рис 7).

Требуется определить напряжения в опасных сечениях балок  $KD$  и  $AB$ . Сравнить полученные напряжения с теми, которые появятся в балке  $KD$ , если она своими концами опирается на абсолютно жесткое основание.

Исходные данные взять из табл.б.

Таблица б

Номер		$l$ , м	$\frac{a}{l}$	Номер двутавра по ГОСТ 8239-72 (для балок)		Р, кН	h, см
варианта	схемы (см. рис.5)			AB и DM	KD		
1	1	1,2	0,20	20	20	0,20	10
2	2	1,4	0,25	20а	20а	0,30	12
3	3	1,6	0,30	22	22	0,40	11
4	4	1,8	0,35	22а	22а	0,50	9
5	5	2,0	0,40	24	24	0,60	8
6	1	2,2	0,20	24а	24а	0,70	7
7	2	2,4	0,25	27	27	0,80	6
8	3	2,6	0,30	27а	27а	0,90	5
9	4	2,8	0,35	30	30	1,00	4
10	5	3,0	0,40	30а	30а	1,10	3

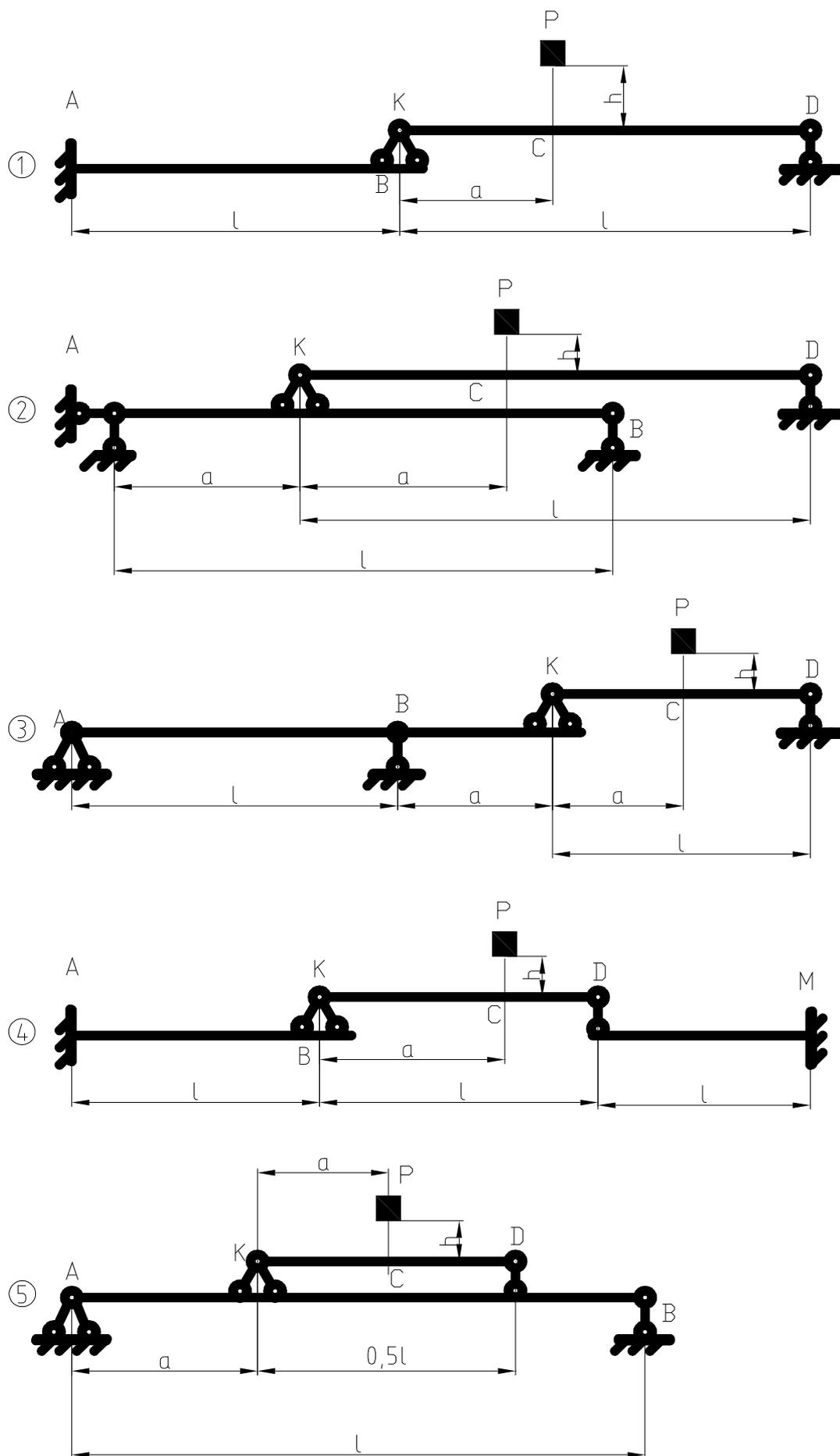


Рис.7

## Контрольные вопросы

1. Какие нагрузки называются статическими, а какие динамическими?
2. В чём заключается принцип Даламбера?
3. Какое явление называется ударом и результатом чего оно является?
4. Какие гипотезы лежат в основе теории удара, рассматриваемой в курсе сопротивления материалов?
5. Что называется динамическим коэффициентом при ударе?
6. Что представляет собой внезапное действие нагрузки и чему равен динамический коэффициент при таком её воздействии?
7. Как определяются перемещения и напряжения при ударе?
8. Применение каких конструктивных мероприятий позволяет уменьшить напряжение при ударном действии нагрузки?

## Вариант 4.2. Определение запаса усталостной прочности цилиндрической пружины [7]

Цилиндрическая клапанная пружина двигателя внутреннего сгорания имеет размеры: средний диаметр –  $D$ , диаметр проволоки пружины –  $d$  (рис.8). Сила, сжимающая пружину в момент полного открытия клапана, –  $P_{\max}$ , а в момент закрытия клапана –  $P_{\min}$ . Материал проволоки пружины – сталь 50ХГФА, имеющая следующие механические характеристики: предел текучести –  $\tau_T$ , предел выносливости при ассиметричном цикле –  $\tau_{-1}$ , предел выносливости при отнулевом (пульсирующем) цикле –  $\tau_0$ . Проволока пружины имеет эффективный коэффициент концентрации напряжений  $K_\tau$ , коэффициент влияния качества обработки поверхности  $K_{F\tau}$ , коэффициент влияния абсолютных размеров поперечного сечения  $K_{d\tau}$  и коэффициент, характеризующий эффект поверхностного упрочнения,  $K_V$ .

Требуется:

1. Определить максимальное  $\tau_{\max}$  и минимальное  $\tau_{\min}$  касательные напряжения в проволоке пружины и вычислить коэффициент асимметрии цикла  $R$ .
2. Найти среднее  $\tau_m$  и амплитудное  $\tau_a$  напряжения цикла.
3. Построить в масштабе схематизированную диаграмму предельных амплитуд (в осях  $\tau_a, \tau_m$ ), используя механические характеристики стали  $\tau_{-1}, \tau_0$  и  $\tau_T$  и приняв значение коэффициента чувствительности к амплитуде  $\psi_\tau = 0,10 \dots 0,15$ .
4. Вычислить коэффициент запаса прочности аналитически и проверить его по диаграмме предельных амплитуд, построенной строго в масштабе.

Исходные данные взять из табл 7.

Таблица 7

Номер строки	D,	d,	$P_{\max}$	$P_{\min}$	$\tau_T$	$\tau_{-1}$	$\tau_0$	Коэффициенты			
	мм		Н		МПа			$K_\tau$	$K_{F\tau}$	$K_{d\tau}$	$K_V$
1	40	3,6	240	60	900	460	780	1,05	0,85	0,99	2,0
2	41	3,7	230	65	910	470	790	1,06	0,84	0,98	
3	42	3,8	220	70	920	480	800	1,07	0,83	0,97	
4	43	3,9	210	75	930	490	810	1,08	0,82	0,96	
5	44	4,0	200	80	940	500	820	1,09	0,81	0,95	
6	45	4,1	190	85	900	460	780	1,05	0,85	0,99	
7	46	4,2	180	90	910	470	790	1,06	0,84	0,98	
8	47	4,3	170	95	920	480	800	1,07	0,83	0,97	
9	48	4,4	160	100	930	490	810	1,08	0,82	0,96	
10	50	4,5	150	105	940	500	820	1,09	0,81	0,95	

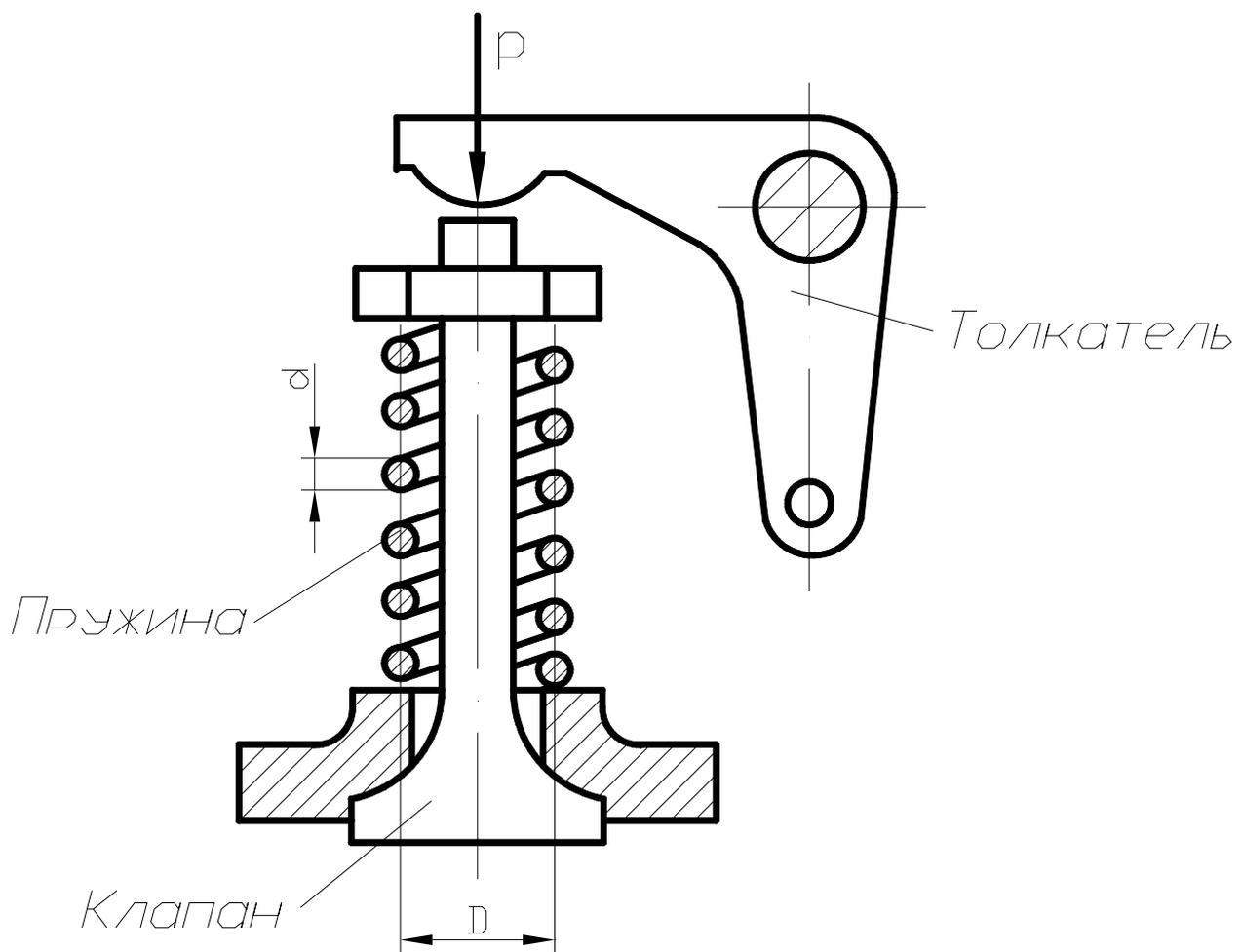


Рис.8

## Контрольные вопросы

1. В чём заключается явление усталости материала?
2. Что такое цикл напряжений? Какие циклы вам известны? Какие параметры характеризуют цикл напряжений?
3. Что представляет собой кривая Велера?
4. Что такое предел выносливости?
5. Что представляет собой диаграмма предельных амплитуд и каково её назначение? Существуют ли другие варианты диаграмм усталостной прочности?
6. Какие приёмы схематизации диаграммы предельных амплитуд вам известны?
7. Какие факторы влияют на усталостную прочность материалов? Какие мероприятия позволяют уменьшить влияние этих факторов на усталостную прочность материала?
8. Как влияют размеры детали на предел выносливости? Что представляет собой коэффициент влияния абсолютных размеров поперечного сечения и от чего зависит его значение?
9. Что называется эффективным коэффициентом концентрации напряжений и коэффициентом чувствительности? Как связаны между собой теоретический и эффективный коэффициенты концентрации напряжений?
10. Как влияет на предел выносливости чистота поверхности?
11. Как влияет на предел выносливости поверхностное упрочнение детали?
12. От каких основных факторов зависит значение требуемого коэффициента запаса прочности?
13. Как определяются коэффициенты запаса прочности при симметричном цикле в случае изгиба, растяжения – сжатия и кручения?
14. Как определить коэффициент запаса прочности при статическом нагружении?
15. Как определить коэффициент запаса прочности для детали (вала), работающей на совместное действие изгиба и кручения?

## Библиографический список

1. Ицкович, Г.М. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов/ Г.М. Ицкович, Л.С. Минин, А.И. Винокуров.-М.: Высшая школа, 1999. –591с.
2. Методические указания к типовому расчёту по курсу “Механика”. Механика материалов и конструкций/Ю.Я.Галицкий, Р.В.Челноков, Л.П.Тихонова; Моск.энерг.ин-т, Москва,1988. –52с.
3. Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов /Г.С.Писаренко, А.П.Яковлев, В.В.Матвеев. –Киев: Наукова думка, 1988. –724с.
4. Расчёт на прочность при сложных деформациях / С.М.Лежин, В.М.Ермолаев, В.С.Вакулук и др.; КуАИ. Куйбышев, 1989. –23с.
5. Сопротивление материалов/Г.С.Писаренко, В.А.Агаев, А.Л.Квитка и др. – Киев: Вища шк., 1986. –775с.
6. Сборник задач по сопротивлению материалов / под редакцией Александрова А.В. – М.: Стройиздат,1977. –303с.
7. Сопротивление материалов. Задания на контрольные работы с методическими указаниями для студентов III курса. –М.: ВЗИИТ,1987. (Отв. За выпуск: В.В. Захаров, М.И.Артамонов, Е.М. Кушнарченко).
8. Сопротивление материалов. Методические указания и контрольные задания. –М.: Высшая школа, 1972. (Составители: А.В. Дарков, Б.Н. Кутуков).
9. Справочные данные к расчётно-проектировочным работам по сопротивлению материалов. Учебное пособие/Г.В. Беликов, И.С. Антонов; УлГУ. Ульяновск, 2009. –70с.
10. Сопротивление материалов. Методические указания к выполнению расчётно–проектировочных работ/В.М. Пенков, В.М. Ермолаев; КуАИ. Куйбышев, 1984. –30с.
11. Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов / В.И. Феодосьев . –М.: Из-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. –592с.

Учебное издание  
**Расчётно-проектировочные задания по сопротивлению  
материалов**

**Методические указания  
Часть 2**

**Составитель: Г.В. Беликов, И.С. Антонов**

Директор Издательского центра *Т.В. Филиппова*  
Редактирование и подготовка оригинал – макета

Подписано в печать\_\_\_\_\_.

Формат 60x84/16. Усл.печ.л. 1,1. Уч.-изд. л. 0,9.

Тираж 150 экз. Заказ\_\_\_\_\_.

Оригинал – макет подготовлен  
в Издательском центре  
Ульяновского государственного университета

Отпечатано в Издательском центре  
Ульяновского государственного университета  
432000, г.Ульяновск, ул. Л.Толстого,42.