

ЗАДАНИЕ ПО РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Тема 1 Геометрические характеристики сечений.

Задача №1

Определение геометрических характеристик сечения

Для сечения, имеющего одну ось симметрии, по схеме № ____ (рис.1) при геометрическом размере a по столбцу № ____ таблицы 1, требуется:

1. Определить положение центра тяжести сечения.
2. Вычислить моменты инерции относительно двух взаимно перпендикулярных центральных осей (одна из которых является осью симметрии).
3. Вычислить главные радиусы инерции.
4. Определить моменты сопротивления сечения для нижних, верхних, правых и левых волокон.

Данные для задачи №1

Таблица 1

№ п.п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
a , см	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

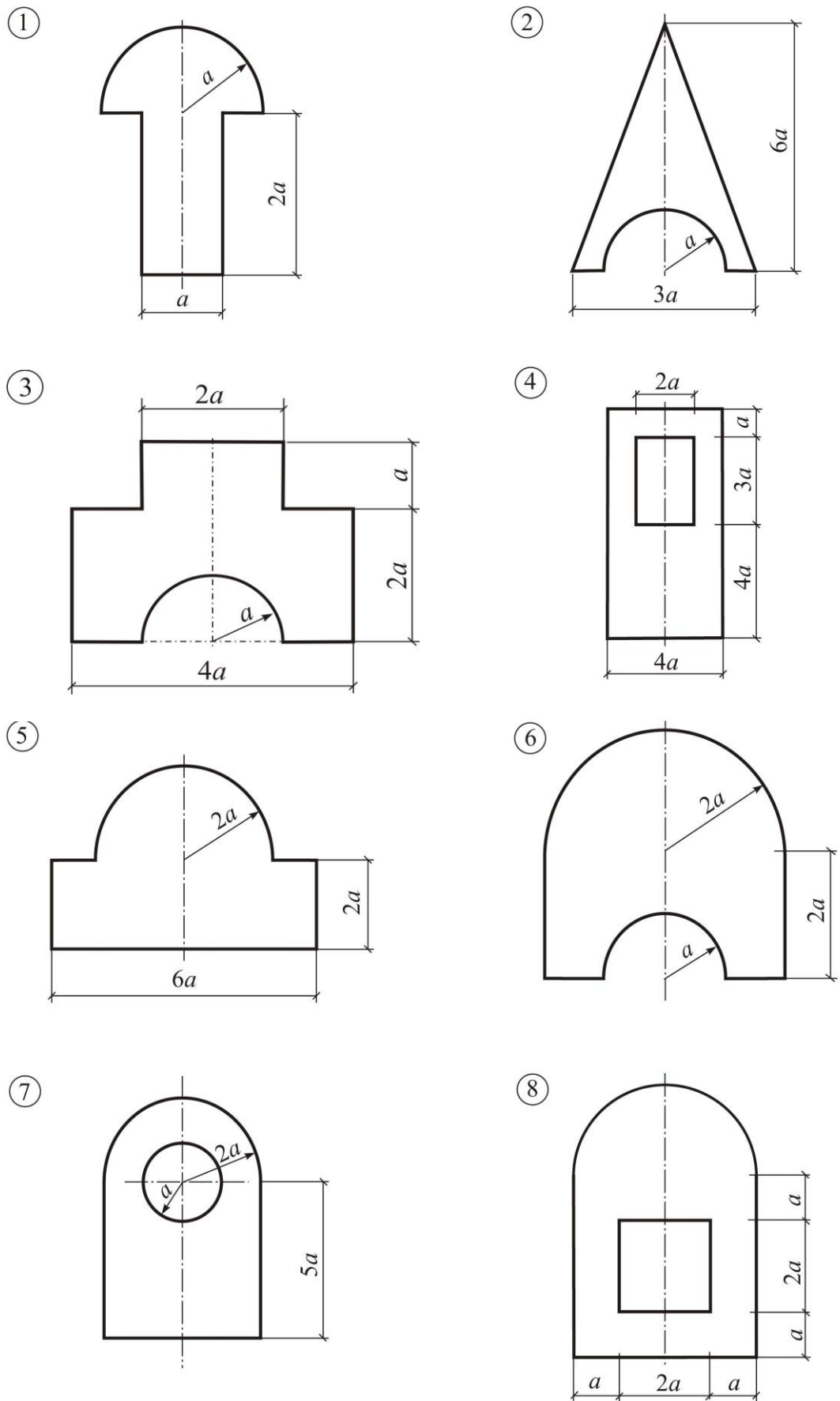


Рис. 1. Схемы к задаче №1.

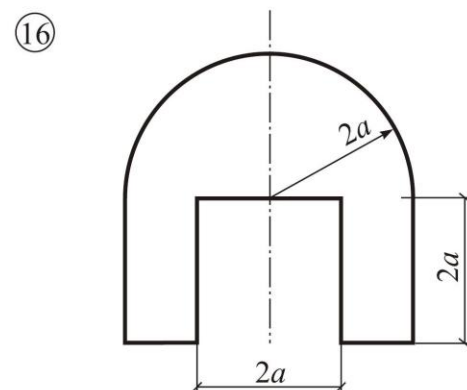
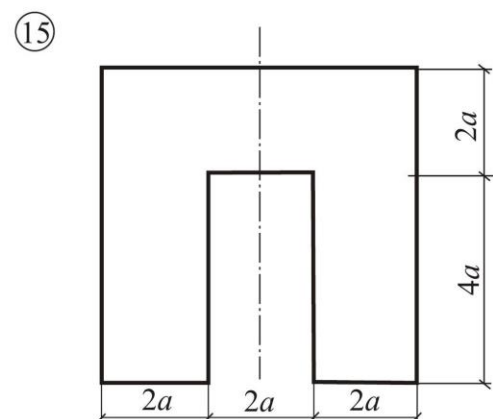
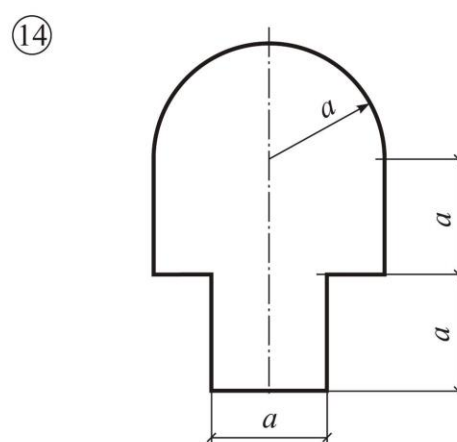
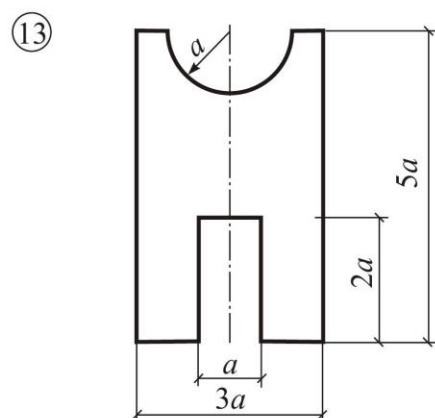
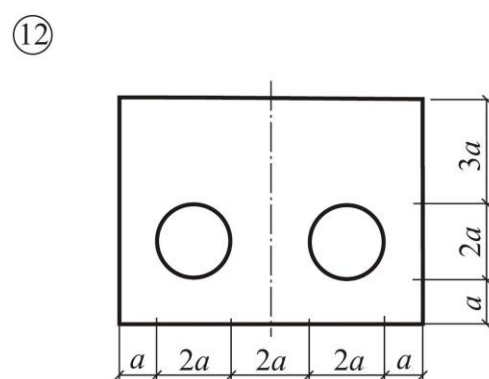
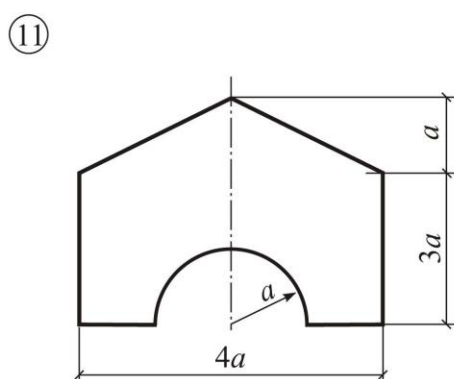
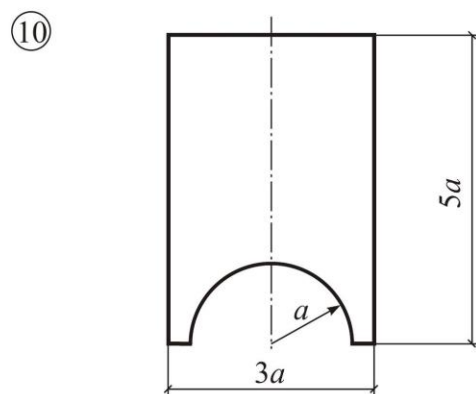
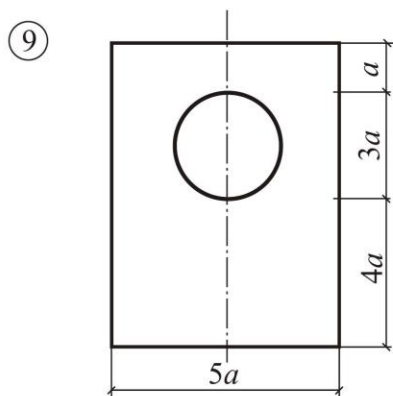


Рис. 1. Схемы к задаче №1 (продолжение).

Тема 2. Центральное растяжение-сжатие.

Задача №2

Подбор сечения растянутого стержня статически определимой системы

Расчетная схема конструкции представляет собой статически определимую систему по схеме № ____ (рис. 2), состоящую из шарнирно закрепленного в т. С абсолютно жесткого стержня, который поддерживается невесомым ненагруженным стержнем AB с шарнирно закрепленными концами. Система нагружена силой P и собственным весом G стержня. Геометрические размеры и нормативные нагрузки принять по строке № ____ таблицы 2.

Требуется произвести расчет по первой группе предельных состояний, полагая класс сооружения по ответственности КС-3 (коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1,2$).

1. Определить расчетное значение силы P_r , приняв коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,2$.
2. Определить расчетное значение собственного веса жесткого стержня G_r , приняв нормативную нагрузку q (вес 1 п. м) в соответствии с таблицей 2 и коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,1$.
3. Определить расчетное значение продольной силы N в стержне AB .
4. Подобрать сечение стержня AB из двух стальных прокатных равнополочных уголков из стали марки С245. Расчетное сопротивление материала принять равным $R = 240 \text{ МПа} = 24 \text{ кН/см}^2$, коэффициент условий работы $\gamma_c = 0,9$.
5. Проверить прочность найденного сечения.
6. Определить удлинение Δl стержня AB , приняв модуль упругости стали $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

Данные для задачи №2

Таблица 2

№ п.п.	a , м	b , м	h , м	P , кН	q , кН/м
1	1,0	1,6	1,5	400	10
2	1,1	1,5	1,6	410	20
3	1,2	1,4	1,7	420	14
4	1,3	1,3	1,8	430	16
5	1,4	1,2	1,9	440	10
6	1,5	1,1	1,5	450	12
7	1,6	1,2	1,7	460	14
8	1,7	1,3	1,3	470	16
9	1,8	1,4	1,9	480	18
10	1,7	1,5	2,0	500	20
11	1,6	1,6	1,9	510	18
12	1,5	1,1	2,0	520	16
13	1,4	1,2	2,2	430	14
14	1,3	1,3	2,0	440	12
15	1,2	1,4	2,1	450	10
16	1,1	1,5	2,0	480	12

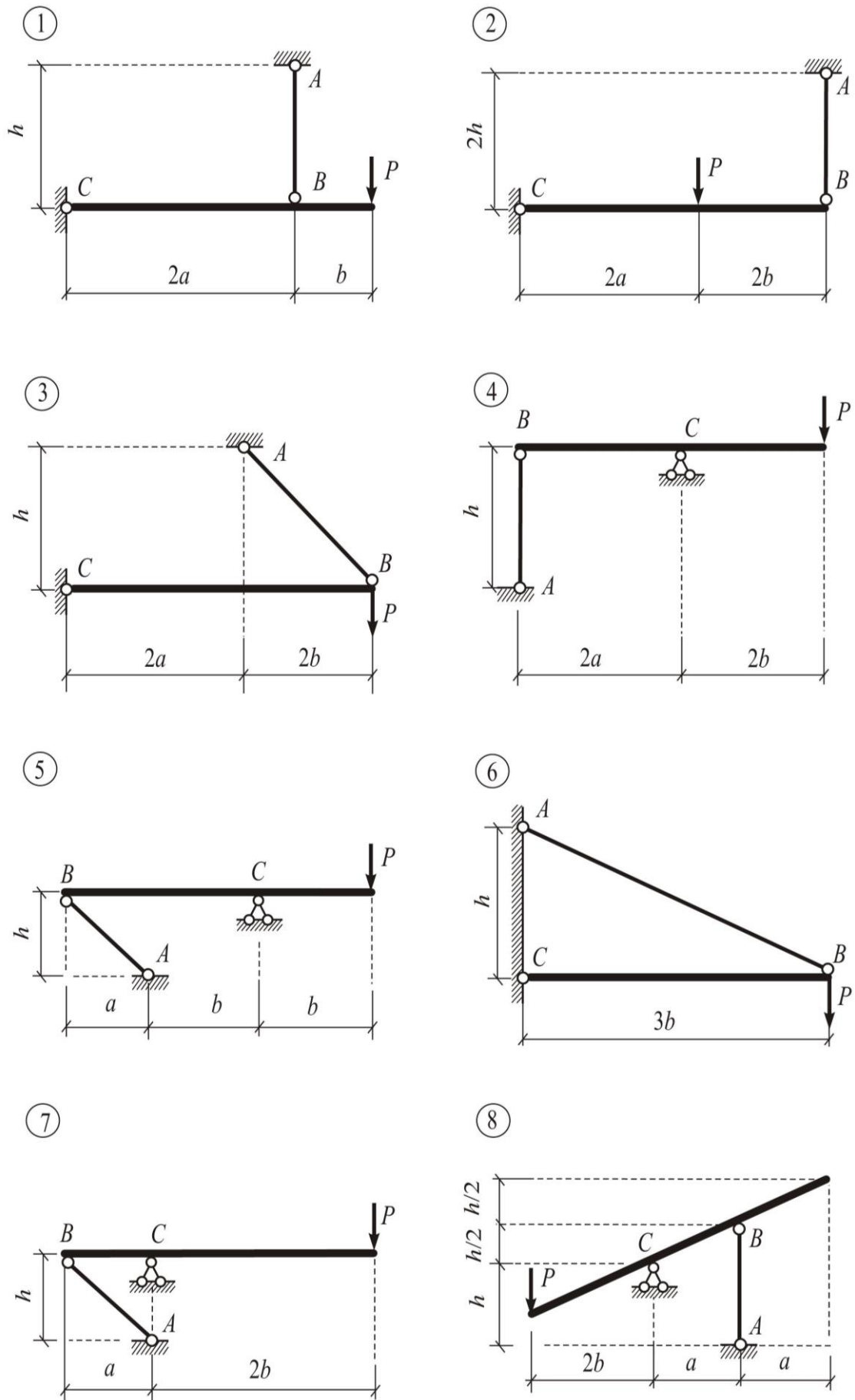
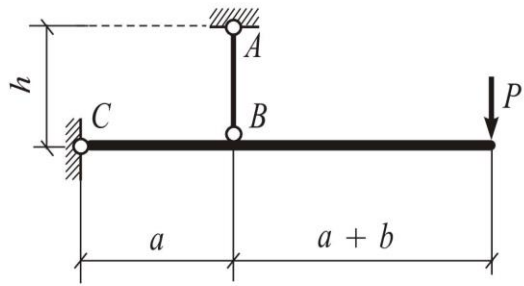
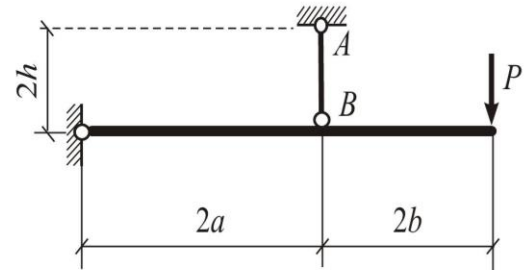


Рис. 2. Схемы к задаче №2.

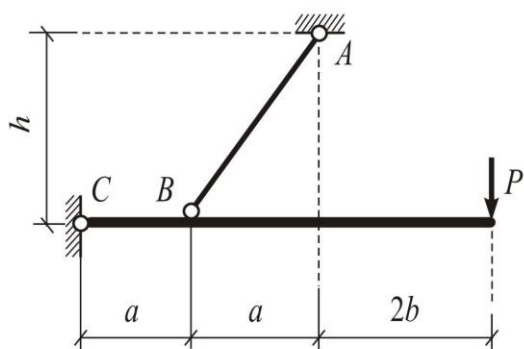
⑨



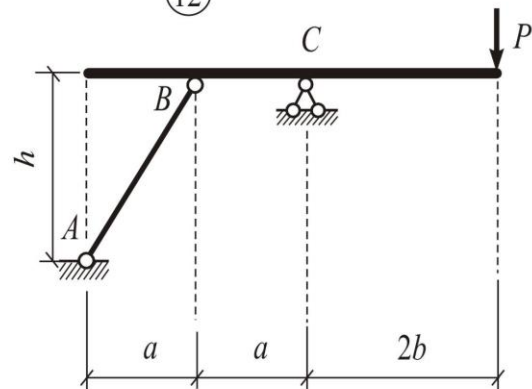
⑩



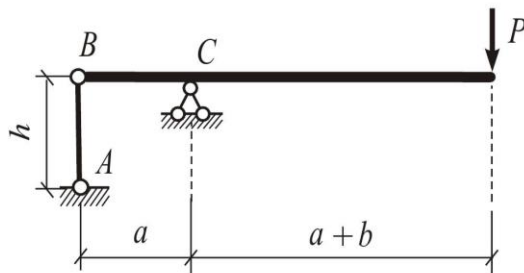
⑪



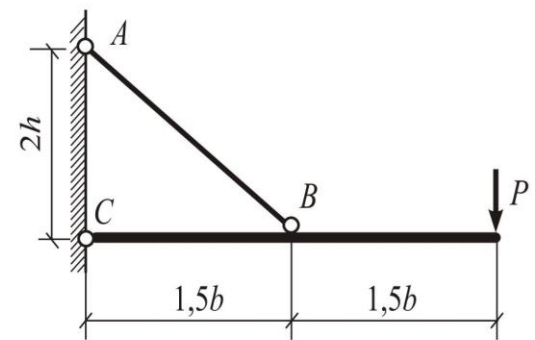
⑫



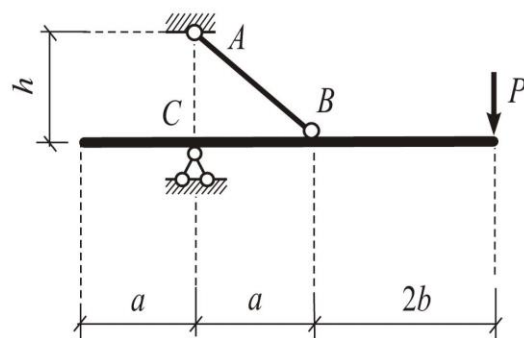
⑬



⑭



⑮



⑯

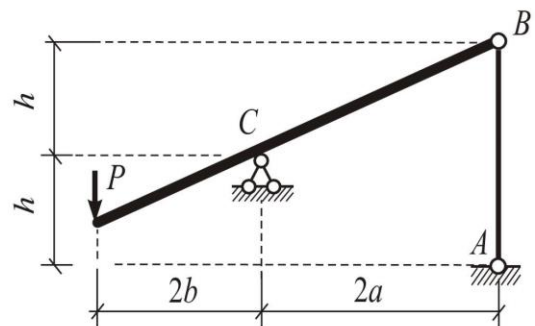


Рис. 2. Схемы к задаче №2 (продолжение).

Задача №3**Расчёт статически определимого стержня ступенчато-постоянного сечения**

Для статически определимого стержня ступенчато постоянного сечения по схеме № ____ (рис. 3), при геометрических размерах, осевых нагрузках и модуле упругости по строке № ____ таблицы 3 требуется:

1. Определить опорную реакцию.
2. Вычислить значения продольных сил в характерных сечениях и построить эпюру продольных сил N .
3. Построить эпюру нормальных напряжений σ .
4. Найти величины удлинений участков стержня Δl_i и удлинение всего стержня Δl .
5. Определить значения осевых перемещений u в характерных сечениях стержня.

Данные для задачи №3

Таблица 3

№ п.п.	a , м	F , см ²	P , кН	q_1 , кН/м	q_2 , кН/м	E , МПа
1	0,8	20	12	10	20	$2,1 \cdot 10^5$
2	0,6	22	14	11	24	$2,0 \cdot 10^5$
3	1,2	24	15	12	24	$1,8 \cdot 10^5$
4	1,4	26	18	14	23	$1,9 \cdot 10^5$
5	1,8	28	20	15	22	$1,1 \cdot 10^5$
6	1,6	30	22	16	21	$1,2 \cdot 10^5$
7	1,0	32	20	17	20	$1,4 \cdot 10^5$
8	1,2	34	19	18	19	$1,6 \cdot 10^5$
9	1,4	32	18	19	18	$2,0 \cdot 10^5$
10	1,6	30	17	20	17	$1,8 \cdot 10^5$
11	1,8	28	16	21	16	$0,9 \cdot 10^5$
12	2,0	27	18	22	15	$0,8 \cdot 10^5$
13	2,2	26	19	23	14	$2,0 \cdot 10^5$
14	2,0	25	20	24	12	$1,6 \cdot 10^5$
15	1,8	24	21	26	11	$1,8 \cdot 10^5$
16	1,6	23	22	24	10	$2,1 \cdot 10^5$

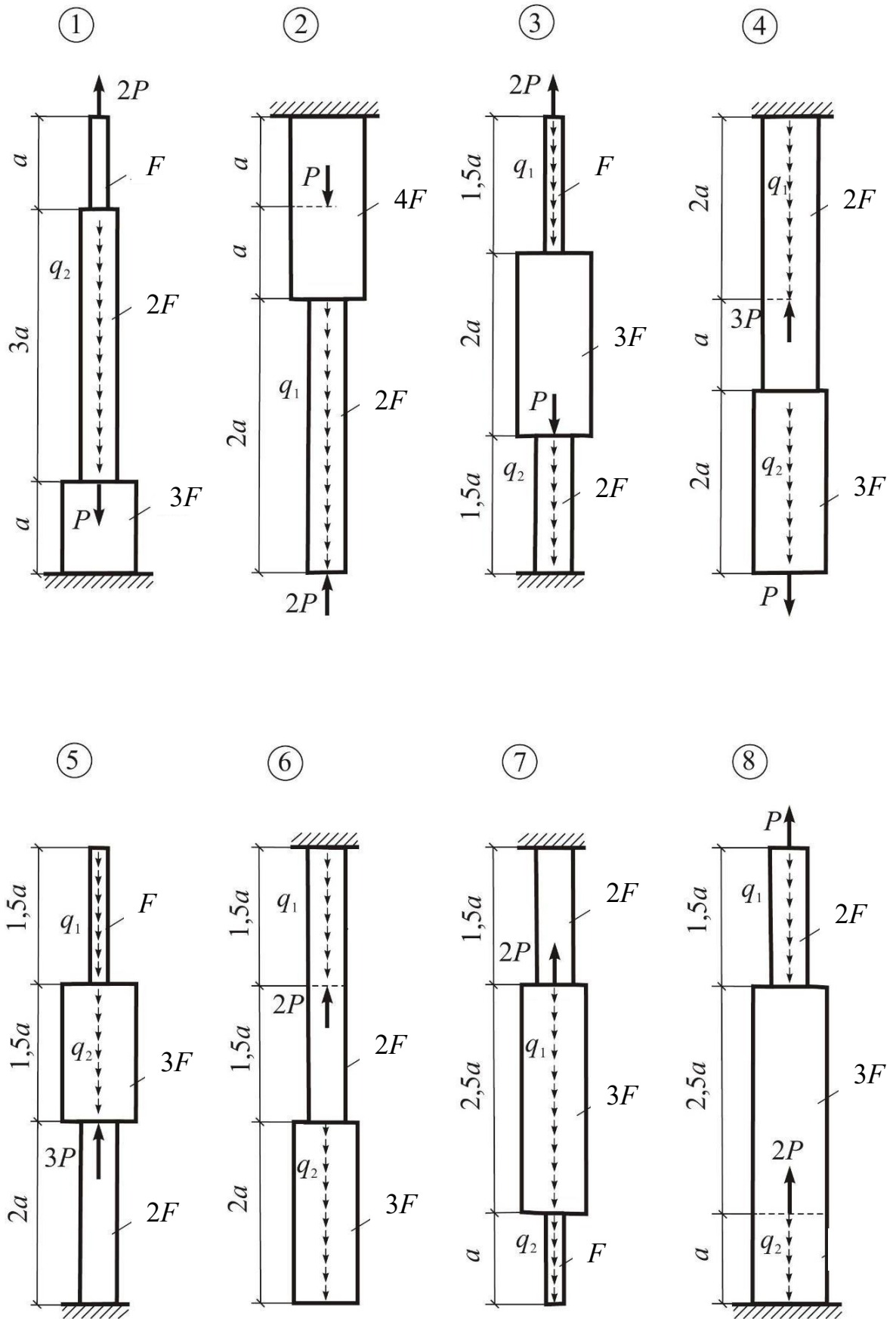


Рис. 3. Схемы к задаче 3.

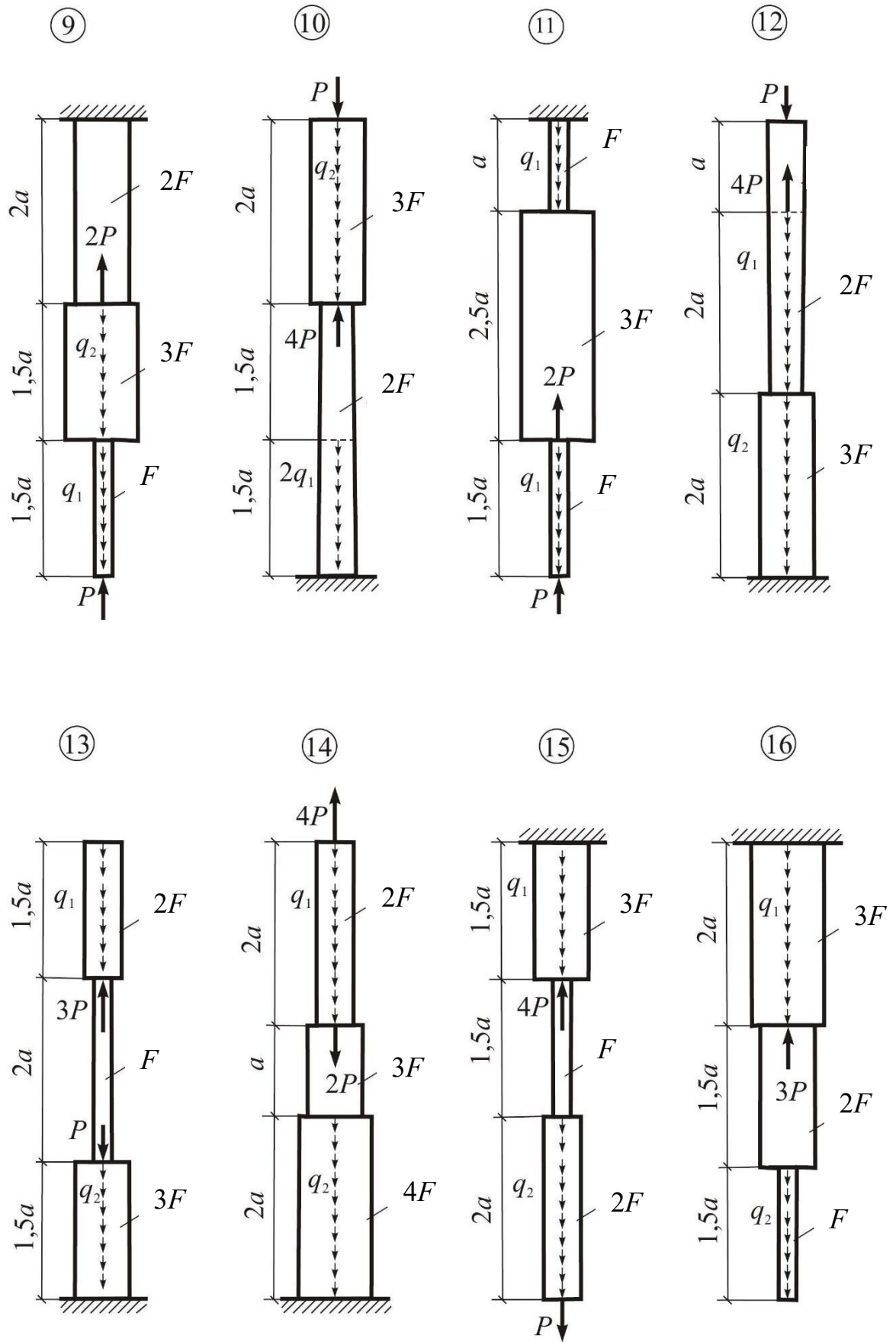


Рис. 3. Схемы к задаче 3 (продолжение).

Задача №4

Расчёт стержня на устойчивость

Для сжатого стержня по схеме № ____ (рис.4.1) при заданных в строке № ____ таблицы 4 нормативном значении сжимающей силы P_n и длины стержня требуется:

- подобрать сечение в виде стального прокатного двутавра (рис.4.2) из условия устойчивости стержня в двух главных плоскостях Oxy и Oxz . Условия закрепления стержня в этих плоскостях являются различными. Материал стержня – малоуглеродистая сталь с расчетным сопротивлением $R = 200$ МПа, пределом текучести $\sigma_T = 230$ МПа и пределом пропорциональности $\sigma_{пц} = 200$ МПа. Коэффициенты условий работы и надежности по нагрузке соответственно равны: $\gamma_c = 1,0$, $\gamma_f = 1,2$.
- определить величину критической силы и коэффициент запаса устойчивости. Модуль упругости стали принять равным $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа.

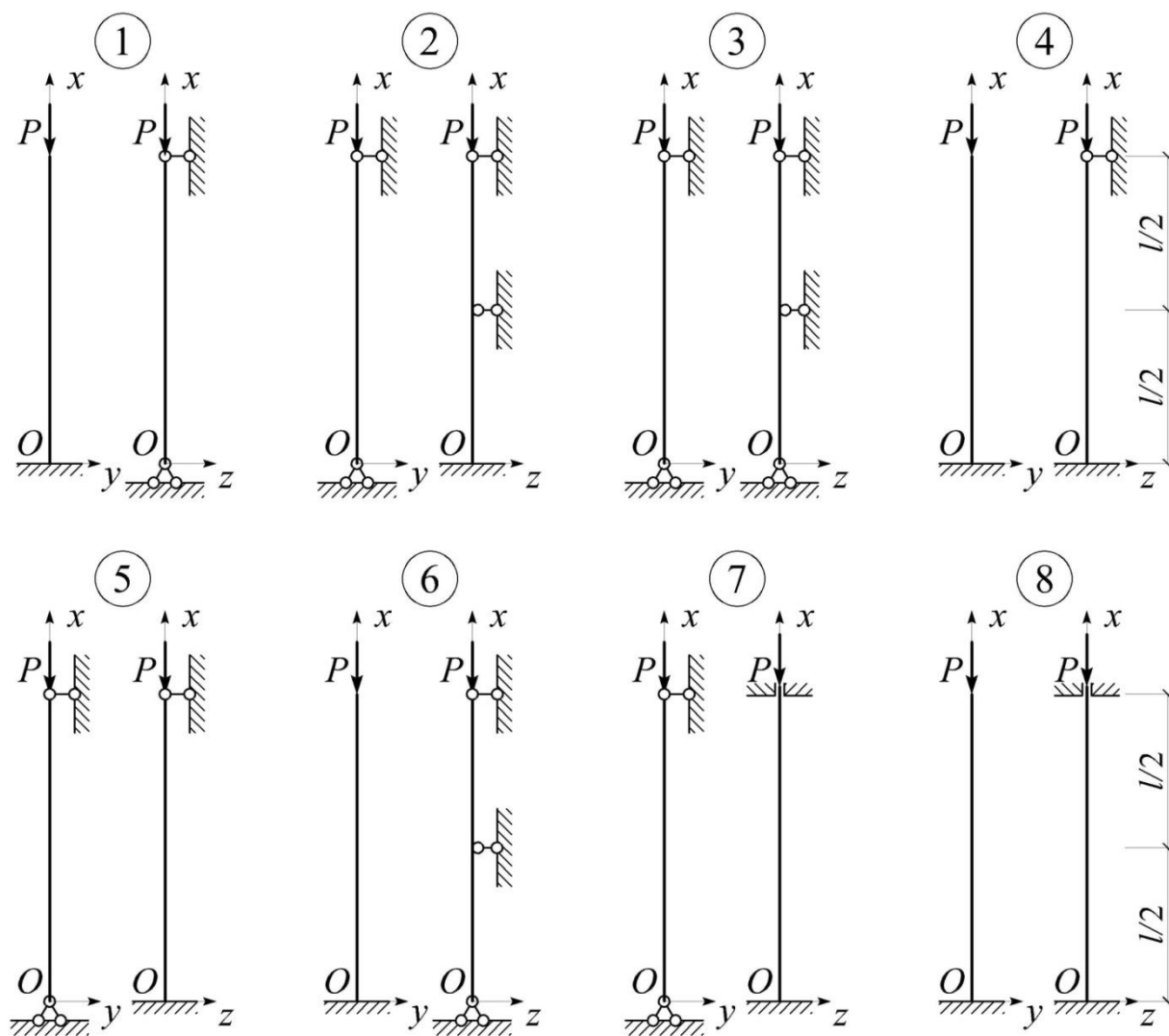


Рис. 4.1. Схемы стержней к задаче №4

Таблица 4

№, п/п	l , м	P , кН
1	5,4	700
2	4,2	640
3	4,8	600
4	5,4	560
5	6,0	500
6	6,6	460
7	3,6	680
8	4,2	620
9	4,8	580

Таблица 4 (продолжение)

№, п/п	l , м	P , кН
10	5,4	520
11	6,0	460
12	6,6	430
13	5,4	680
14	4,2	600
15	4,8	550
16	5,4	480
17	6,0	420
18	6,6	400

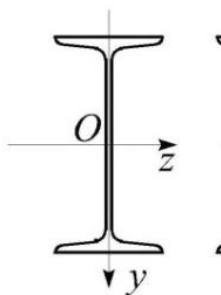


Рис. 4.2. Схема поперечного сечения стержней к задаче №4

Тема 3. Изгиб статически определимых балок.

Задачи №№5÷7

Построение эпюр внутренних усилий

Для трех балок, показанных на схемах 1 ÷ 30 (рис.5), по строке № _____ таблицы 5.1 при числовых значениях размеров и нагрузок по строке № _____ таблицы 5.2 требуется:

- определить опорные реакции;
- построить эпюры внутренних усилий Q_y и M_z .

Таблица 5.1

№ п.п.	№№ балок		
1	1	11	21
2	2	12	22
3	3	13	23
4	4	14	24
5	5	15	25
6	6	16	26
7	7	17	27
8	8	18	28
9	9	19	29
10	10	20	30
11	1	12	23
12	2	13	24
13	3	14	25
14	4	15	26
15	5	16	27
16	6	17	28
17	7	18	29
18	8	19	30
19	9	20	21
20	10	11	22
21	1	13	25
22	2	14	26
23	3	15	27
24	4	16	28
25	5	17	29
26	6	18	30
27	7	19	21
28	8	20	22
29	9	11	23
30	10	12	24

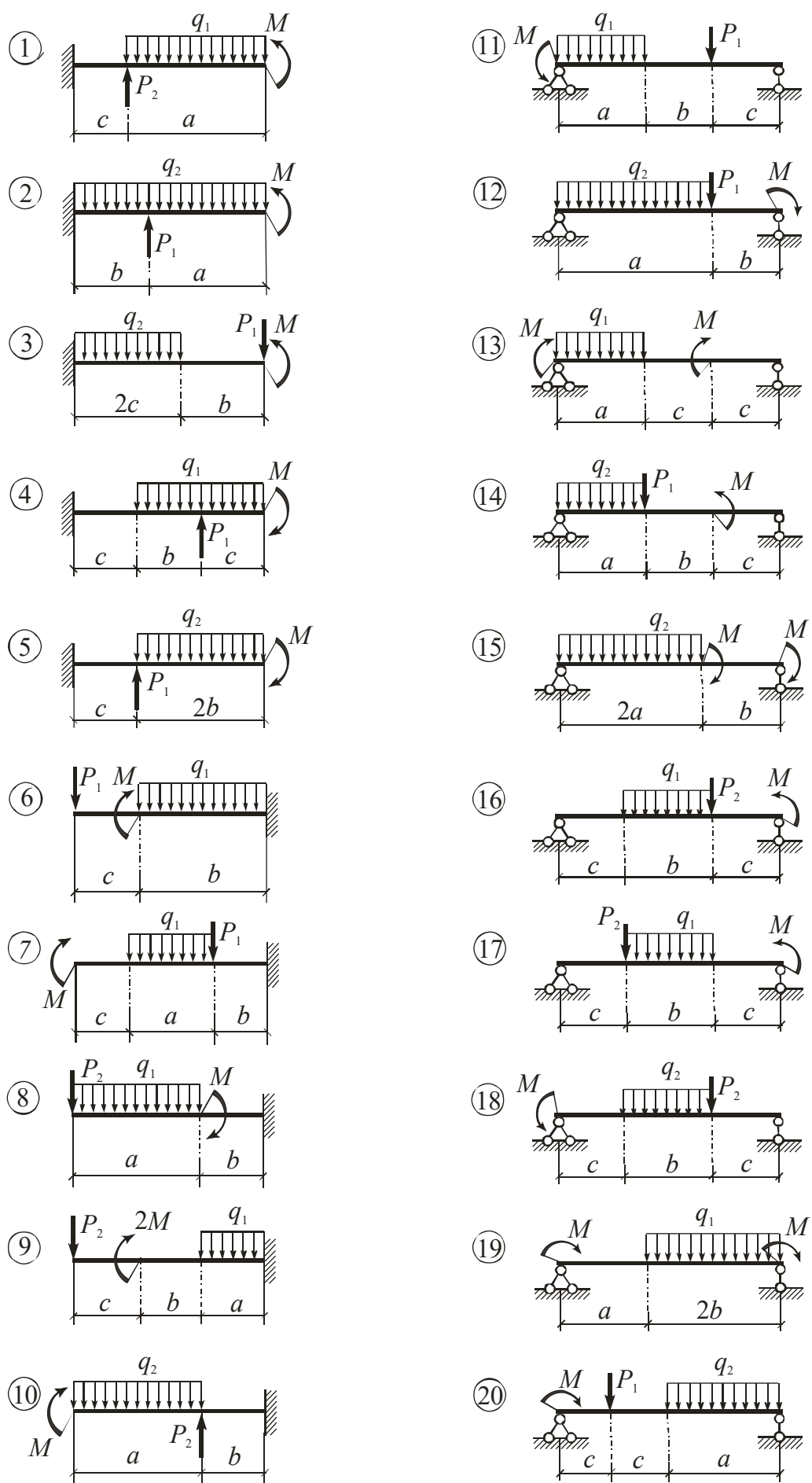


Рис. 5. Схемы балок

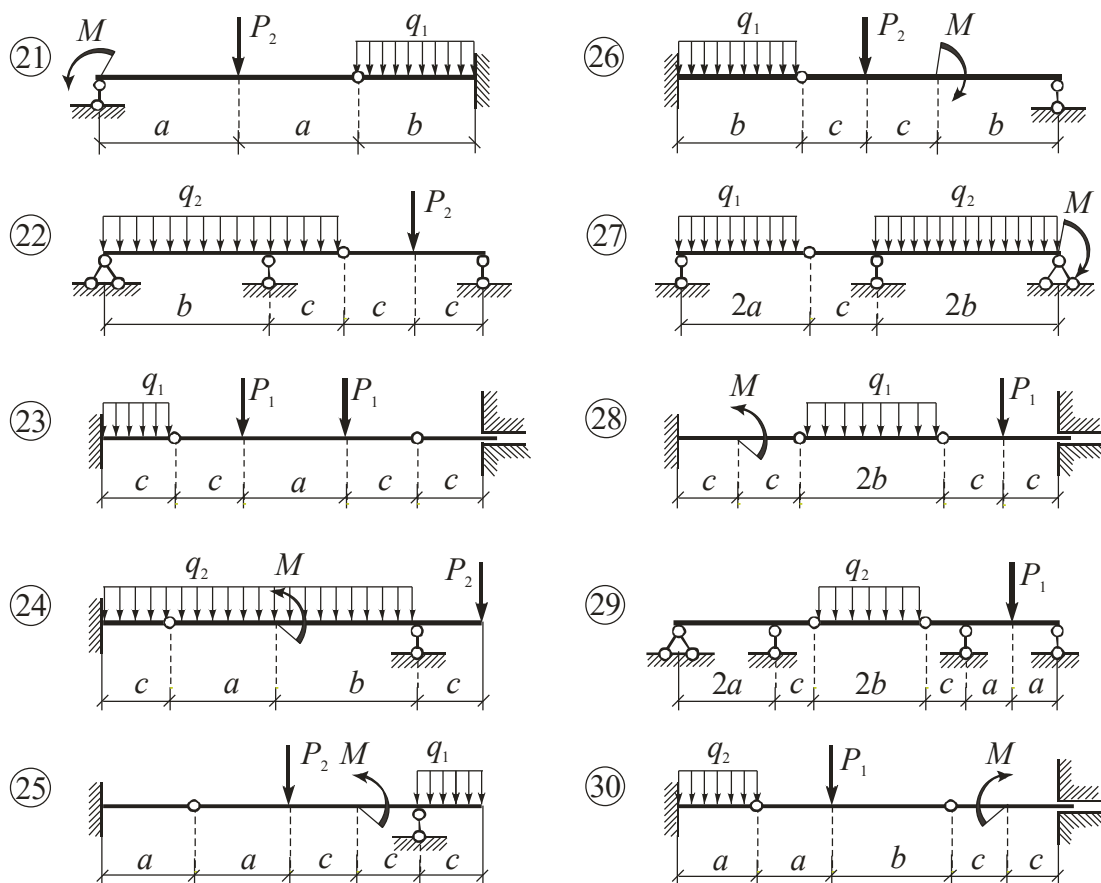


Рис. 5. Схемы балок (продолжение)

Таблица 5.2 (геометрические размеры и нагрузки)

№	a , м	b , м	c , м	P_1 , кН	P_2 , кН	q_1 , кН/м	q_2 , кН/м	M , кНм
1	2,0	2,0	1,0	25	32	10	16	20
2	2,0	2,2	1,2	27	30	12	20	26
3	3,0	2,4	1,4	31	28	16	24	30
4	2,4	2,6	1,0	33	26	18	12	40
5	2,6	2,8	1,4	35	14	28	10	36
6	2,8	3,0	1,6	37	16	20	16	46
7	2,4	1,6	1,0	39	20	22	18	50
8	2,0	1,8	1,4	41	18	24	22	22
9	2,4	2,0	1,6	43	22	26	10	30
10	3,0	3,2	1,8	45	24	30	14	42

Задача №8.**Определение напряжений и перемещений в балке при изгибе****Часть 1. Определение внутренних усилий, напряжений и подбор сечения**

Произвести расчет прокатной двутавровой балки на прочность по методу предельных состояний, нагруженной по схеме № _____ (рис.8), при числовых значениях размеров балки и нагрузок по строке № _____ таблицы 8.

Материал балки – малоуглеродистая сталь марки ВСт.3. Расчётные сопротивления при растяжении и сжатии $R = 210 \text{ МПа} = 21 \text{ кН/см}^2$, при сдвиге – $R_s = 130 \text{ МПа} = 13 \text{ кН/см}^2$. Предел текучести $\sigma_T = 230 \text{ МПа} = 23 \text{ кН/см}^2$. Коэффициент условий работы $\gamma_c = 0,9$. В таблице 8 приведены нормативные значения нагрузок. Коэффициент надёжности по нагрузке $\gamma_f = 1,2$. Требуется:

- определить опорные реакции и построить эпюры Q и M .
- подобрать сечение балки, используя условие прочности по методу предельных состояний;
- для сечения балки, в котором действует наибольший изгибающий момент, построить эпюру нормальных напряжений и проверить выполнение условия прочности по нормальным напряжениям;
- для сечения, в котором действует наибольшая поперечная сила, построить эпюру касательных напряжений в стенке двутавра и проверить выполнение условия прочности на сдвиг;
- произвести расчёт балки с учётом пластических деформаций, считая, что деформация материала следует диаграмме Прандтля. Определить величину предельного (разрушающего) момента $M_{\text{пред}}$, соответствующего образованию в опасном сечении балки пластического шарнира, и построить соответствующую эпюру σ_x . Определить коэффициент запаса, соответствующий расчёту по предельной нагрузке, $n = M_{\text{пред}}/M_{\text{нб}}$, где $M_{\text{нб}}$ – наибольший изгибающий момент от действия нормативных нагрузок.

Часть 2. Определение перемещений

- определить с помощью метода начальных параметров значения прогибов ν и углов поворота φ поперечных сечений в характерных точках по длине балки;
- определить с помощью метода Мора значение кинематического начального параметра φ_0 а также значения ν и φ в некоторых сечениях балки по указанию преподавателя;
- построить эпюры ν и φ , указав их особенности (точки максимума и минимума, скачки, изломы и точки перегиба). Определить числовые значения наибольших прогиба и угла поворота, приняв модуль упругости стали $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа} = 2,1 \cdot 10^4 \text{ кН/см}^2$.

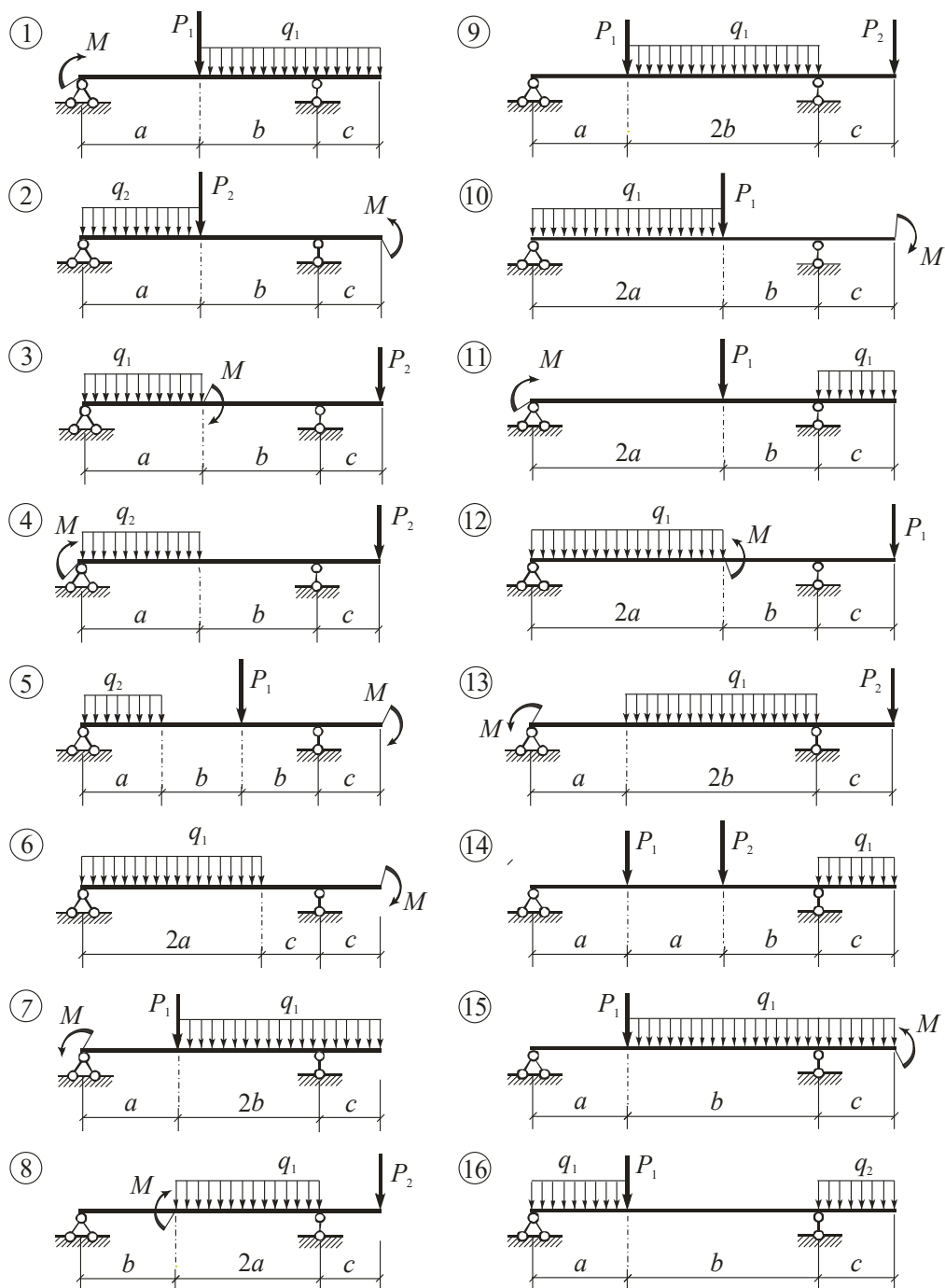


Рис. 8. Схемы балок к задаче №8

Данные для задачи №8

Таблица 8

№ п/п	a , м	b , м	c , м	P_1 , кН	P_2 , кН	q_1 , кН/м	q_2 , кН/м	M , кНм
1	3,0	2,0	1,0	26	20	20	12	30
2	2,0	2,1	1,2	30	20	20	10	40
3	3,0	2,2	2,0	40	30	30	20	40
4	2,4	1,6	1,0	30	20	20	10	20
5	2,0	2,6	1,4	32	24	15	20	36
6	2,6	3,0	1,2	36	32	18	25	25
7	2,4	2,8	1,0	24	30	20	18	40
8	3,0	2,4	1,4	30	24	18	20	32
9	3,0	2,8	1,6	35	35	25	25	40

Тема 4. Сложное сопротивление.

Задача №9.

Расчет стержня на внецентренное сжатие

Для внецентренно сжатого короткого стержня с заданным поперечным сечением по схеме № ____ (рис.9) с геометрическими размерами и точкой приложения силы по столбцу № ____ таблицы 9 требуется:

- определить площадь поперечного сечения и положение центра тяжести;
- определить моменты и радиусы инерции относительно главных центральных осей;
- определить положение нулевой линии, построить эпюру нормальных напряжений в поперечном сечении стержня;
- определить величину наибольшей расчётной сжимающей силы из условий прочности по методу предельных состояний, приняв расчётные сопротивления материала:
 при растяжении $R_p = 1 \text{ МПа} = 0,1 \text{ кН/см}^2$,
 при сжатии $R_c = 5 \text{ МПа} = 0,5 \text{ кН/см}^2$,
 коэффициент условий работы $\gamma_c = 1$;
- построить ядро сечения.

Данные для задачи №9

Таблица 9

№, п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>a</i> , см	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5
<i>точка прилож. силы</i>	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6

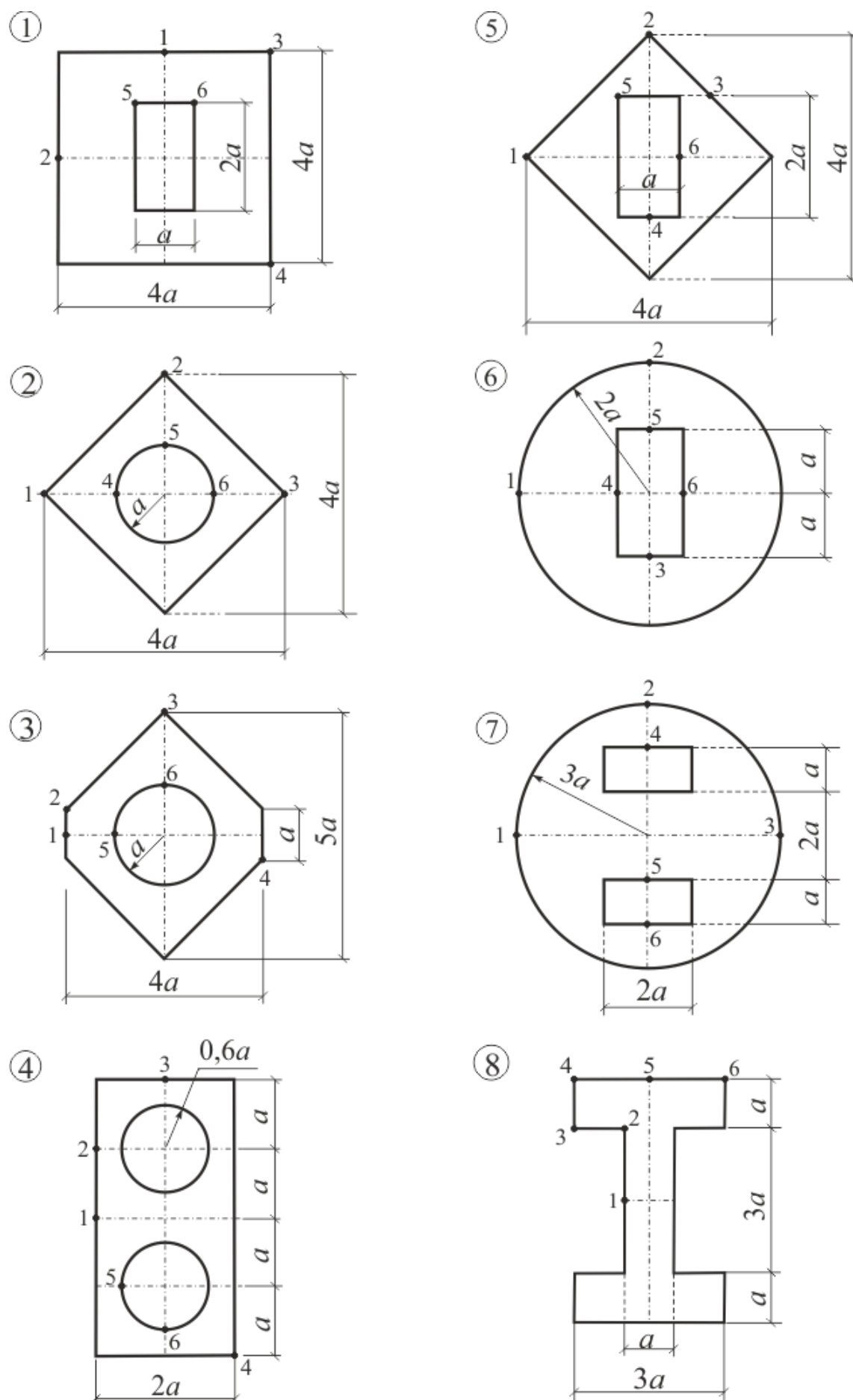


Рис. 9. Схемы поперечных сечений стержня к задаче № 9

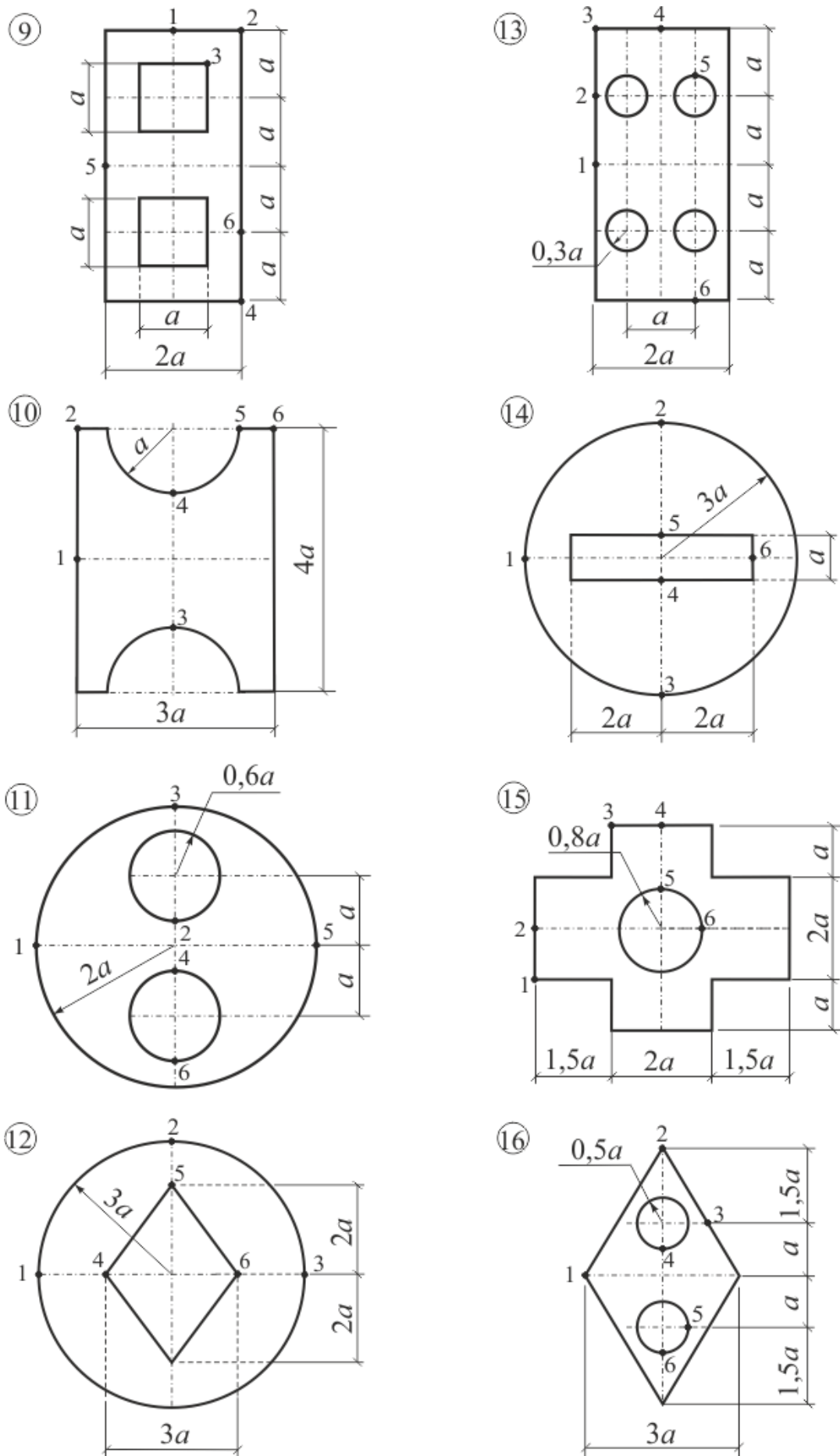


Рис. 9. Схемы поперечных сечений стержня к задаче № 9 (продолжение)

Задача № 10.**Пространственный изгиб балки**

Для деревянной балки прямоугольного сечения по схеме № ____ (рис.10), находящейся под действием нагрузок в вертикальной и горизонтальной плоскостях, при заданных значениях геометрических размеров и расчётных значениях нагрузок по столбцу № ____ таблицы 10 требуется:

- построить эпюры изгибающих моментов от вертикальной и горизонтальной нагрузок и определить положение опасных сечений;
- определить размеры поперечного сечения балки при заданном соотношении сторон h/b прямоугольника, приняв расчётное сопротивление дерева $R = 13 \text{ МПа} = 1,3 \text{ кН/см}^2$;
- построить эпюру нормальных напряжений в опасном сечении балки и проверить прочность.

Данные для задачи №10

Таблица 10

№, п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
l , м	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,5	1,4	1,6
a , м	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5
P , кН	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10	12
q , кН/м	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0	10	12	14	16
h/b	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3

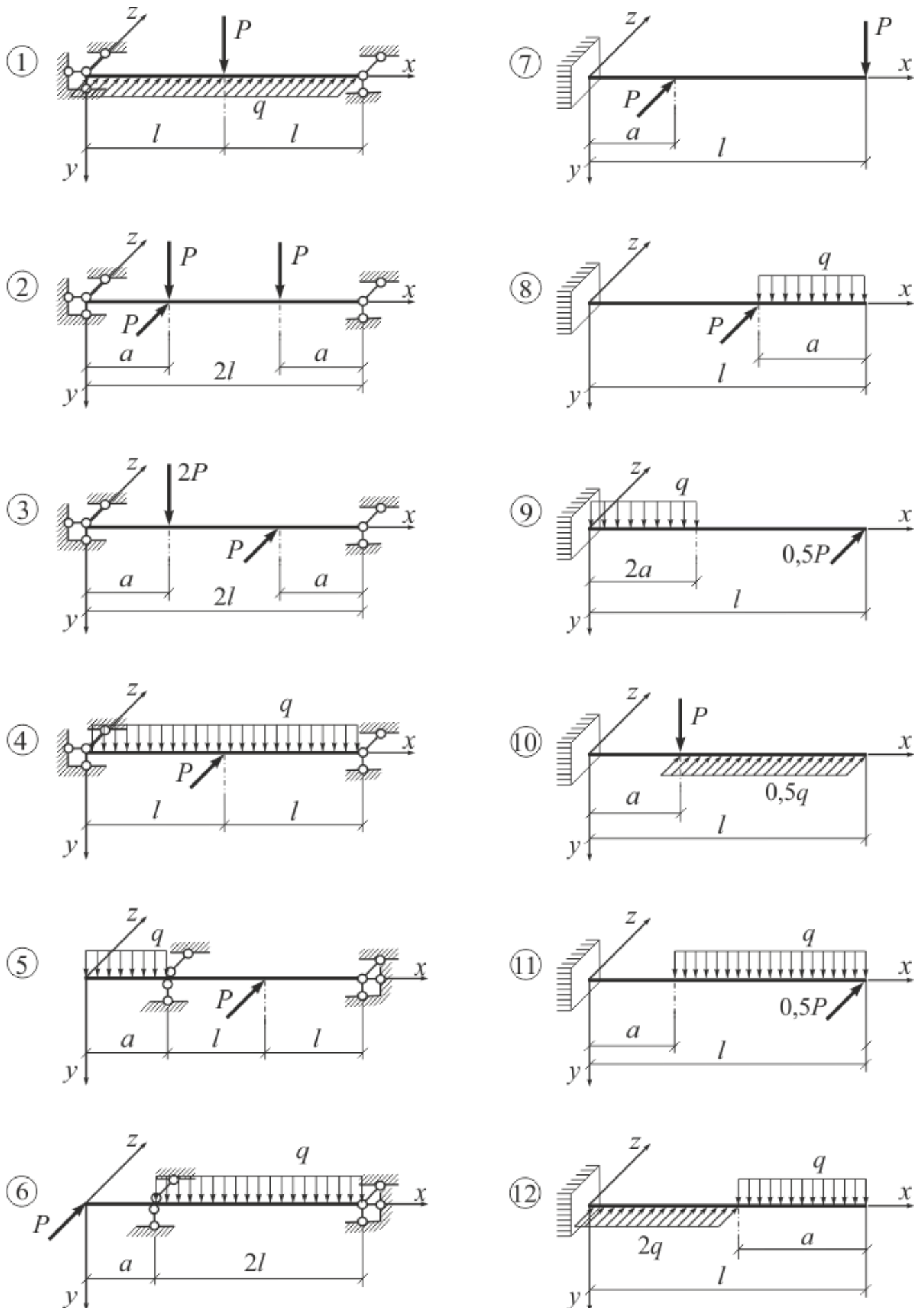


Рис. 10. Схемы балок к задаче № 10