

ОПД.Ф.02.02 СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ
Задания для расчетно-графических работ

Задание по расчётно-графической работе № 1

Задача № 1

Для статически определимого стержня ступенчато постоянного сечения (рис.3.1) по схеме № _____ при осевых нагрузках и геометрических размерах по строке № ___ табл. 1 требуется:

- Определить опорную реакцию в месте закрепления стержня.
- Вычислить значения продольных сил и нормальных напряжений в характерных сечениях и построить эпюры этих величин.
- Найти величины абсолютных удлинений (укорочений) участков стержня и величину общего удлинения (укорочения) всего стержня в целом.
- Определить значения осевых перемещений характерных сечений и построить эпюру осевых перемещений.

Таблица 1

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

Задача № 2

Для статически неопределимого стержня ступенчато постоянного сечения (рис.3.2) по схеме № _____ при заданных геометрических размерах по столбцу № ___ табл. 2 требуется:

- Раскрыть статическую неопределимость и построить эпюры продольных сил, нормальных напряжений и осевых перемещений.
- Определить величину силы P из условий прочности по методу допускаемых напряжений, приняв допускаемые напряжения материала стержня при растяжении и сжатии равными $[\sigma_p] = 80 \text{ МПа} = 8 \text{ кН/см}^2$ и $[\sigma_c] = 150 \text{ МПа} = 15 \text{ кН/см}^2$.

Таблица 2

№ п/п Парам.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$a, \text{см}$	20	30	40	50	60	20	30	40	50	60	70	60	50	50	70	40
$b, \text{см}$	40	50	70	50	40	60	80	20	20	30	50	50	40	30	40	60
$F, \text{см}^2$	10	12	14	16	10	12	14	16	10	12	14	16	10	12	14	16

Задача № 3

Для статически неопределимой стержневой системы (рис.3.3), состоящей из абсолютно жесткой балки AB и поддерживающих её стальных стержней 1 и 2 по схеме №___ при геометрических размерах, соотношениях площадей поперечных сечений стержней F_2/F_1 и величине нормативной нагрузки P , указанных в строке №___ табл. 3, требуется:

- Определить расчетное значение нагрузки, приняв коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,2$.
- Определить усилия в стержнях системы. Собственную массу элементов стержневой системы не учитывать.
- Подобрать сечения стержней в виде двух стальных прокатных равнобоких уголков, используя метод расчета по предельным состояниям. При подборе сечений обеспечить заданное соотношение площадей F_2/F_1 . Расчетное сопротивление принять равным $R = 210$ МПа, коэффициент условий работы $\gamma_c = 0,9$.
- Определить величины нормальных напряжений в поперечных сечениях стержней и проверить выполнение условий прочности.
- Определить величины удлинений стержней, приняв $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа.
- Определить разрушающую (предельную) нагрузку $P_{пред}$, при которой система полностью исчерпает свою несущую способность. Считать, что материал стержней следует диаграмме Прандтля и имеет предел текучести $\sigma_T = 240$ МПа (факультативно).
- Определить усилия в стержнях, вызванные нагревом стержня 1 на $T = 50^\circ\text{C}$ (факультативно).
- Определить усилия в стержнях, вызванные тем, что стержень 1 ошибочно изготовлен короче своей проектной длины на величину $\delta = 0,1\%$ (факультативно).

Таблица 3

№ п/п	$a, \text{м}$	$b, \text{м}$	$h, \text{м}$	F_2/F_1	$P, \text{кН}$
1	1,3	0,9	1,1	1,2	420
2	1,0	0,7	0,8	1,3	440
3	1,2	0,9	0,9	1,1	460
4	1,4	0,8	1,0	1,5	480
5	1,5	0,7	1,4	1,2	500
6	1,1	0,8	1,0	1,5	520
7	1,0	0,8	0,9	2,0	540
8	1,2	0,8	1,2	1,4	560
9	0,9	0,8	0,7	1,8	580
10	1,0	1,0	0,7	2,0	420
11	1,3	1,0	0,8	1,0	440
12	1,2	0,7	1,0	1,7	460
13	1,4	0,8	1,3	1,3	480
14	1,2	1,0	0,8	1,9	500
15	0,9	0,9	1,1	1,0	520
16	1,0	0,6	1,2	1,5	540

Рис.3.1 (Схемы стержней для задачи № 1)

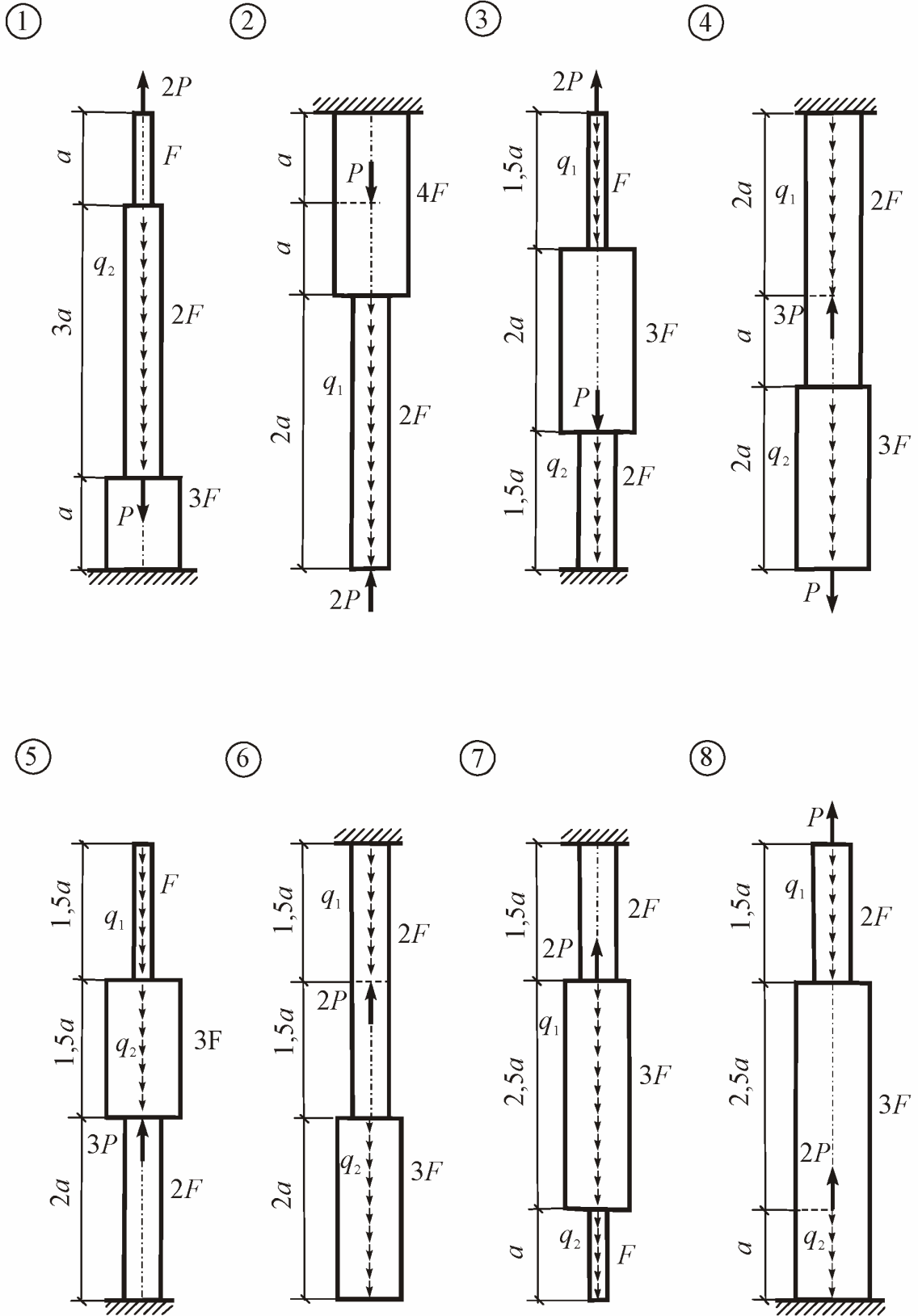
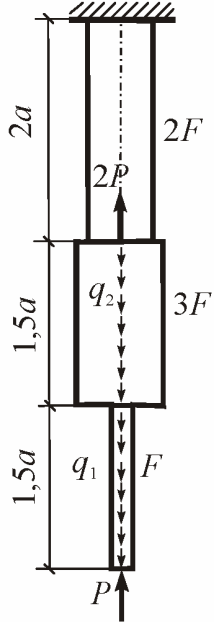
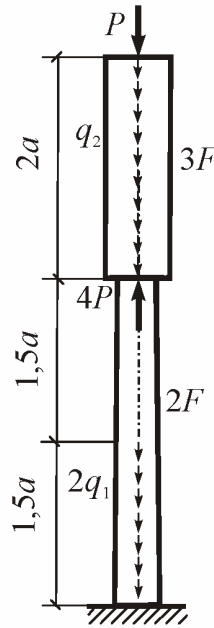


Рис.3.1 (Продолжение)

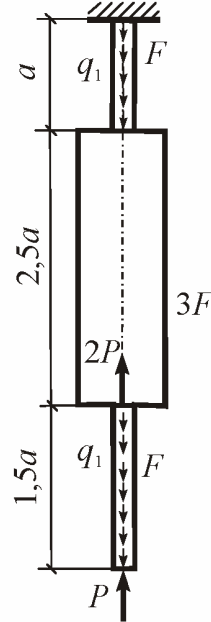
9



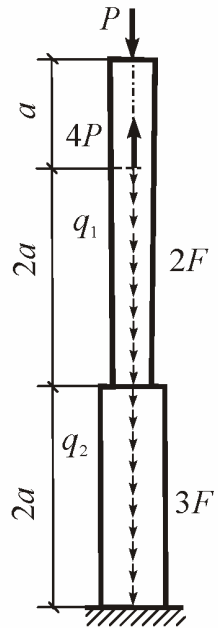
10



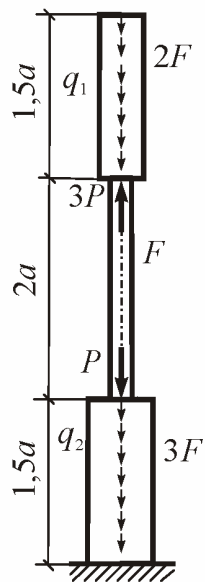
11



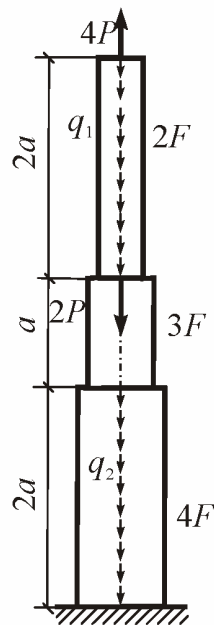
12



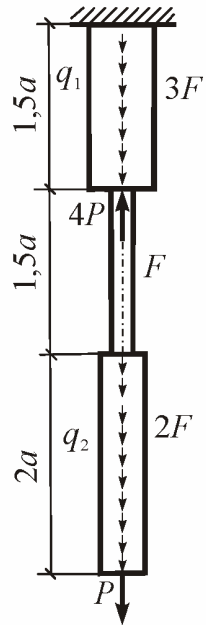
13



14



15



16

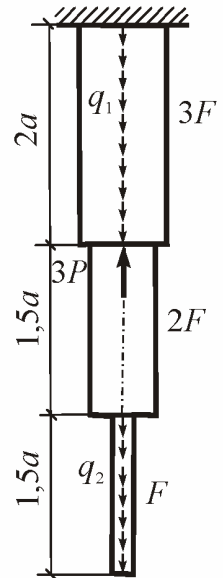
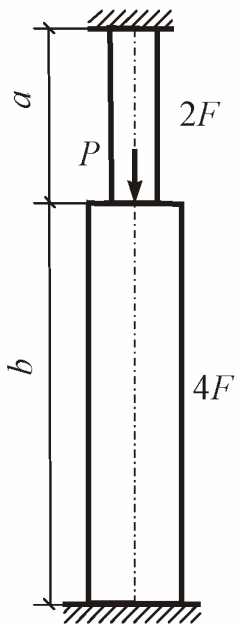
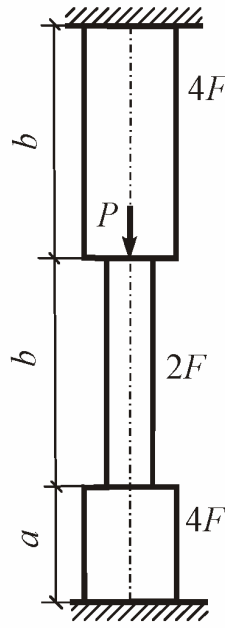


Рис.3.2 (Схемы статически неопределимых стержней для задачи № 2)

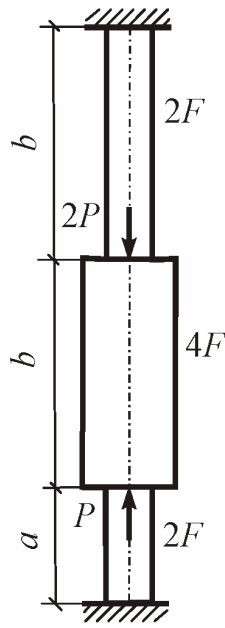
①



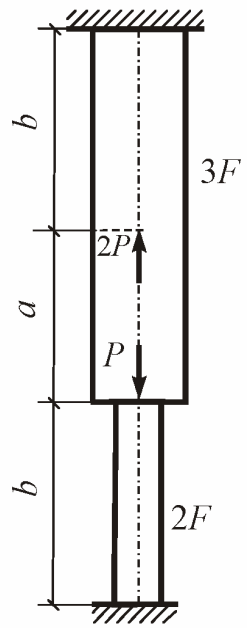
②



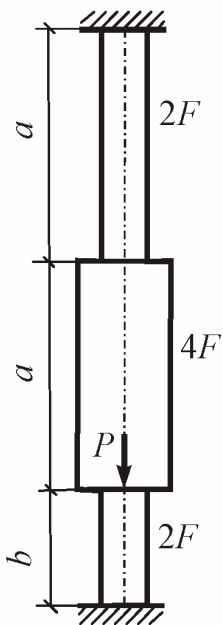
③



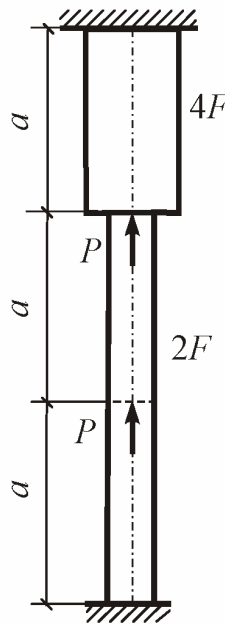
④



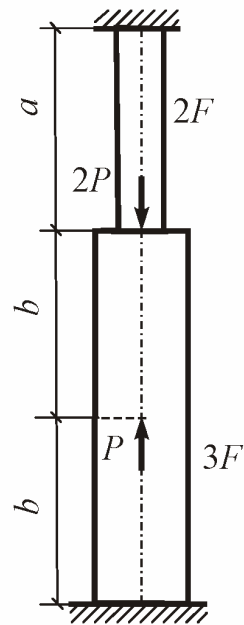
⑤



⑥



⑦



⑧

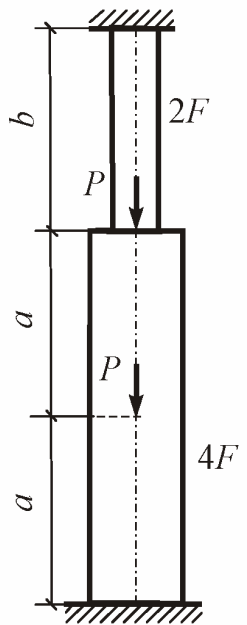
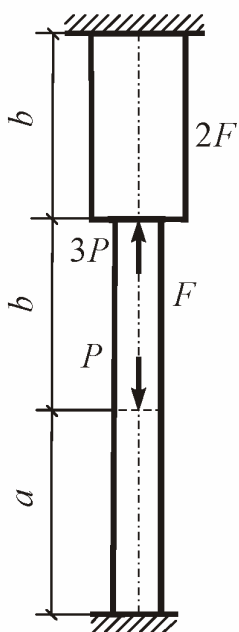
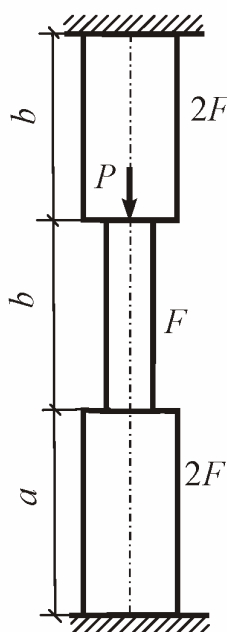


Рис.3.2 (Продолжение)

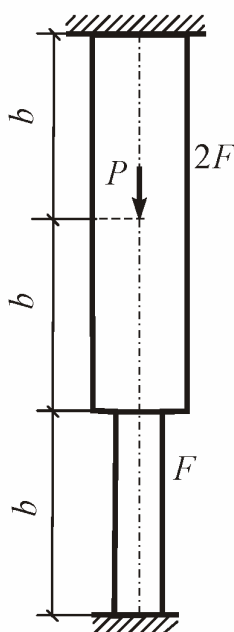
9



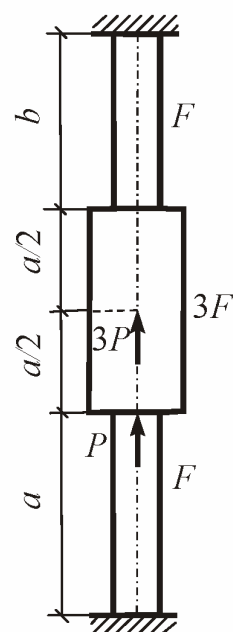
10



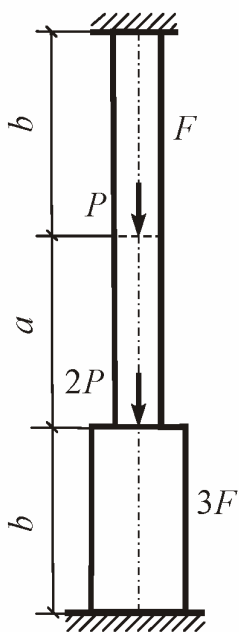
11



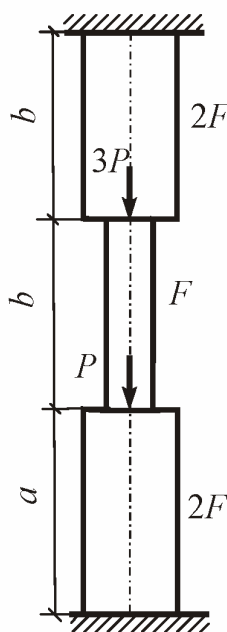
12



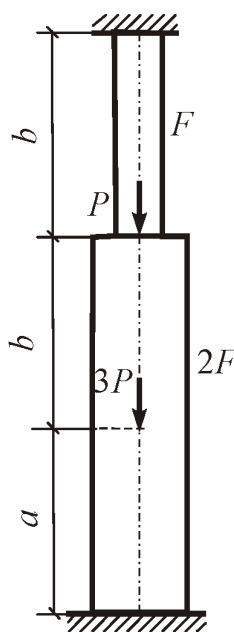
13



14



15



16

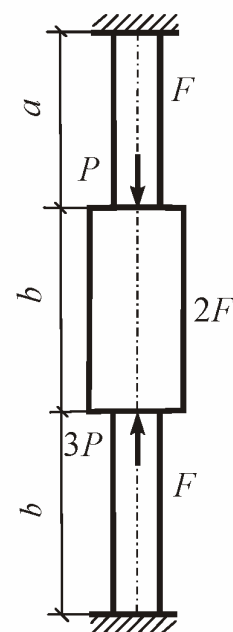


Рис.3.3 (Схемы стержневых систем для задачи № 3)

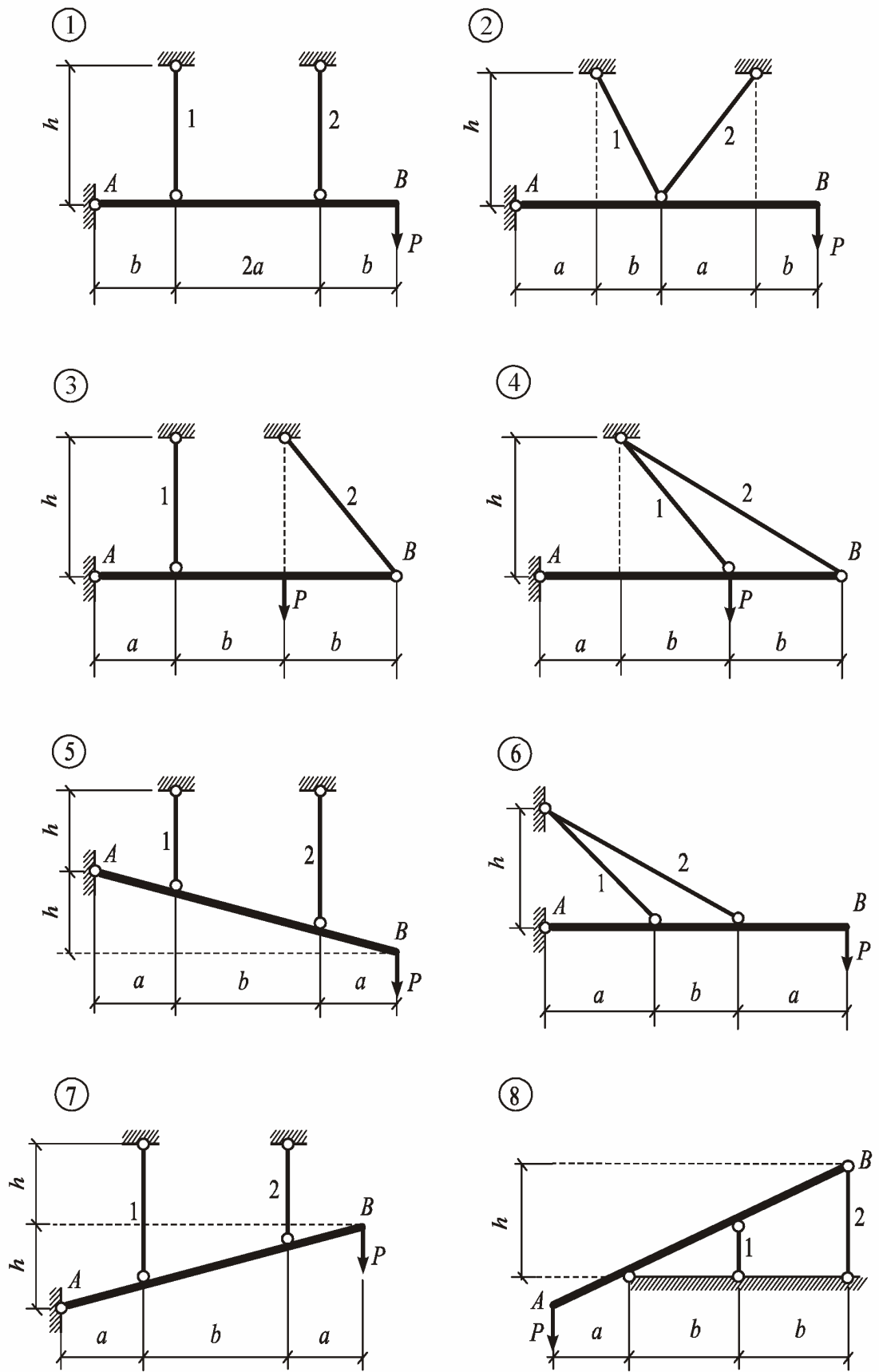
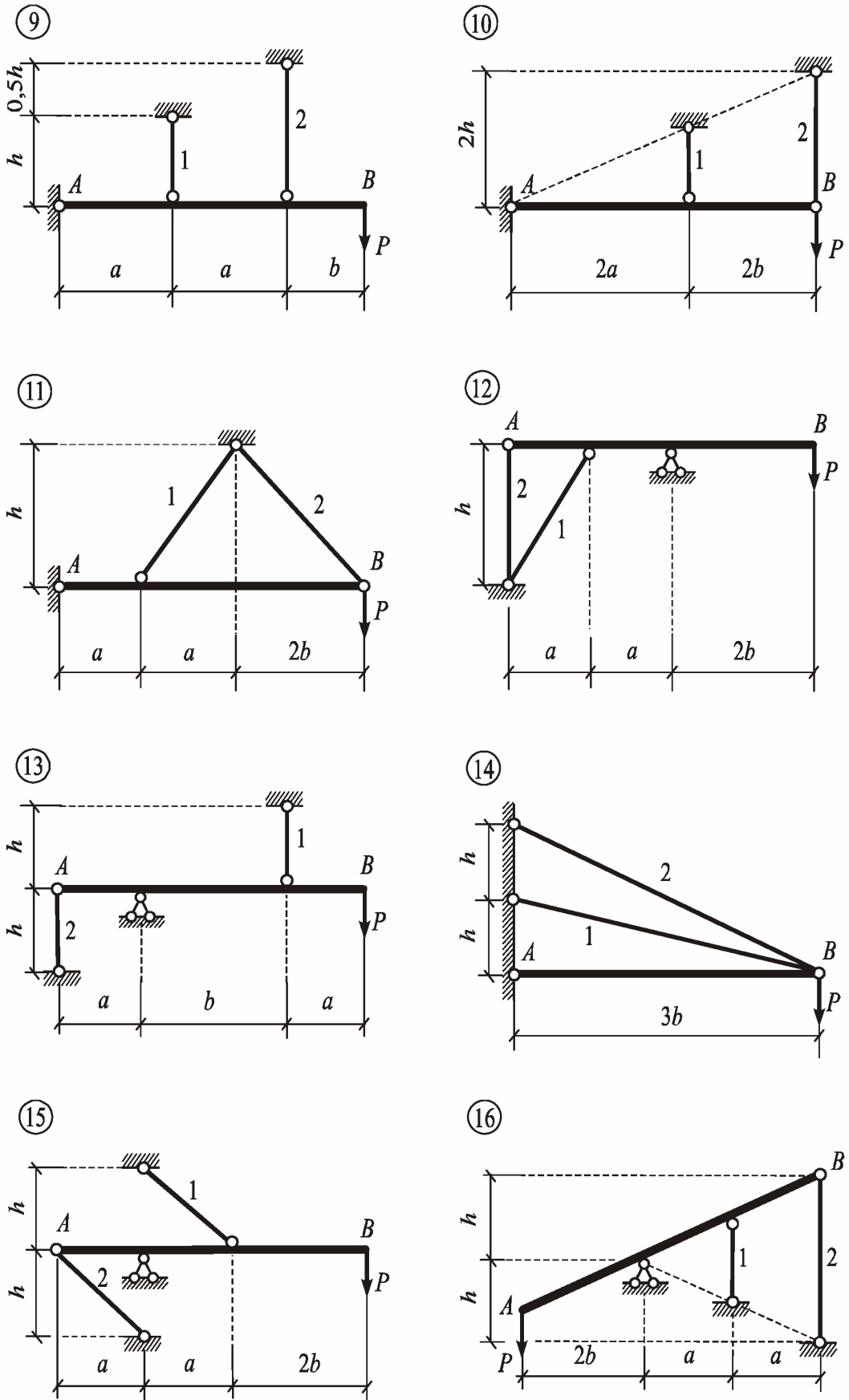


Рис.3.3 (Продолжение)



Задание по расчетно-графической работе № 2

Задача № 1

Для симметричного сечения № ____ (рис.3.1) при геометрических размерах по строке № ____ таблицы требуется определить моменты инерции относительно главных центральных осей и моменты сопротивления сечения.

Задача № 2

Для сечения № ____ (рис.3.2), имеющей одну ось симметрии, при размерах, указанных в строке № ____ таблицы, требуется определить:

- положение центра тяжести
- главные моменты инерции, главные радиусы инерции и моменты сопротивления для нижних и верхних волокон.

Таблица

№ п/п	Номер двутавра	Номер швеллера	Равнобокий уголок, мм	Неравнобокий уголок, мм	Лист, $\epsilon \times \delta$ мм	a , см
1	10	12	80×80×6	90×56×6	160×10	4
2	12	14	90×90×6	100×63×6	160×12	5
3	14	16	90×90×8	100×63×8	180×10	6
4	16	18	100×100×8	110×70×8	180×12	7
5	18	18	100×100×12	125×80×7	200×10	8
6	20	20	110×110×7	125×80×8	200×12	9
7	22	22	110×110×8	125×80×10	200×16	10
8	24	24	125×125×8	140×90×8	220×12	11
9	27	27	125×125×10	140×90×10	220×14	12
10	30	30	140×140×12	160×100×10	240×16	14
11	33	33	160×160×10	180×110×10	240×20	15
12	36	36	160×160×14	180×110×12	300×16	16
13	40	40	160×160×16	200×125×11	320×16	17
14	45	36	200×200×12	250×160×12	350×16	18
15	50	40	200×200×14	250×160×16	400×20	20
16	55	40	220×220×16	250×160×20	500×20	22

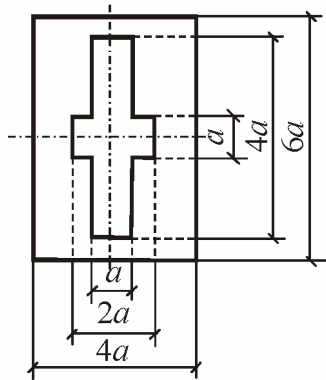
Задача № 3

Для несимметричного сечения № ____ (рис.3.3), при размерах, указанных в строке № ____ таблицы, требуется:

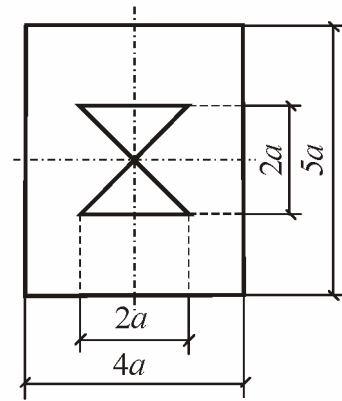
- определить положение центра тяжести;
- вычислить осевые и центробежный моменты инерции относительно центральных осей;
- определить положение главных центральных осей инерции и величины главных моментов инерции;
- построить круг инерции и определить графически величины главных моментов инерции и направления главных центральных осей;
- сравнить результаты аналитического и графического расчетов.

Рис.3.1 (Симметричные сечения для задачи № 1)

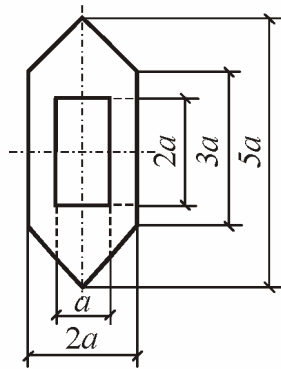
①



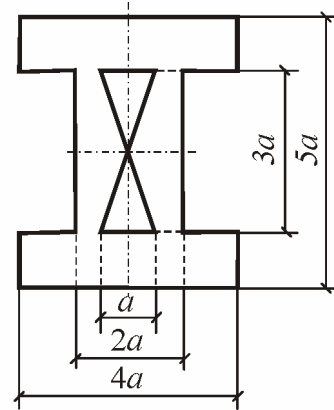
②



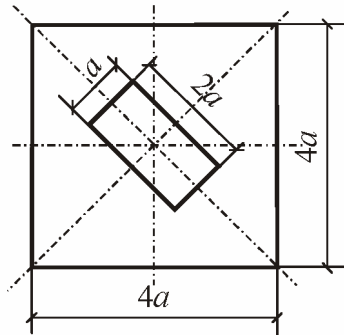
③



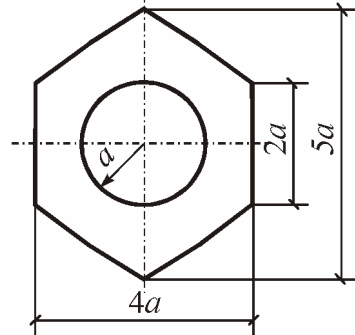
④



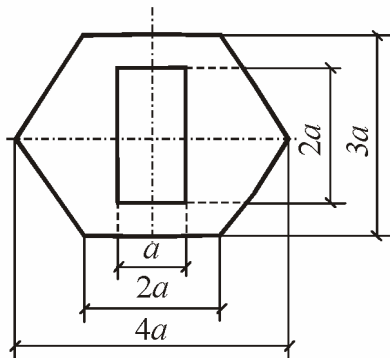
⑤



⑥



⑦



⑧

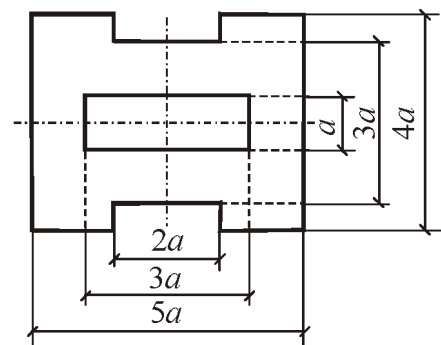
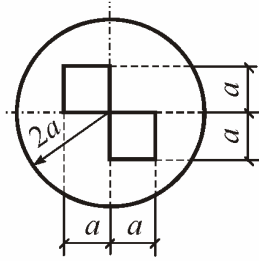
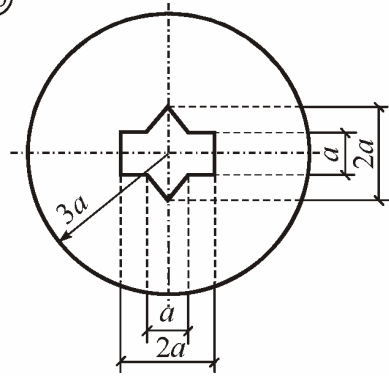


Рис.3.1 (Продолжение)

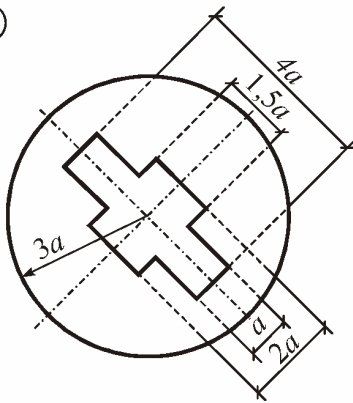
9



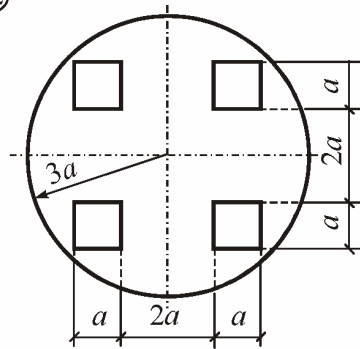
10



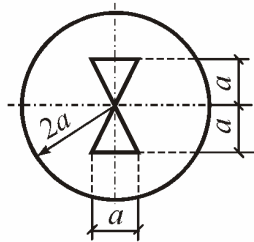
11



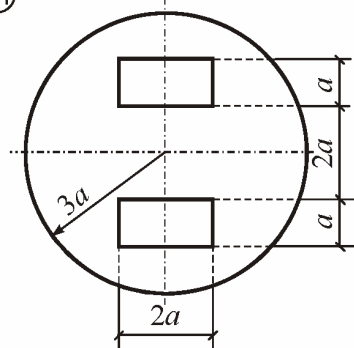
12



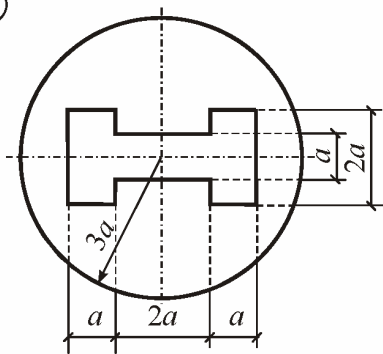
13



14



15



16

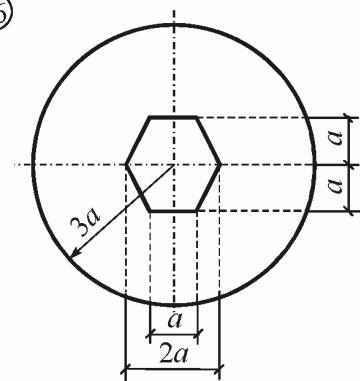
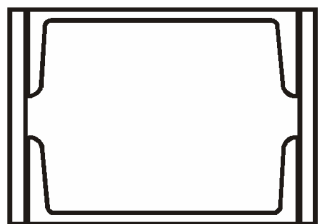
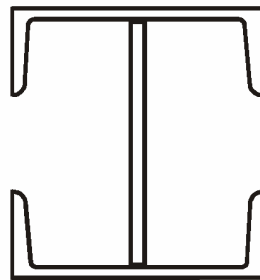


Рис.3.1 (Продолжение)

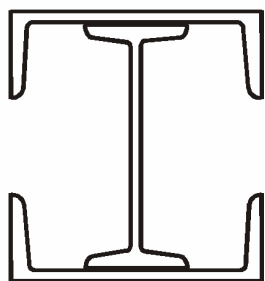
17



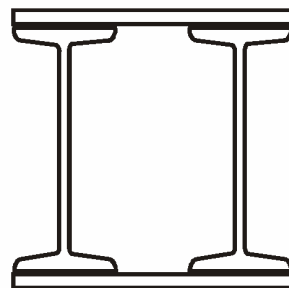
18



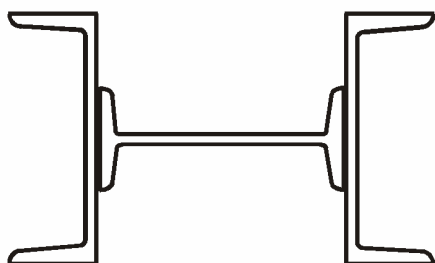
19



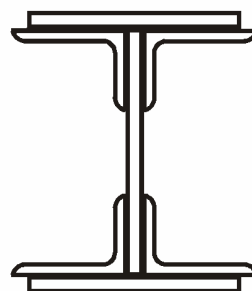
20



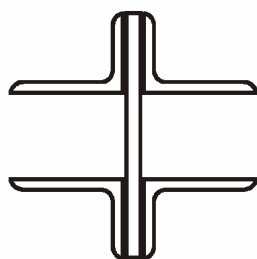
21



22



23



24

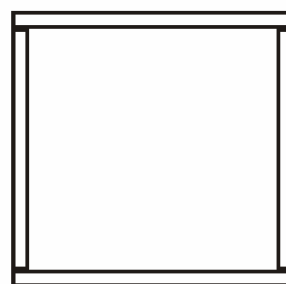
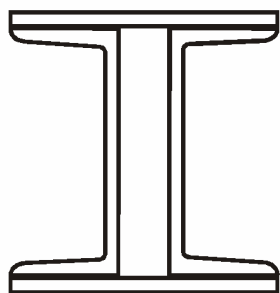
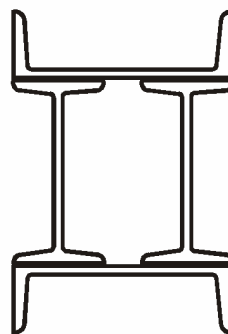


Рис.3.1 (Продолжение)

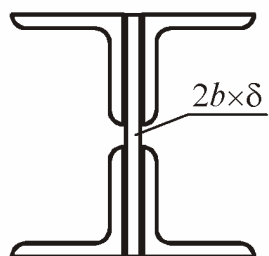
25



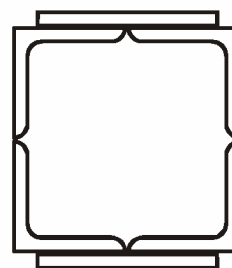
26



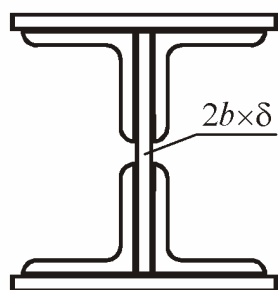
27



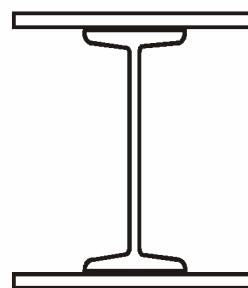
28



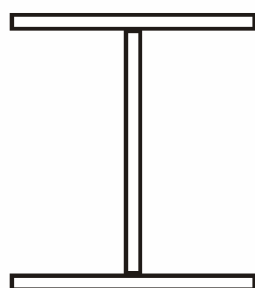
29



30



31



32

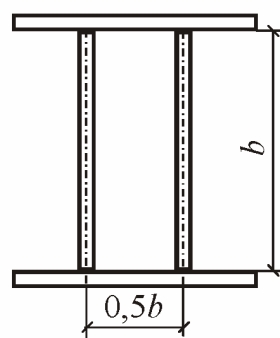
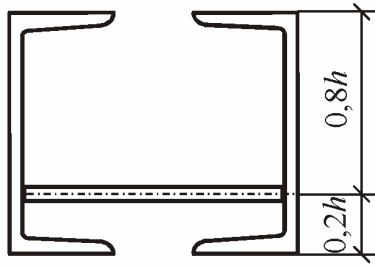
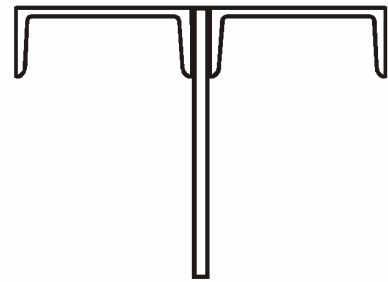


Рис.3.2 (Сечения с одной осью симметрии для задачи № 2)

33



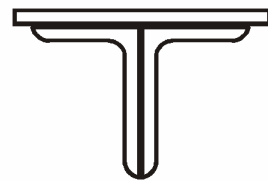
34



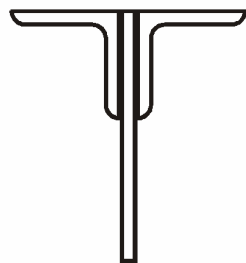
35



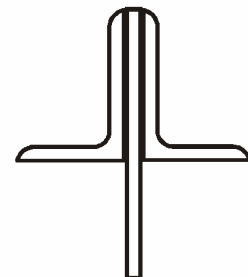
36



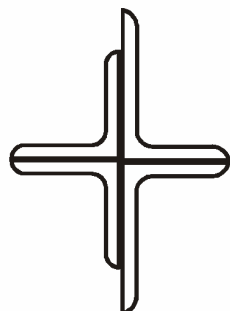
37



38



39



40

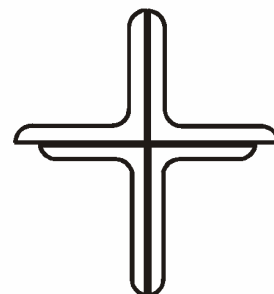
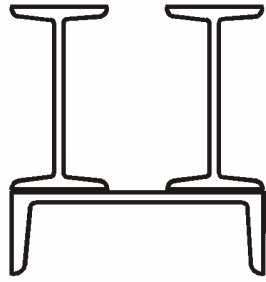
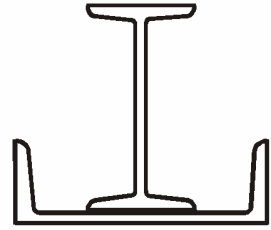


Рис.3.2 (Продолжение)

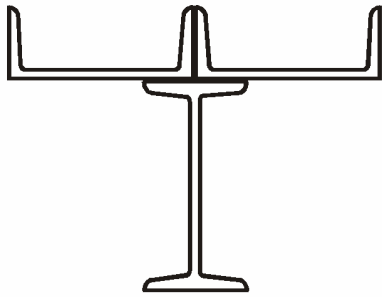
41



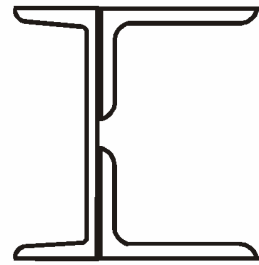
42



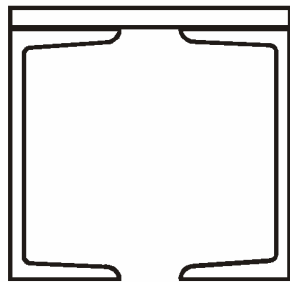
43



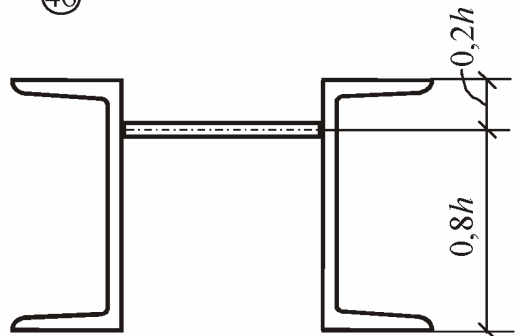
44



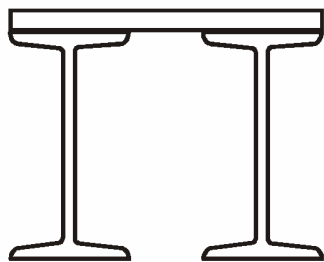
45



46



47



48

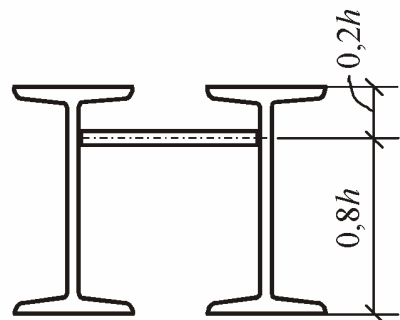
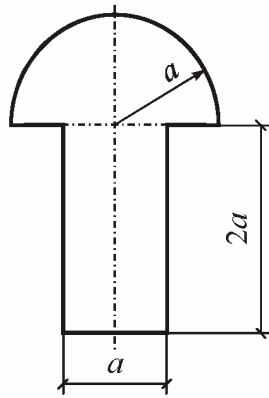
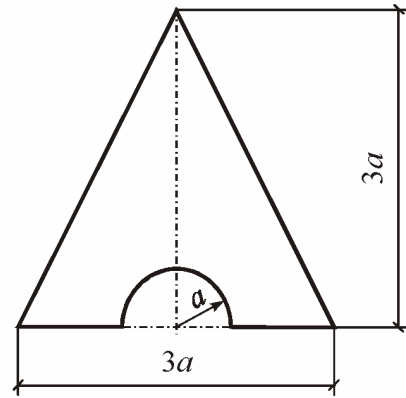


Рис.3.2 (Продолжение)

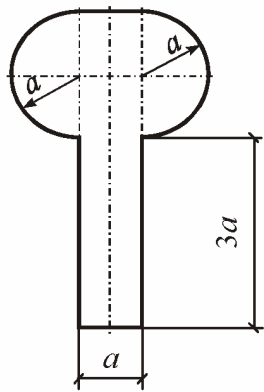
49



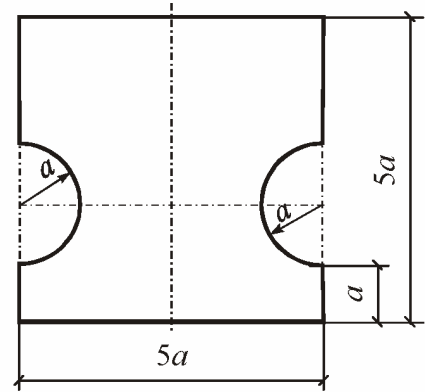
50



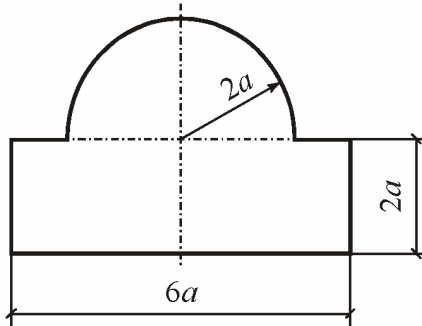
51



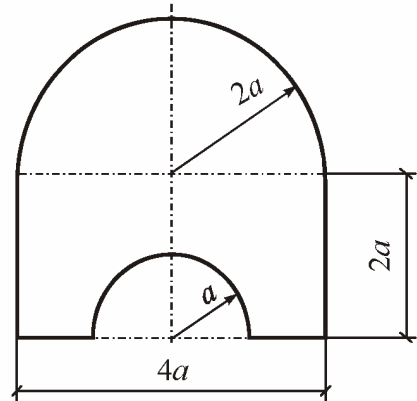
52



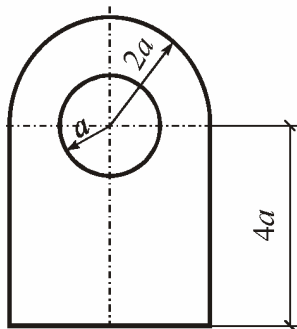
53



54



55



56

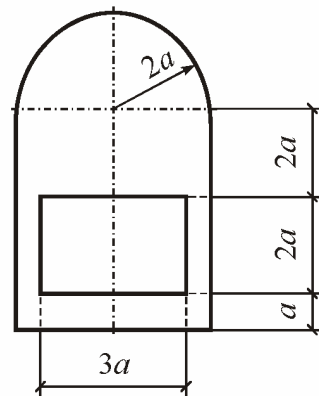
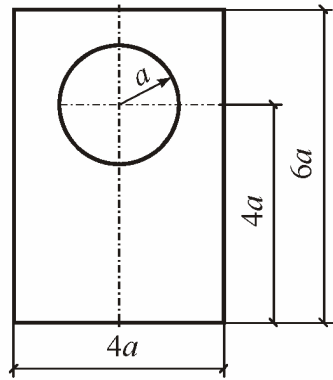
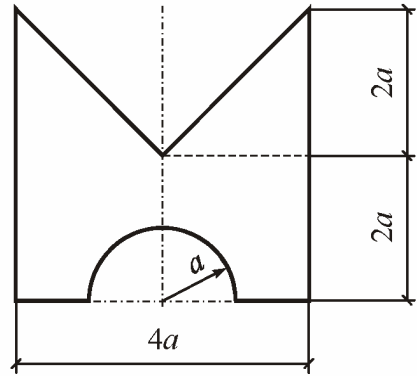


Рис.3.2 (Продолжение)

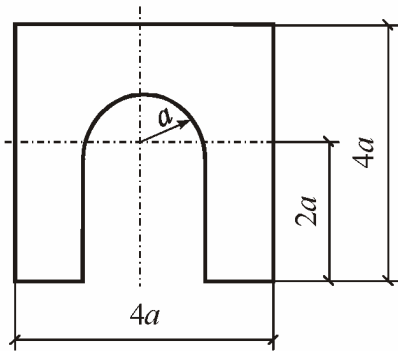
57



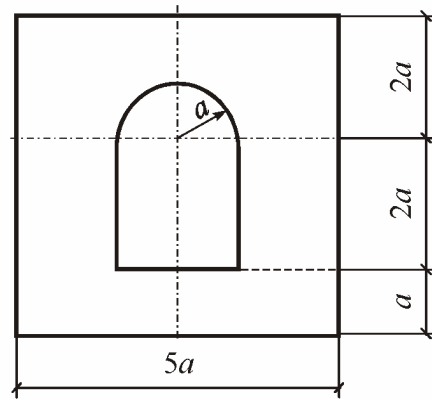
58



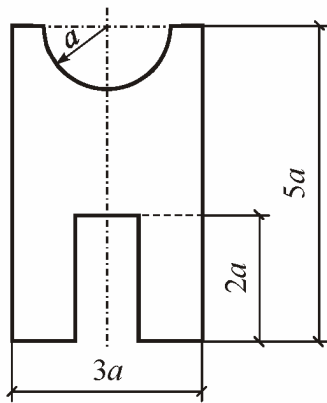
59



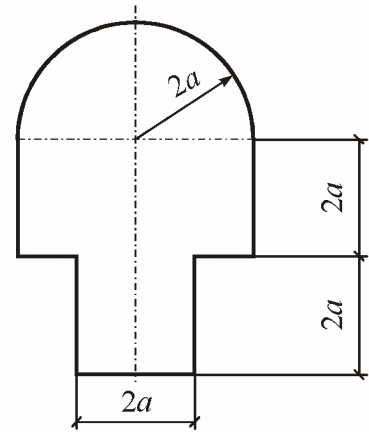
60



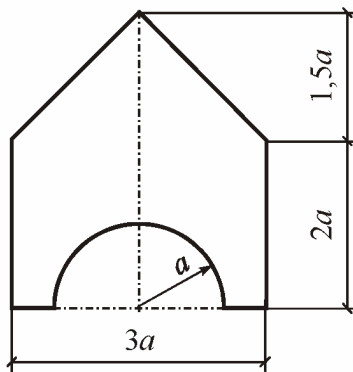
61



62



63



64

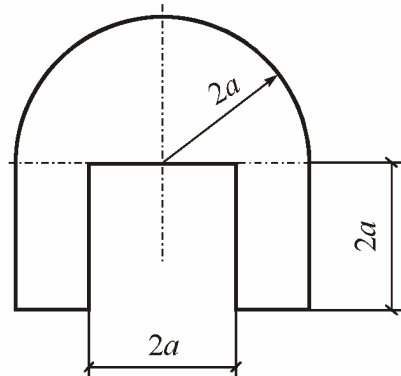
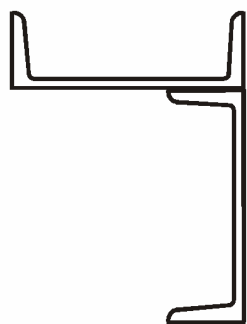
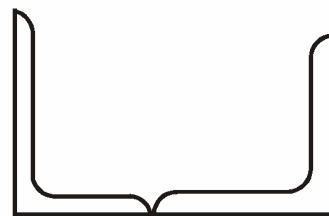


Рис.3.3 (Несимметричные сечения для задачи № 3)

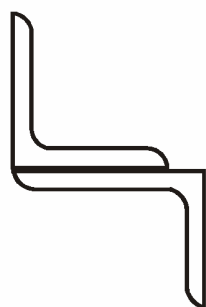
65



66



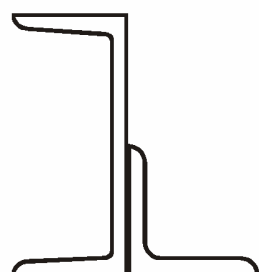
67



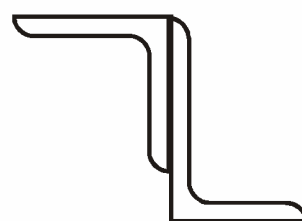
68



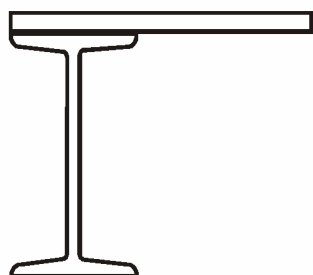
69



70



71



72

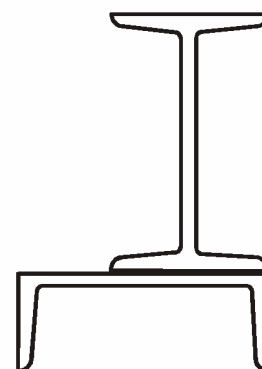
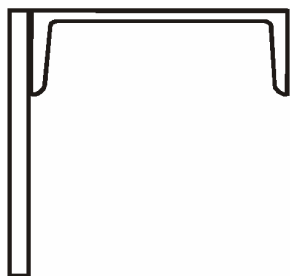
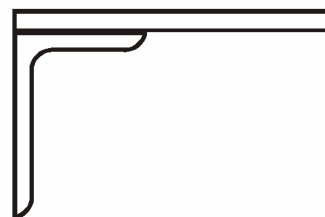


Рис.3.3 (Продолжение)

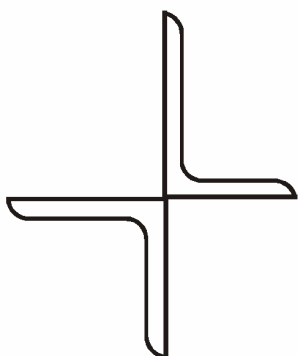
73



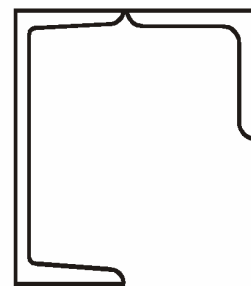
74



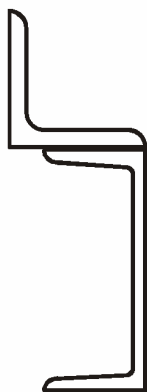
75



76



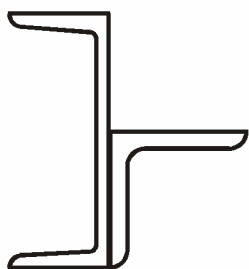
77



78



79



80

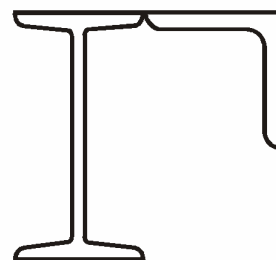
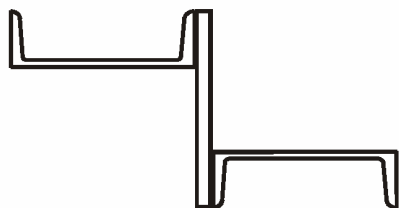
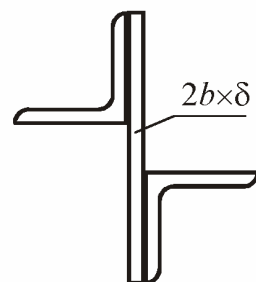


Рис.3.3 (Продолжение)

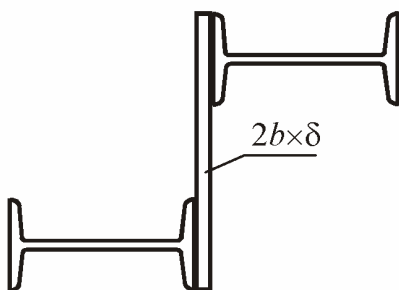
81



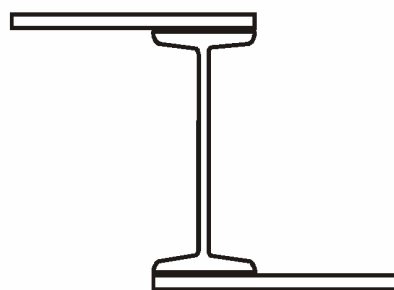
82



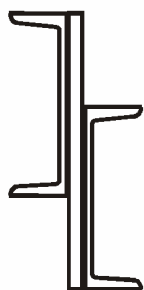
83



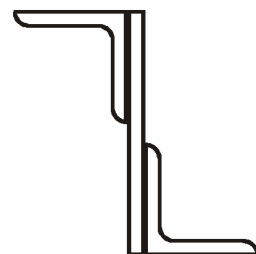
84



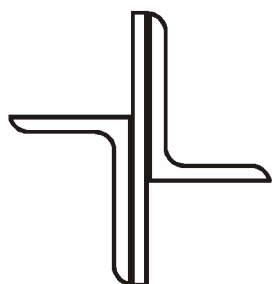
85



86



87



88

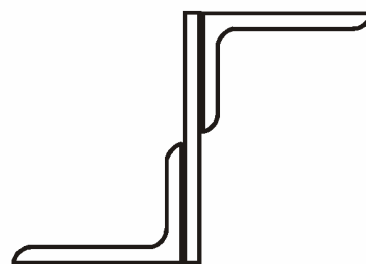
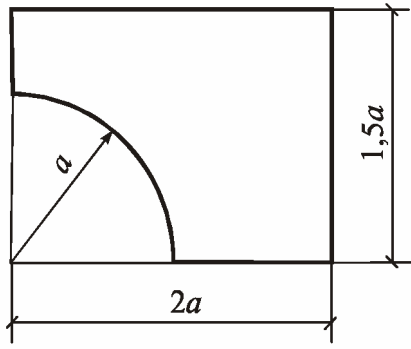
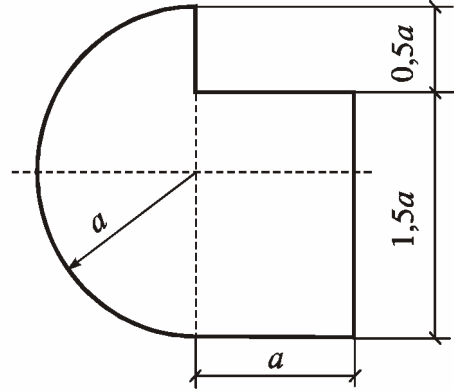


Рис.3.3 (Продолжение)

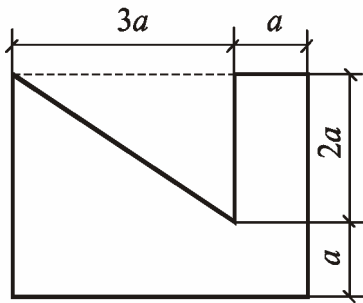
89



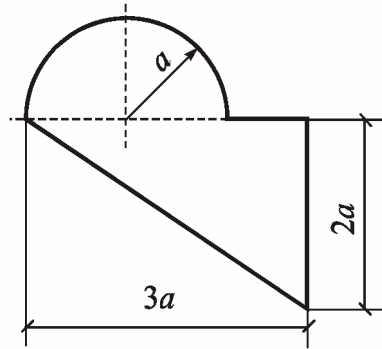
90



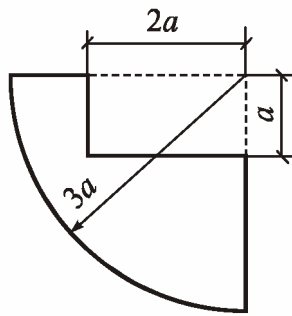
91



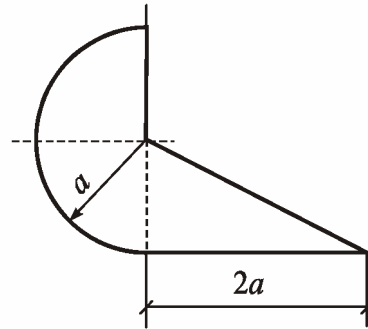
92



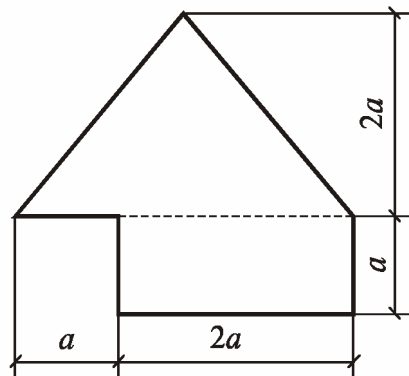
93



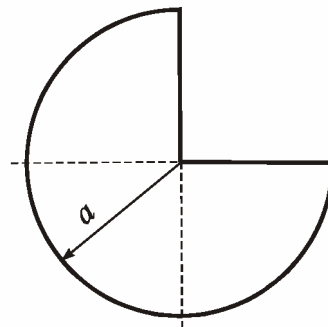
94



95



96



Задание по расчётно-графической работе № 3

Задача

Для балок (рис.3.1) а также ломаных и криволинейных стержней (рис.3.2) и рам (рис.3.3) по схемам, указанным в строке (столбце) №__табл.1 при числовых значениях размеров и нагрузок по строке №__табл.2 требуется:

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

Таблица 1

№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	9	17	25	34	44	50	56	62	77
2	78	2	10	18	26	35	45	51	57	73
3	63	79	3	11	19	27	36	46	52	58
4	57	64	80	4	12	20	28	37	47	53
5	51	58	65	81	5	13	21	29	38	48
6	45	52	59	66	82	6	14	22	30	39
7	40	46	53	60	67	83	7	15	23	31
8	32	41	47	54	61	68	84	8	16	24
9	18	33	42	48	55	57	69	85	1	9
10	10	19	28	43	49	51	58	70	86	2

Продолжение таблицы 1

№	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
21	8	86	76	61	55	49	43	33	24	16
22	9	7	85	75	60	54	48	42	32	23
23	17	10	6	84	74	59	53	47	41	31
24	25	18	11	5	83	73	58	52	46	40
25	34	26	19	12	4	82	72	57	51	45
26	44	35	27	20	13	3	81	71	56	50
27	50	45	36	28	21	14	2	80	70	61
28	56	51	46	37	29	22	15	1	79	69
29	62	57	52	47	38	30	23	16	8	78
30	77	63	58	53	48	39	31	24	9	7

Таблица 2

№	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	20
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	20	20	20	10	20
5	2,5	2,0	1,4	18	16	18	12	24
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	22
9	3,0	2,8	1,6	35	35	25	25	40
10	3,2	3,0	1,6	40	30	30	16	42

Рис.3.1 (Схемы балок)

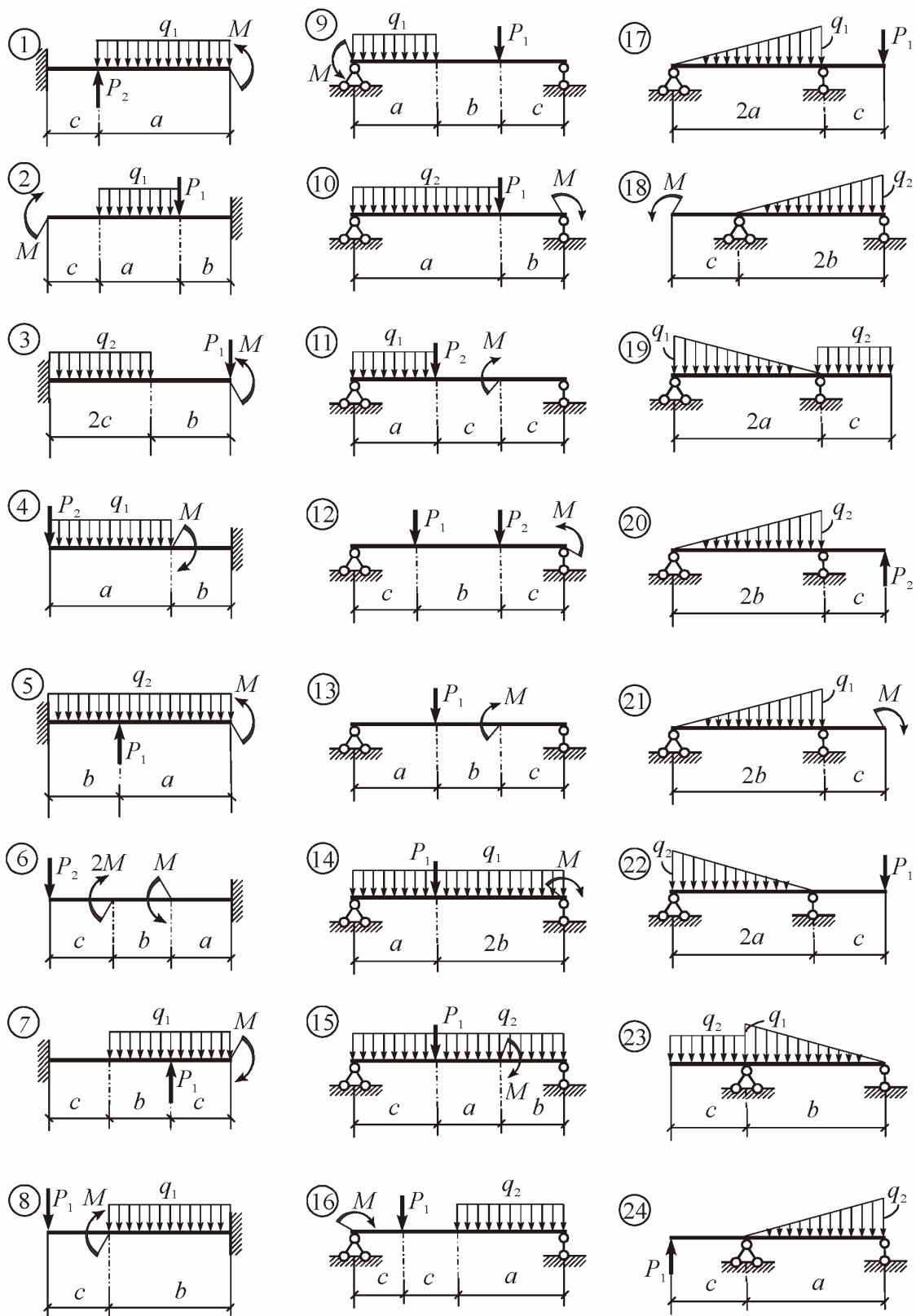


Рис.3.1 (Продолжение)

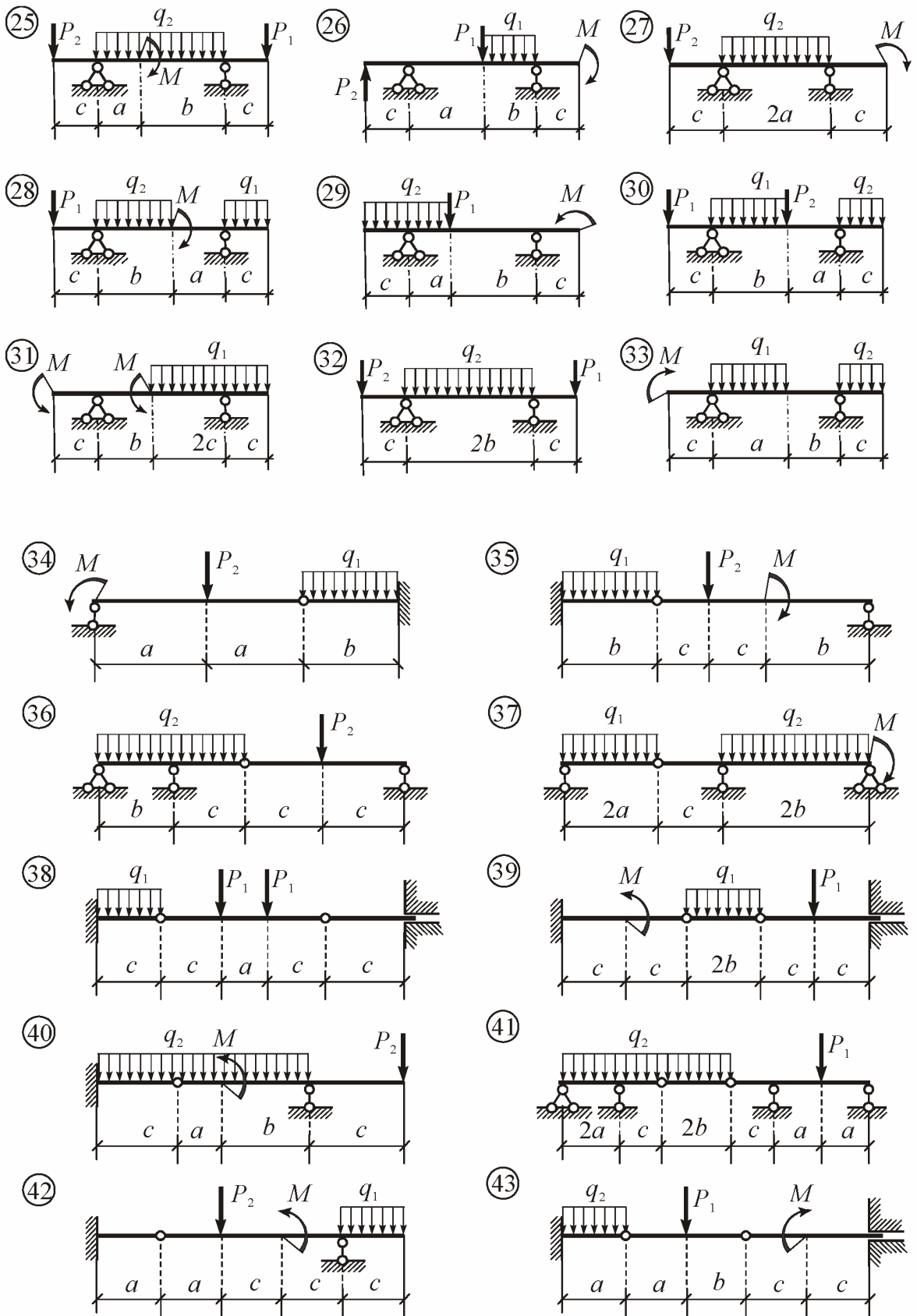


Рис.3.2 (Схемы ломаных и криволинейных стержней)

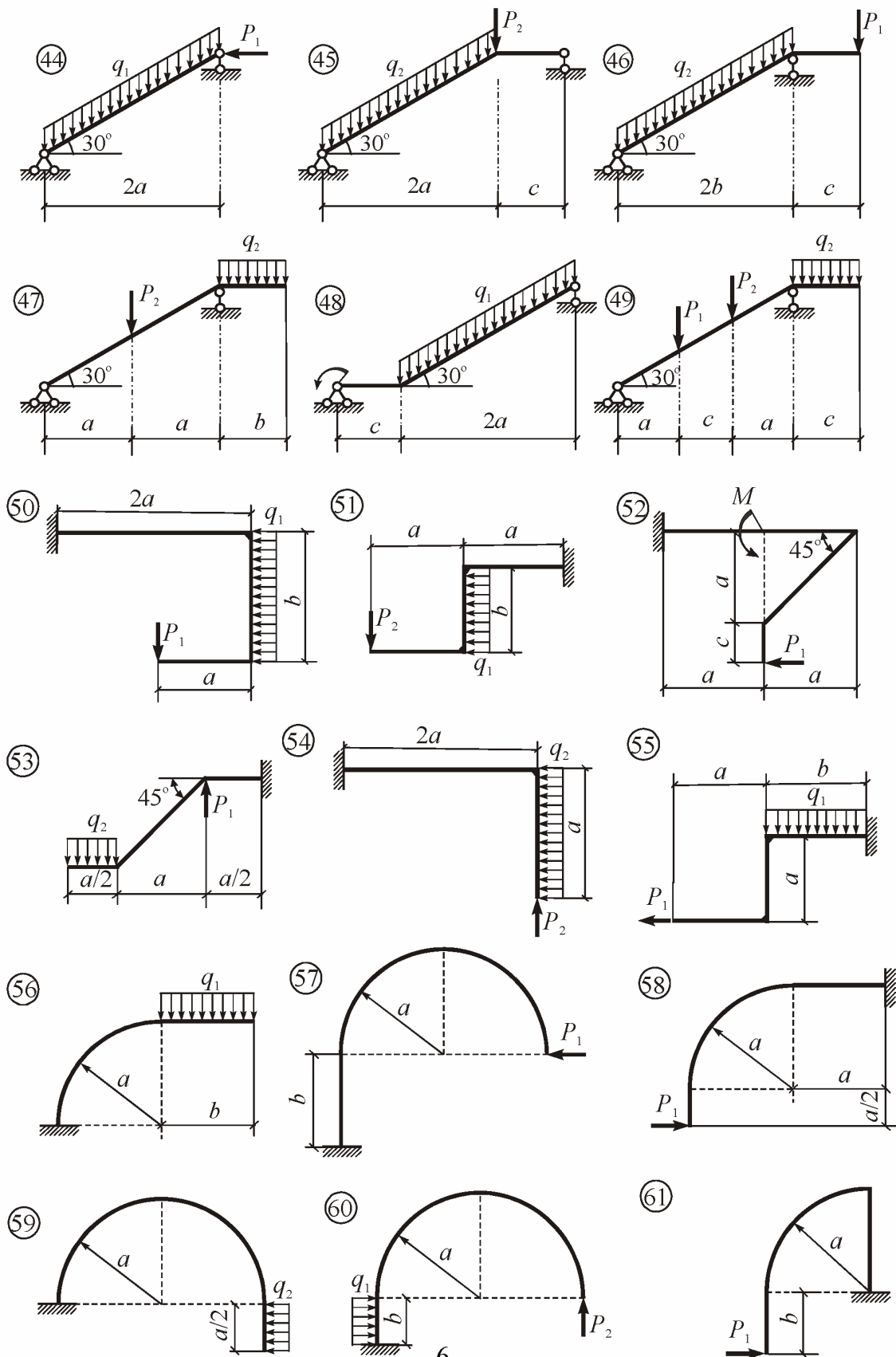
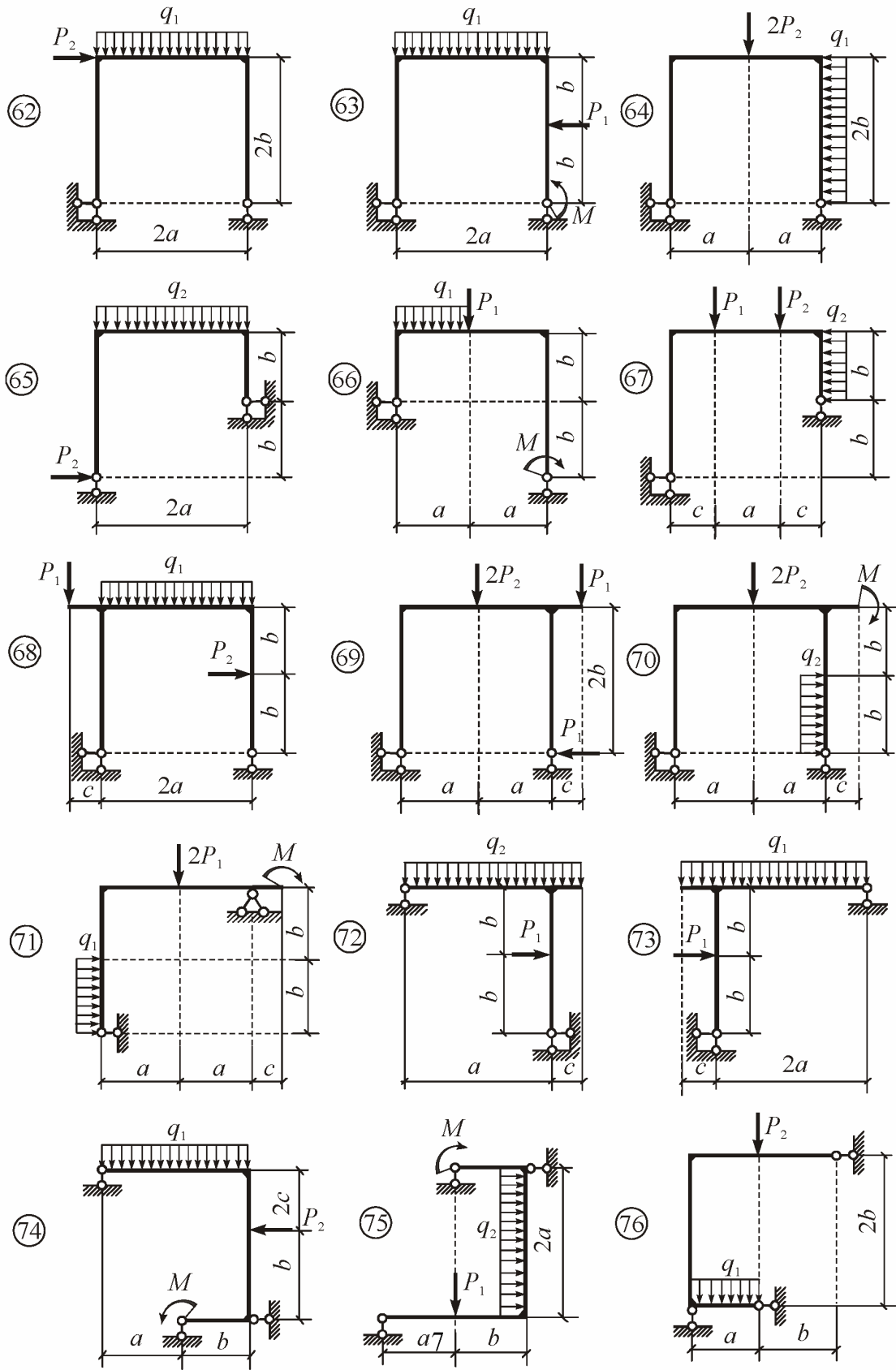


Рис.3.3 (Схемы рам)

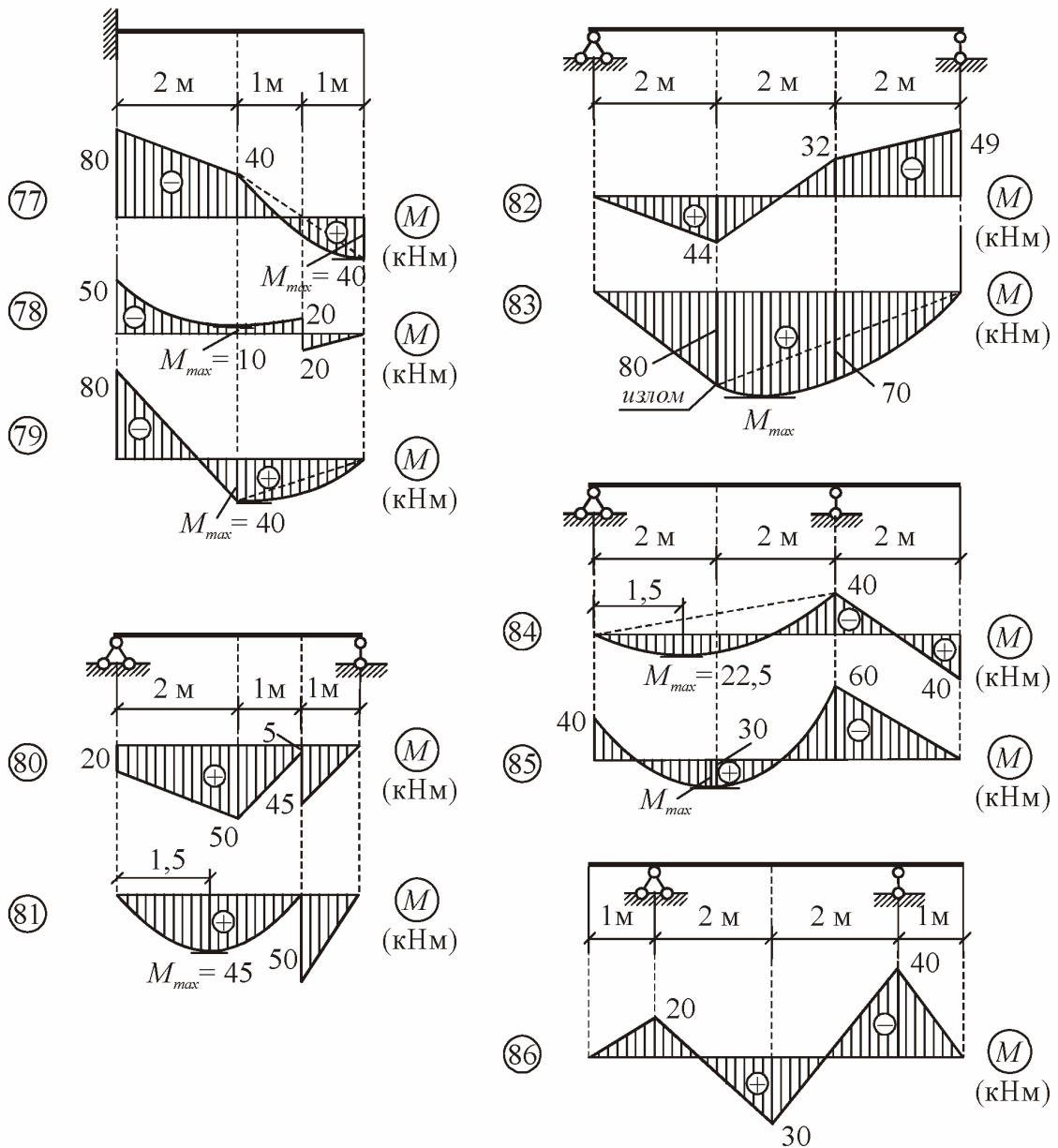


Задача (факультатив)

Для балок, показанных на схемах 77 ÷ 86 (рис.3.4), по известным эпюрам изгибающих моментов M_z требуется:

- определить действующую на балку нагрузку (сосредоточенные силы и моменты, равномерно распределённая нагрузка) и опорные реакции;
- построить эпюру поперечных сил Q_y .

Рис.3.4



3. Задание по расчётно-графической работе № 4

Задача № 1

Расчитать на прочность по методу предельных состояний двутавровую балку по схеме № ____ рис.3.1, при числовых значениях размеров балки и нагрузок по строке № ____ табл. 1.

Материал балки ВСт.3. Предел текучести $\sigma_T = 230$ МПа, расчётное сопротивление по пределу текучести $R = 210$ МПа, расчётное сопротивление при сдвиге $R_s = 130$ МПа. Коэффициент условий работы $\gamma_c = 0,9$. В табл. 1 приведены нормативные значения нагрузок. Коэффициент надёжности по нагрузке $\gamma_f = 1,2$.

- Подобрать сечение балки из двутавра, 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 и проверить выполнение условия прочности по касательным напряжениям.

- Для сечения балки, в котором M_z и Q_y имеют одновременно наибольшие или достаточно большие значения, найти величины главных напряжений и положение главных площадок в стенке на уровне её сопряжения с полкой. Проверить выполнение условия прочности по главным напряжениям.

- Произвести расчёт балки с учётом пластических деформаций, считая, что материал следует диаграмме идеальной пластичности Прандтля.

- Определить величину предельного момента, соответствующего образованию в опасном сечении балки пластического шарнира, и построить соответствующую эпюру σ_x .

- Определить коэффициент запаса, соответствующий расчёту по предельной нагрузке, $n = M_{пред} / M_{нб}$, где $M_{нб}$ – наибольший изгибающий момент от действия нормативных нагрузок.

Таблица 1

№ стр.	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
10	3,2	3,0	1,6	40	30	30	16	42
11	3,4	2,8	1,8	42	36	18	18	48
12	2,8	3,0	2,0	45	40	20	20	50

Таблица 2

№ стр	a , м	Номер двутавра	Номер швеллера	Неравнобокий уголок, мм	Лист $b \times \delta$, мм
1	1,0	10	10	125×80×10	220×10
2	1,1	12	12	125×80×12	240×8
3	1,2	14	14	140×90×8	240×10
4	1,3	16	16	140×90×10	240×12
5	1,4	18	18	160×100×10	260×8
6	1,5	20	20	160×100×12	280×10
7	1,6	24	22	180×110×10	300×8
8	1,7	27	24	180×110×12	300×12
9	1,8	30	27	200×125×12	320×12
10	1,9	33	30	200×125×14	320×14
11	2,0	36	33	250×160×12	400×12
12	2,1	40	36	250×160×16	400×16

Задача № 2

Рассчитать на прочность по методу предельных состояний стальную балку (схема № ____ рис.3.2) составного сечения (схема № ____ рис.3.3), используя данные табл. 2 (строка № ____).

Материал балки – ВСт.3, расчётное сопротивление по пределу текучести $R = 210$ МПа. Коэффициент условий работы $\gamma_c = 0,9$.

- Определить момент инерции сечения балки относительно нейтральной оси и моменты сопротивления сечения.
- Определить несущую способность (грузоподъёмность) балки, т.е. величины расчётных нагрузок P , q , M , при которых наибольшие напряжения в опасном сечении балки равны $\gamma_c R$.
- Построить эпюру σ_x в опасном сечении балки от действия найденных нагрузок и проверить выполнение условия прочности.

Задача № 3

Рассчитать на прочность по методу допускаемых напряжений балку несимметричного сечения (схема № ____ рис.3.2) используя данные табл.2 (строка № ____). Материал балки – чугун марки СЧ, допускаемое напряжение при растяжении $[\sigma_p] = 80$ МПа, при сжатии $[\sigma_c] = 150$ МПа.

- Определить момент инерции сечения (схема № ____ рис.3.4) относительно нейтральной оси и моменты сопротивления сечения.
- Определить положение сечений, в которых возникают наибольшие растягивающие и наибольшие сжимающие напряжения.
- Определить несущую способность (грузоподъёмность) балки, т.е. наибольшие величины нагрузок P , q , m , при которых в опасных сечениях выполняются условия прочности при растяжении и сжатии.

- Построить эпюру σ_x в опасном сечении балки от действия найденных нагрузок и проверить выполнение условий прочности по наибольшим растягивающим и наибольшим сжимающим напряжениям.

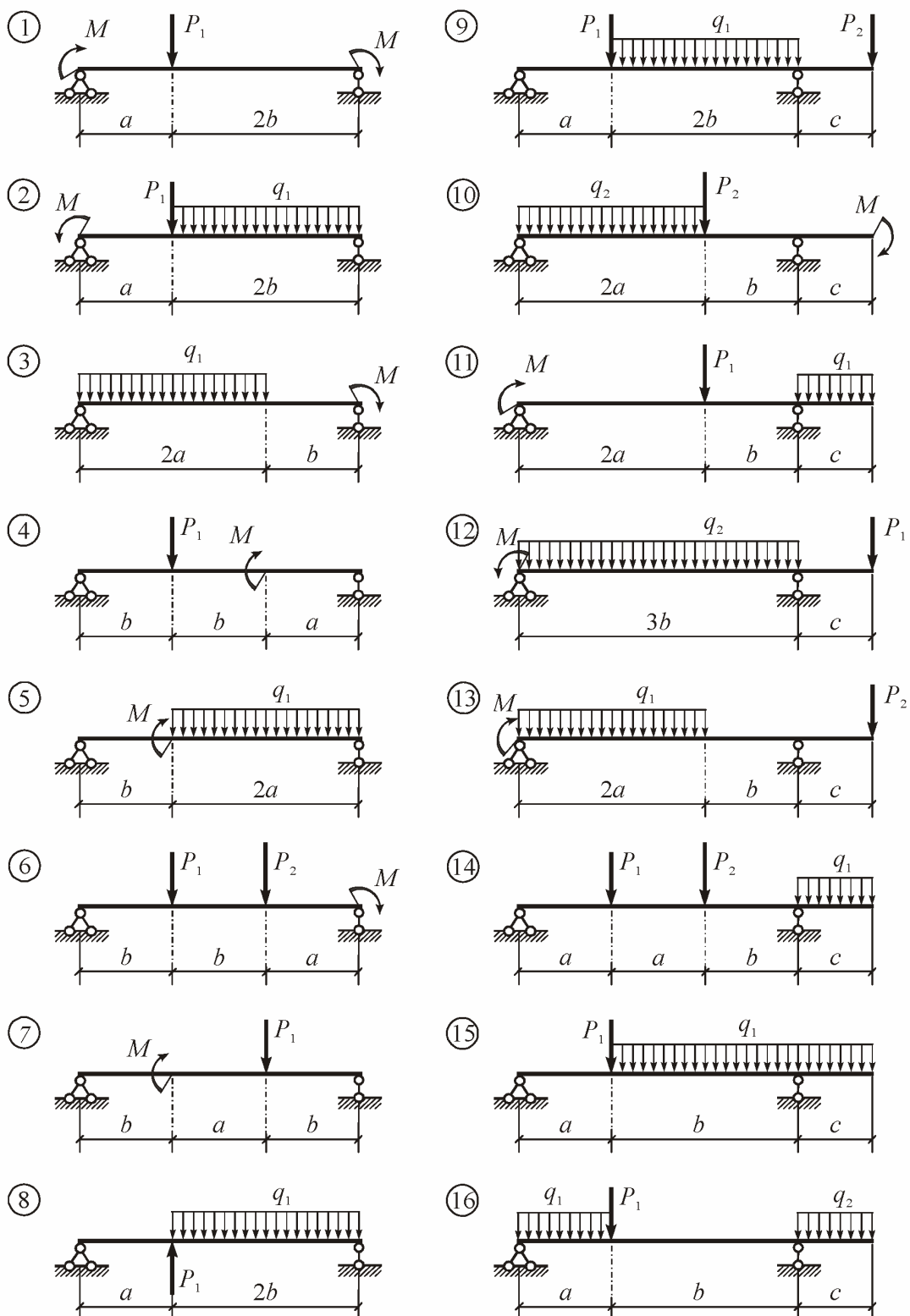


Рис.3.1 (Схемы балок для задачи № 1)

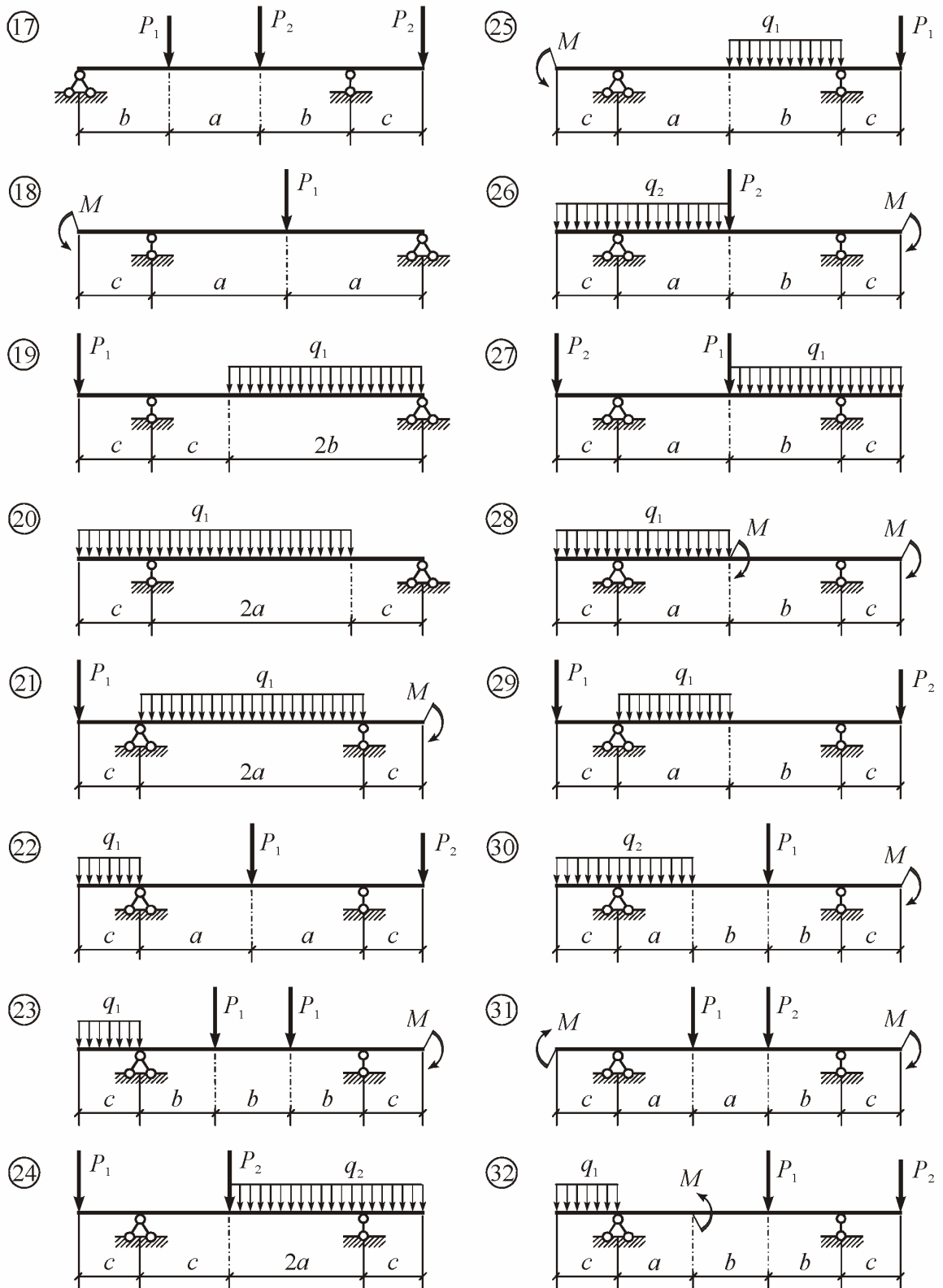


Рис.3.1 (Продолжение)

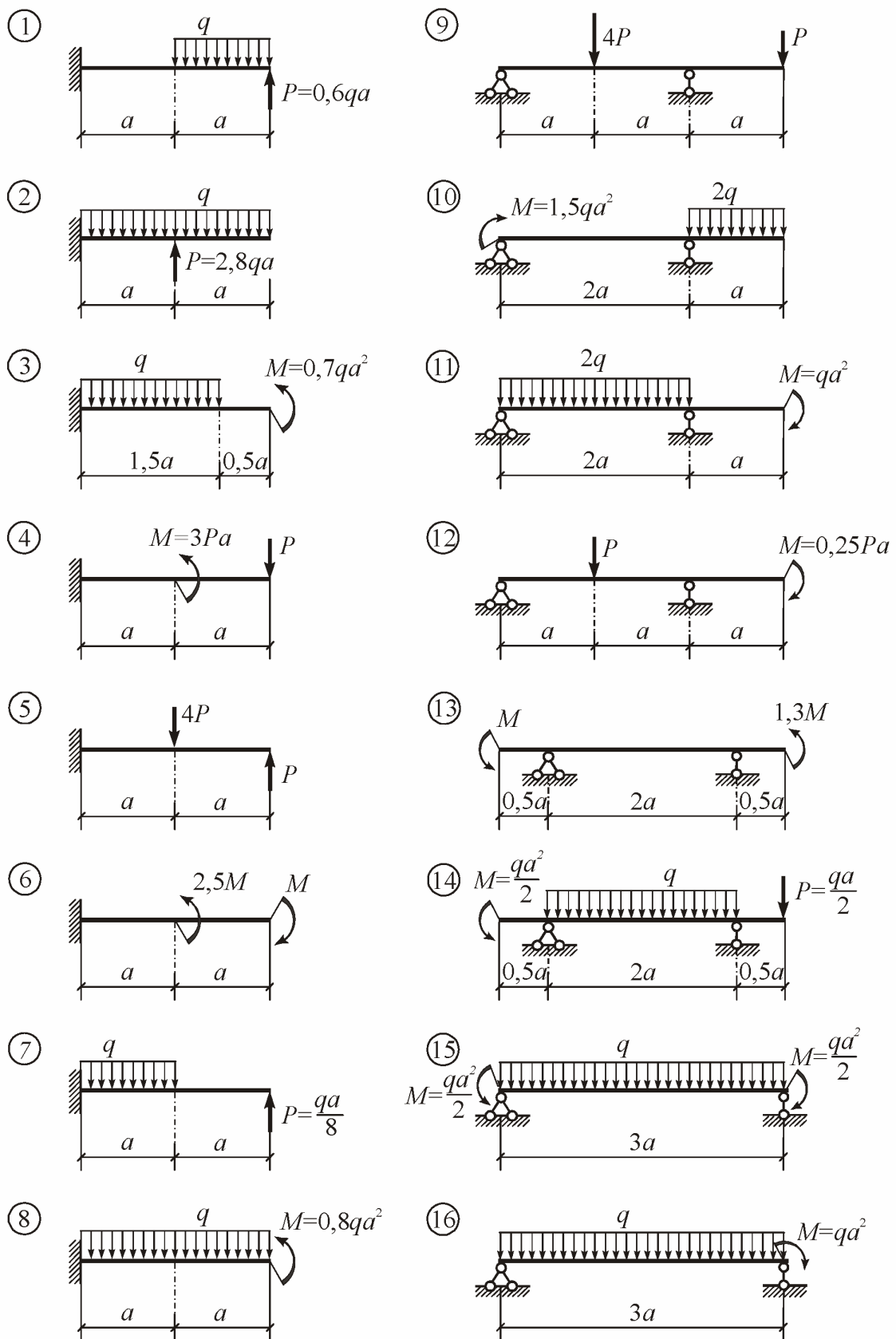


Рис.3.2 (Схемы балок для задач № 2 и № 3)

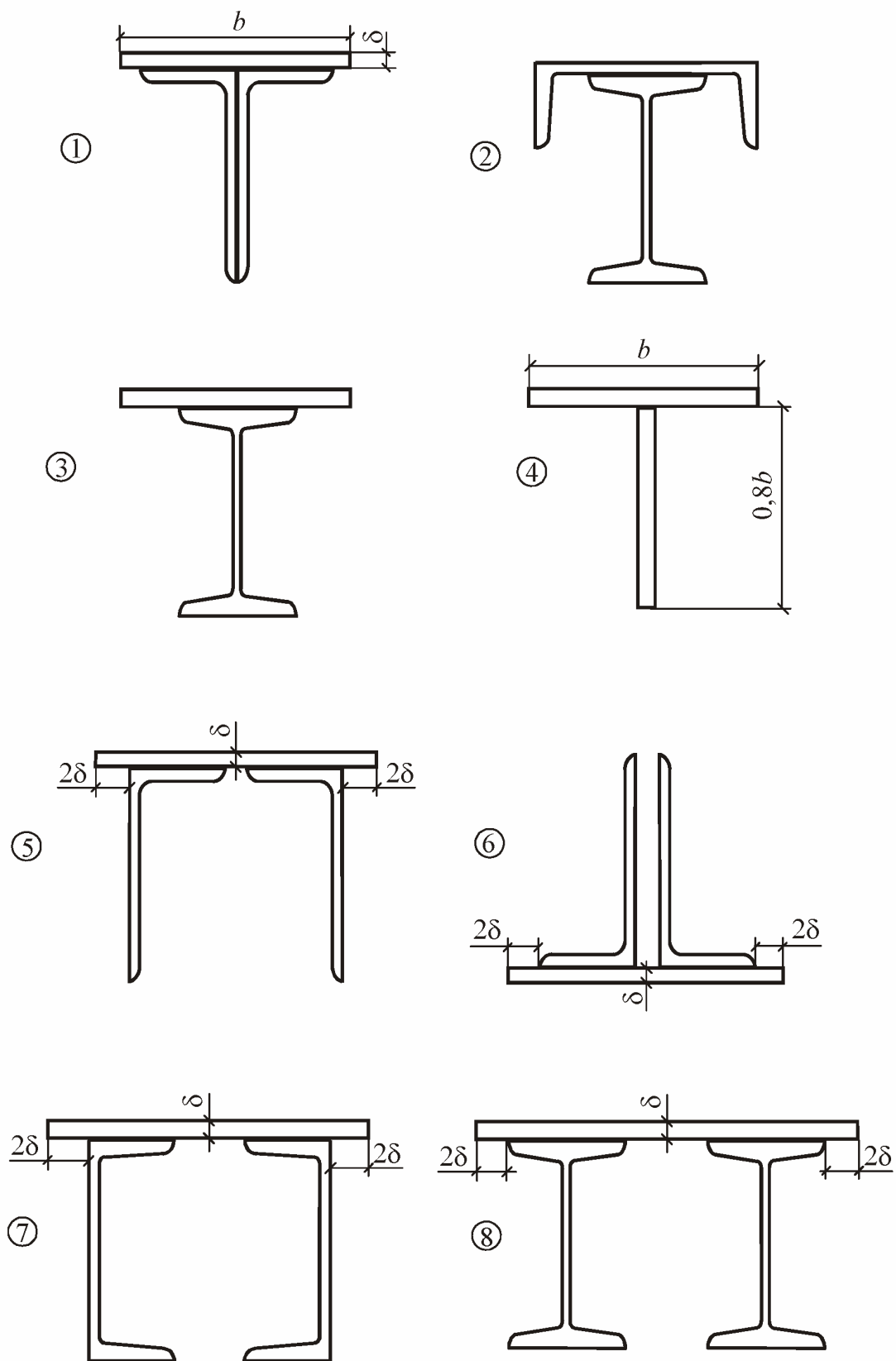


Рис.3.3 (Сечения балок для задачи № 2)

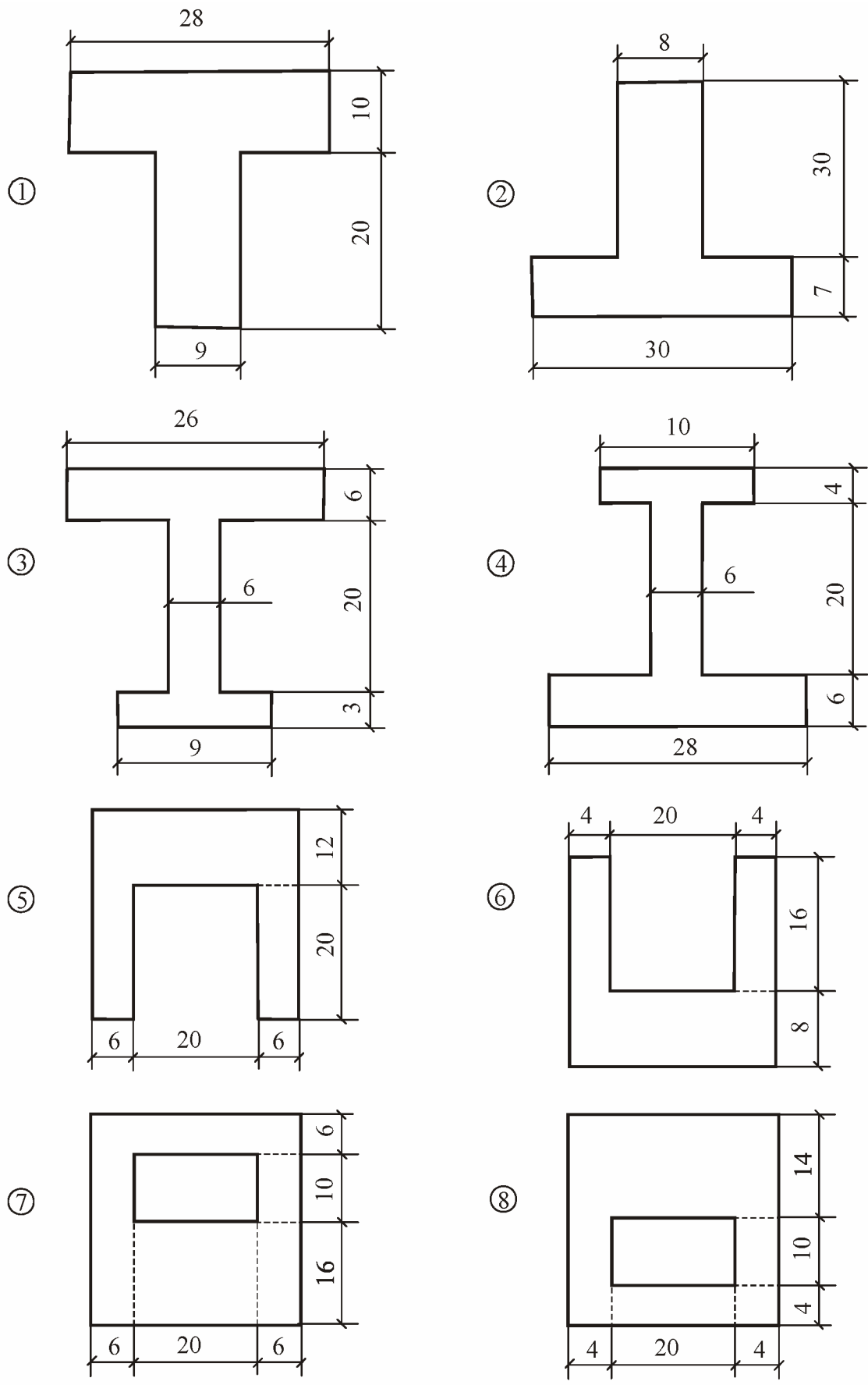


Рис.3.4 (Сечения балок для задачи № 3)

Расчётно-графическая работа № 5

Задача № 1

Для балки по схеме № ____ (рис.3.1), при числовых значениях нагрузок и размеров по строке № ____ таблицы, требуется:

- построить эпюры поперечных сил Q и изгибающих моментов M ;
- подобрать сечение балки в виде стального прокатного двутавра из условия прочности по методу предельных состояний. Заданную нагрузку считать нормативной. В расчётах принять коэффициент надёжности по нагрузке $\gamma_f = 1,2$, расчётное сопротивление стали по пределу текучести $R = 210 \text{ МПа} = 21 \text{ кН/см}^2$, коэффициент условий работы $\gamma_c = 1,0$.
- определить с помощью метода начальных параметров значения прогибов v и углов поворота φ поперечных сечений в характерных точках по длине балки.
- определить с помощью метода Мора значения кинематических начальных параметров v_0 и φ_0 и скачков $\Delta\varphi$, а также значения v и φ в некоторых сечениях балки по указанию преподавателя.
- построить эпюры v 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 $E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа} = 2,1 \cdot 10^4 \text{ кН/см}^2$.

Таблица

№, п/п	a , м	b , м	c , м	P_1 , кН	P_2 , кН	q_1 , кН/м	q_2 , кН/м	M_1 , кНм	M_2 , кНм	EJ/EJ_1
1	1,4	2,0	1,0	8	24	14	30	16	16	1,0
2	2,2	1,2	1,2	10	16	12	20	10	18	2,0
3	1,2	2,2	1,4	15	24	14	18	15	28	0,5
4	1,6	1,6	1,4	16	22	10	24	18	30	1,0
5	1,8	1,4	1,0	12	18	14	26	14	24	2,0
6	1,4	2,2	1,4	6	12	10	32	12	22	0,5
7	1,2	2,4	1,2	18	20	12	30	9	26	1,0
8	2,0	1,2	1,4	14	30	6	28	8	16	2,0
9	2,4	1,4	1,0	16	36	10	24	10	20	0,5
10	1,8	1,6	1,2	18	34	12	36	12	32	1,0

Задача № 2

Для рамы по схеме № ____ (рис.3.2) при числовых значениях нагрузок и геометрических размеров по строке № ____ таблицы требуется определить вертикальное или горизонтальное перемещения (по указанию преподавателя) и угол поворота сечения в точке K . Горизонтальные стержни имеют жёсткость EJ , а вертикальные – жёсткость EJ_1 . Соотношение между жёсткостями приведено в таблице.

Рис.3.1 (Схемы балок для задачи № 1)

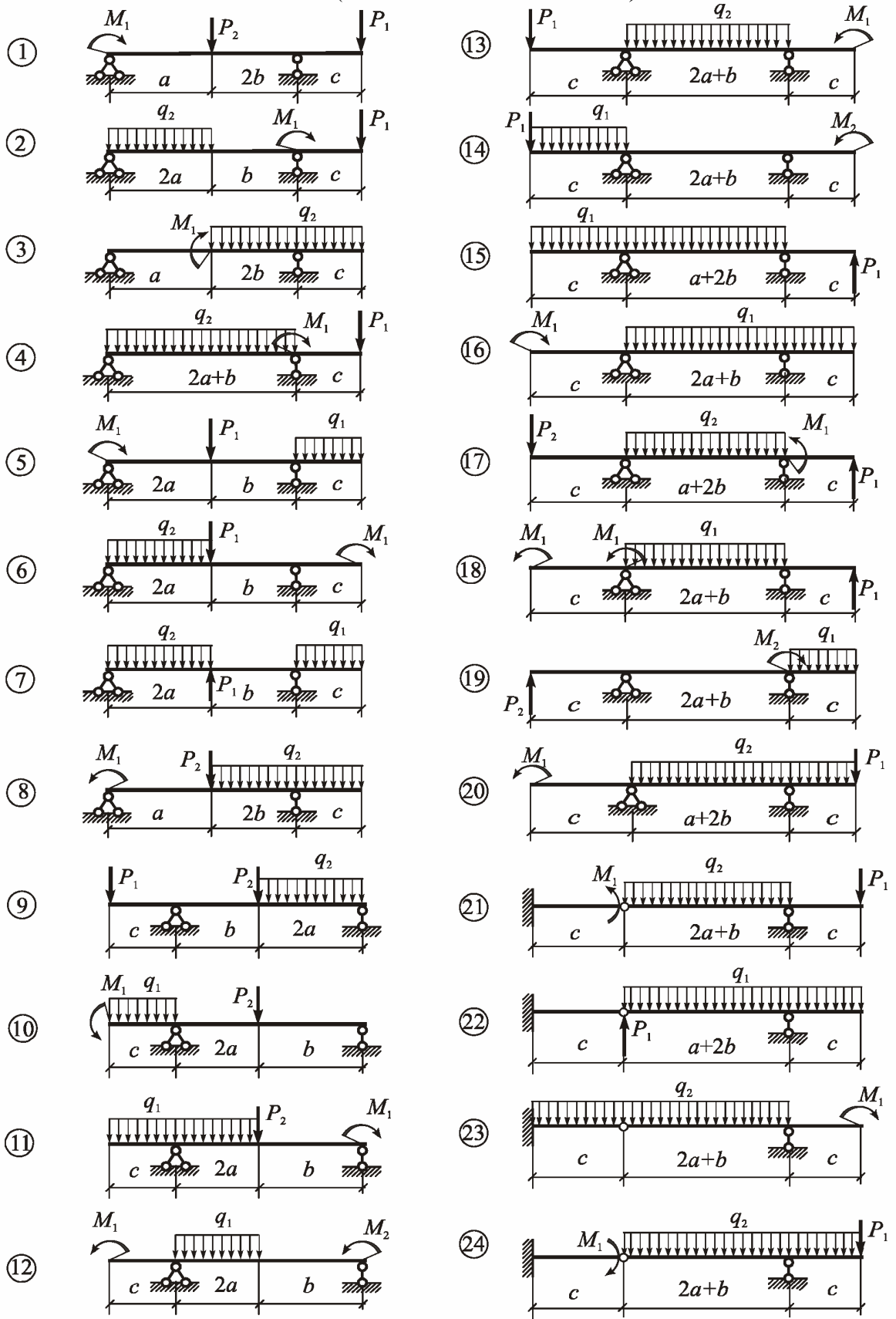


Рис.3.1 (Продолжение)

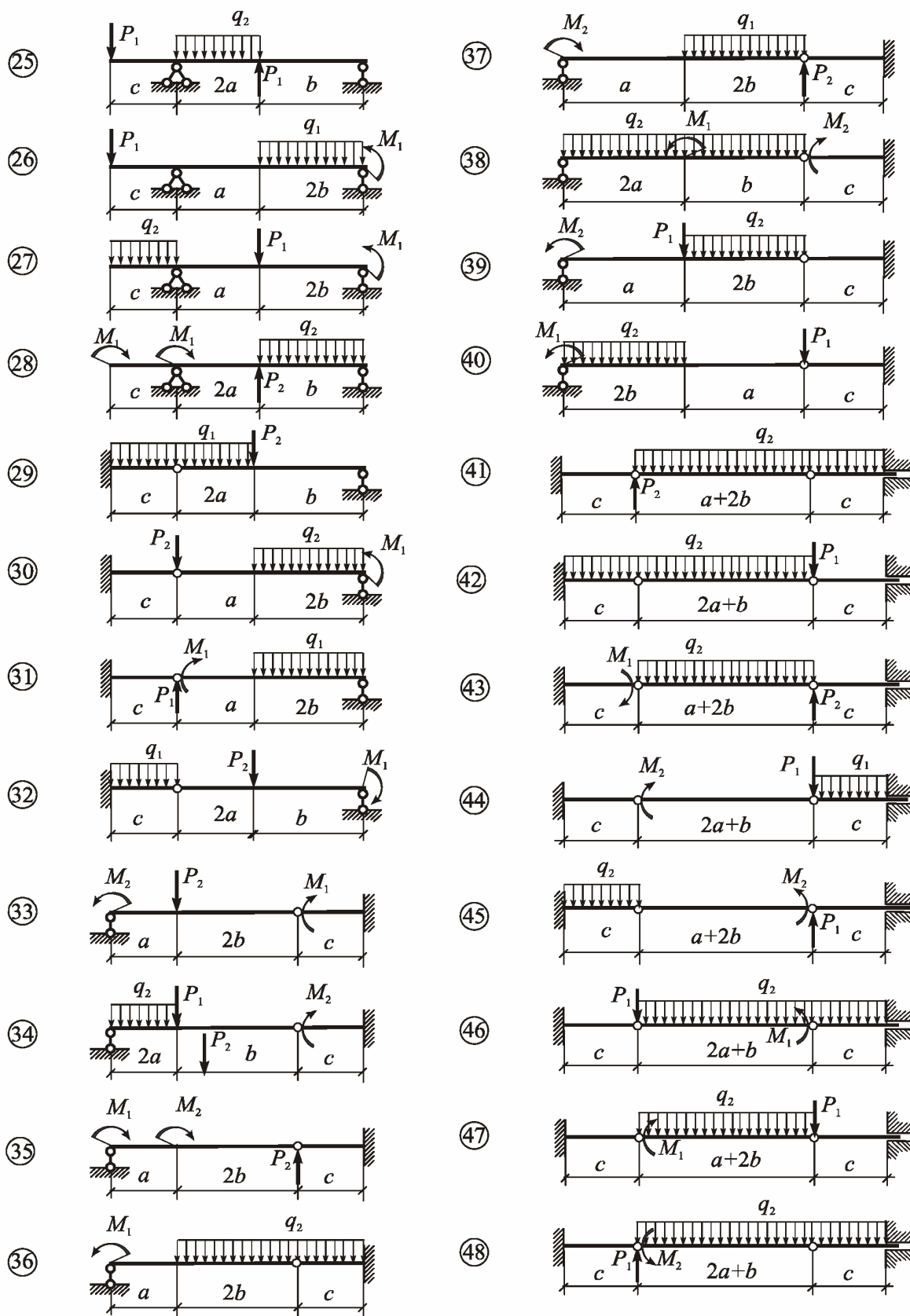
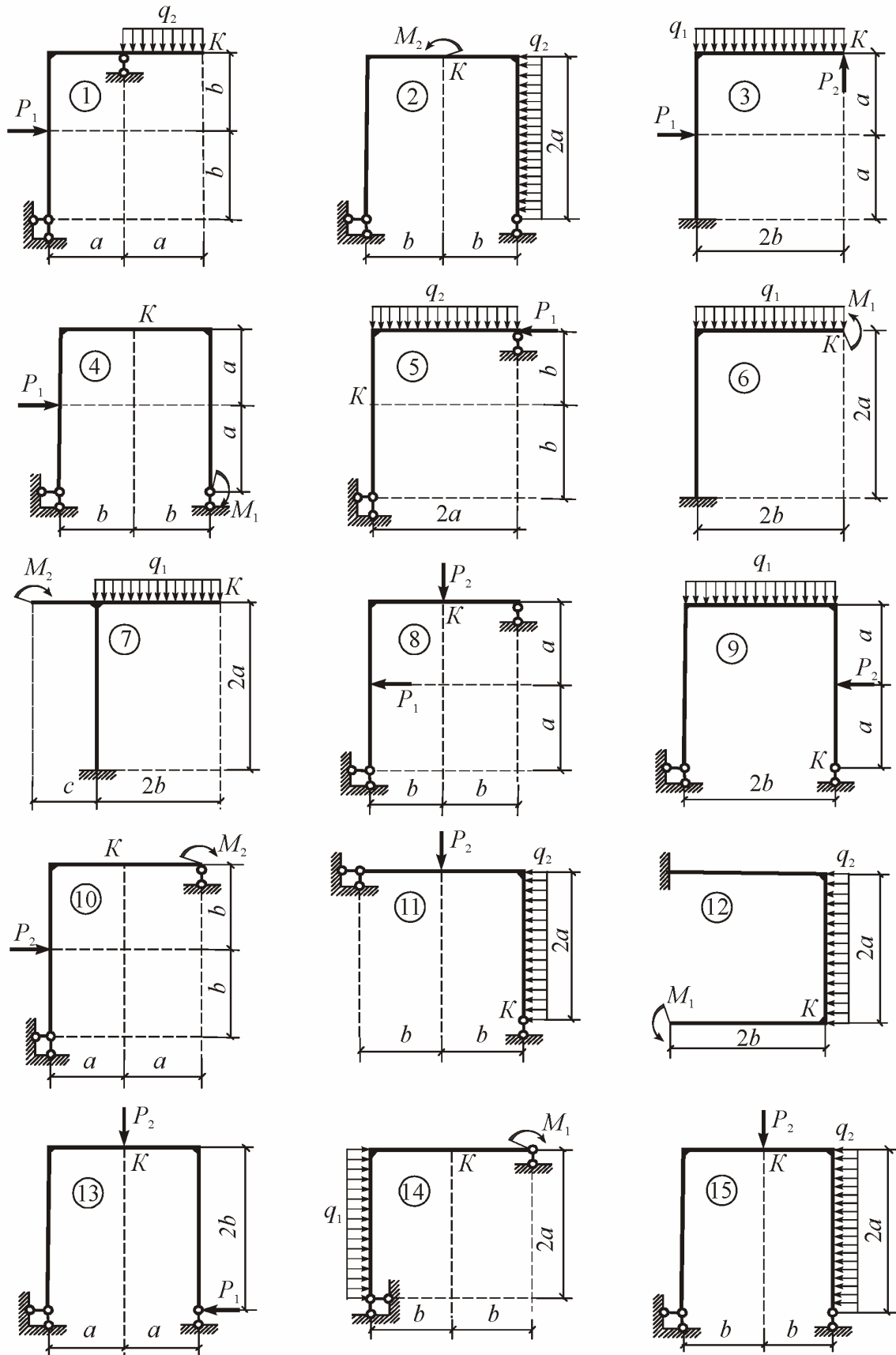


Рис.3.2 (Схемы рам для задачи № 2)



Задание по расчётно-графической работе № 6а

Задача

Для заданной статически неопределимой рамы по схеме № ____ при числовых значениях нагрузок, размеров и соотношения жесткостей стержней рамы по строке № ____ таблицы требуется:

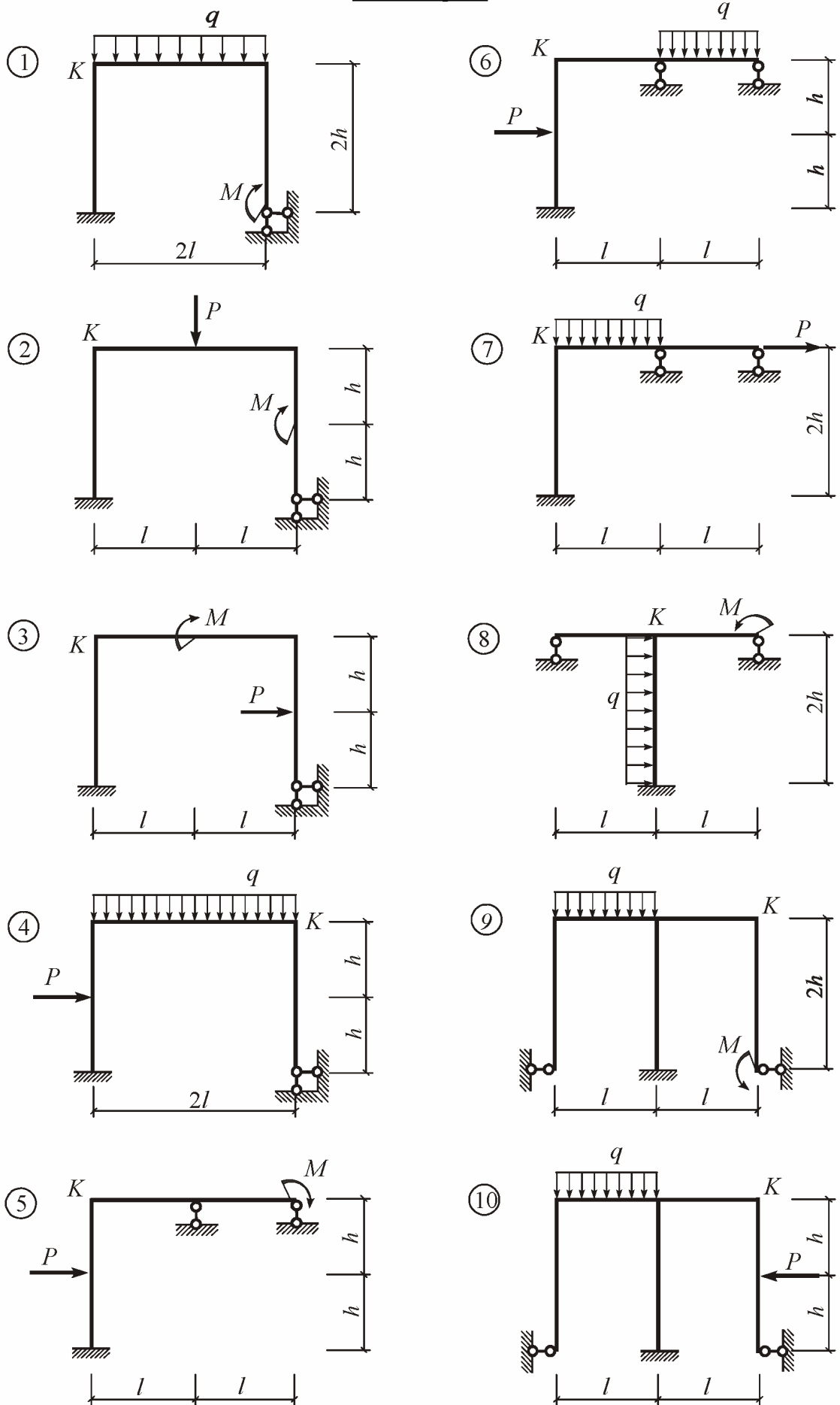
- определить степень статической неопределимости;
- образовать основную систему и записать канонические уравнения метода сил;
- построить в основной системе грузовую и единичные эпюры изгибающих моментов;
- определить коэффициенты и грузовые члены канонических уравнений;
- определить неизвестные метода сил;
- построить эпюру изгибающих моментов M и выполнить кинематическую проверку;
- построить эпюры поперечных и продольных сил;
- определить опорные реакции и выполнить проверку равновесия рамы;
- определить (по указанию преподавателя) линейное или угловое перемещение точки K .

Горизонтальные стержни имеют жесткость EJ_{Γ} , а вертикальные стержни – жесткость $EJ_{\text{в}}$. Соотношение между жесткостями стержней приведено в таблице 1.

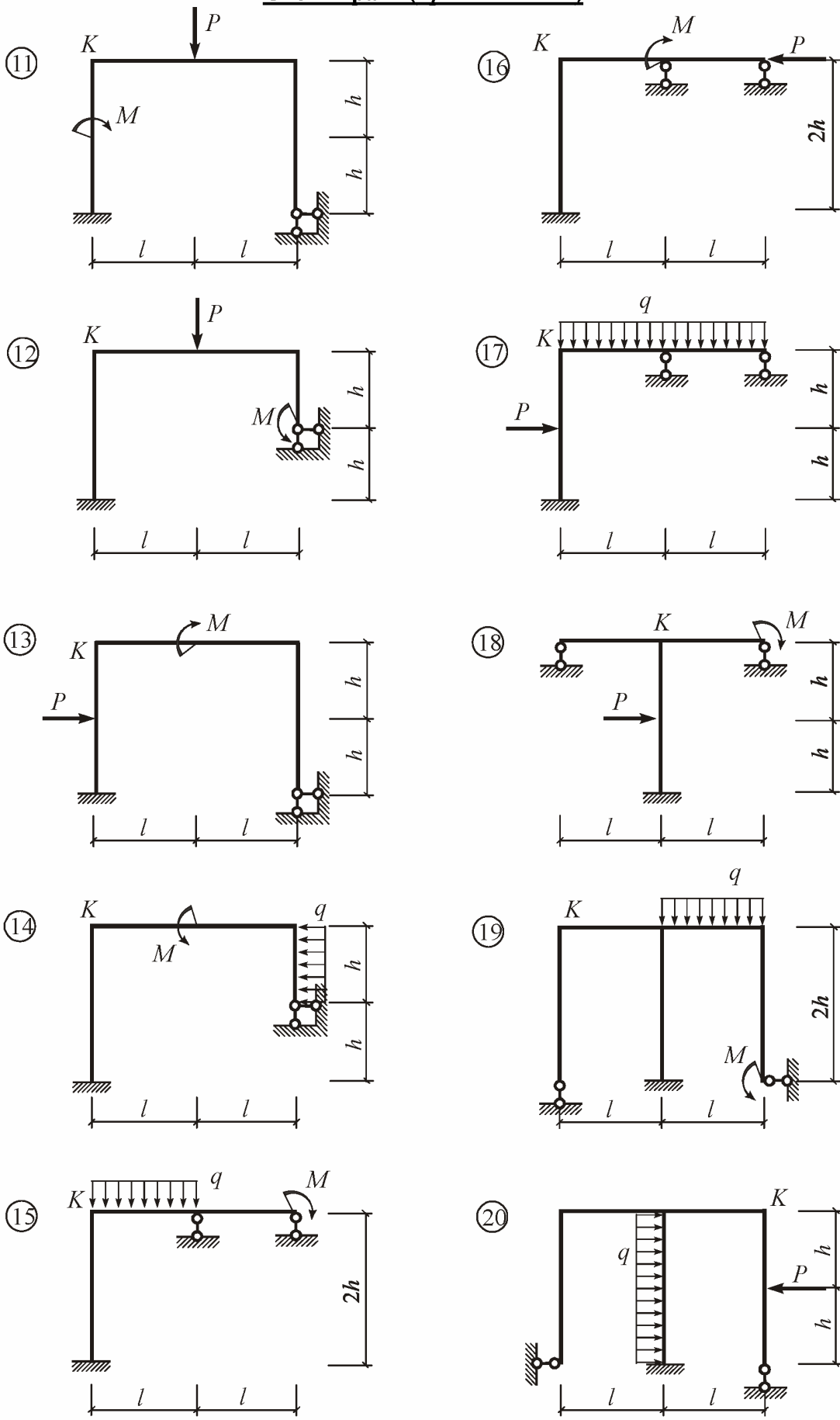
Таблица

№, п/п	q , кН/м	P , кН	M , кНм	l , м	h , м	$EJ_{\text{в}}/EJ_{\Gamma}$
1	12	24	18	2	2	2,0
2	18	15	12	3	4	3,0
3	24	18	15	2	3	0,5
4	20	12	24	4	3	1,0
5	18	24	18	3	4	2,0
6	10	20	15	2	3	0,5
7	15	30	20	3	3	1,0
8	12	18	18	4	3	2,0
9	18	12	15	3	3	3,0
10	24	20	24	2	4	1,0

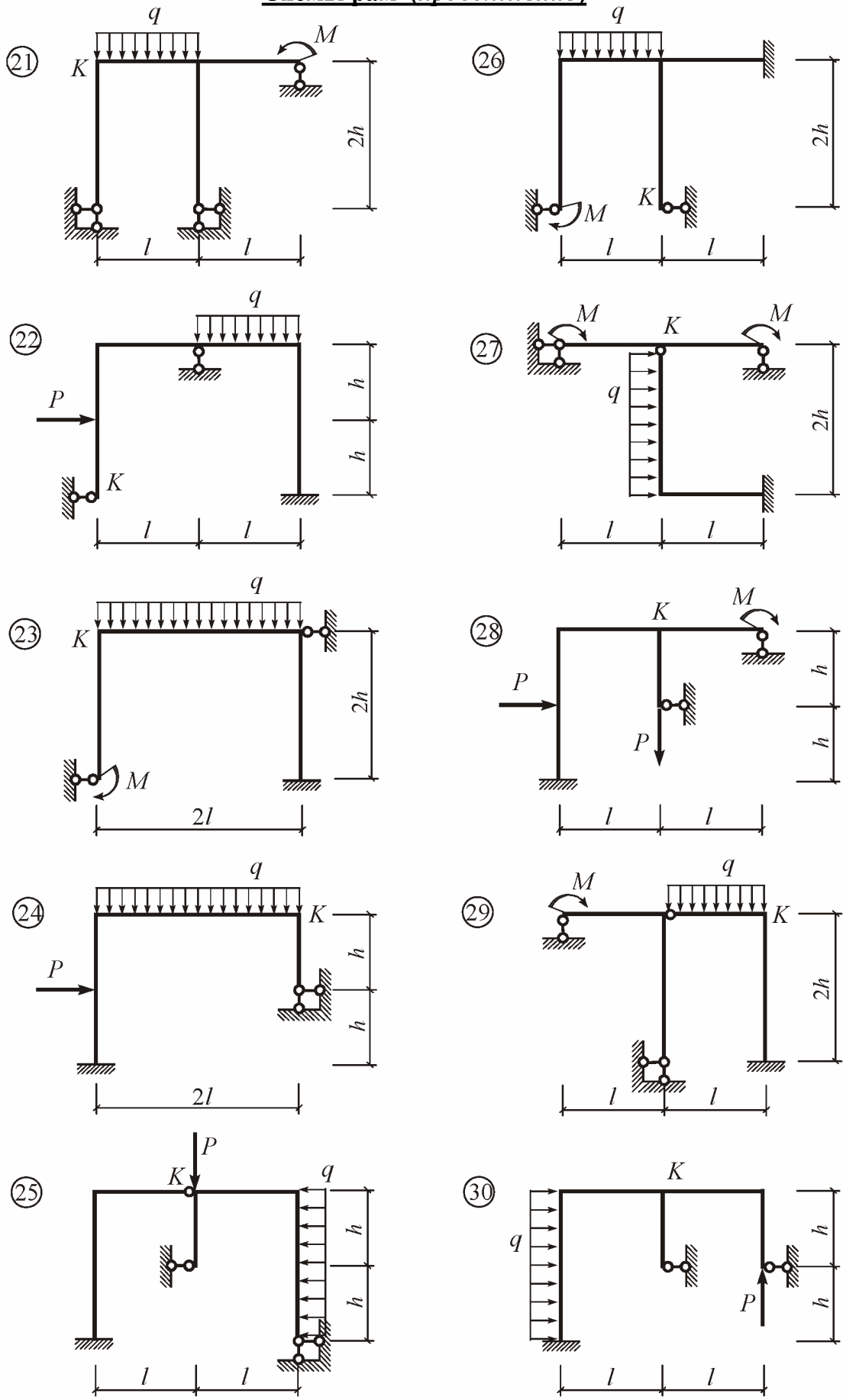
Схемы рам



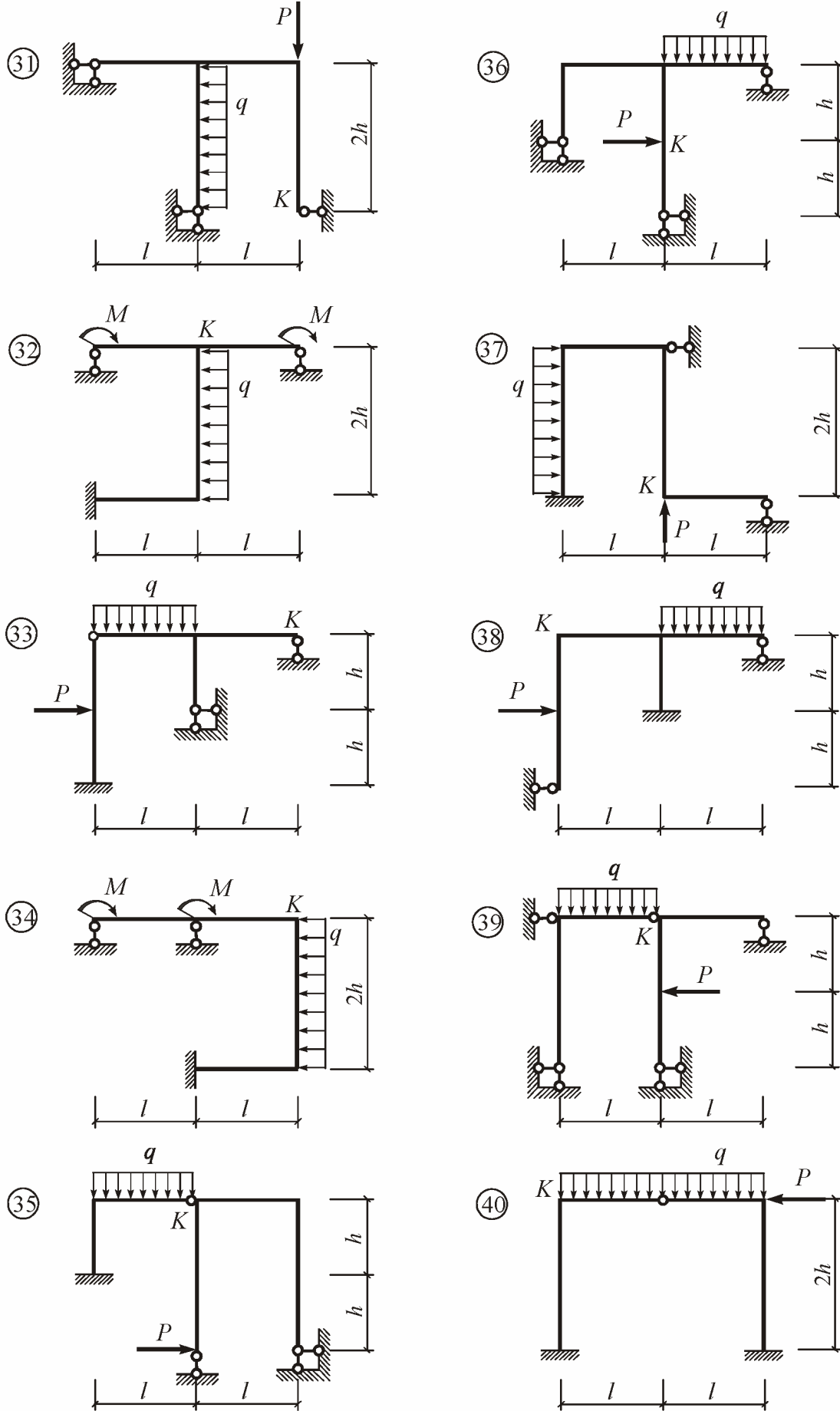
Схемы рам (продолжение)



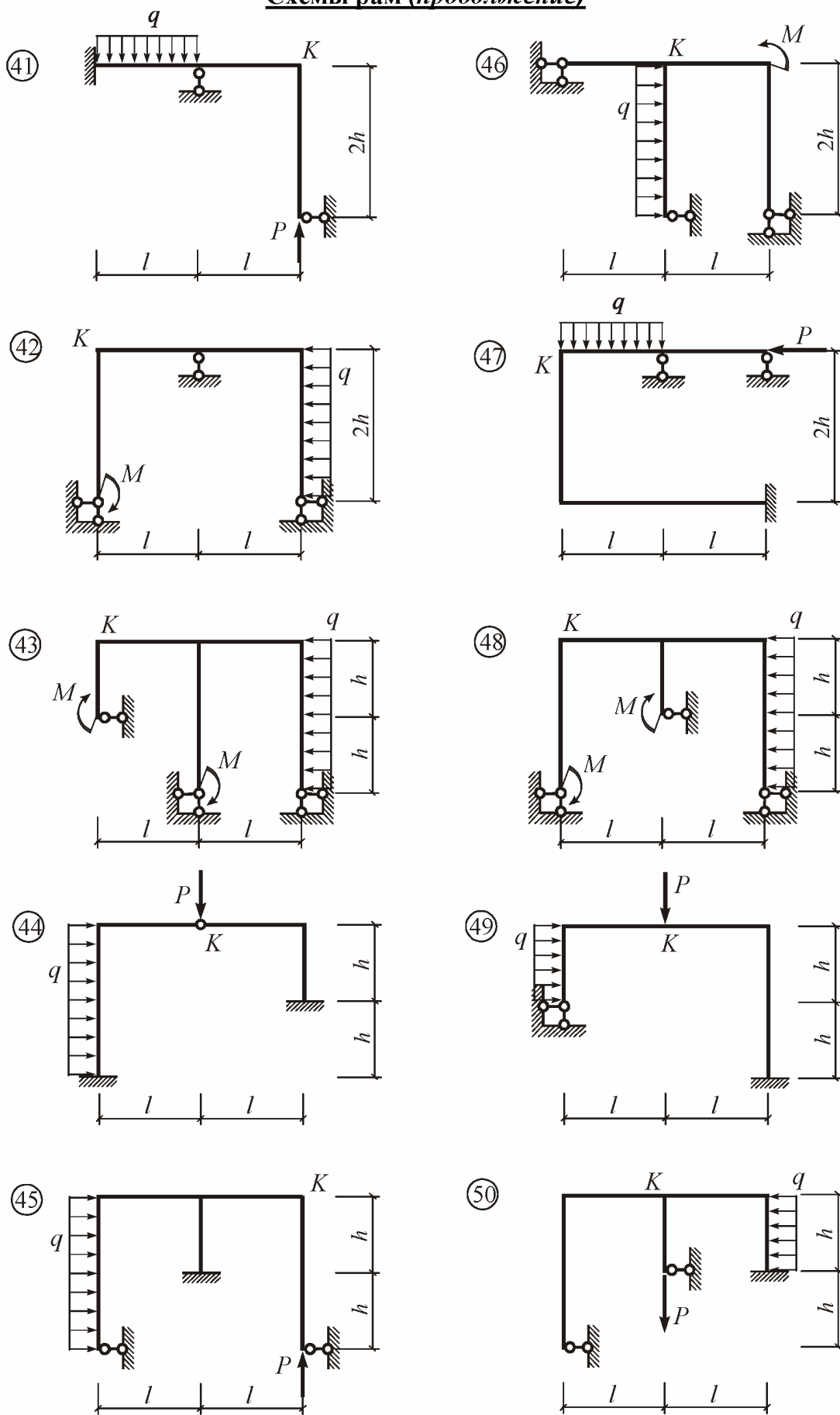
Схемы рам (продолжение)



Схемы рам (продолжение)



Схемы рам (продолжение)



Задание по расчетно-графической работе № 6б

Задача 1

Для стального статически определимого стержня круглого ступенчато-постоянного поперечного сечения, который находится под воздействием скручивающих нагрузок согласно схеме № _____ (рис.3.1), при числовых значениях размеров стержня, нагрузок и допуске относительном угле закручивания $[\varphi']$ по строке № _____ таблицы требуется:

- Определить крутящие моменты M_k в характерных сечениях и построить эпюру крутящих моментов.
- Подобрать сечение стержня из условий прочности и жесткости (определить диаметры D и D_1), приняв модуль сдвига $G = 0,8 \cdot 10^4$ кН/см² и допусковое касательное напряжение $[\tau] = 80$ МПа = 8 кН/см².
- Построить эпюру углов закручивания φ .
- Построить эпюры касательных напряжений τ для каждого участка стержня.
- Проверить выполнение условий прочности и жесткости для каждого участка стержня.

Задача 2

Для стального статически неопределимого стержня круглого ступенчато-постоянного поперечного сечения, который находится под воздействием скручивающих нагрузок согласно схеме № _____ (рис.3.2), при числовых значениях размеров стержня, нагрузок и допуске относительном угле закручивания $[\varphi']$ по строке № _____ таблицы требуется:

- Приняв модуль сдвига G одинаковым для всех частей стержня, раскрыть статическую неопределимость и определить опорные реакции.
- Определить крутящие моменты M_k в характерных сечениях и построить эпюру крутящих моментов.
- Подобрать сечение стержня из условий прочности и жесткости (определить диаметры D и D_1), приняв модуль сдвига $G = 0,8 \cdot 10^4$ кН/см² и допусковое касательное напряжение $[\tau] = 80$ МПа = 8 кН/см².
- Построить эпюру углов закручивания φ .
- Построить эпюры касательных напряжений τ для каждого участка стержня.
- Проверить выполнение условий прочности и жесткости для каждого участка стержня.

Т а б л и ц а

№	a , см	b , см	c , см	M , кН·м	m , кНм/м	D_1/D	$[\alpha']$, град/м
1	10	20	30	0,45	3,00	0,60	0,25
2	15	20	45	0,20	1,00	0,70	0,35
3	20	30	50	0,25	1,50	0,50	0,45
4	30	35	55	0,30	2,00	0,70	0,60
5	35	40	60	0,35	2,50	0,55	0,70
6	40	45	10	0,16	1,00	0,70	0,80
7	45	50	15	0,32	0,85	0,55	1,00
8	40	40	20	0,40	2,00	0,65	1,20
9	55	10	30	0,25	2,15	0,55	1,25
10	60	15	45	0,18	1,50	0,55	1,35
11	10	20	50	0,45	2,00	0,50	1,40
12	15	30	55	0,22	0,95	0,90	1,30
13	20	20	60	0,11	1,00	0,65	0,90
14	30	30	10	0,27	0,50	0,70	0,95
15	35	35	15	0,16	0,60	0,75	0,80
16	40	40	20	0,32	1,00	0,55	1,00

Рис.3.1

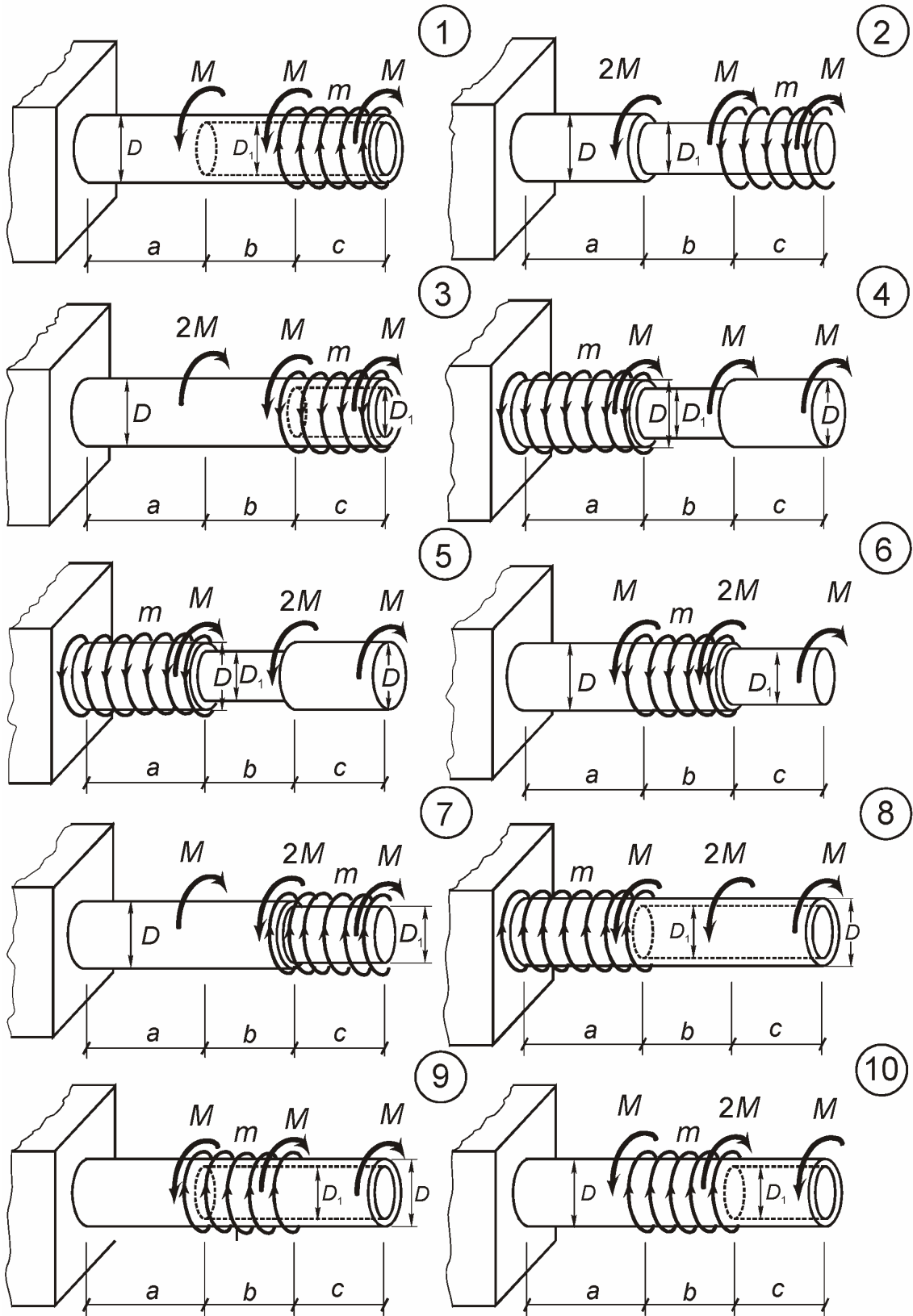
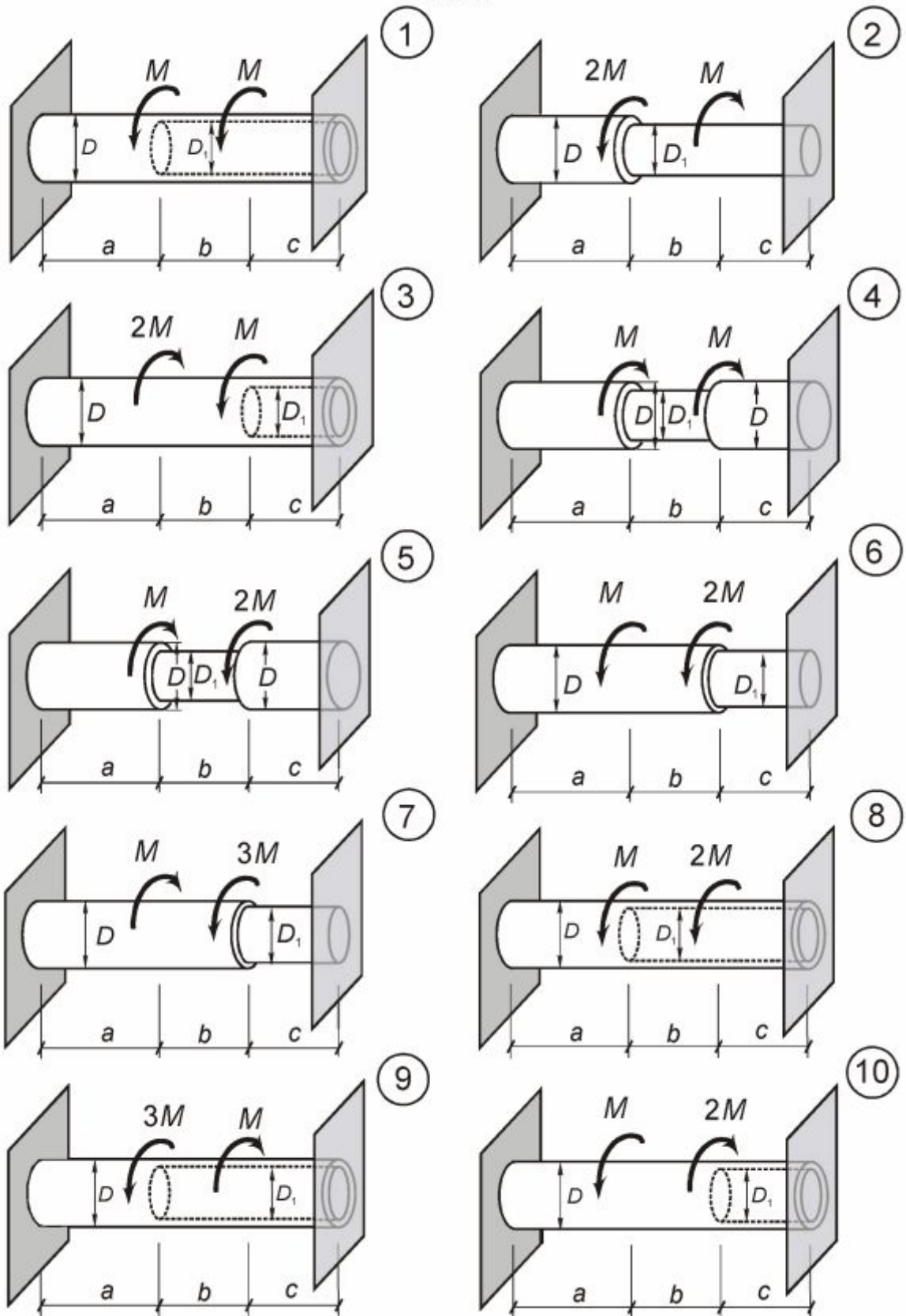


Рис.3.2



Задание по расчётно-графической работе № 7

Задача № 1

Для внецентренно сжатого короткого стержня с заданным поперечным сечением по схеме № ____ (рис.3.1) с геометрическими размерами и точкой приложения силы по столбцу № ____ таблицы 1 требуется:

- определить площадь поперечного сечения и положение центра тяжести;
- определить моменты и радиусы инерции относительно главных центральных осей;
- определить положение нулевой линии;
- определить грузоподъёмность стержня (величину наибольшей расчётной сжимающей силы) из условия 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 эпюру нормальных напряжений в поперечном сечении стержня.
- построить ядро сечения.

Таблица 1

№, п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a , 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 при-лож. силы</i>	1	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	1

Задача № 2

Для двутавровой балки по схеме № ____ (рис.3.2), находящейся под действием поперечной нагрузки в плоскости, наклонённой под углом α_p к вертикальной оси, при заданных значениях геометрических размеров и расчётных значениях нагрузок по столбцу № ____ таблицы 2 требуется:

- построить эпюру изгибающих моментов;
- подобрать сечение балки из стального прокатного двутавра, приняв расчётное сопротивление стали $R = 210 \text{ МПа} = 21 \text{ кН/см}^2$, коэффициент условий работы $\gamma_c = 0,9$;
- построить эпюру нормальных напряжений в опасном сечении балки и проверить прочность.

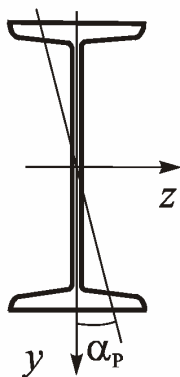


Таблица 2

№, п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
l , м	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0
a , м	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8
α_p , град.	4	5	6	7	8	9	10	9	8	7	6	5
P , кН	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
q , кН/м	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40

Задача № 3

Для деревянной балки прямоугольного сечения по схеме № ____ (рис.3.3) находящейся под действием нагрузок в вертикальной и горизонтальной плоскостях, при заданных значениях геометрических размеров и расчётных значениях нагрузок по столбцу № __ таблицы 3 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 $R = 13 \text{ МПа} = 1,3 \text{ кН/см}^2$, коэффициент условий работы $\gamma_c = 1$;
- построить эпюру нормальных напряжений в опасном сечении балки и проверить прочность.

Таблица 3

№, 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

Задача № 4

Для консольной балки указанного сечения по схеме № ____ (рис.3.4) при заданных значениях геометрических размеров и расчётных значений нагрузок по столбцу № ____ таблицы 4 требуется:

- построить эпюры внутренних усилий;
- построить эпюру нормальных напряжений в опасном сечении балки и проверить прочность, приняв $R = 210 \text{ МПа} = 21 \text{ кН/см}^2$, $\gamma_c = 1$.

Таблица 4

№, п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
l , м	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9
P , кН	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520
P_1 , кН	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	40
q , кН/м	10	10	12	12	14	14	16	18	18	20	24	30
<i>двутавр</i>	18	20	22	24	27	30	33	36	40	45	50	55
<i>швеллер</i>	18	20	22	24	27	27	30	30	36	36	40	40
<i>лист</i> ($b \times \delta$), мм	200 $\times 10$	230 $\times 10$	250 $\times 10$	270 $\times 10$	280 $\times 10$	300 $\times 10$	320 $\times 10$	330 $\times 10$	340 $\times 10$	350 $\times 10$	380 $\times 10$	400 $\times 10$

Задача № 5

Для стального ломаного стержня круглого поперечного сечения по схеме № ____ (рис.3.5), нагруженного в вертикальной и горизонтальной плоскостях, при заданных значениях геометрических размеров и нормативных значениях нагрузок по столбцу № ____ таблицы 5 требуется:

- построить эпюры изгибающих и крутящих моментов;
- пользуясь третьей или четвёртой теориями прочности, подобрать сечение по методу допускаемых напряжений, приняв $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$.

Таблица 5

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

Рис.3.1 (Схемы поперечных сечений к задаче № 1)

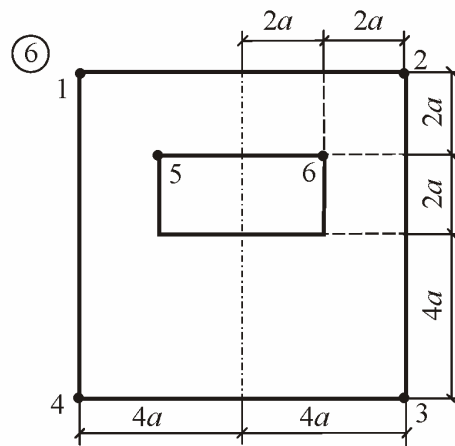
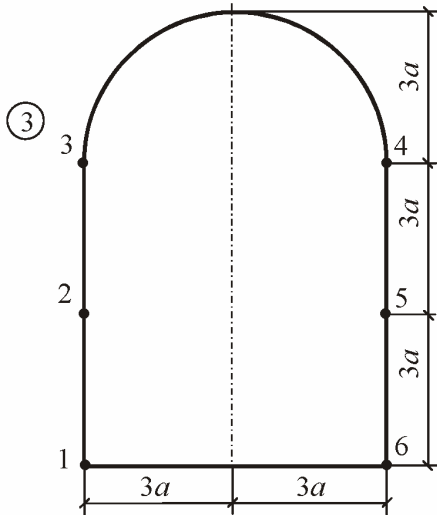
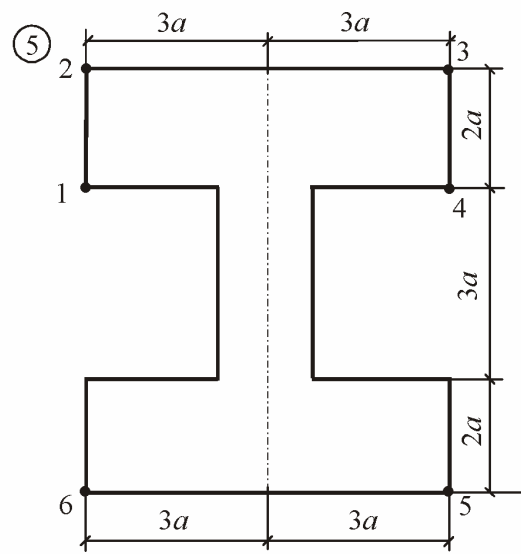
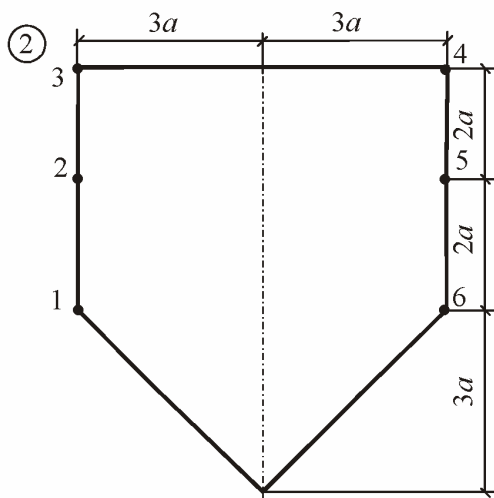
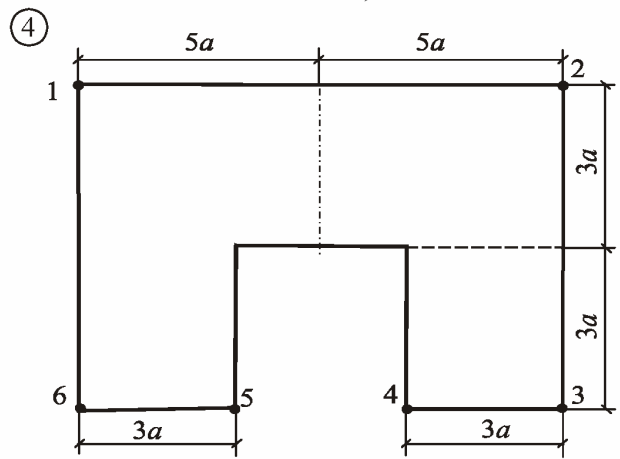
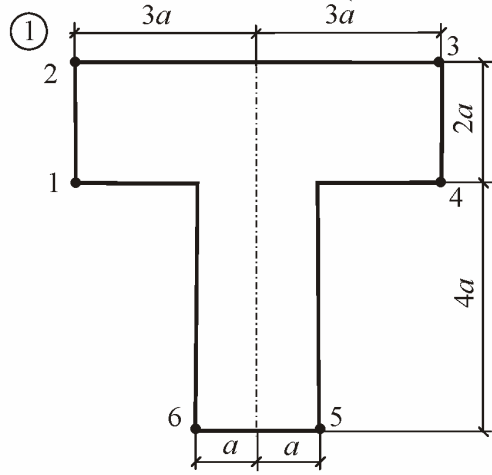


Рис.3.1 (Продолжение)

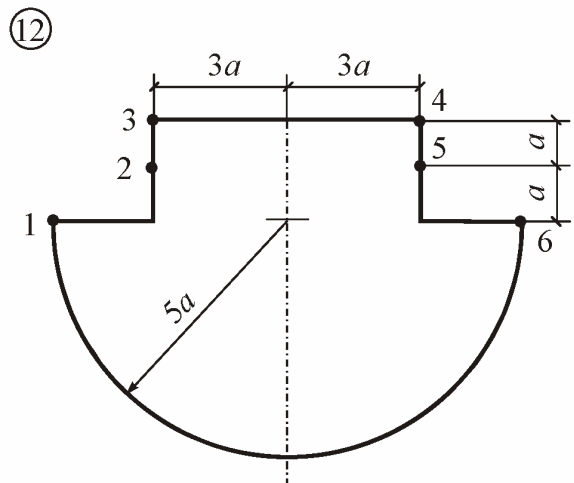
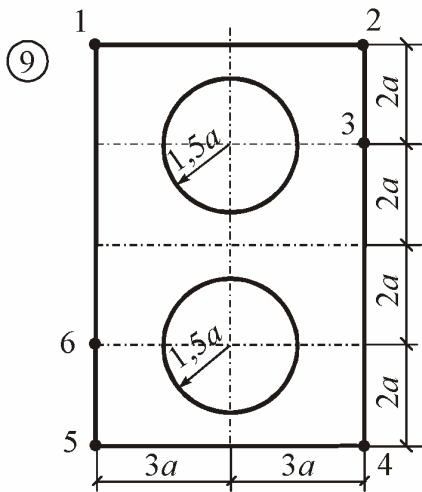
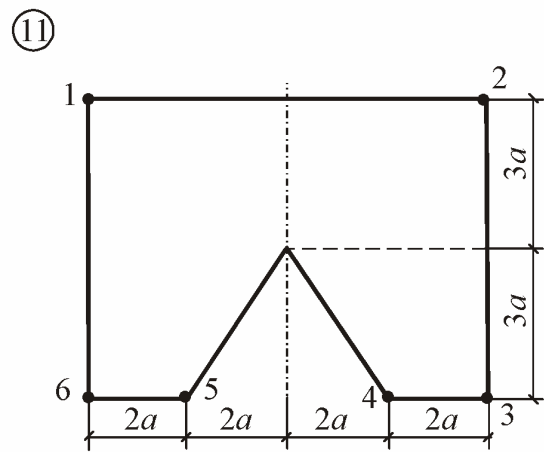
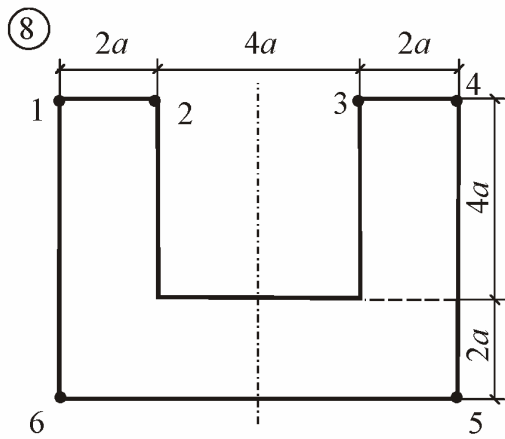
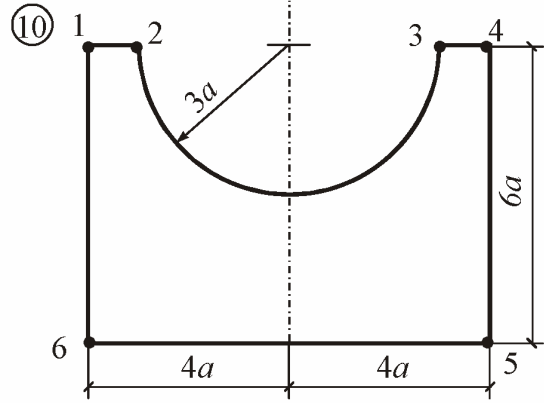
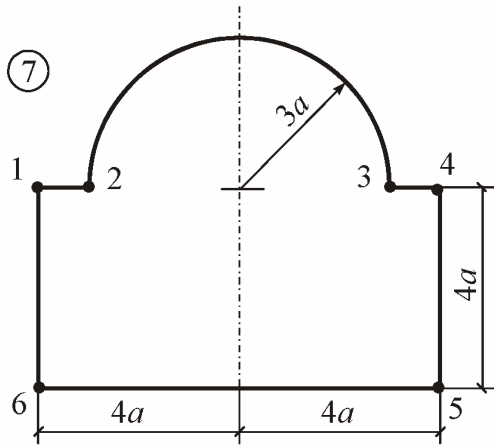


Рис.3.2 (Схемы балок к задаче № 2)

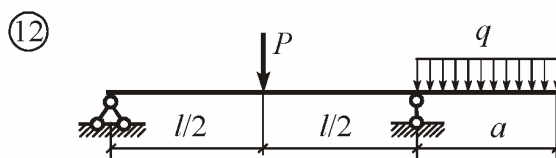
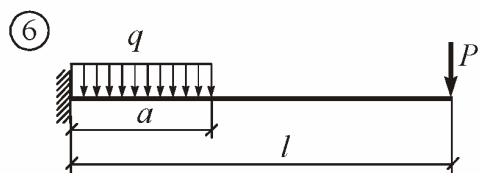
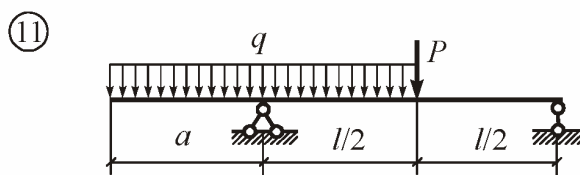
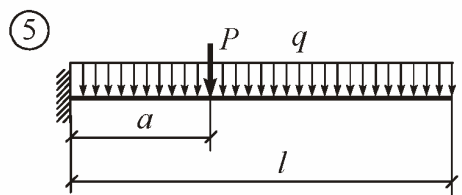
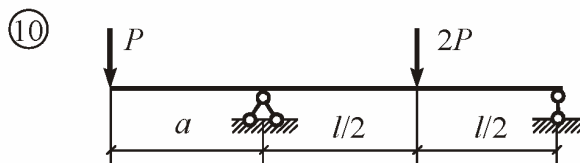
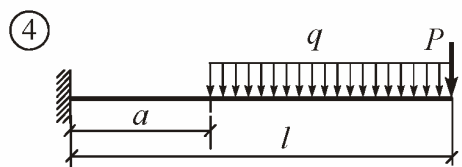
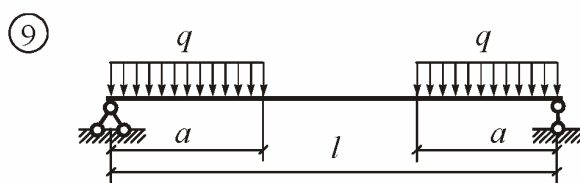
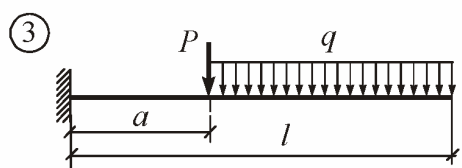
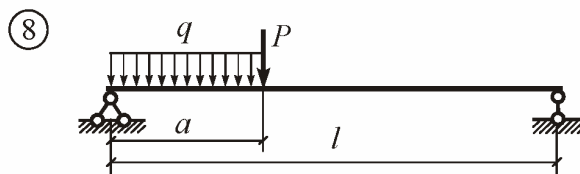
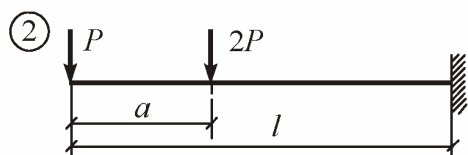
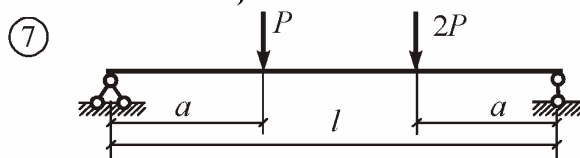
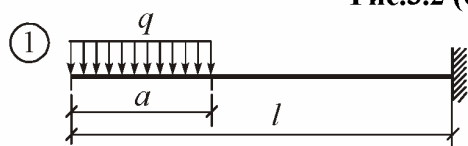


Рис.3.3 (Схемы балок к задаче № 3)

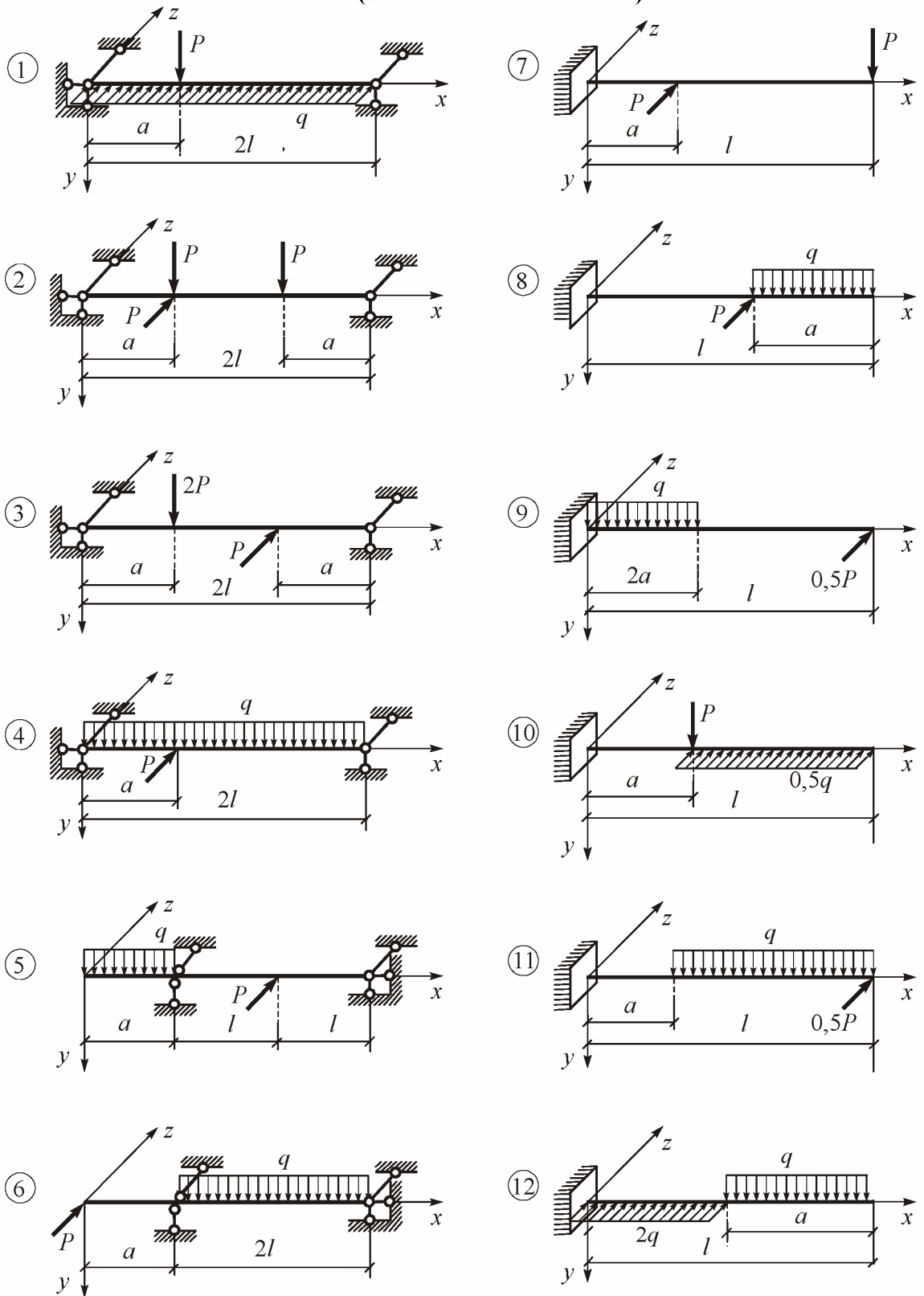


Рис.3.4 (Схемы балок к задаче № 4)

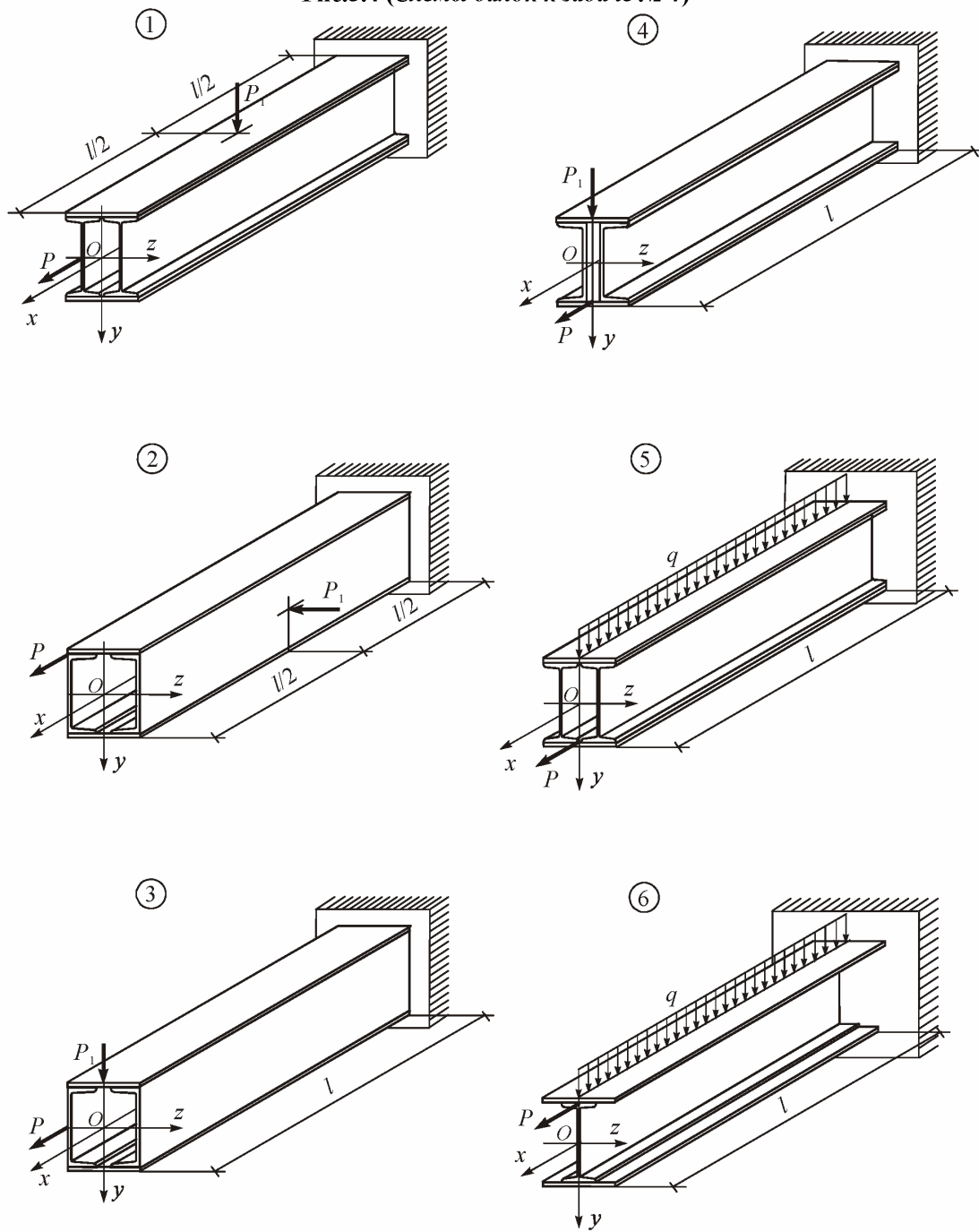


Рис.3.4 (Продолжение)

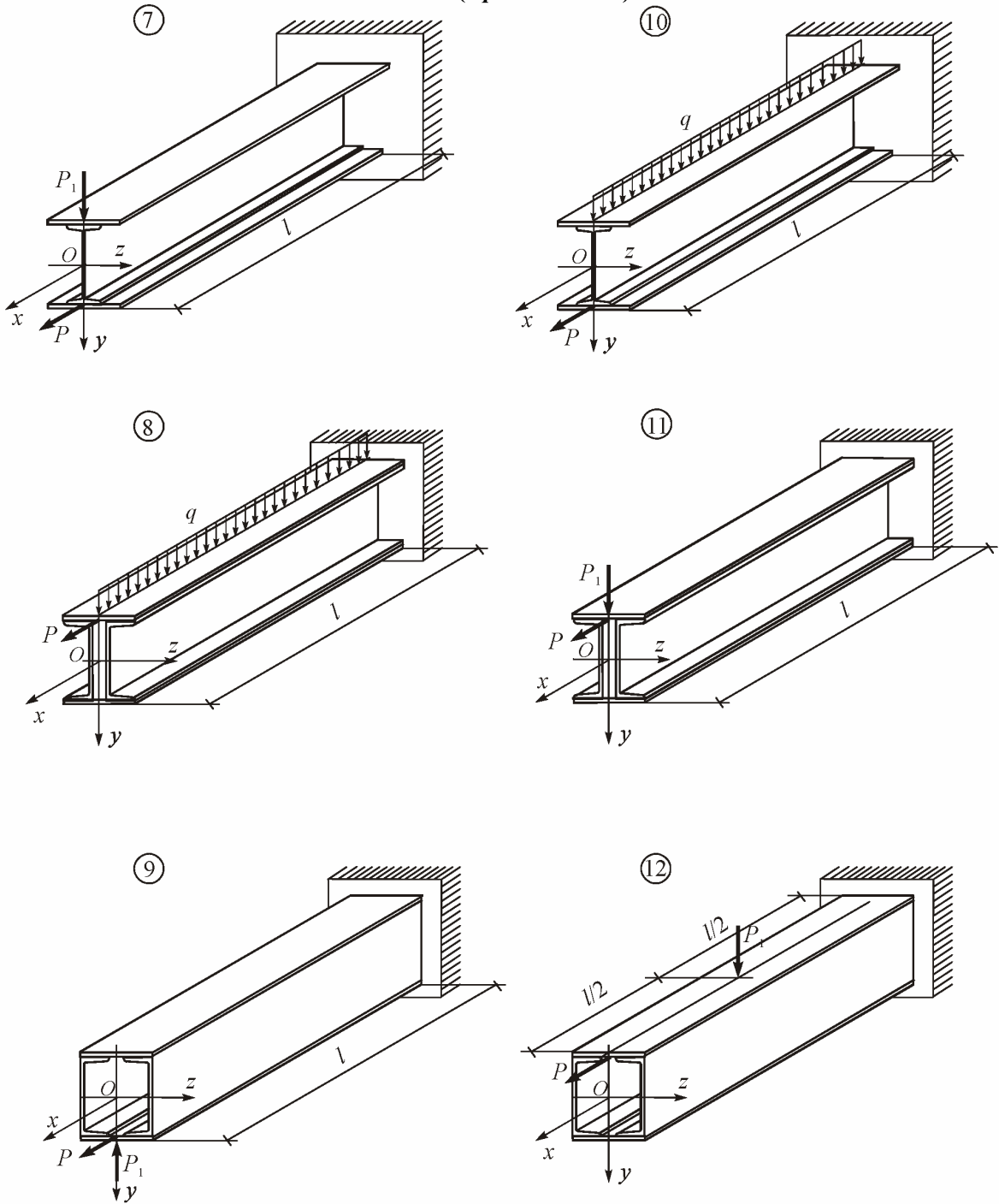
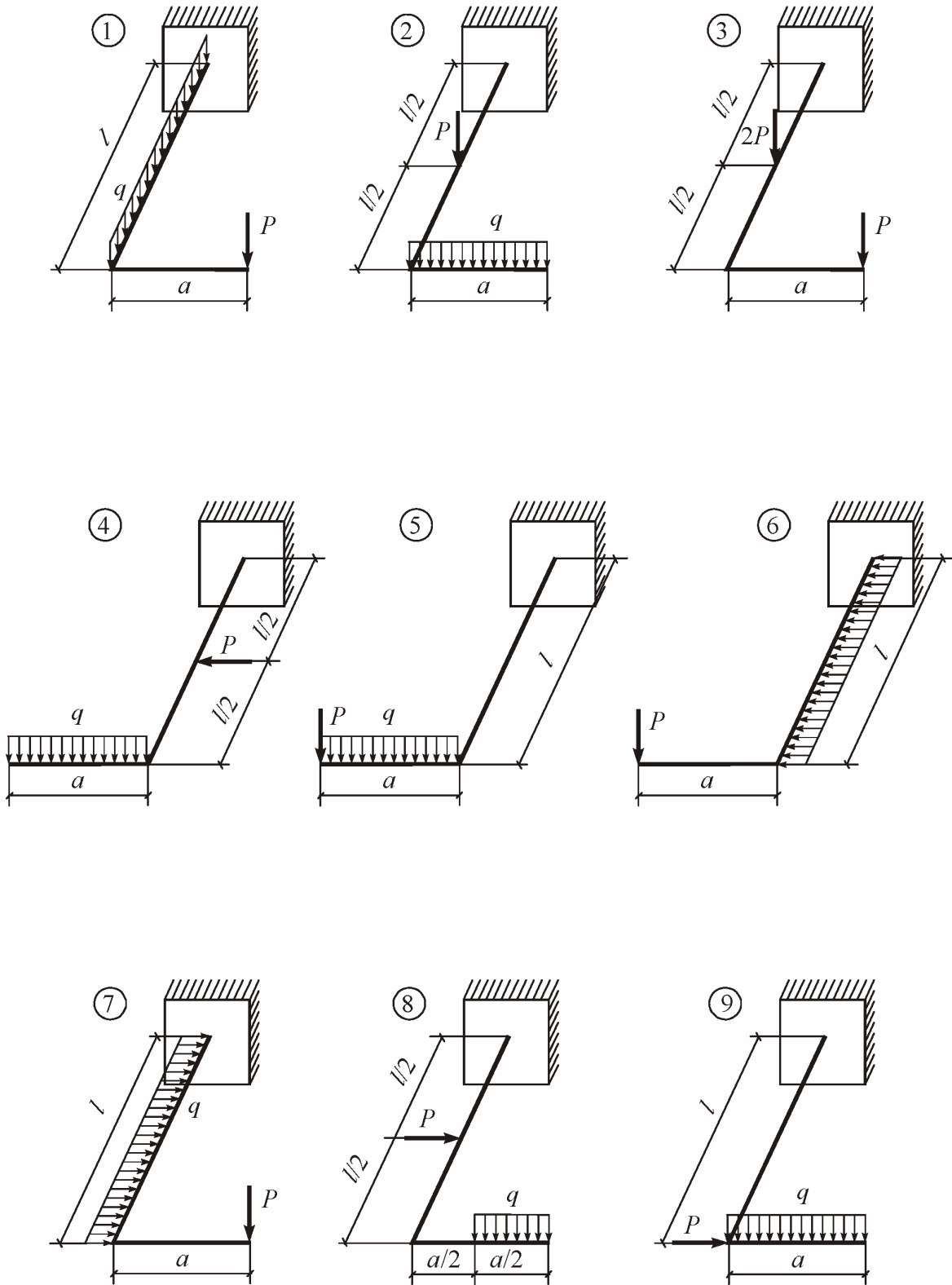


Рис.3.5 (Схемы стержней к задаче № 5)



Задание по расчётно-графической работе № 8

Задача №1

Для сжатого стержня по схеме № ____ (рис.3.1) при заданных в строке № ____ таблицы нормативном значении сжимающей силы P_n и длины стержня требуется:

- подобрать сечение согласно схеме № ____ (рис.3.2) 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 $\sigma_{шц} = 200$ МПа. Коэффициенты условий работы и надежности по нагрузке соответственно равны: $\gamma_c = 1,0$, $\gamma_f = 1,2$. Схемы 9 ÷ 12 являются факультативными.

- определить величину критической силы и коэффициент запаса устойчивости. Модуль упругости стали принять равным $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа.

Задача №2

- Произвести расчет стержня на продольно-поперечный изгиб в плоскости Oxy при поперечных нагрузках по схеме № ____ (рис.3.3). Нормативные значения сжимающей силы и поперечных нагрузок умножить на коэффициент запаса по нагрузкам $n_p = 1,5$. Определить суммарный изгибающий момент в опасном сечении стержня, проверить прочность и построить эпюру σ в опасном сечении.

- При невыполнении условия прочности увеличить сечение, произвести перерасчет.

- Для рассмотренного сжато-изогнутого стержня составить выражение для прогибов, углов поворота поперечных сечений, изгибающих моментов и поперечных сил с помощью метода начальных параметров. Поставить граничные условия и определить неизвестные начальные параметры. По результатам расчета с помощью программы для ПЭВМ построить эпюры Q , M , φ , v (последний пункт выполняется факультативно).

Таблица

№ п/п	l , м	P , кН	P_1 , кН	M , кНм	q , кН/м	№ п/п	l , м	P , кН	P_1 , кН	M , кНм	q , кН/м
1	5,4	700	4	4	4	10	5,4	520	4	3	3
2	4,2	640	3	5	3	11	6,0	460	2	2	4
3	4,8	600	5	3	2	12	6,6	430	3	4	2
4	5,4	560	2	2	3	13	5,4	680	4	5	3
5	6,0	500	3	3	2	14	4,2	600	2	2	4
6	6,6	460	4	4	4	15	4,8	550	3	3	2
7	3,6	680	5	5	3	16	5,4	480	4	2	3
8	4,2	620	3	4	2	17	6,0	420	5	4	2
9	4,8	580	2	3	3	18	6,6	400	2	5	3

Рис.3.1 (Схемы стержней)

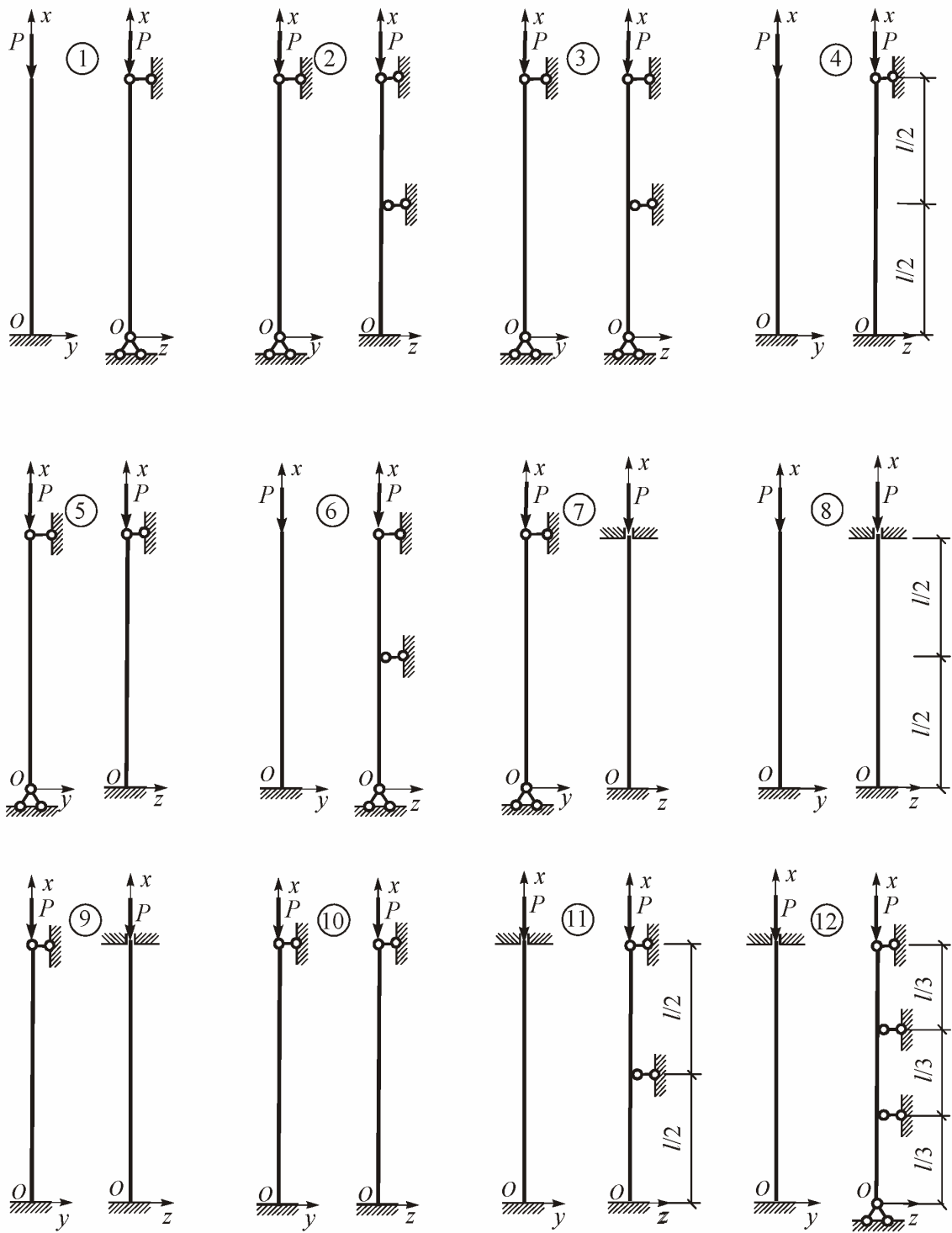


Рис.3.2 (Схемы поперечных сечений)

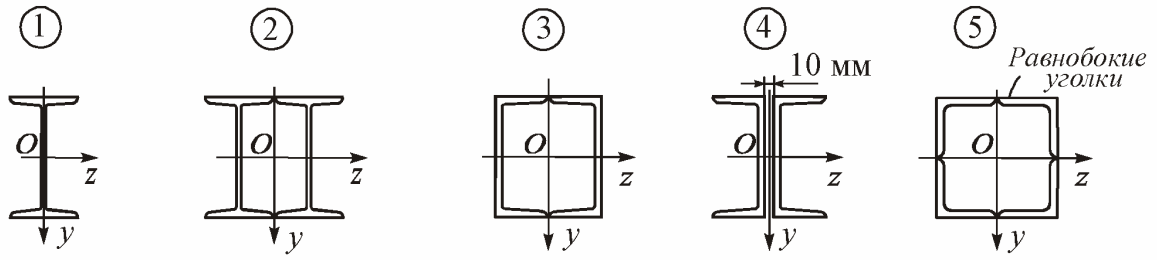
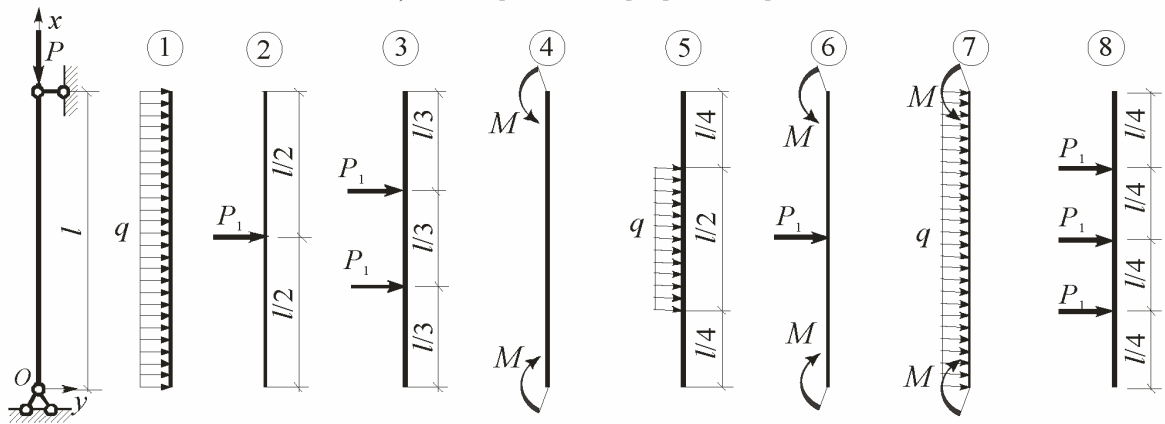
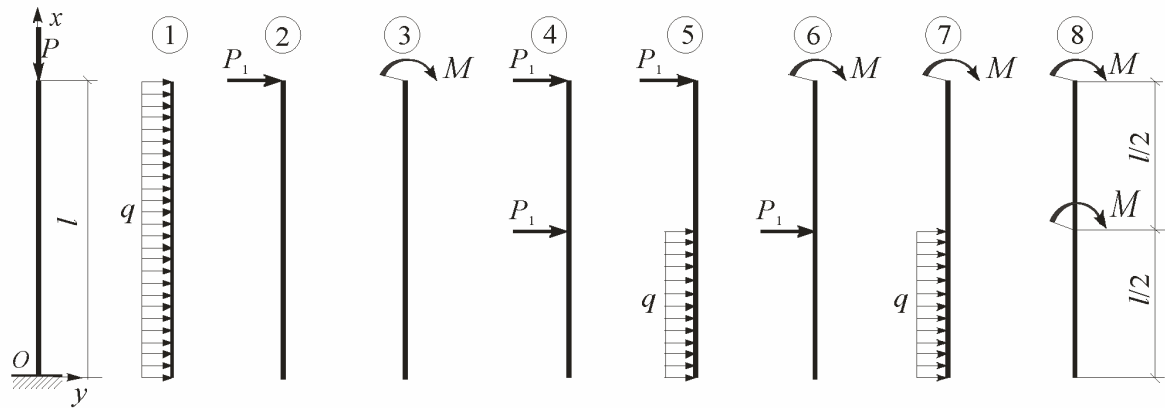


Рис.3.3 (Схемы нагрузок)

а) Для стержней с шарнирным опиранием



б) Для консольных стержней



Задание по расчетно-графической работе № 9

Задача № 1

При заданных компонентах тензора напряжений в окрестности точки тела по строке № ____ для σ_x , σ_y , τ_{xy} и строке № ____ для σ_z , τ_{yz} , τ_{zx} требуется:

- изобразить на гранях элементарного параллелепипеда, выделенного в окрестности рассматриваемой точки тела, заданные напряжения.
- вычислить инварианты тензора напряжений, величины главных напряжений и проверить правильность вычислений.
- определить величины направляющих косинусов нормалей к трем главным площадкам и проверить условия их ортогональности.
- построить на чертеже единичные векторы нормалей к главным площадкам и показать главные напряжения.
- определить наибольшее по абсолютной величине касательное напряжение.
- определить линейные ε_x , ε_y , ε_z , угловые γ_{xy} , γ_{yz} , γ_{zx} и объемную деформации, приняв модуль упругости стали $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа, коэффициент Пуассона $\nu = 0,3$ (модуль сдвига $G = 0,8 \cdot 10^5$ МПа).
- показать на рисунке примерное деформированное состояние элементарного параллелепипеда отдельно для линейных ε_x , ε_y , ε_z и каждой из угловых деформаций γ_{xy} , γ_{yz} , γ_{zx} .
- определить полную удельную потенциальную энергию деформации и энергию изменения формы в окрестности рассматриваемой точки тела.
- проверить прочность тела в окрестности рассматриваемой точки по энергетической теории прочности, приняв расчетное сопротивление стали $R = 210$ МПа и коэффициент условий работы $\gamma_c = 0,9$.

Задача № 2

При заданных компонентах тензора напряжений в окрестности точки тела при $\sigma_z = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$ и по строке № ____ для σ_x , строке № ____ для σ_y , строке № ____ для τ_{xy} требуется:

- изобразить на гранях элементарного параллелепипеда, выделенного в окрестности рассматриваемой точки, заданные напряжения.
- определить величины главных напряжений, углы наклона нормалей к главным площадкам и проверить правильность вычислений. Показать на рисунке главные площадки и главные напряжения.
- определить величину наибольших касательных напряжений и показать на рисунке площадки, на которых они действуют. Определить нормальные напряжения на этих площадках.

- определить нормальные и касательные напряжения на взаимно перпендикулярных площадках с нормальными v и t , составляющими угол $\alpha=15^\circ$ с осями Ox и Oy , и показать их на рисунке.
- определить найденные выше значения напряжений и углы наклона нормалей к площадкам, на которых они действуют, графически с помощью круга Мора и сравнить полученные результаты с результатами аналитического расчета.
- определить линейные $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$, угловую γ_{xy} и объемную деформации, приняв модуль упругости стали $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа, коэффициент Пуассона $\nu = 0,3$.
- показать на рисунках примерное деформированное состояние элементарного параллелепипеда отдельно для линейных $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ и угловой деформации γ_{xy} .
- определить полную удельную потенциальную энергию деформации и энергию изменения формы в окрестности рассматриваемой точки тела.
- проверить прочность тела в окрестности рассматриваемой точки по энергетической теории прочности, приняв расчетное сопротивление стали $R = 210$ МПа и коэффициент условий работы $\gamma_c = 0,9$.

Таблица

№ п/п	Н а п р я ж е н и я, МПа					
	σ_x	σ_y	τ_{xy}	σ_z	τ_{yz}	τ_{zx}
1	80	50	-60	40	-90	10
2	70	-40	-55	30	-80	20
3	-60	30	-50	40	80	30
4	50	30	-45	50	70	40
5	-80	20	-40	-60	-80	50
6	90	-10	-35	50	-70	60
7	80	-20	30	-40	-80	60
8	70	-30	80	-60	50	-40
9	60	-40	85	-80	40	-30
10	90	50	60	-70	50	-40
11	80	60	50	-60	50	-65
12	50	-70	50	-55	60	40
13	90	-50	40	70	80	-40
14	-80	60	90	40	-90	50
15	-70	80	-20	60	-70	50
16	-60	90	25	80	-20	60
17	-50	80	-30	70	-30	50
18	-40	-100	35	80	40	-40

№ п/п	Напряжения, МПа					
		σ_x	τ_{xy}	σ_z	τ_{yz}	τ_{zx}
19	-30	-90	40	60	50	90
20	-20	60	-65	-40	-35	80
21	30	80	-50	-30	-30	70
22	40	90	-40	-50	25	-80
23	45	85	-50	-60	20	-70
24	50	90	-40	-50	15	-60
25	55	70	-30	-80	10	-50
26	80	60	-70	70	-50	20
27	75	-50	-75	50	-60	30
28	-80	40	-75	60	70	-40
29	-85	-30	65	50	-80	50
30	90	-20	-60	40	70	60

Задание по расчетно-графической работе № 10

Задача № 1

Для плотины треугольного поперечного сечения (рис.1.3) при $\gamma = 10 \text{ кН/м}^3$, заданном значении угла α по столбцу № ____ и γ_1 по столбцу № ____ таблицы 1 для сечения, находящегося на расстоянии x от вершины определить напряжения $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{yx}$ по формулам (1.20) теории упругости и формулам (1.22) сопротивления материалов. Построить эпюры напряжений и сравнить результаты двух решений.

Задача № 2

Для толстостенного цилиндра в случае граничных условий по строке № ____ таблицы 2 значения параметров $k = a/b$ выбрать по столбцу № ____, таблицы 1. Значения параметров $m = p_1/p_2$ выбрать по столбцу № ____ или $n = u_1/u_2$ выбрать по столбцу № ____ таблицы 1. При этих данных построить эпюры изменения радиальных σ_r и тангенциальных σ_θ напряжений и радиальных перемещений u по толщине стенки цилиндра.

Таблица 1

№/№ задач	параметры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	α°	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
	$\gamma_1, \text{кН/м}^3$	20	20,5	21	21,5	22	22,5	23	23,5	24	24,5
2	$k = a/b$	0,40	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58
	$m = p_1/p_2$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4
	$n = u_1/u_2$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4

Продолжение таблицы 1

№/№ задач	параметры	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	α°	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58
	$\gamma_1, \text{кН/м}^3$	25	25,5	26	26,5	27	27,5	28	28,5	29	29,5
2	$k = a/b$	0,60	0,62	0,64	0,66	0,68	0,70	0,72	0,74	0,76	0,78
	$m = p_1/p_2$	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4
	$n = u_1/u_2$	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4

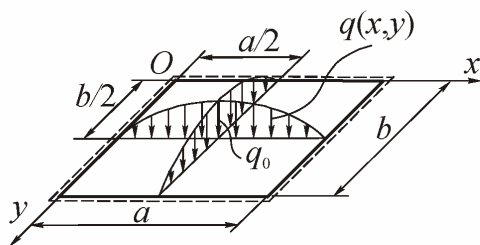
Таблица 2

№/№ п/п	№ рисунка	Граничные условия на внутренней и внешней поверхностях цилиндра
1	Рис.2.1	$r = a \quad \sigma_r = -p_1, \quad r = b \quad \sigma_r = -p_2$
2	Рис.2.3	$r = a \quad u = u_1, \quad r = b \quad u = u_2$
3	Рис.2.5	1). $r = a \quad u = u_1 = 0, \quad r = b \quad \sigma_r = -p_2$ 2). $r = a \quad u = u_1, \quad r = b \quad \sigma_r = -p_2 = 0$
4	Рис.2.7	1). $r = a \quad \sigma_r = -p_1, \quad r = b \quad u = u_2 = 0$ 2). $r = a \quad \sigma_r = -p_1 = 0 \quad r = b \quad u = u_2$

Задание по расчётно-графической работе № 11

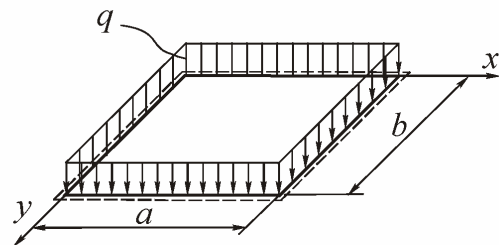
Задача №1

Для стальной прямоугольной шарнирно опертой пластины, находящейся под действием распределенной поперечной нагрузки (рис.3.1 или рис.3.2)



$$q(x,y) = q_0 \sin \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b}$$

Рис.3.1



$$q = \text{const}$$

Рис.3.2

при числовых значениях размеров по строке № ___ и нагрузки по строке № ___ таблицы 1 требуется:

- определить прогиб и внутренние усилия в пластине и построить их эпюры;
- определить толщину пластины h из условий прочности по энергетической теории и жесткости, приняв условие $w_{\text{нб}} \leq a/200$ или $w_{\text{нб}} \leq b/200$ (a или b – длина меньшей стороны пластины);
- построить эпюры напряжений в точке пластины с координатами $x = a/4$, $y = b/4$.

В расчетах принять $E = 2,1 \cdot 10^4$ кН/см², $\nu = 0,3$, $R = 21$ кН/см², $\gamma_c = 1,0$, $\gamma_f = 1,0$.

Таблица 1

№, п/п	a , см	b , см	№, п/п	q_0, q кН/см ²
1	40	80	1	0,012
2	50	90	2	0,014
3	60	100	3	0,016
4	70	50	4	0,018
5	80	60	5	0,020
6	90	140	6	0,022
7	100	130	7	0,024
8	110	90	8	0,026
9	120	80	9	0,028
10	140	100	10	0,030

Продолжение таблицы 1

№, п/п	a , см	b , см	№, п/п	q_0, q кН/см ²
11	40	60	11	0,011
12	50	70	12	0,015
13	60	80	13	0,017
14	70	100	14	0,021
15	80	110	15	0,023
16	90	120	16	0,025
17	100	50	17	0,027
18	110	80	18	0,031
19	120	100	19	0,033
20	140	120	20	0,035

Задача №2

Для стальной кольцевой пластины, находящейся под действием распределенных осесимметричных нагрузок по схеме № ___ и числовых значениях размеров по строке № ___ и нагрузок по строке № ___ таблицы 2 требуется:

- определить прогиб и внутренние усилия в пластине и построить их эпюры;
- определить толщину пластины h из условий прочности по энергетической теории и жесткости, приняв условие $w_{\text{нб}} \leq R_1/100$;
- построить эпюры напряжений в кольцевых сечениях с наибольшими напряжениями.

В расчетах принять $E = 2,1 \cdot 10^4$ кН/см², $\nu = 0,3$, $R = 21$ кН/см², $\gamma_c = 1,0$, $\gamma_f = 1,0$.

Таблица 2

№, п/п	R_1 , см	R_2 , см		№, п/п	q , кН/см ²	p кН/см	m кНсм/см
1	40	60		1	0.01	0.2	2
2	30	50		2	0.015	0.3	4
3	20	50		3	0.02	0.4	6
4	50	50		4	0.025	0.5	3
5	20	60		5	0.015	0.3	5
6	20	40		6	0.009	0.6	2
7	30	60		7	0.015	0.4	4
8	30	70		8	0.022	0.5	6
9	40	70		9	0.024	0.8	5
10	40	80		10	0.030	0.3	3

СХЕМЫ КОЛЬЦЕВОЙ ПЛАСТИНЫ

