

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ ЎЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ИНСТИТУТ

КАФЕДРА "СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХНИКА И
СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ СООРУЖЕНИЙ"

*Сборник заданий расчетно-графических работ
по курсу*

"СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ"

Ташкент – 2008

Материаллар қаршилиги: қурилиш мутахассислиги бўйича таҳсил олаётган талабалар учун ҳисоблаш график ишлари масалаларининг тўплами.

(Тошкент архитектура ва қурилиш институти, Тузувчилар: Ш.М.Якубов, А.И.Ходжиметов, З.С.Умарова, С.П.Ҳамроев).

Материаллар қаршилиги курси бўйича тайёрланган мазкур қўлланмада қурилиш мутахассисликларида таҳсил олувчи талабалар учун ҳисоблаш график ишлари масалаларининг тўплами берилган.

Келтирилган масалалар материаллар қаршилиги курсининг асосий мавзуларини ўз ичига қамраб олган.

"Қурилиш механикаси ва иншоотлар зилзилабардошлиги" кафедраси.

Тошкент архитектура ва қурилиш институтининг илмий–услубий кенгаши қарори бўйича босилмоқда.

ҲИСОБ ГРАФИК ИШЛАРИНИ БАЖАРИШ ТАРТИБИ БЎЙИЧА УМУМИЙ КЎРСАТМАЛАР

Ҳисоб график ишларида масалалар сони ҳар бир мутахассислик учун ўқув режасида кўрсатилади.

Ҳар бир масала учун берилган қийматлар ва схемалар ўқитувчи томонидан талабага берилган рақамли шифрга биноан кўрсатмада келтирилган схемалар ва жадваллардан кўчириб олинади. Масалан, ўқитувчи томонидан талабага берилган шифр 4.5 бўлсин. Шу шифрга биноан тегишли ҳисоблаш график ишида келтирилган жадвалдан 4-қатордаги берилганлар, расмдан эса 5-схемани танлаш керак.

Ҳар бир мутахассислик бўйича юкламада кўрсатилган мавзулар бўйича ҳисоблаш график ишлари бажарилади.

Барча тушунилмаган саволлар бўйича ҳамда қўлланмадаги йўл кўйилган хато ва камчиликларни таҳлил қилиш учун тузувчиларга мурожаат қилишингизни илтимос қиламиз.

I-ЧАСТЬ

I – РАСЧЕТНО ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

МОМЕНТЫ ИНЕРЦИИ НЕСИММЕТРИЧНЫХ СЕЧЕНИЙ

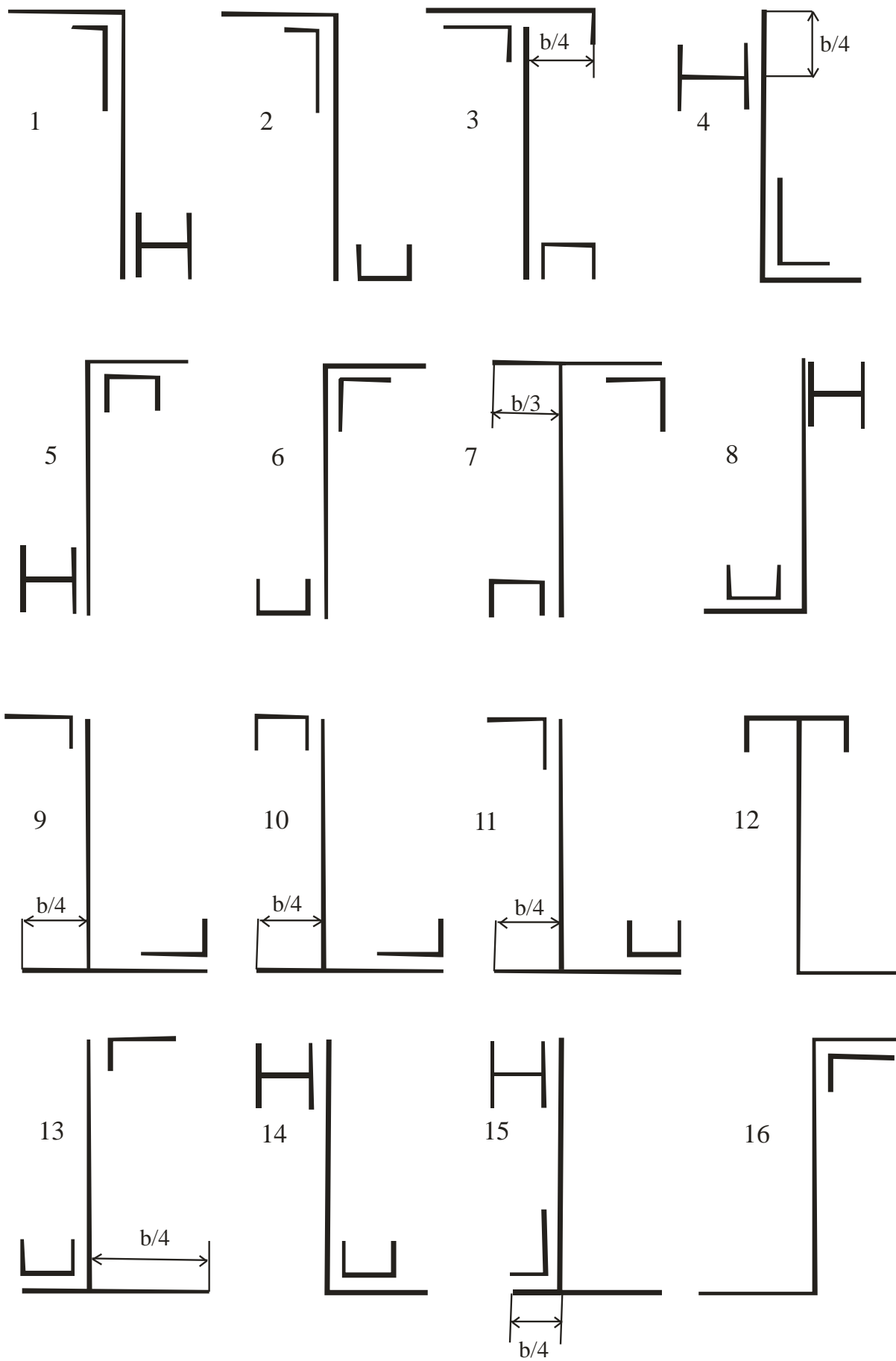
Для заданной несимметричного сечения требуется выполнять следующие действие:

1. Определить положение центра тяжести сечения.
2. Определить осевые и центробежные моменты инерции относительно центральных осей.
3. Определить положение главных осей инерции.
4. Определить значения главных моментов инерции.

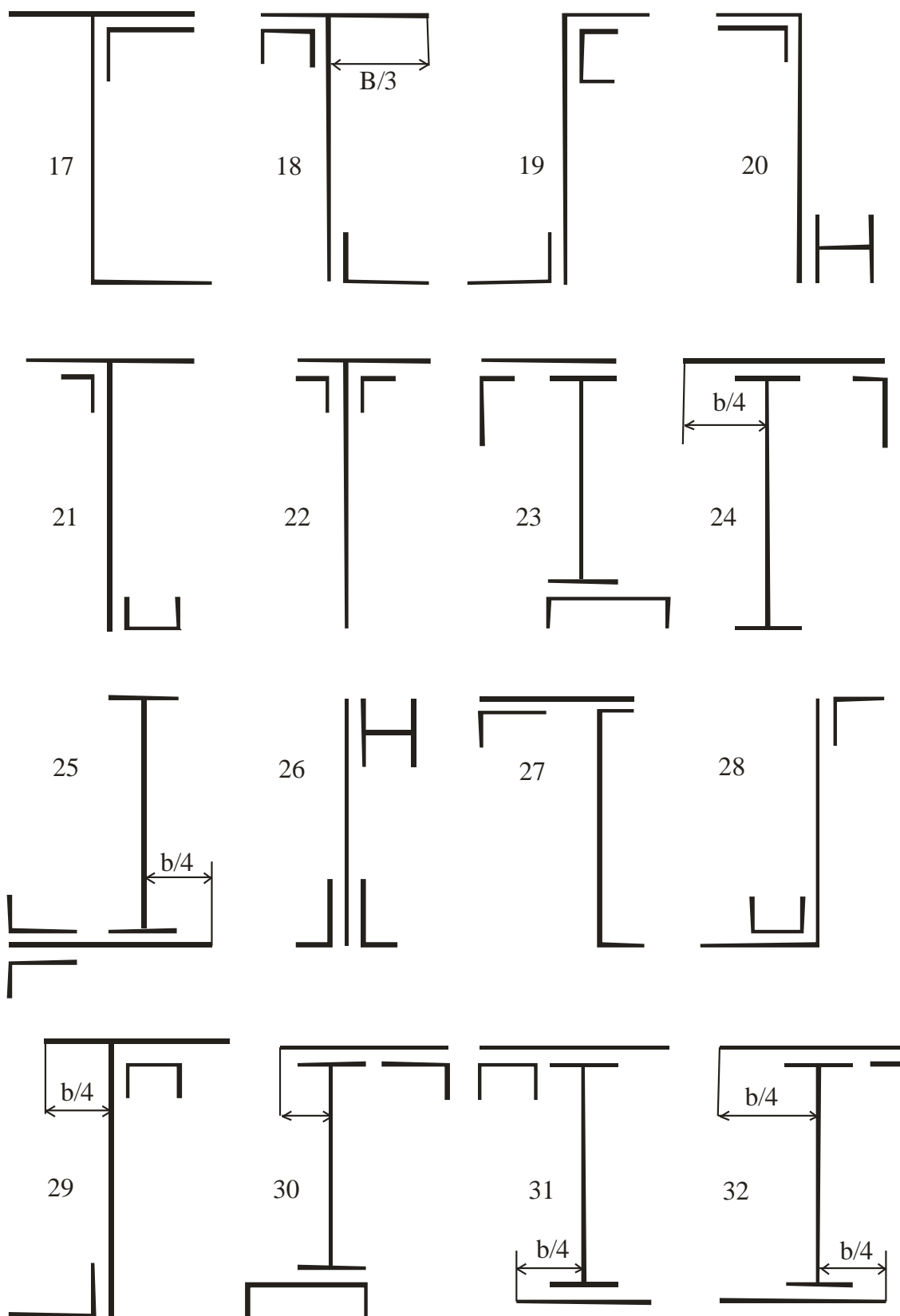
Данные следует взят из табл. 1, а схему из рис. 1.

Таблица 1

№	Равнобокий уголок	Неравнобокий уголок	Двутавр №	Швеллер №	Вертикальный лист	Горизонтальный лист ($\cdot 10^{-3}$ м)
	номер					
1	90x90x8	100x63x10	24	16	500x10	400x10
2	100x100x10	110x70x10	24а	16а	500x12	400x12
3	110x110x8	125x80x10	27	18а	500x16	400x16
4	140x140x10	125x80x12	27а	22	600x10	400x20
5	140x140x12	140x90x10	30	22а	600x12	400x22
6	160x160x16	160x100x12	36	24	600x16	500x12
7	180x180x12	180x110x12	40	27	600x18	500x16
8	200x200x20	200x125x12	45	30	600x20	500x20
9	220x220x14	200x125x16	50	33	700x16	600x10
0	250x250x20	250x160x20	55	36	800x20	600x20



1-расм
Рис. 1.



1-расм (давони)

Продолжение рис.1.

II – РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАСЧЕТ СТЕРЖНЕЙ НА РАСТЯЖЕНИЯ И СЖАТИЯ

ЗАДАЧА №1

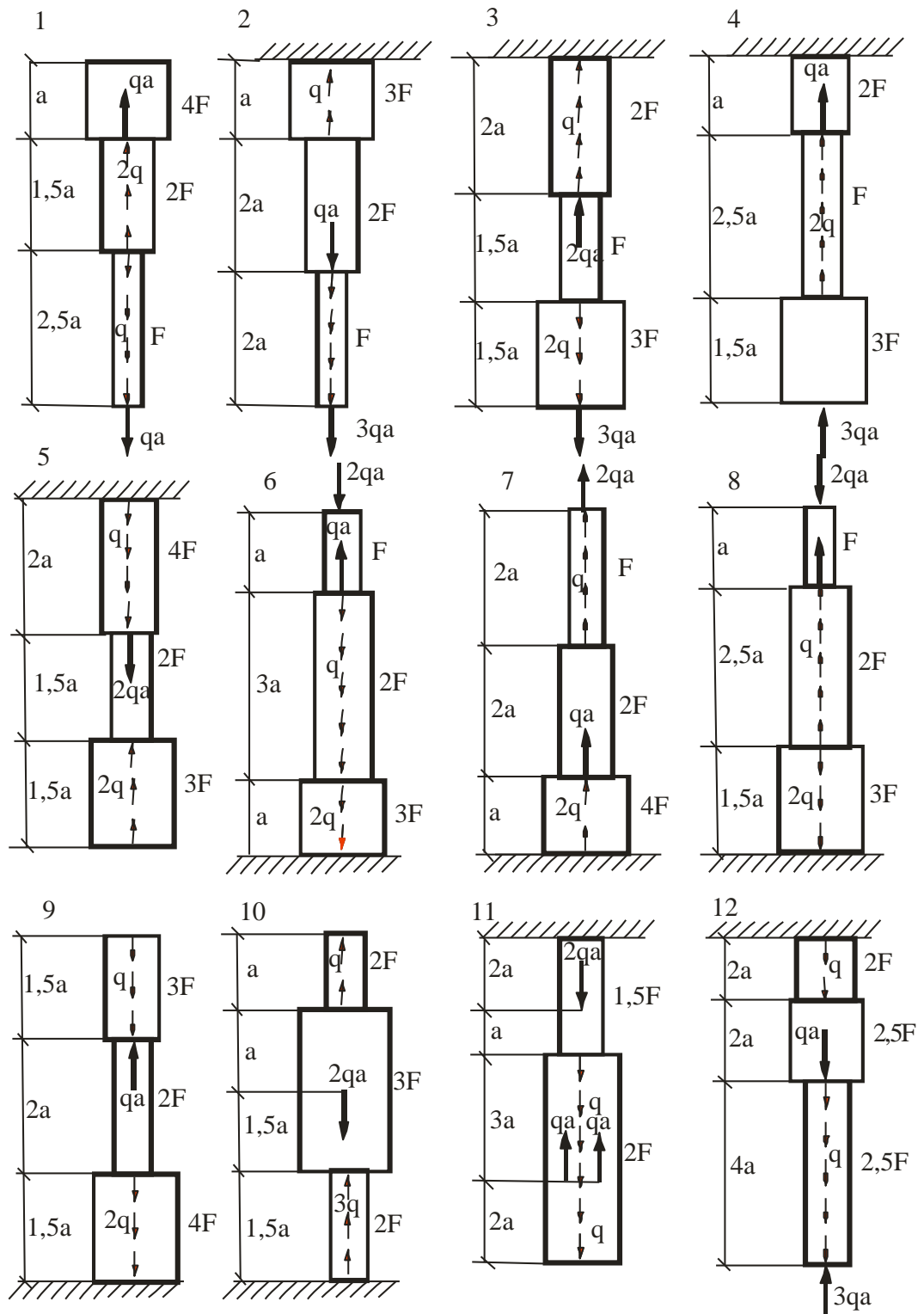
Для ступенчатого стержня с заданными размерами и приняв $E=2 \cdot 10^8$ кН/м², $[\sigma]=160 \cdot 10^3$ кН/м², требуется выполнять следующие:

1. Определить силы реакции в опорной сечении.
2. Составить аналитические выражения продольных сил, нормальных напряжений и деформаций возникающих в поперечных сечениях стержня.
3. Построить эпюры продольных сил, нормальных напряжений и деформаций.
4. Определить абсолютное значение полной деформации.

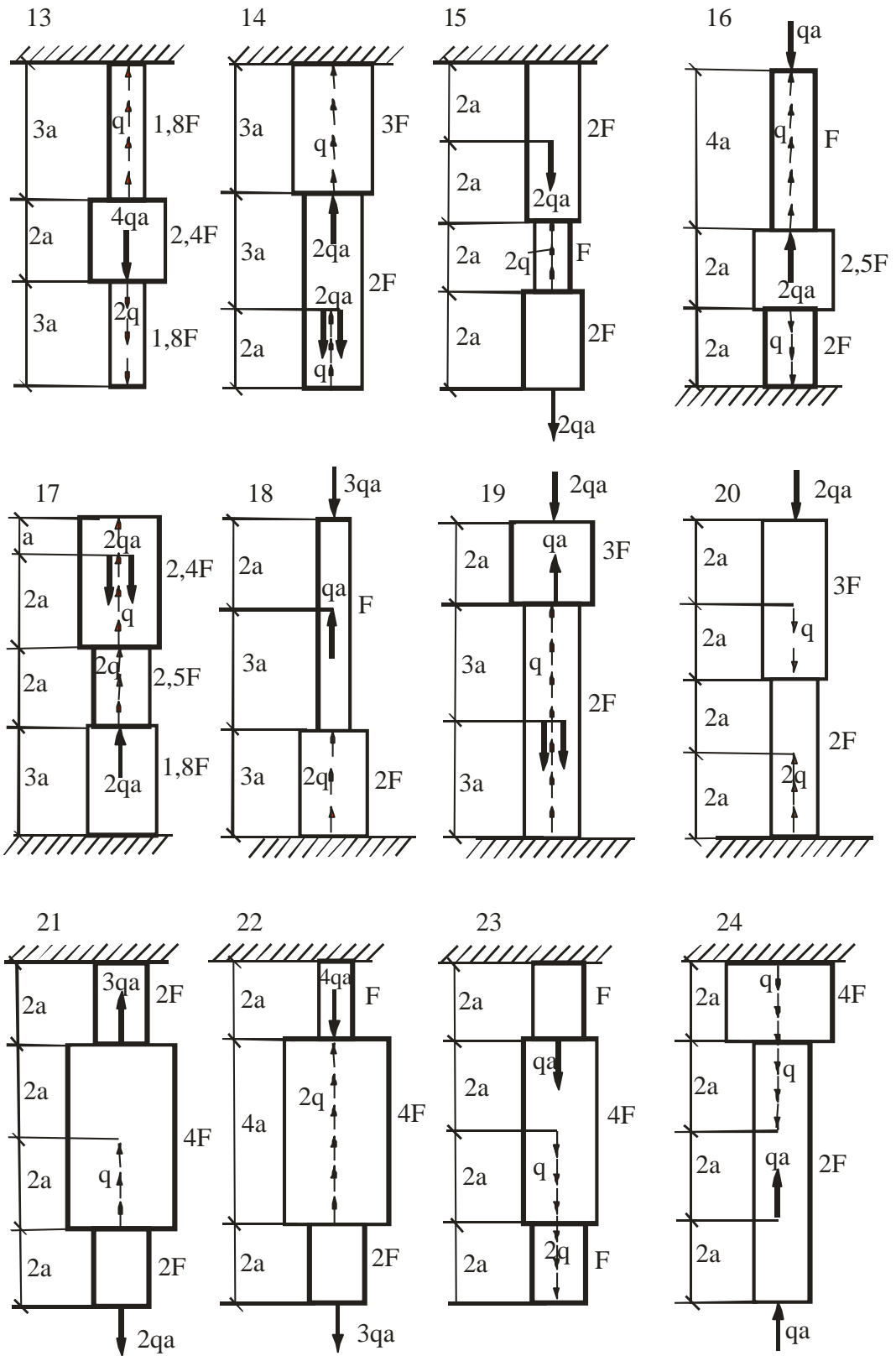
Схема задачи из рис. 3, значения геометрических размеров и нагрузок следует брать из таблицы 4.

Таблица 4

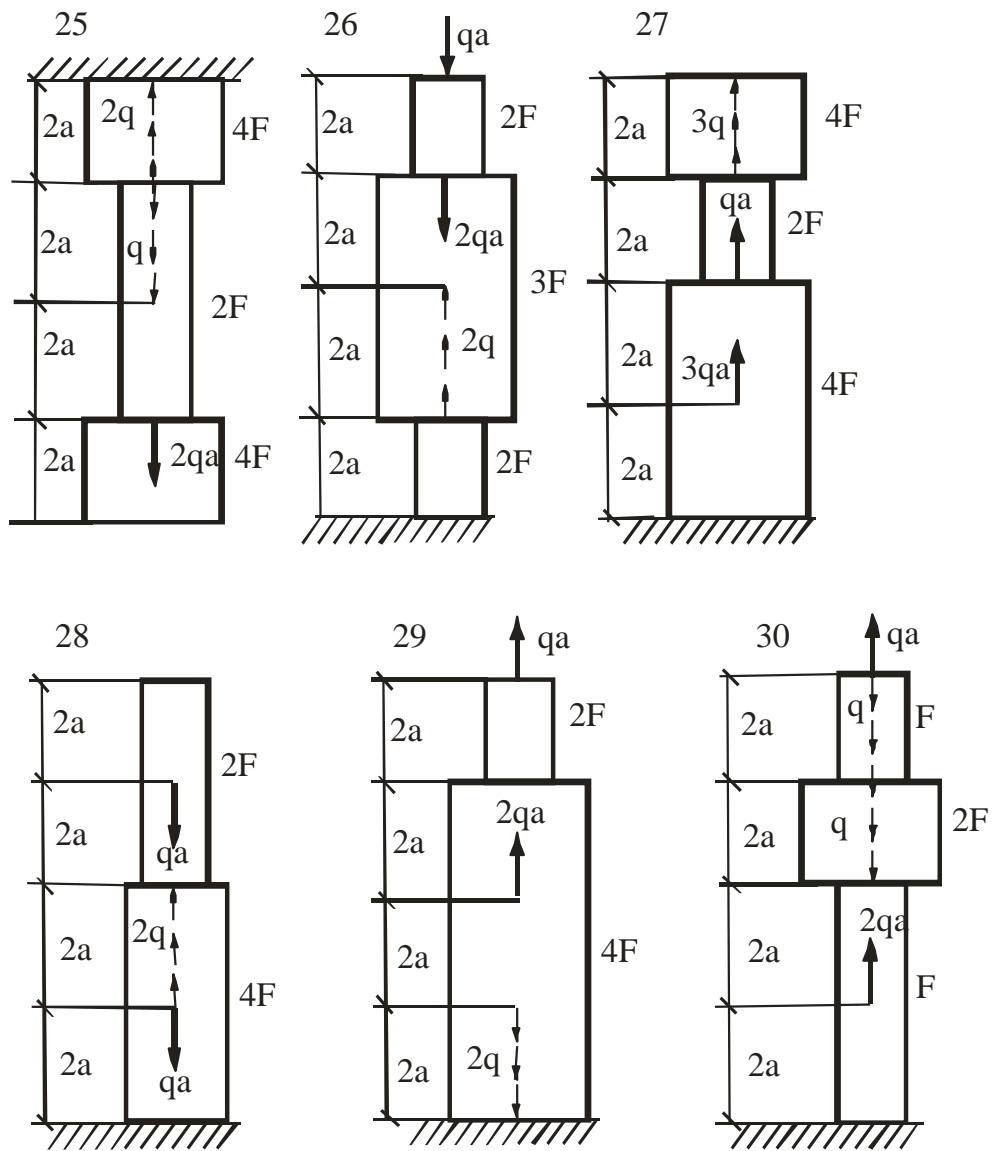
Первая цифра шифра	a, (м)	Вторая цифра шифра	F, ($\cdot 10^{-4}$ м ²)	Последняя цифра шифра	q, (кН/м)
1	2,0	1	12,0	1	20,0
2	2,2	2	14,0	2	15,0
3	2,6	3	16,0	3	18,0
4	2,4	4	18,0	4	20,0
5	2,8	5	20,0	5	18,0
6	1,8	6	22,0	6	16,0
7	2,6	7	24,0	7	10,0
8	2,2	8	26,0	8	24,0
9	2,0	9	28,0	9	22,0
0	1,6	0	30,0	0	14,0



3-рaсм
Рис. 3.



3-рaсм (давoми)
 Продoлжение рис. 3.



3-расм (давоми)

Продолжение рис. 3.

ЗАДАЧА №2

Для данной статически неопределимой стержневой системы требуется выполнить следующее:

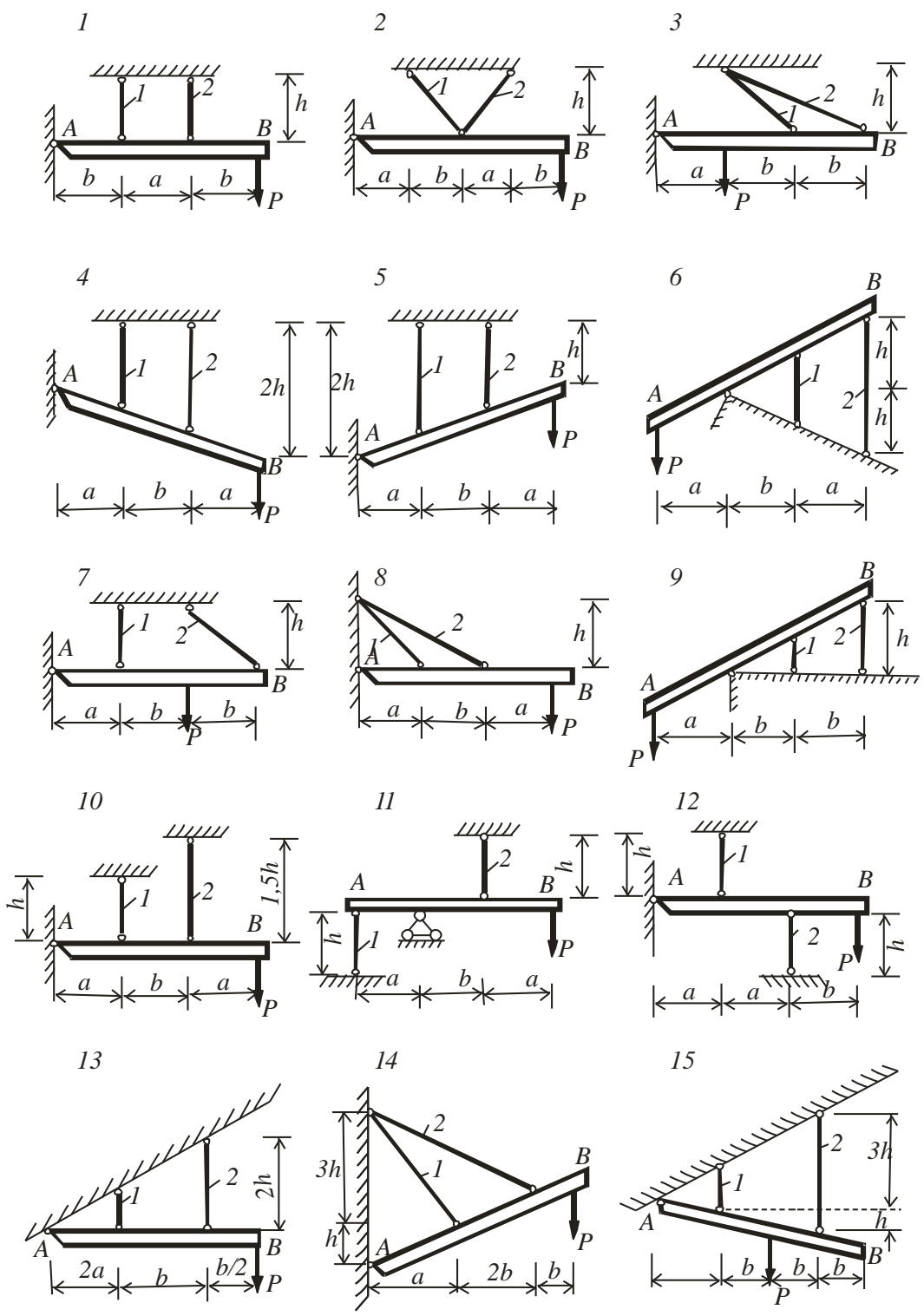
1. Определить степень статической неопределимости.
2. Составить уравнения для системы сил (в том числе опорных реакций) действующих на тело.
3. Пользуясь формы деформирования системы составить дополнительные уравнения - деформации.
4. Используя формулу закона Гука выразить уравнения деформации через неизвестные усилия в стержнях.
5. Решение полученной уравнении с уравнениями равновесия.
6. Пользуясь из условия прочности при растяжении и сжатии подобрать сечения для 1-го и 2-го стержня.
7. Определить значения силы Р переводящую на пластическую состояния стержня. При этом принять предел текучести $[\sigma_T] = 220 \cdot 10^3 \text{ кН/м}^2$.

Схема задачи из рис. 4, значения геометрических размеров и нагрузок следует брать из таблицы 5.

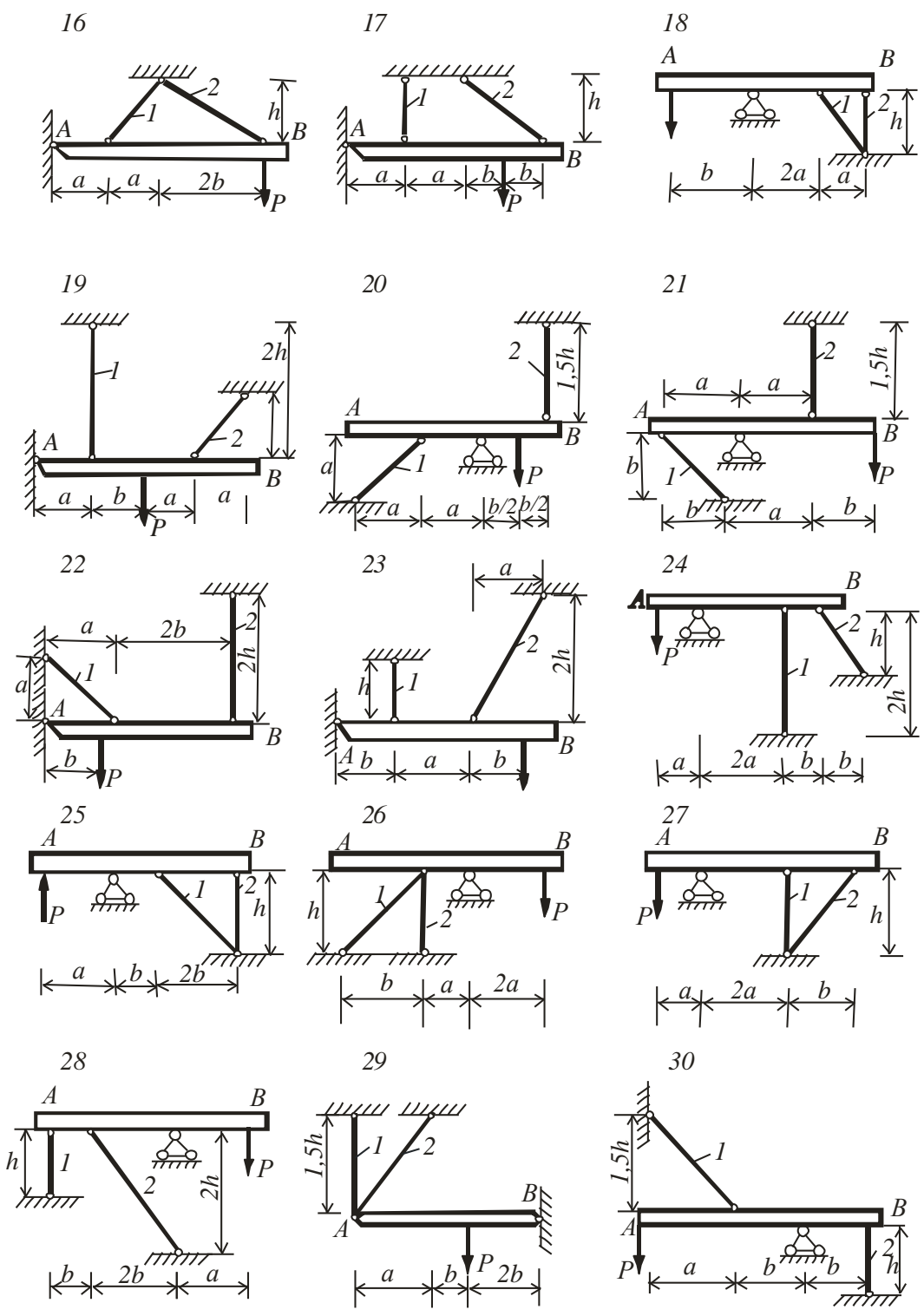
Таблица 6

Нагрузки и геометрические размеры

№	a (м)	b (м)	c (м)	F_2/F_1	P (кН)
1	2,0	1,4	1,8	2,0	8
2	2,2	1,6	2,0	1,5	12
3	2,6	1,8	2,2	1,2	15
4	2,4	1,6	2,1	1,4	16
5	2,8	1,6	1,6	1,3	12
6	1,8	1,0	1,2	1,8	10
7	2,6	1,2	1,5	1,0	18
8	2,2	1,2	1,7	1,1	20
9	2,0	1,0	1,5	2,0	24
10	2,4	1,4	1,6	1,8	14
11	3,0	2,0	2,0	1,5	20
12	2,9	1,8	1,8	2,0	21
13	2,4	1,6	1,6	1,3	20
14	2,1	1,4	1,4	1,2	18
15	1,8	1,2	1,2	1,6	15
16	2,0	1,3	1,3	1,2	12



4-расм
Рис. 4.



4-расм (давоми)
Продолжение рис. 4.

II – РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮРЫ ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА (M), ПОПЕРЕЧНОЙ СИЛЫ (Q) И ПРОДОЛЬНОЙ СИЛЫ (N) ДЛЯ БАЛКИ, РАМЫ И КРИВЫХ БРУСЬЕВ

Для данной балки, рамы и кривых брусьев требуется выполнять следующие действия:

1. Определить опорные реакции.
2. Построение эпюры изгибающего момента (M), поперечной силы (Q) и продольной силы (N).
3. Определить из эпюр экстремальные значения M, Q, N.

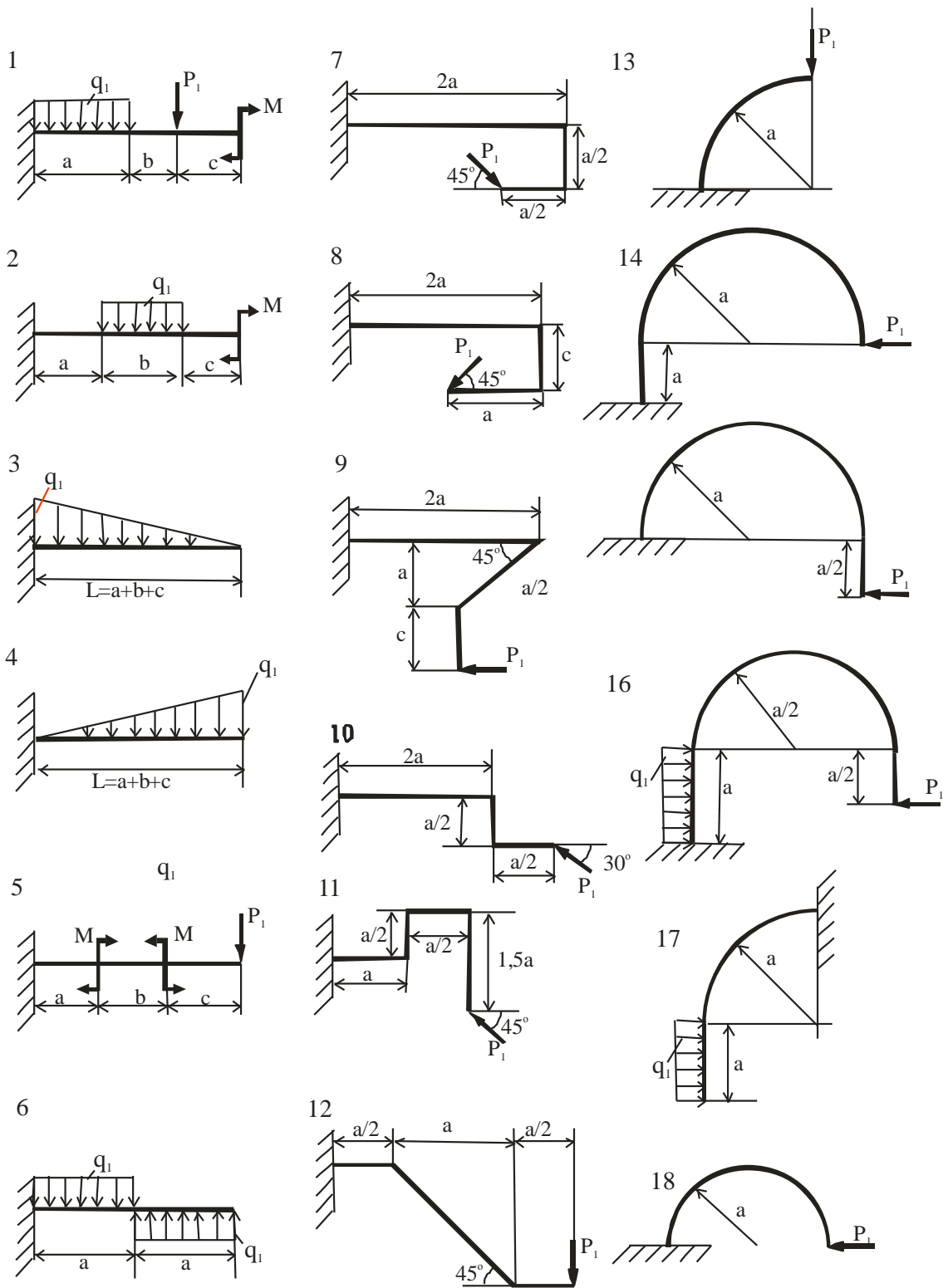
Данные следует взять из табл. 2 и 3, а схемы из рис. 2.

Табл. 2

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	6						57	40	44	38	37	30	23	16	9
17	7	5						56	50	43	38	31	29	21	15
18	18	3	4						55	54	48	42	36	28	22
19	19	17	9	3						60	53	47	4	35	27
20	30	20	16	10	2						55	49	46	40	34
21	36	29	21	15	11	1						56	50	45	39
22	42	35	28	22	14	12	1						47	51	44
23	43	41	34	27	23	19	7	2						58	52
24	49	44	40	33	28	24	18	8	3						49
25	55	50	45	39	32	25	24	17	9	4					
26		56	51	48	38	31	25	21	16	10	5				
27			57	52	47	37	36	26	22	15	11	6			
28				58	53	48	38	35	27	21	14	12	6		
29					59	54	47	39	31	28	20	13	7	5	
30						60	54	46	40	33	29	19	14	8	4

Табл. 3

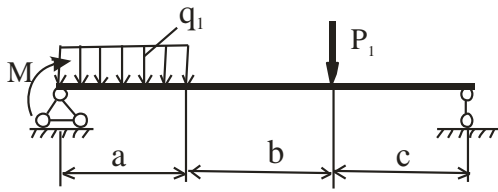
№	a (м)	b (м)	c (м)	P ₁ (кН)	P ₂ (кН)	q ₁ (кН/м)	q ₂ (кН/м)	M (кН·м)
1	3	2	1	2	3	2	1	3
2	2	2	1	3	2	2	1	4
3	3	2	2	4	3	3	2	4
4	2	1	1	3	2	2	1	2
5	2	2	1	3	4	1	2	3
6	2	3	1	3	3	2	2	2
7	3	2	1	2	3	2	1	4
8	3	2	1	3	2	1	2	3
9	3	3	1	3	3	2	2	4
0	3	3	1	4	3	3	2	4



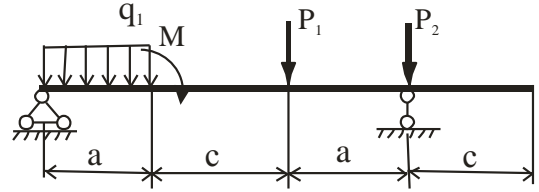
2-расм

Рис. 2.

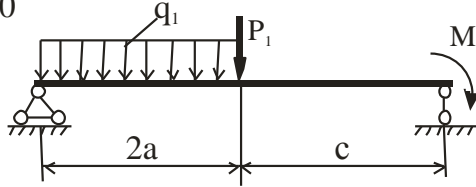
19



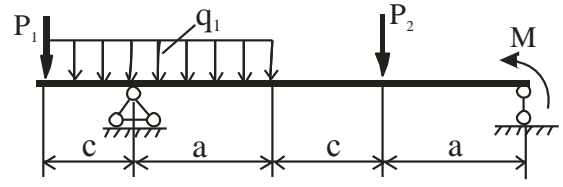
25



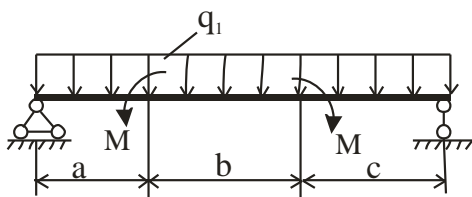
20



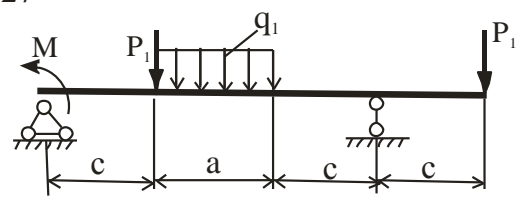
26



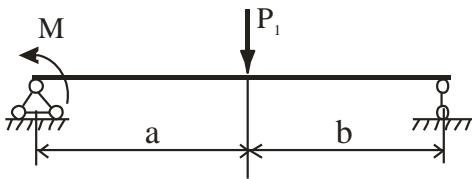
21



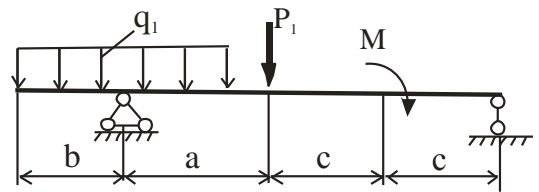
27



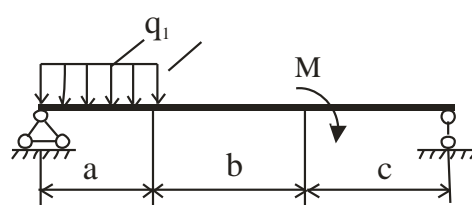
22



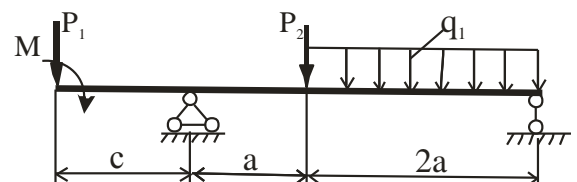
28



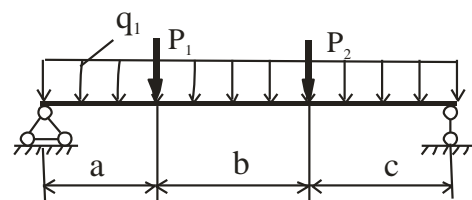
23



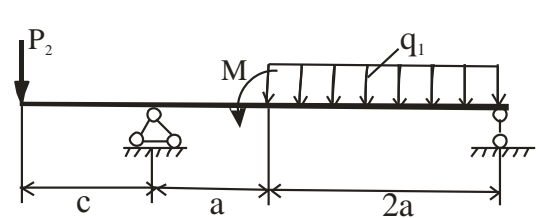
29



24

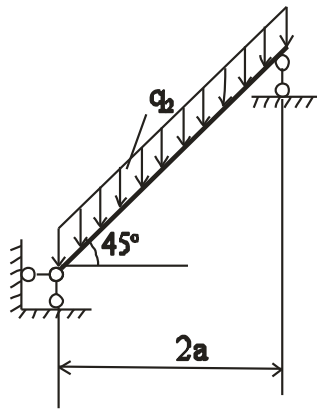


30

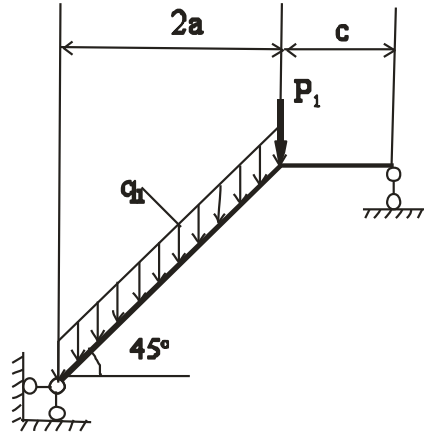


2-рaсм (давоми)
Продолжение рис. 2.

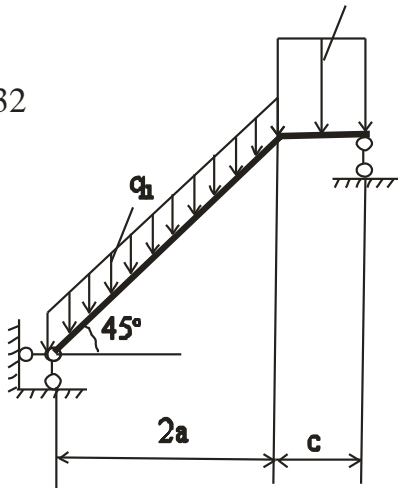
31



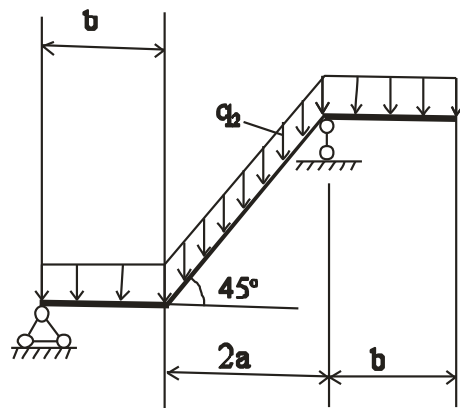
34



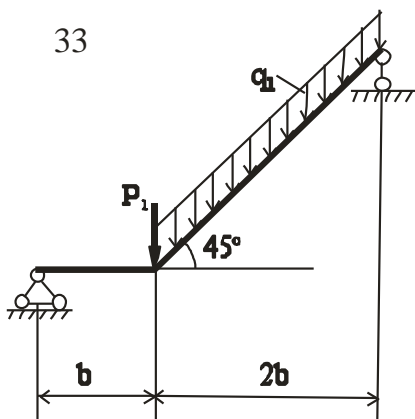
32



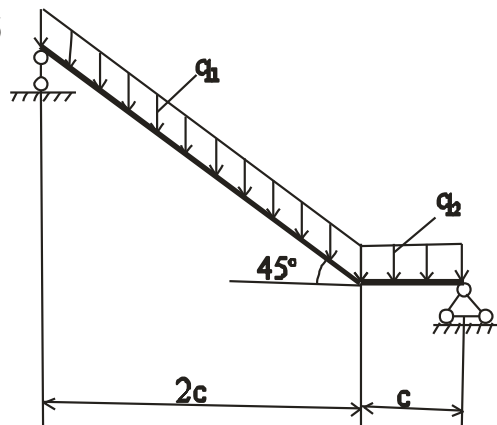
35



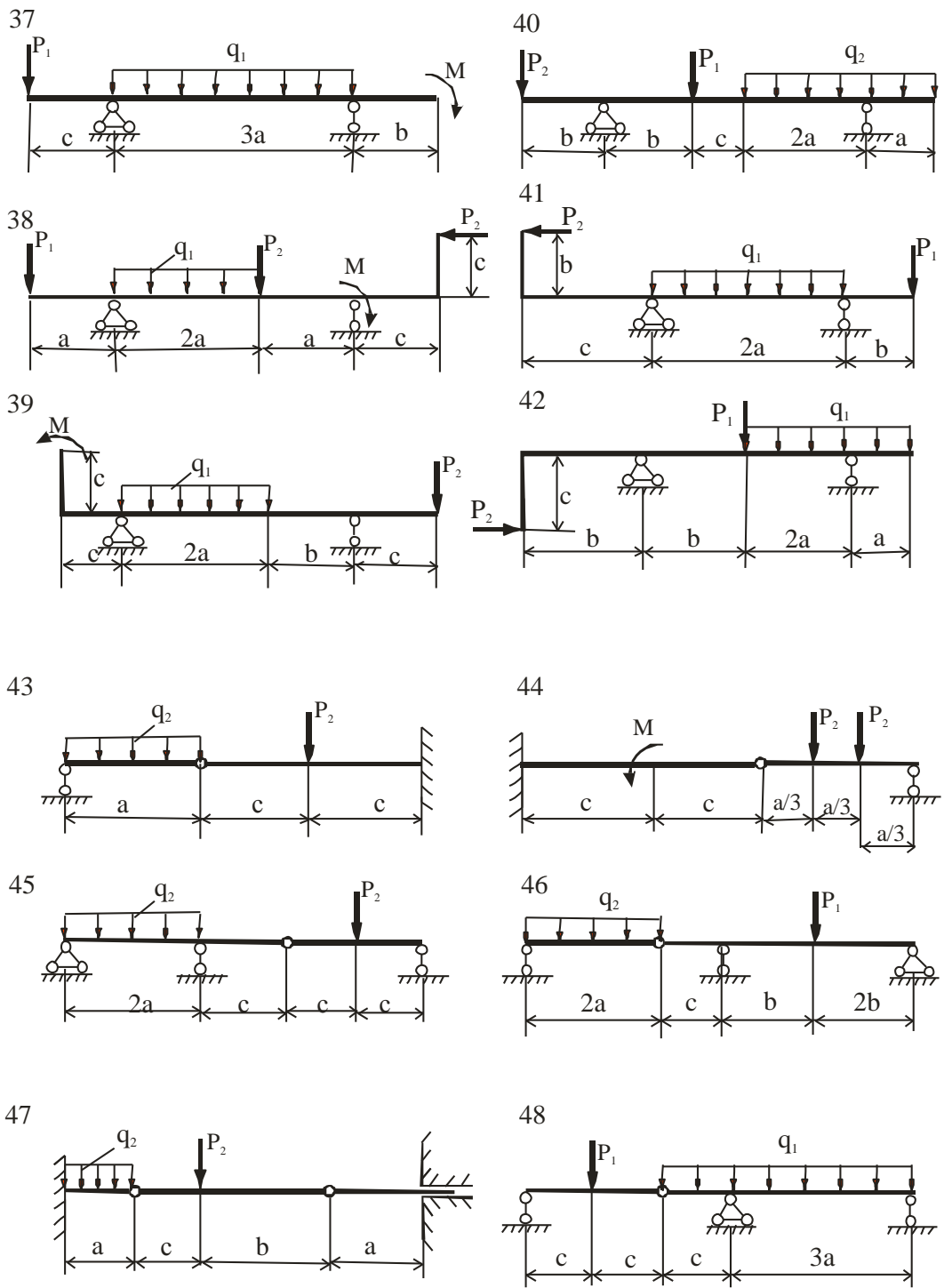
33



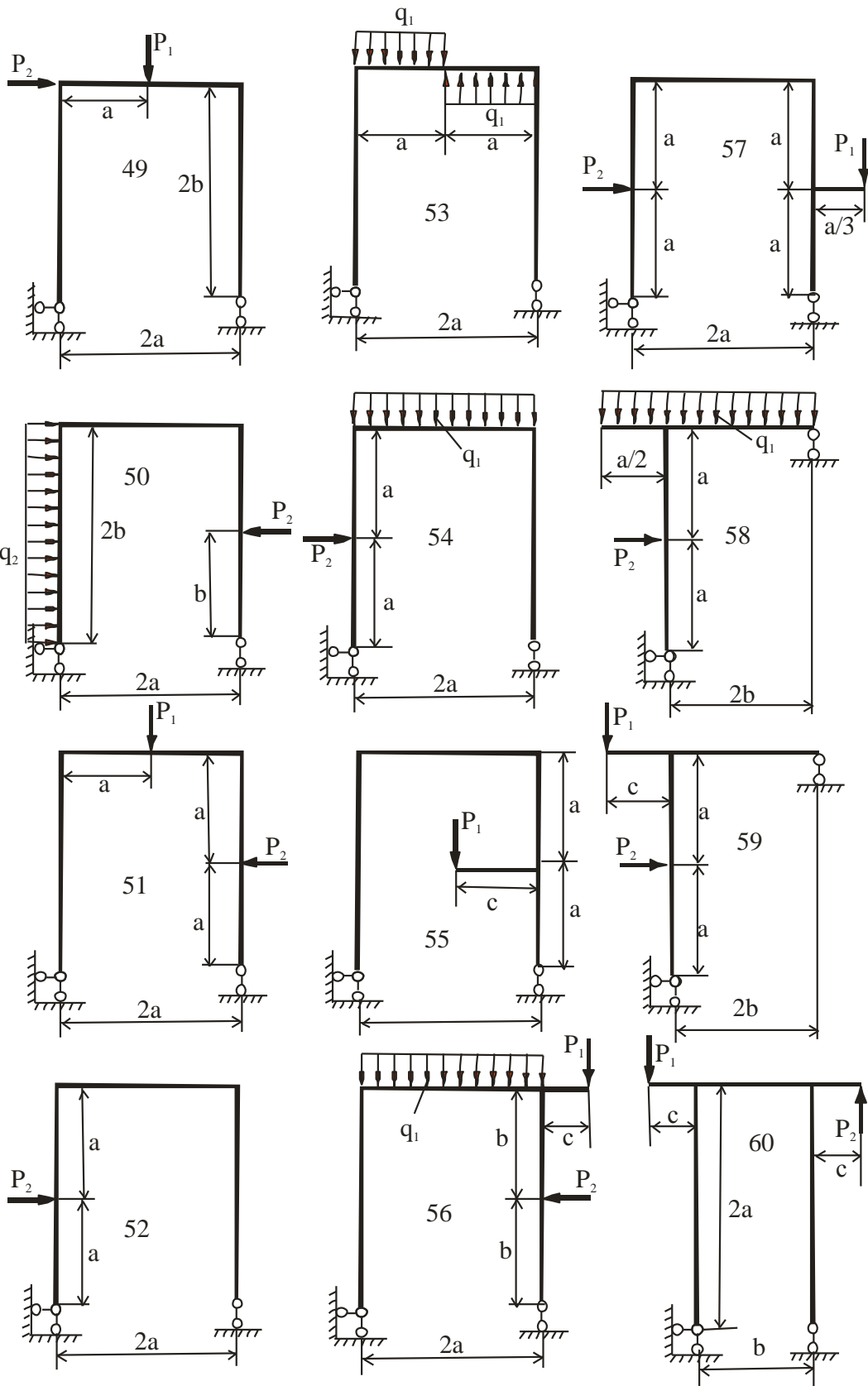
36



2-рaсм (давoми)
Продолжение рис. 2.



2- расм (давоми)
Продолжение рис. 2.



2-рaсм (давoми)
Продолжение рис. 2.

II – РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАСЧЕТ СТЕРЖНЕЙ НА РАСТЯЖЕНИЯ И СЖАТИЯ

ЗАДАЧА №1

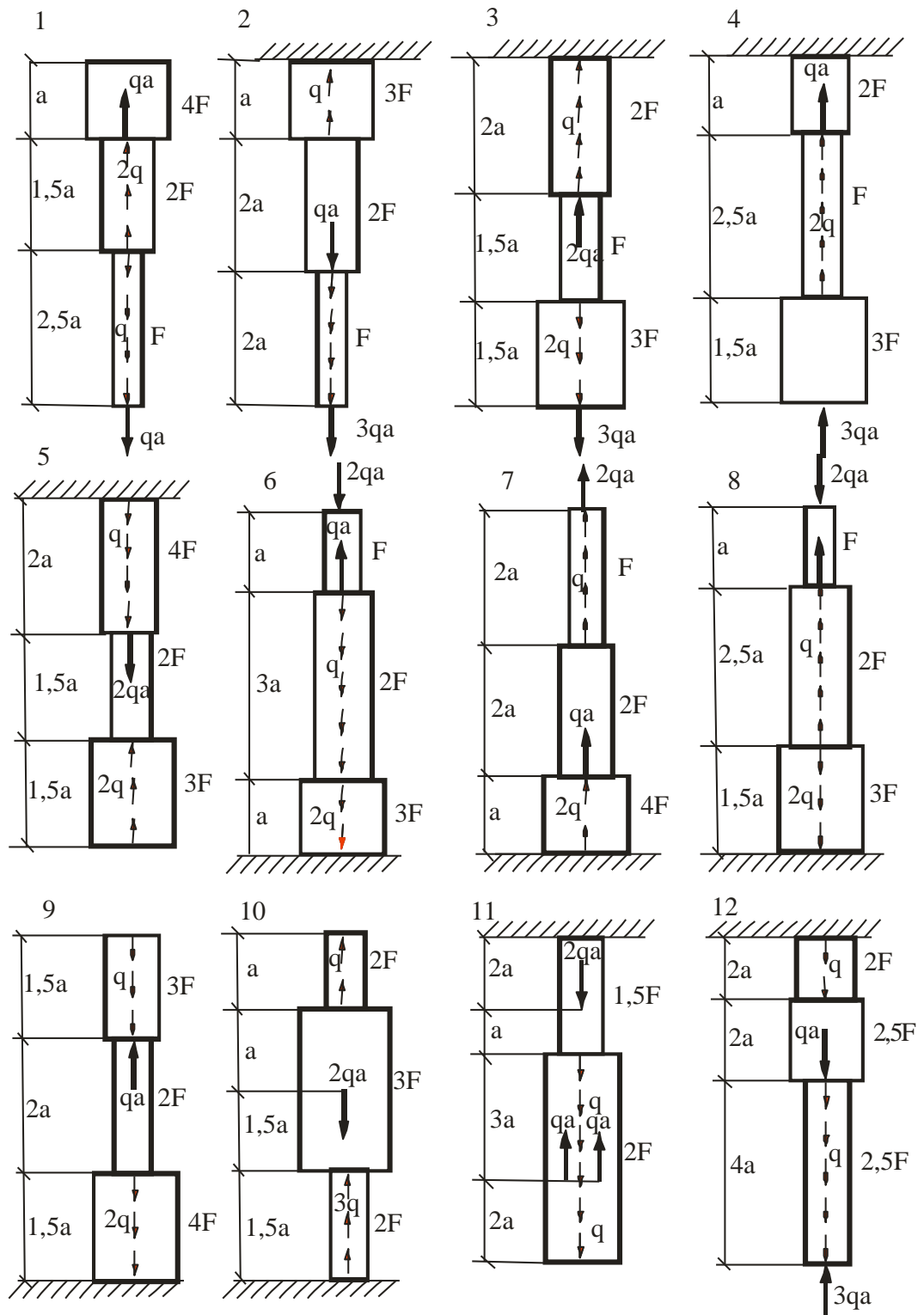
Для ступенчатого стержня с заданными размерами и приняв $E=2 \cdot 10^8$ кН/м², $[\sigma]=160 \cdot 10^3$ кН/м², требуется выполнять следующие:

5. Определить силы реакции в опорной сечении.
6. Составить аналитические выражения продольных сил, нормальных напряжений и деформаций возникающих в поперечных сечениях стержня.
7. Построить эпюры продольных сил, нормальных напряжений и деформаций.
8. Определить абсолютное значение полной деформации.

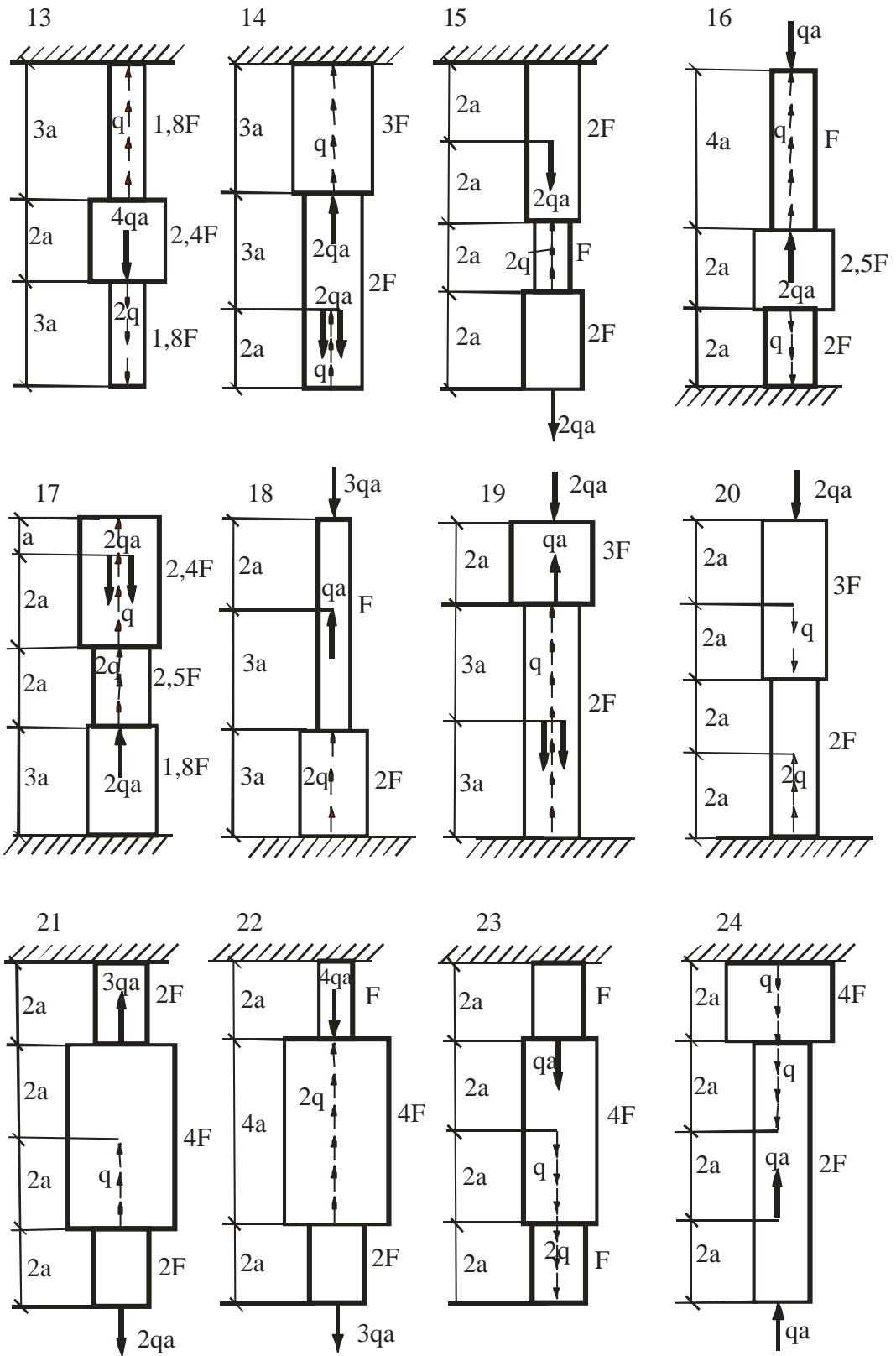
Схема задачи из рис. 3, значения геометрических размеров и нагрузок следует брать из таблицы 4.

Таблица 4

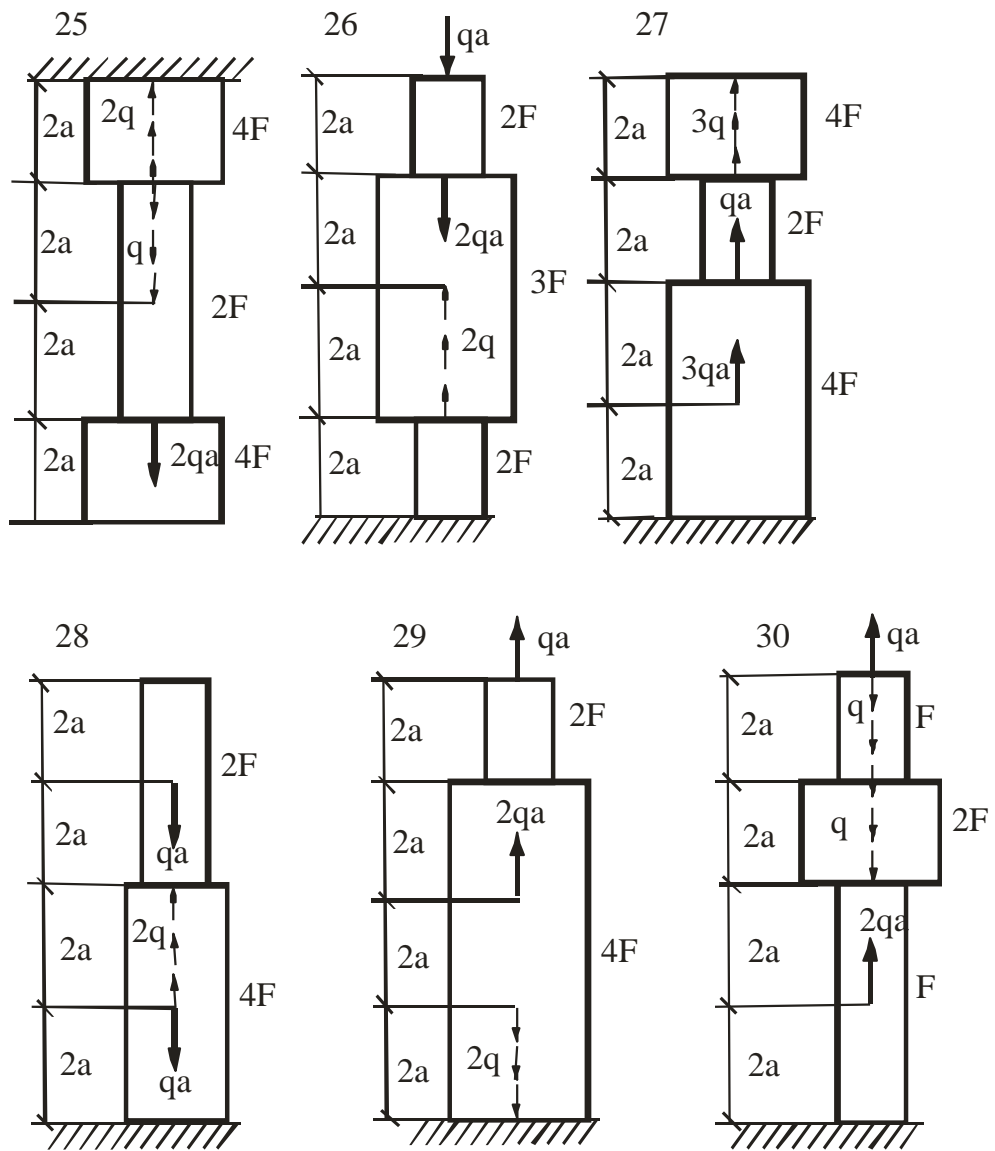
Первая цифра шифра	a, (м)	Вторая цифра шифра	F, ($\cdot 10^{-4}$ м ²)	Последняя цифра шифра	q, (кН/м)
1	2,0	1	12,0	1	20,0
2	2,2	2	14,0	2	15,0
3	2,6	3	16,0	3	18,0
4	2,4	4	18,0	4	20,0
5	2,8	5	20,0	5	18,0
6	1,8	6	22,0	6	16,0
7	2,6	7	24,0	7	10,0
8	2,2	8	26,0	8	24,0
9	2,0	9	28,0	9	22,0
0	1,6	0	30,0	0	14,0



3-рaсм
Рис. 3.



3-расм (давони)
Продолжение рис. 3.



3-расм (давони)

Продолжение рис. 3.

ЗАДАЧА №2

Для данной статически неопределимой стержневой системы требуется выполнить следующее:

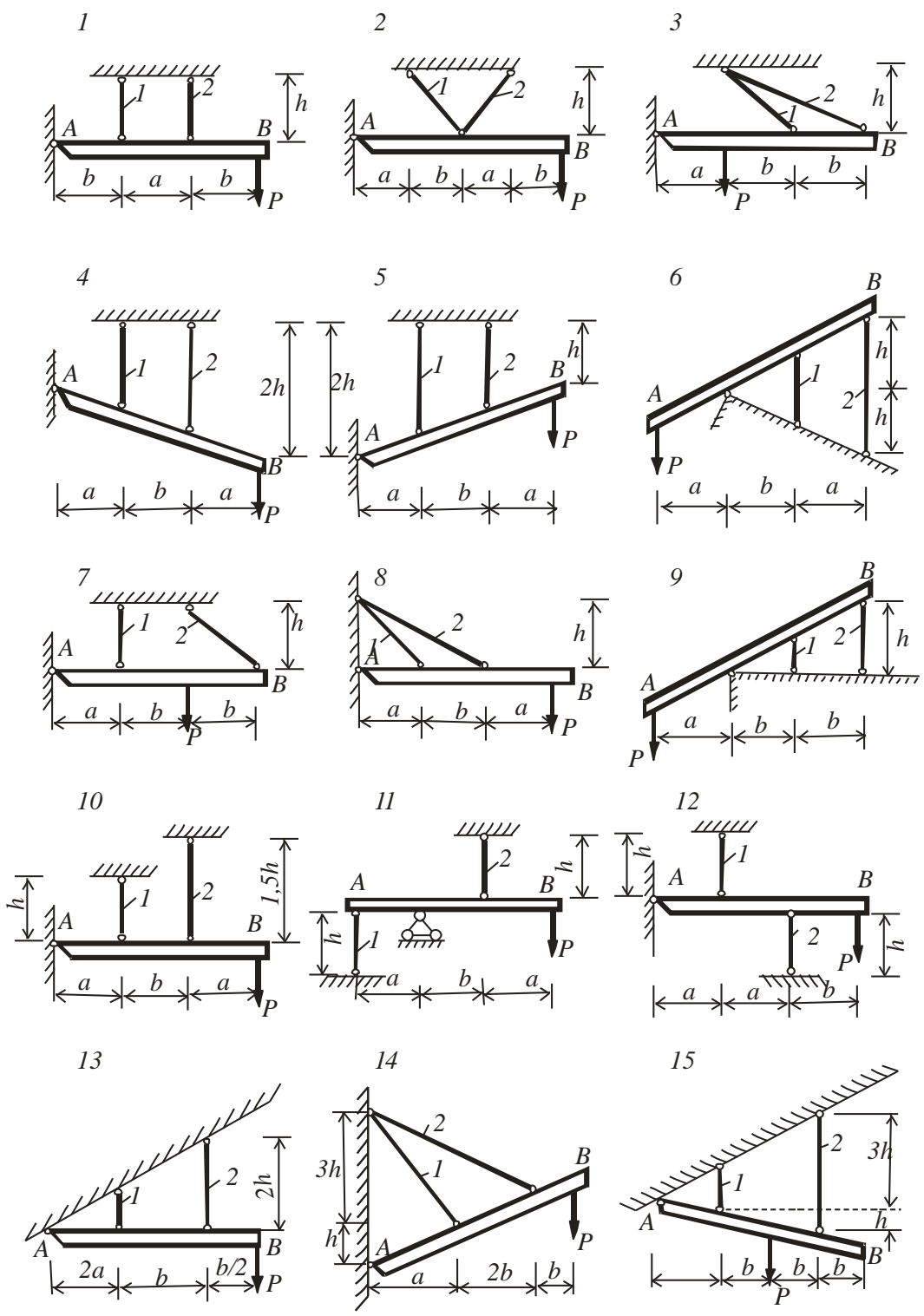
8. Определить степень статической неопределимости.
9. Составить уравнения для системы сил (в том числе опорных реакций) действующих на тело.
10. Пользуясь формы деформирования системы составить дополнительные уравнения - деформации.
11. Используя формулу закона Гука выразить уравнения деформации через неизвестные усилия в стержнях.
12. Решение полученной уравнении с уравнениями равновесия.
13. Пользуясь из условия прочности при растяжении и сжатии подобрать сечения для 1-го и 2-го стержня.
14. Определить значения силы Р переводящую на пластическую состояния стержня. При этом принять предел текучести $[\sigma_T]=220 \cdot 10^3 \text{ кН/м}^2$.

Схема задачи из рис. 4, значения геометрических размеров и нагрузок следует брать из таблицы 5.

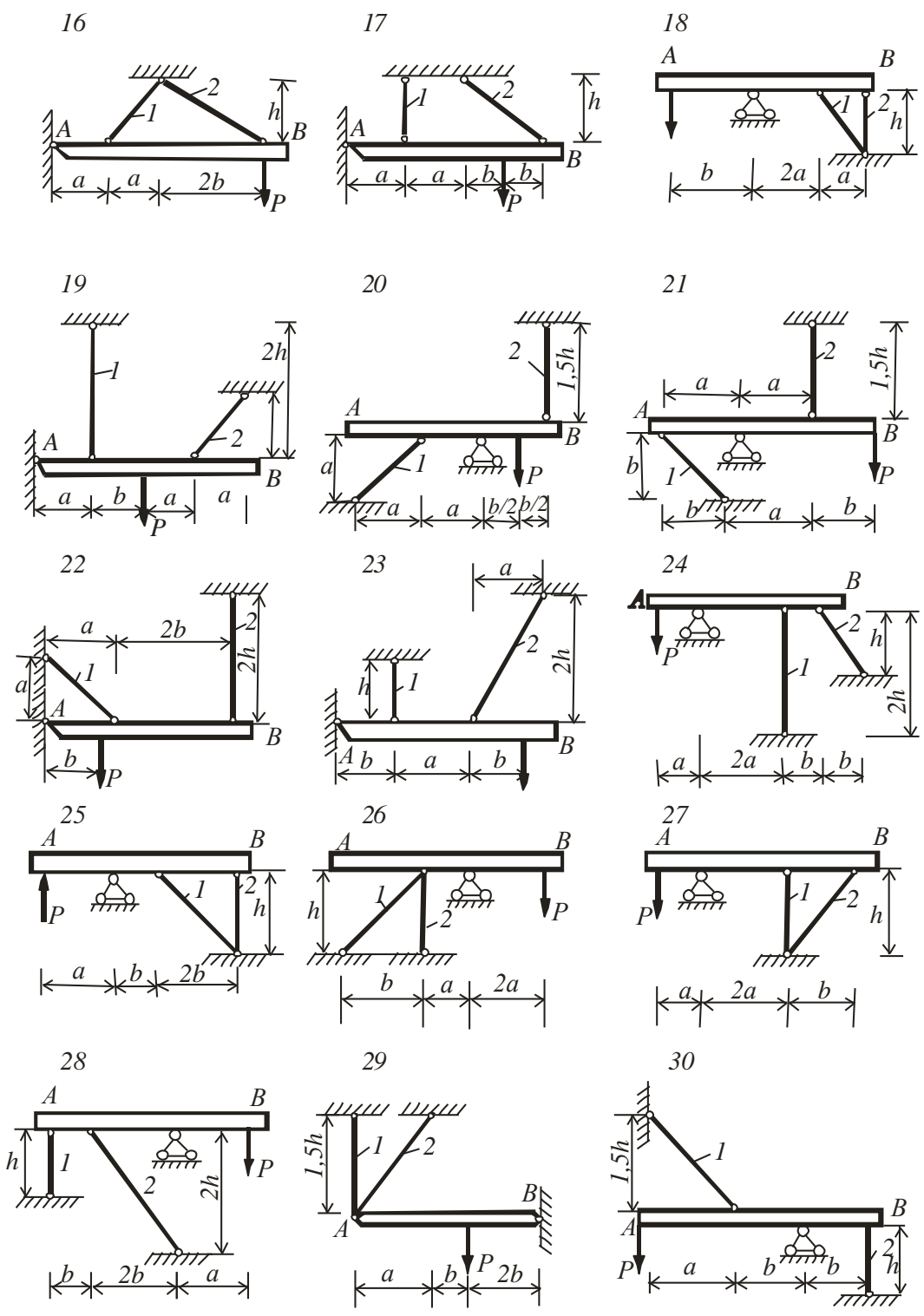
Таблица 6

Нагрузки и геометрические размеры

№	a (м)	b (м)	c (м)	F_2/F_1	P (кН)
1	2,0	1,4	1,8	2,0	8
2	2,2	1,6	2,0	1,5	12
3	2,6	1,8	2,2	1,2	15
4	2,4	1,6	2,1	1,4	16
5	2,8	1,6	1,6	1,3	12
6	1,8	1,0	1,2	1,8	10
7	2,6	1,2	1,5	1,0	18
8	2,2	1,2	1,7	1,1	20
9	2,0	1,0	1,5	2,0	24
10	2,4	1,4	1,6	1,8	14
11	3,0	2,0	2,0	1,5	20
12	2,9	1,8	1,8	2,0	21
13	2,4	1,6	1,6	1,3	20
14	2,1	1,4	1,4	1,2	18
15	1,8	1,2	1,2	1,6	15
16	2,0	1,3	1,3	1,2	12



4-расм
Рис. 4.



4-расм (давоми)
Продолжение рис. 4.

IV – РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

РАСЧЕТ БАЛКИ НА ПРОЧНОСТЬ И ЖЕСТКОСТЬ

Юкланиш схемаси 5-расмда ва кўндаланг кесим шакли 6- расмда кўрсатилган пўлат балка учун қуйидагилар талаб қилинади:

1. Эгувчи момент M ва кўндаланг куч Q эпюралари q, ℓ лар билан ифодаланиб қурилсин.

2. Берилган $\ell = 2$ м ва рухсат этилган кучланиш $[\sigma] = 160 \cdot 10^3 \text{ кН/м}^2$ учун тарқалган куч интенсивлигининг рухсат этилган қиймати $[q]$ аниқлансин.

3. Бош кучланишларга нисбатан хавфли кесим аниқланиб, бу кесимдаги нормал ва уринма кучланишлар эпюралари қурилсин.

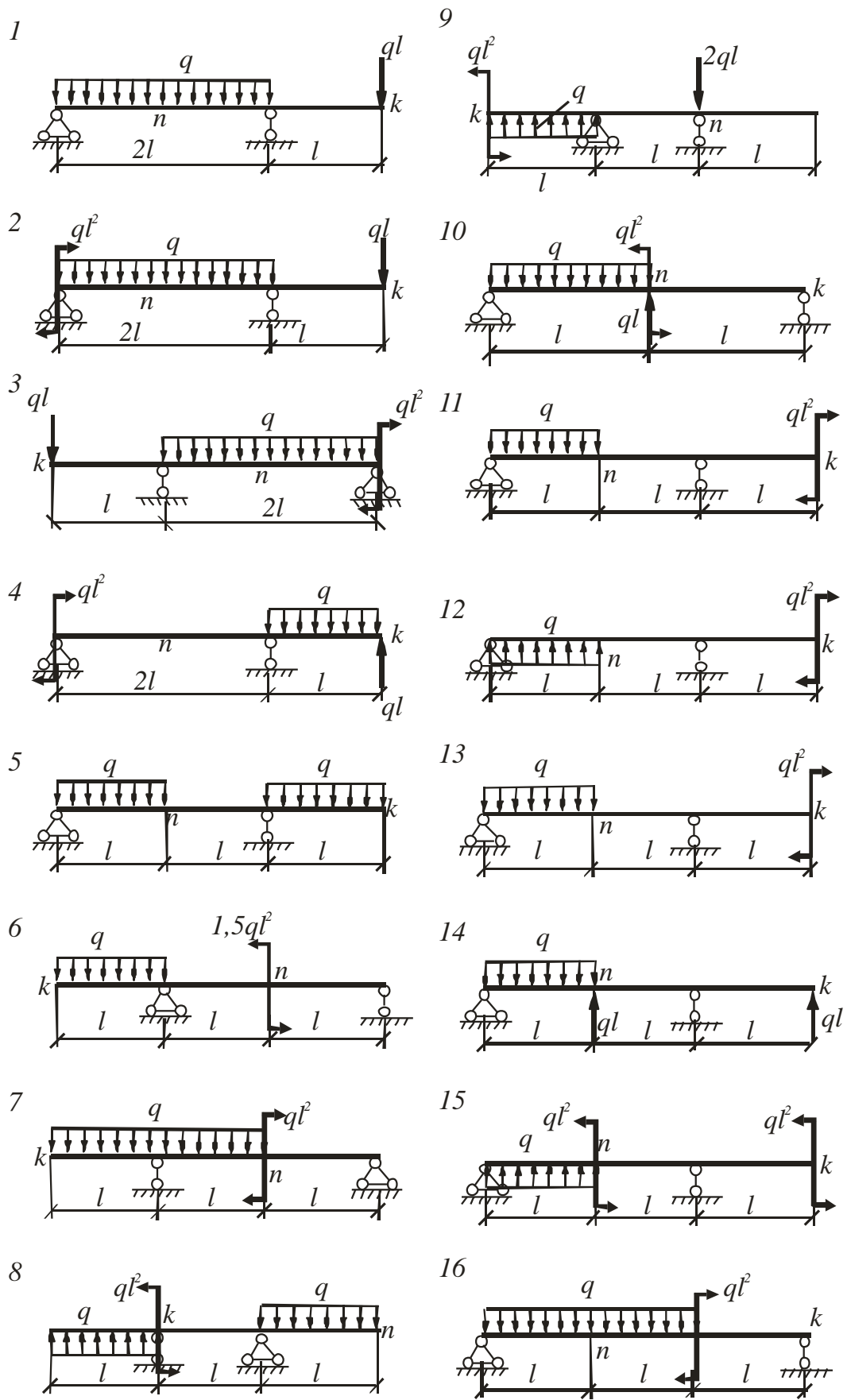
4. Балка мустаҳкамлиги уринма кучланишга нисбатан текшириб кўрилсин. Уринма кучланишнинг рухсат этилган қиймати $[\tau] = 0,58 \cdot [\sigma]$ деб қабул қилинсин.

5. Бошланғич параметрлар усули ёрдамида балканинг белгиланган “ n ” ва “ k ” кесимларининг салқиликлари ва оғиш бурчаклари аниқлансин.

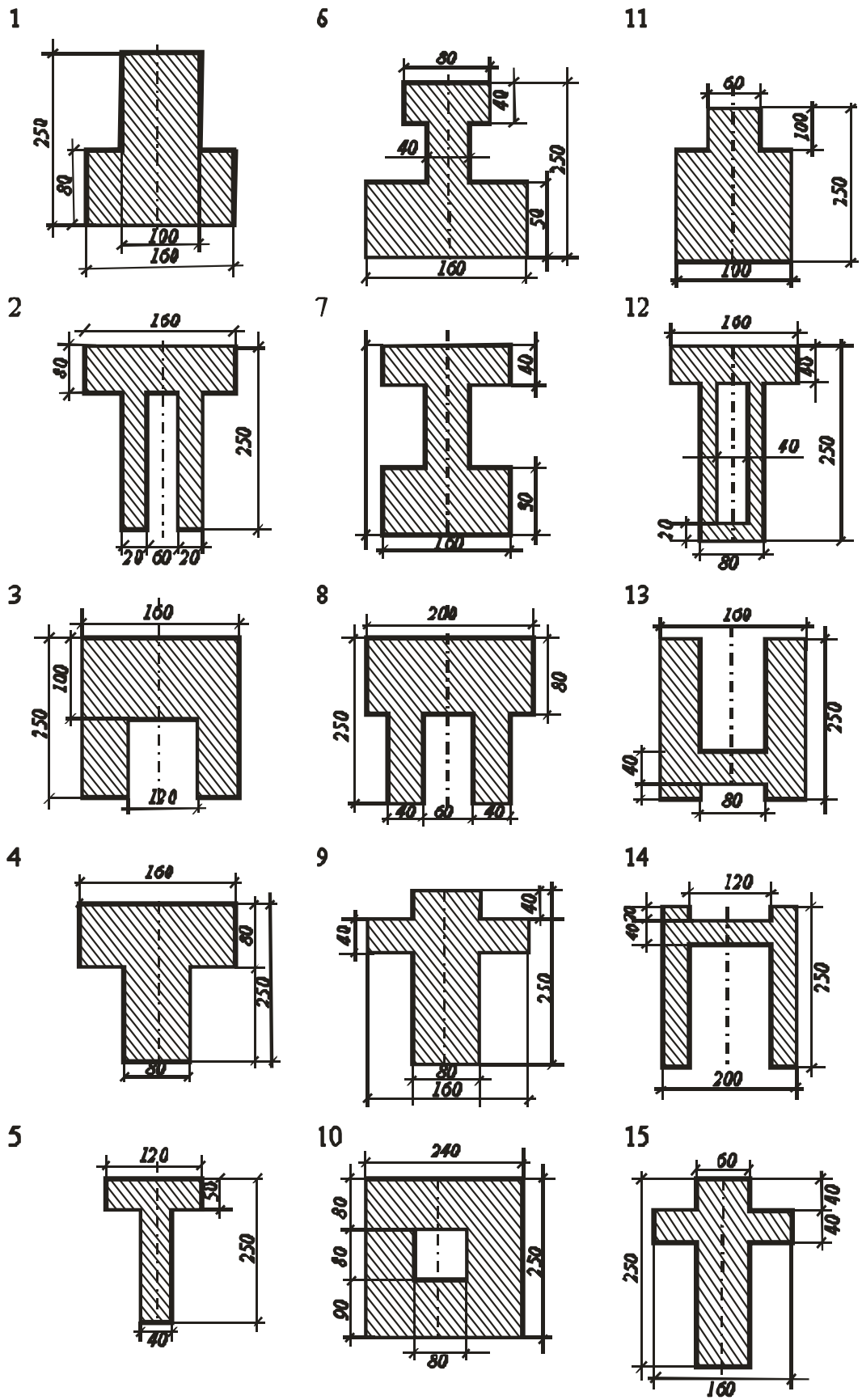
6. Балка ўқининг эгилиш шакли тасвирлансин.

7. Берилган балканинг кесими кўштаврдан қайта танлансин ($[\sigma] = 160 \cdot 10^3 \text{ кН/м}^2$). Кўштавр ва берилган кесимнинг юзалари ва бикрликлари таққослансин.

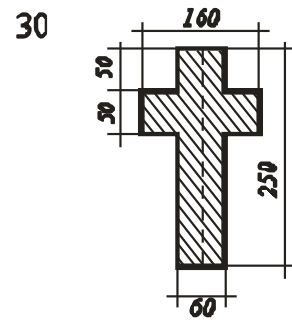
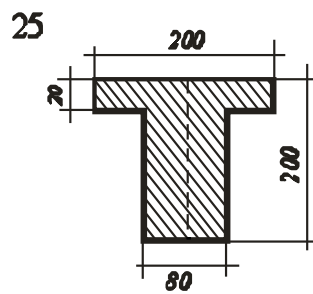
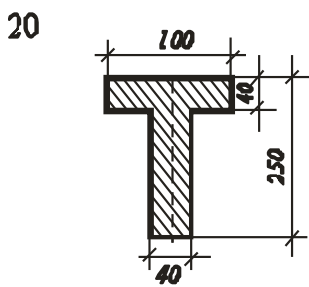
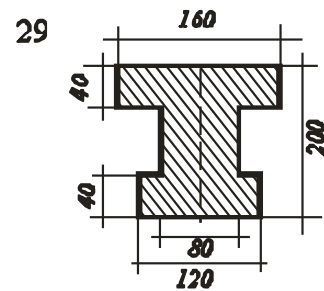
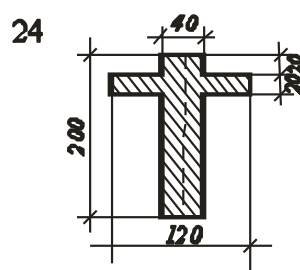
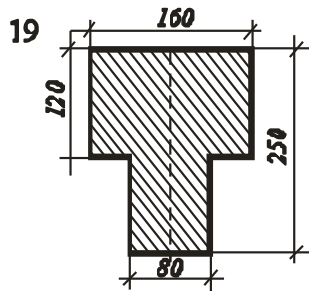
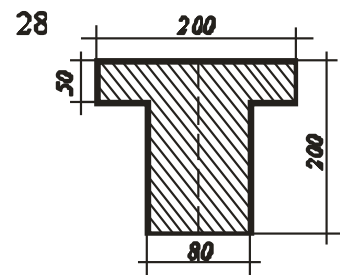
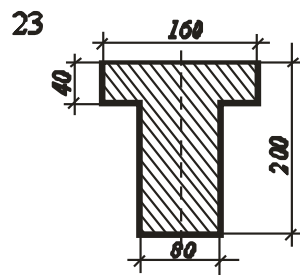
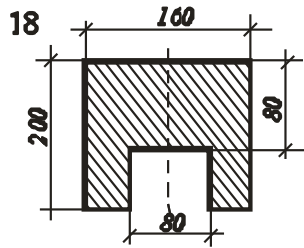
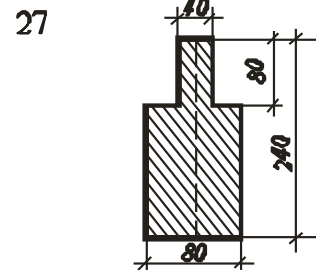
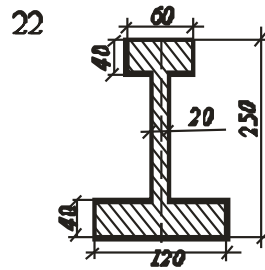
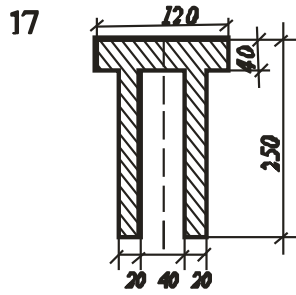
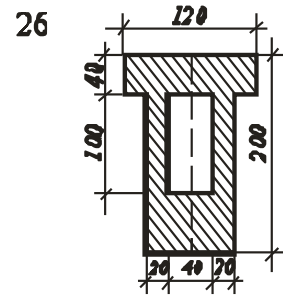
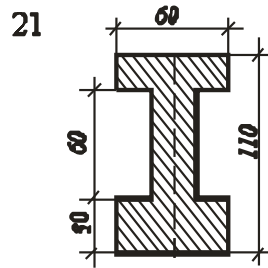
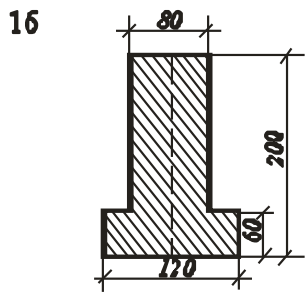
8. Берилган ва кўштаврли кесим учун балканинг бикрлик шarti текшириб кўрилсин. Рухсат этилган салқилик $[f] = \ell/300$ деб қабул қилинсин.



5-расм



6-рaсм



б-рaсм (давoми)

V-ҲИСОБЛАШ ГРАФИК ИШИ

БИКИРЛИГИ КАТТА БЎЛГАН УСТУНЛАРНИ НОМАРКАЗИЙ ЧЎЗИЛИШ ВА СИҚИЛИШГА ҲИСОБЛАШ

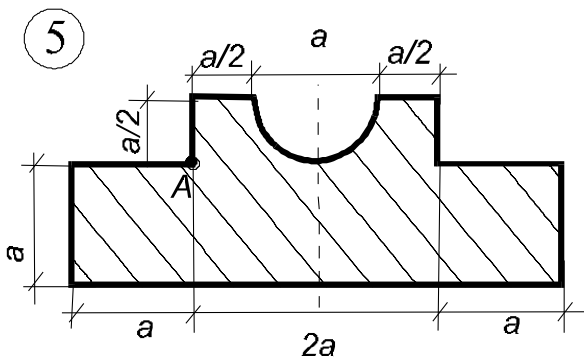
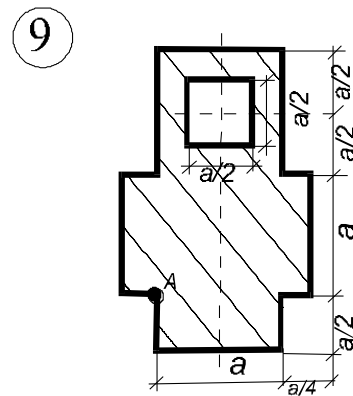
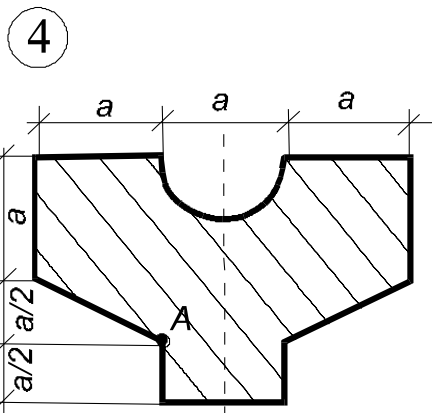
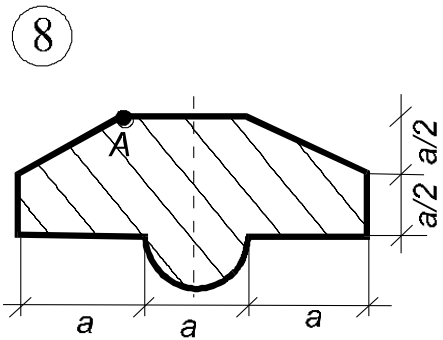
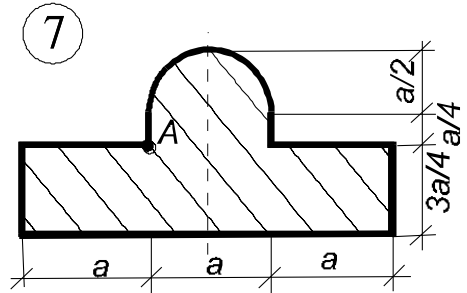
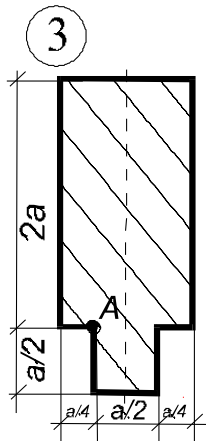
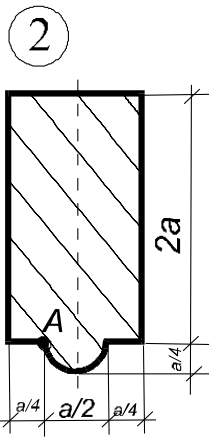
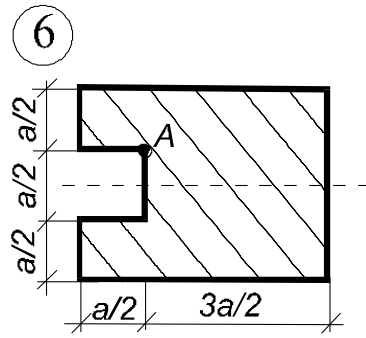
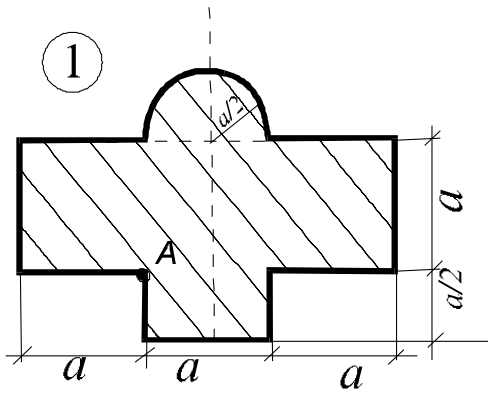
Кўндаланг кесими 7-расмда, геометрик ўлчамлари ва рухсат этилган кучланиш қийматлари 6-жадвалда келтирилган устун $A(z_p, y_p)$ нуктада сиқувчи P куч билан юкланган. Бу устун учун¹:

1. Устун кўндаланг кесими юзасининг геометрик характеристикалари аниқлансин.
2. Нейтрал ўқнинг вазияти топилсин.
3. Кўндаланг кесимнинг характерли нукталаридаги кучланишлар аниқлансин.
4. Нормал кучланишлар эпюраси аксонометрияда қурилсин.
5. Мустаҳкамлик шартидан P кучнинг рухсат этилган қиймати аниқлансин.
6. Устун кўндаланг кесими учун кесим ядроси қурилсин.

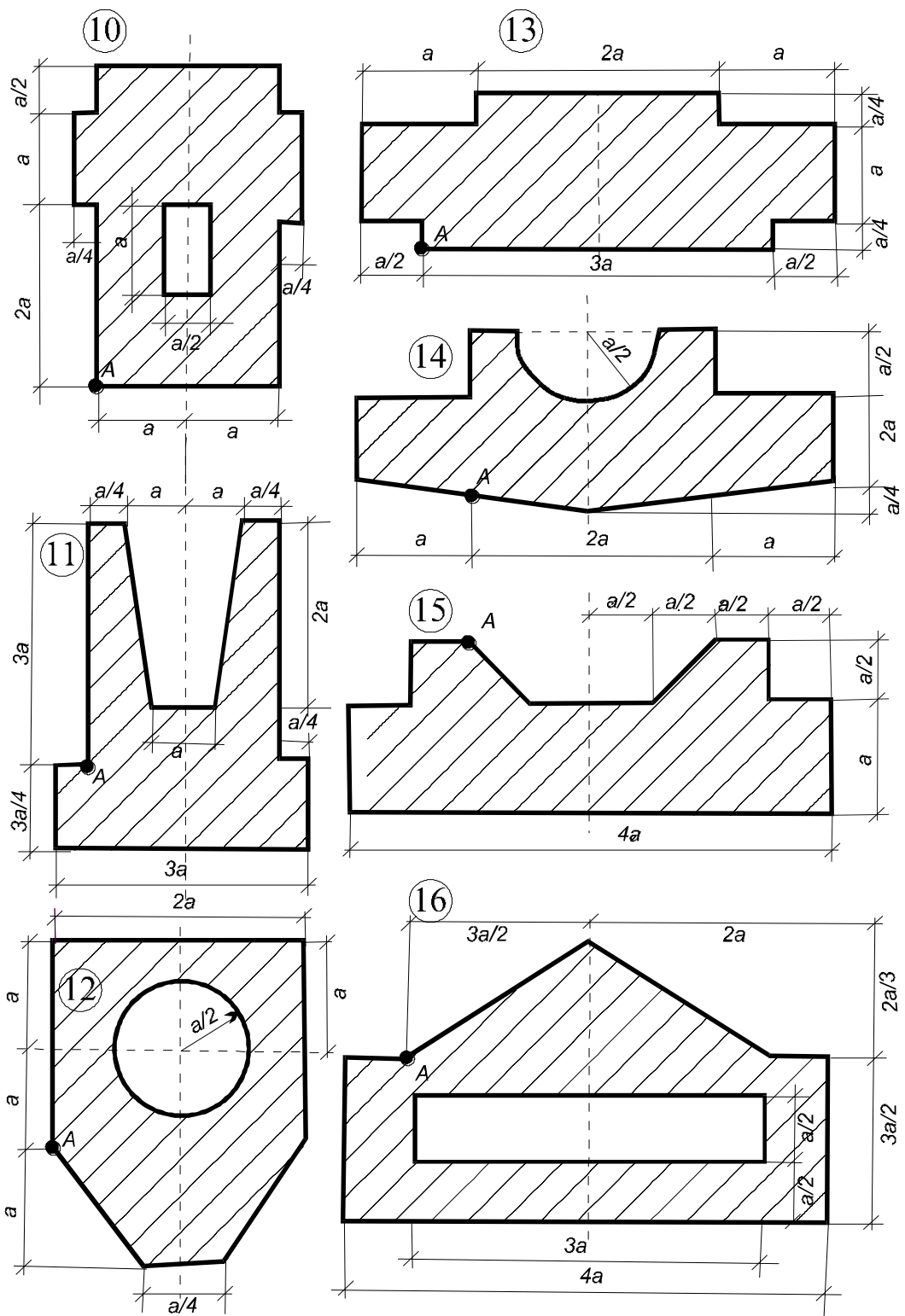
6-жадвал

Шифрнинг биринчи рақами «п»	Схема номери	а, (м)	$[\sigma]_c \cdot 10^{-3},$ (кН/м ²)	Шифрнинг иккинчи рақами «к»	Устун- нинг узунлиги (м)	$[\sigma]_q \cdot 10^{-3},$ (кН/м ²)
1	1	0,6	110	1	4,5	21
2	2	0,2	120	2	5,0	22
3	3	0,3	130	3	5,5	23
4	4	0,5	140	4	6,0	24
5	5	0,4	150	5	4,5	25
6	6	0,6	60	6	5,0	26
7	7	0,2	70	7	5,5	27
8	8	0,3	80	8	4,0	28
9	9	0,4	90	9	4,5	29
0	10	0,5	100	0	5,0	30

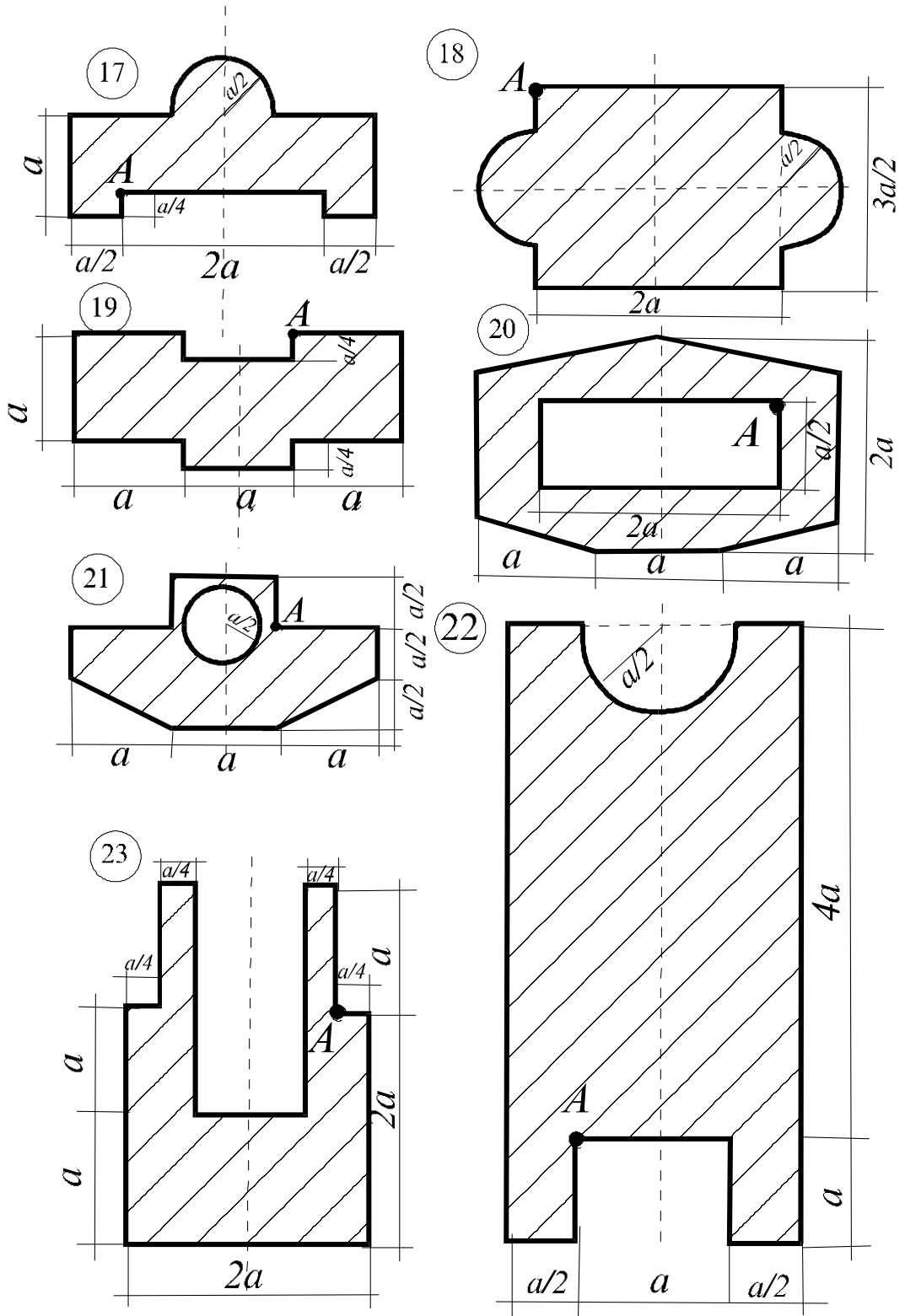
¹ Изох: ишнинг варианты, иккита рақам орқали берилади; 6-жадвалда биринчи рақам «п», иккинчи рақам «к» билан белгиланган.



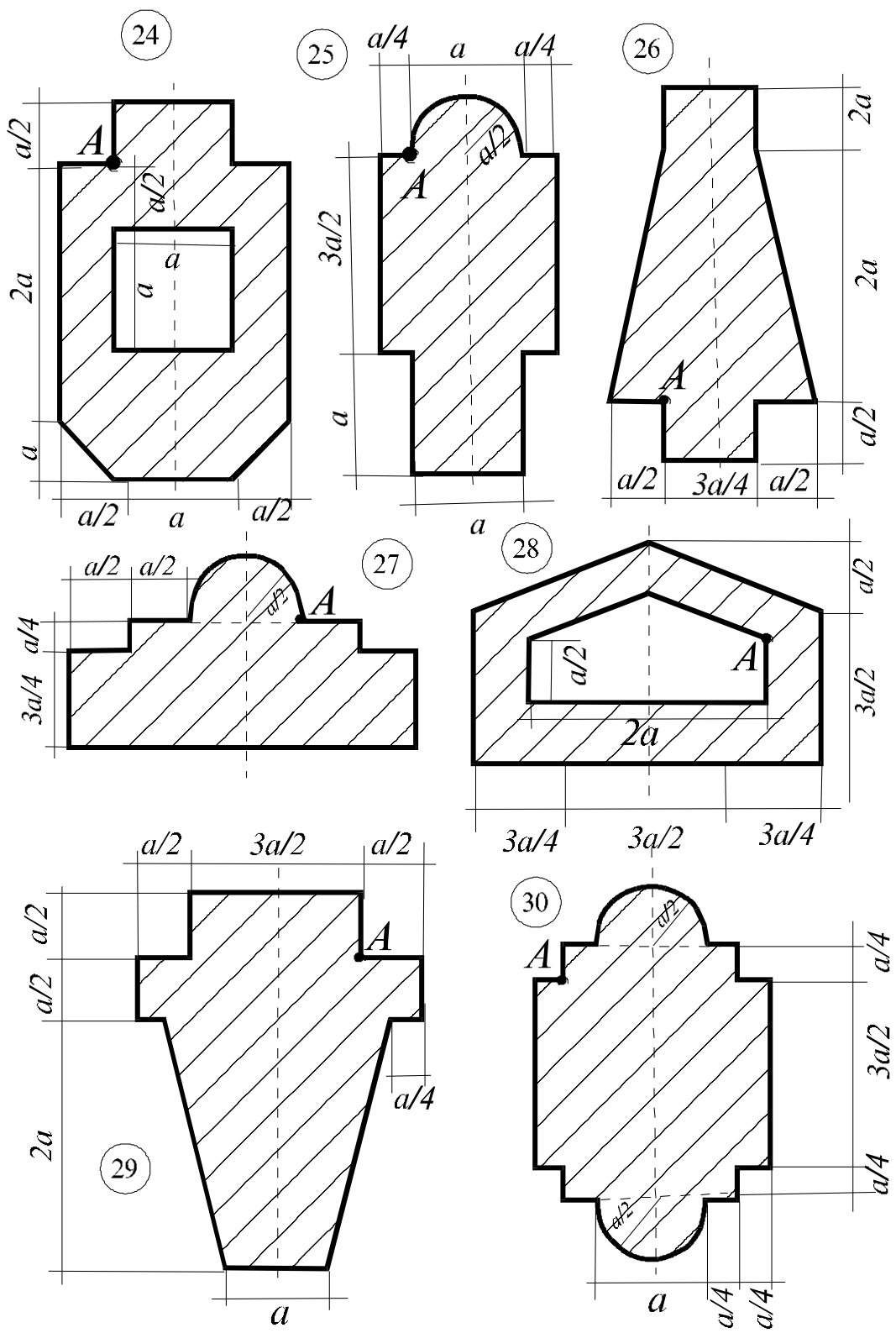
7-расм



7-рasm (давoми)



7-рasm (давoми)



7-расм (давони)

VI-ҲИСОБЛАШ ГРАФИК ИШИ

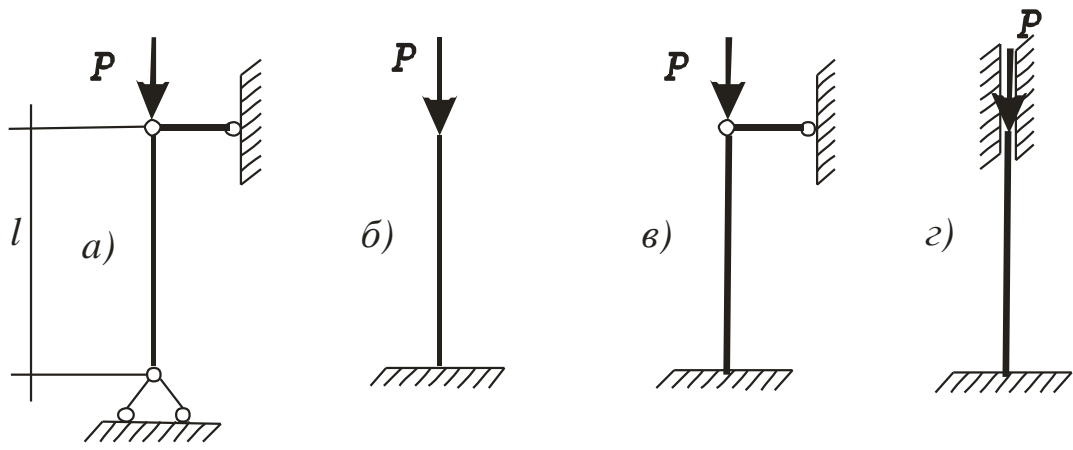
ҚЎШМА МЕТАЛ УСТУННИ УСТИВОРЛИККА ҲИСОБЛАШ

Қўшма устуннинг юкланиш схемаси, устунга қўйилган P кучининг қиймати, ҳамда устун кўндаланг кесимининг шакли вариантга биноан 9- ва 10 – расмлардан ва 7-жадвалдан олинади. Берилган устунни устиворликка ҳисоблашда қуйидаги амалларни бажарилиши талаб қилинади:

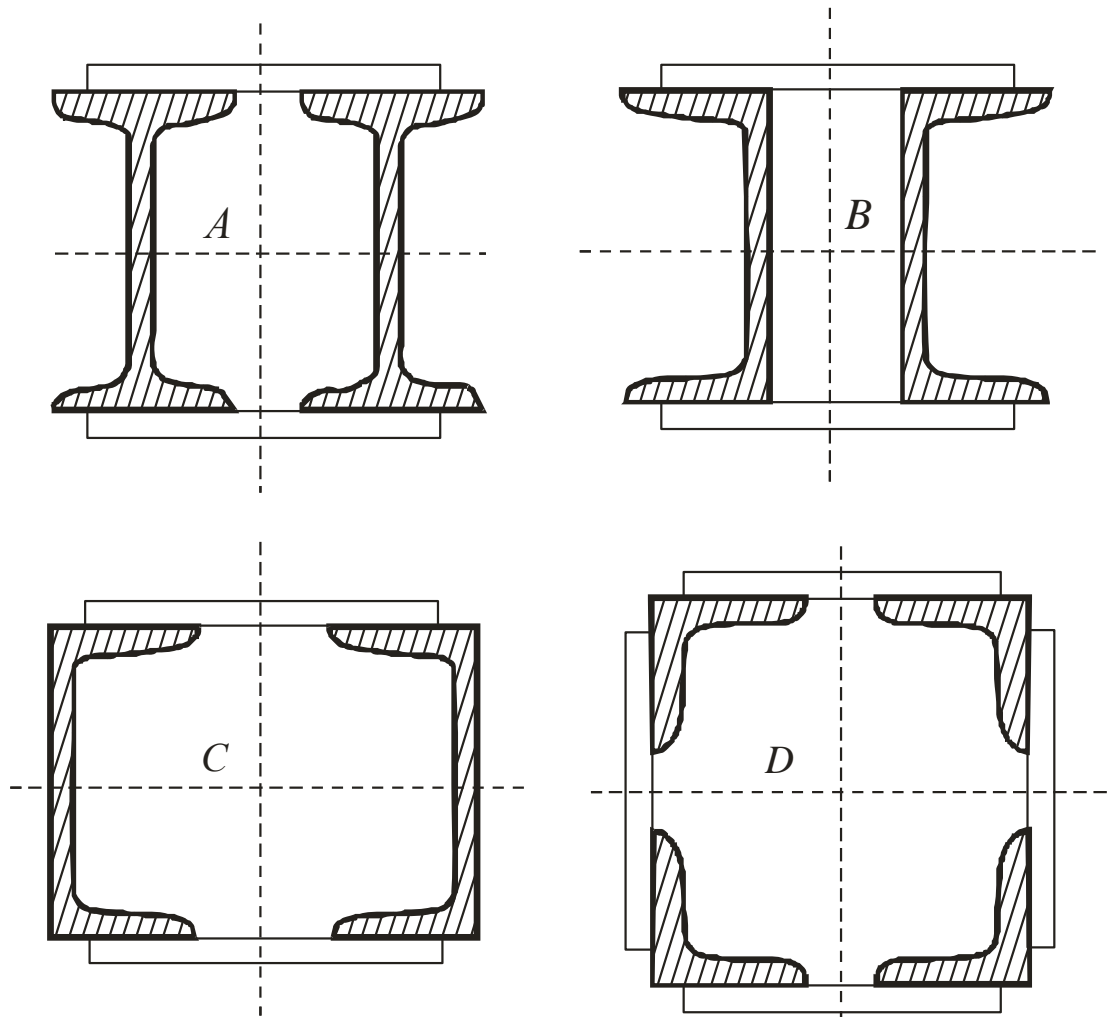
1. Устуннинг кўндаланг кесим юзасини кетма – кет яқинлашиш усули билан аниқлансин.
2. Кўндаланг кесим текислигида устуннинг тармоқлари орасидаги масофа “а” ни устуннинг тенг устиворлик шартидан фойдаланиб аниқлансин.
3. Устун тармоқларини бирлаштирувчи планкаларнинг ўлчамлари аниқлансин.
4. Устун узунлиги бўйлаб планкалар орасидаги масофа, ҳамда устунни йиғиш учун ишлатиладиган планкалар сони аниқлансин.
5. Устун таянч турлари ўзгартирилиб, у қайтадан устиворликка ҳисоблансин ва аввалги натижа билан таққослансин.

7-жадвал

Вариантлар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Куч қўйиш схемаси	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г	а	б	в	г
Устуннинг кесими	А				В				С				D			
Устун узунлиги (м)	6	8	7	4	6	9	8	5	4	7	9	6	4	5	7	10
Куч қиймати (кН)	700	400	800	650	600	430	620	750	500	480	520	800	550	720	450	680



8-рasm.



9-рasm