

Федеральное агентство по образованию РФ
Пермский национальный исследовательский политехнический
университет
Кафедра «Строительная механика и вычислительные технологии»

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Задания к курсовым работам
для студентов строительных специальностей

Часть II

Пермь 2012

Составили: А.А. Балакирев, В.Е. Калугин, Т.Э. Римм, Ю.П. Сметанников.

УДК 539.4

Рецензент:
канд. техн. наук С.Г. Кузнецова

(Пермский национальный исследовательский политехнический университет)

Сопротивление материалов: Задания к курсовым работам. Ч.2 / Сост. А.А. Балакирев, В.Е. Калугин, Т.Э. Римм, Ю.П. Сметанников. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012. – 45 с.

Приведены задания к курсовым работам по сопротивлению материалов для студентов строительных специальностей.

© ГОУ ВПО
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет», 2012

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Основной целью курсовой работы является закрепление полученных знаний и навыков путем самостоятельной и индивидуальной работы.

Курсовая работа состоит из набора отдельных заданий в соответствии с учебной программой по сопротивлению материалов.

При изучении курса сопротивления материалов студент выполняет в зависимости от специальности 18-20 таких заданий.

Курсовая работа имеет индивидуальный характер: расчетные схемы и числовые данные для каждой работы выбираются по шифру, выдаваемому преподавателем. Шифр состоит из шести цифр. В зависимости от задания используются все шесть или только несколько первых цифр шифра.

Задания выполняются на отдельных листах бумаги формата А4 (297x210), а чертежи к ним (обязательно в карандаше) – на миллиметровой бумаге того же формата. Обложка работы оформляется по образцу, приведенному в приложении. Листы бумаги не сшиваются, а нумеруются и вкладываются в обложки вместе с чертежами.

В заголовке каждого отдельного контрольного задания должны быть четко написаны: номер контрольного задания, фамилия и инициалы студента, шифр специальности и учебный шифр по сопротивлению материалов, выданный преподавателем.

Перед выполнением каждого задания выписываются условия с исходными данными и составляется в масштабе чертеж, на котором указываются численные значения заданных величин.

Все этапы работы нумеруются в соответствии с пунктами, указанными в условии, и снабжаются краткими и четкими пояснениями.

Контрольное задание 13

Расчет статически неопределимой стержневой системы растяжения – сжатия

Произвести расчет статически неопределимой стержневой системы на прочность согласно пунктам 2 и 3.

Схемы нагружения приведены на рис.13, числовые данные – в табл.13.

Таблица 13

Цифра шифра	1-я схема	2-я F , кН	3-я				4-я α , град	5-я		6-я		
			размеры, м					A_2/A_1	A_3/A_1	материал		
			a	b	c	l				1	2	3
1	1,11,21	210	3	2	4	5	30	2,0	1,5	С	Л	Д
2	2,12,22	220	4	3	2	6	33	1,8	0,5	С	Д	Л
3	3,13,23	230	1	4	2	7	35	1,5	0,6	Д	Л	С
4	4,14,24	340	2	4	3	5	38	1,2	0,8	Д	С	Л
5	5,15,25	350	2	3	4	6	40	1,1	0,9	Л	Д	С
6	6,16,26	360	1	2	3	4	42	0,9	1,3	Л	С	Д
7	7,17,27	370	2	2	4	5	45	0,8	1,4	С	Л	Д
8	8,18,28	480	3	4	4	8	48	0,7	1,7	Л	Д	С
9	9,19,29	490	4	3	2	6	50	0,6	1,9	Д	С	Л
0	10,20,30	500	4	4	3	6	55	0,5	2,0	С	Д	Л

Примечание. Материалы стержней – сталь Ст. 3 (С), латунь (Л), дюралюминий (Д).

Диски и рычаги считать абсолютно жесткими.

Содержание и порядок выполнения работы

1. Вычертить в масштабе схему, указать числовые значения заданных величин.

2. Подобрать сечения стержней из условия прочности от действия расчетной нагрузки.

2.1. Методом сил раскрыть статическую неопределимость системы, определить усилия в стержнях.

2.2. Подобрать сечения стержней (определить площадь) из условия прочности по предельному состоянию и заданных отношений их площадей.

3. Определить грузоподъемность системы с учетом развития пластических деформаций.

3.1. Изобразить план сил, соответствующий превращению системы в механизм в случае значительных пластических деформаций материала отдельных стержней.

3.2. Составить уравнения равновесия и определить величину предельной нагрузки с учетом развития пластических деформаций.

3.3. Определить расчетную нагрузку с учетом развития пластических деформаций;

3.4. Сравнить полученную нагрузку с заданной и сделать заключение об экономичности конструкции, рассчитанной с учетом и без учета развития пластических деформаций.

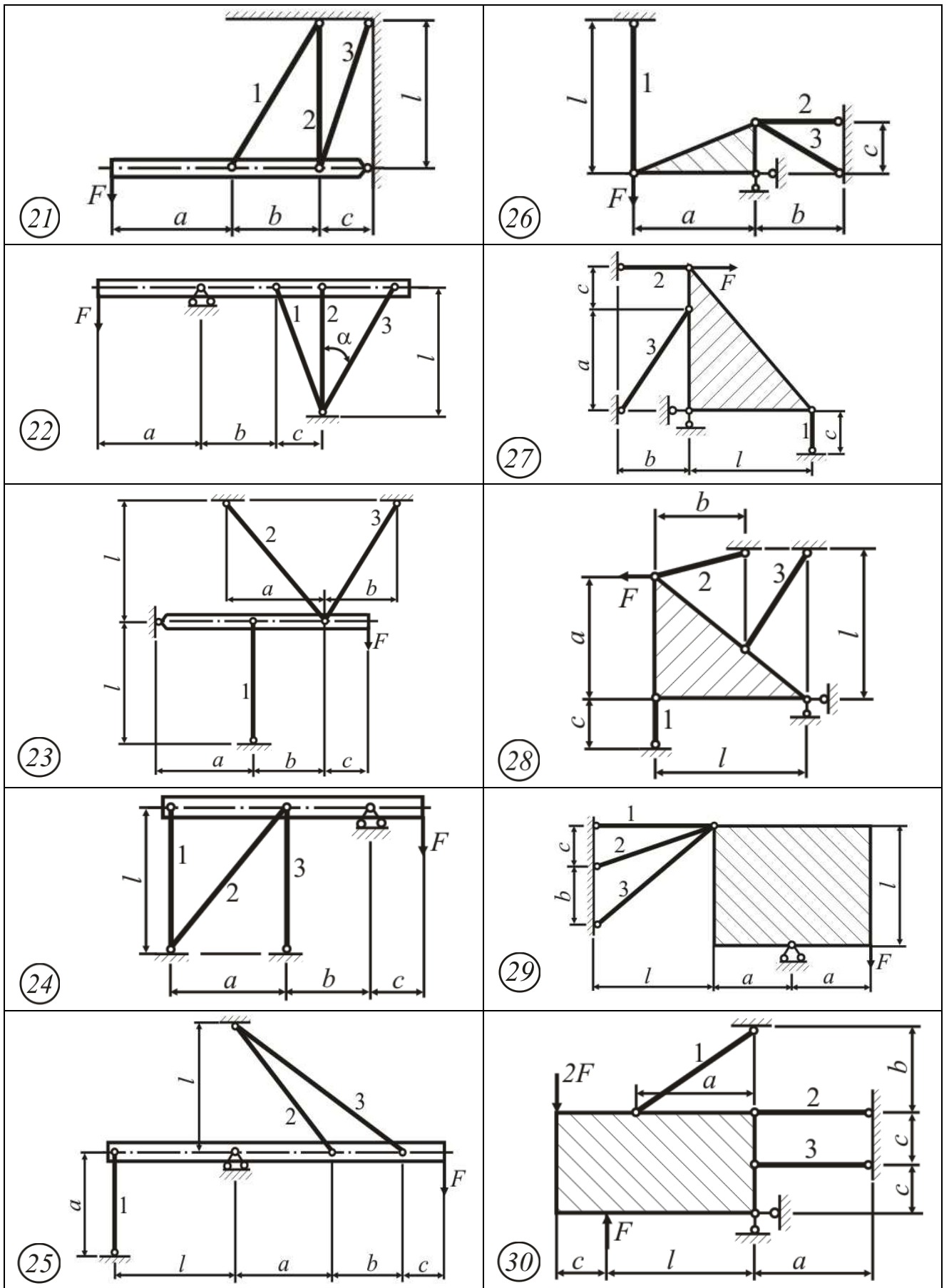


Рис. 13 (окончание)

Контрольное задание 14

Расчет статически неопределимой балки

Раскрыть статическую неопределимость методом сил и из условия прочности подобрать сечение балки.

Схемы нагружения приведены на рис.14, числовые данные – в табл.14.

Материал: сталь Ст. 3.

Таблица 14

Цифра шифра	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
	схема	l , м	a , м	F , кН	M , кН·м	q , кН/м
1	1, 11, 21	3,8	0,5	20	25	12
2	2, 12, 22	4,0	0,6	30	30	14
3	3, 13, 23	4,2	0,7	28	35	16
4	4, 14, 24	5,4	0,8	24	40	18
5	5, 15, 25	6,0	1,0	35	45	20
6	6, 16, 26	4,6	0,9	36	50	22
7	7, 17, 27	3,6	0,8	38	55	24
8	8, 18, 28	4,8	0,7	48	60	26
9	9, 19, 29	3,8	0,6	45	65	28
0	10, 20, 30	5,0	0,5	40	70	30

Содержание и порядок выполнения работы

1. Вычертить в масштабе схему балки, указать числовые значения заданных величин.
2. Определить степень статической неопределимости системы.
3. Выбрать основную систему и получить эквивалентную.
4. Записать каноническое уравнение метода сил.
5. Определить способом Верещагина коэффициент и свободный член канонического уравнения, и решить его.
6. Построить суммарные эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
7. Произвести деформационную проверку решения.
8. Подобрать стандартный двутавр из условия прочности по нормальным напряжениям.

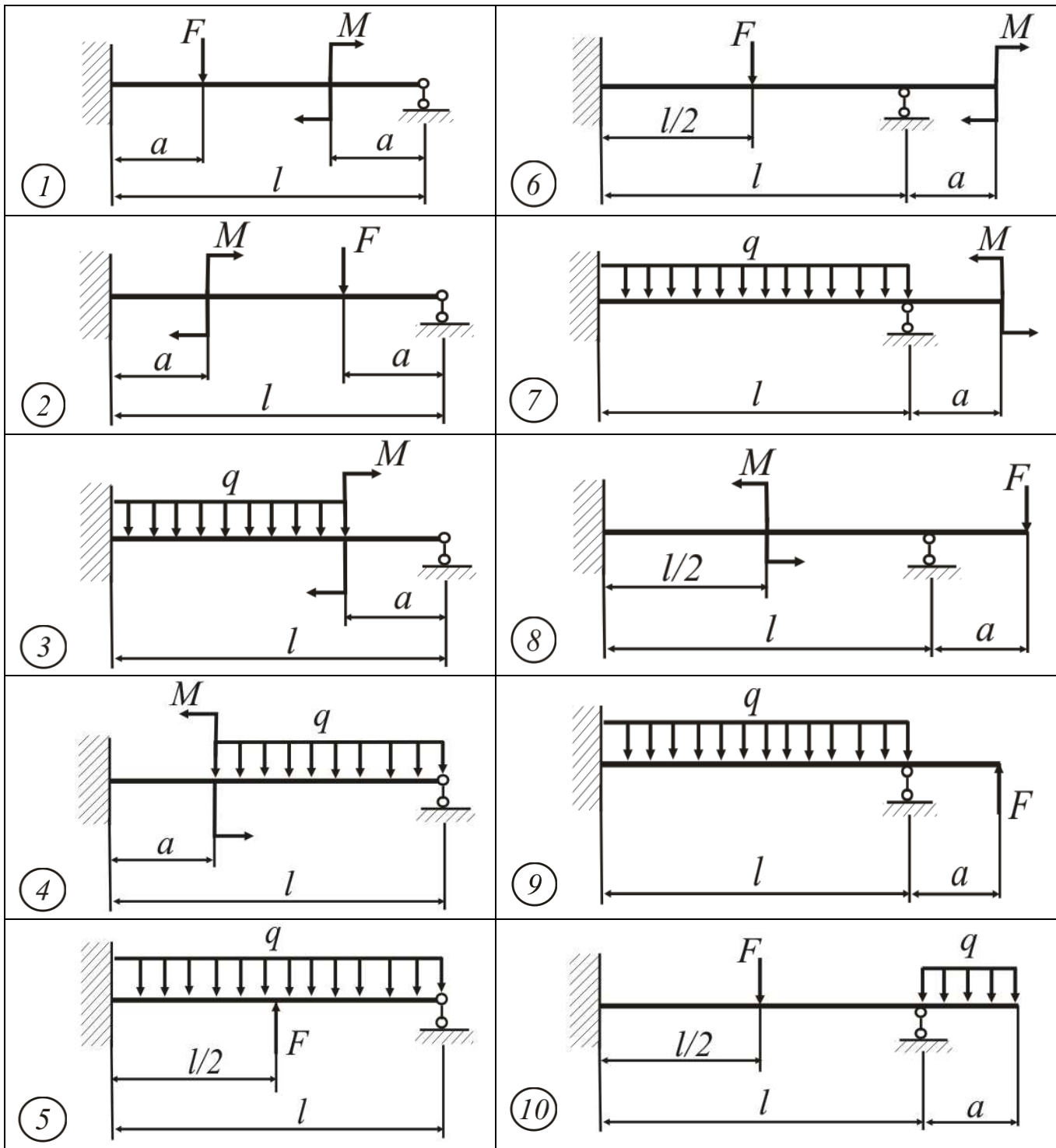


Рис. 14

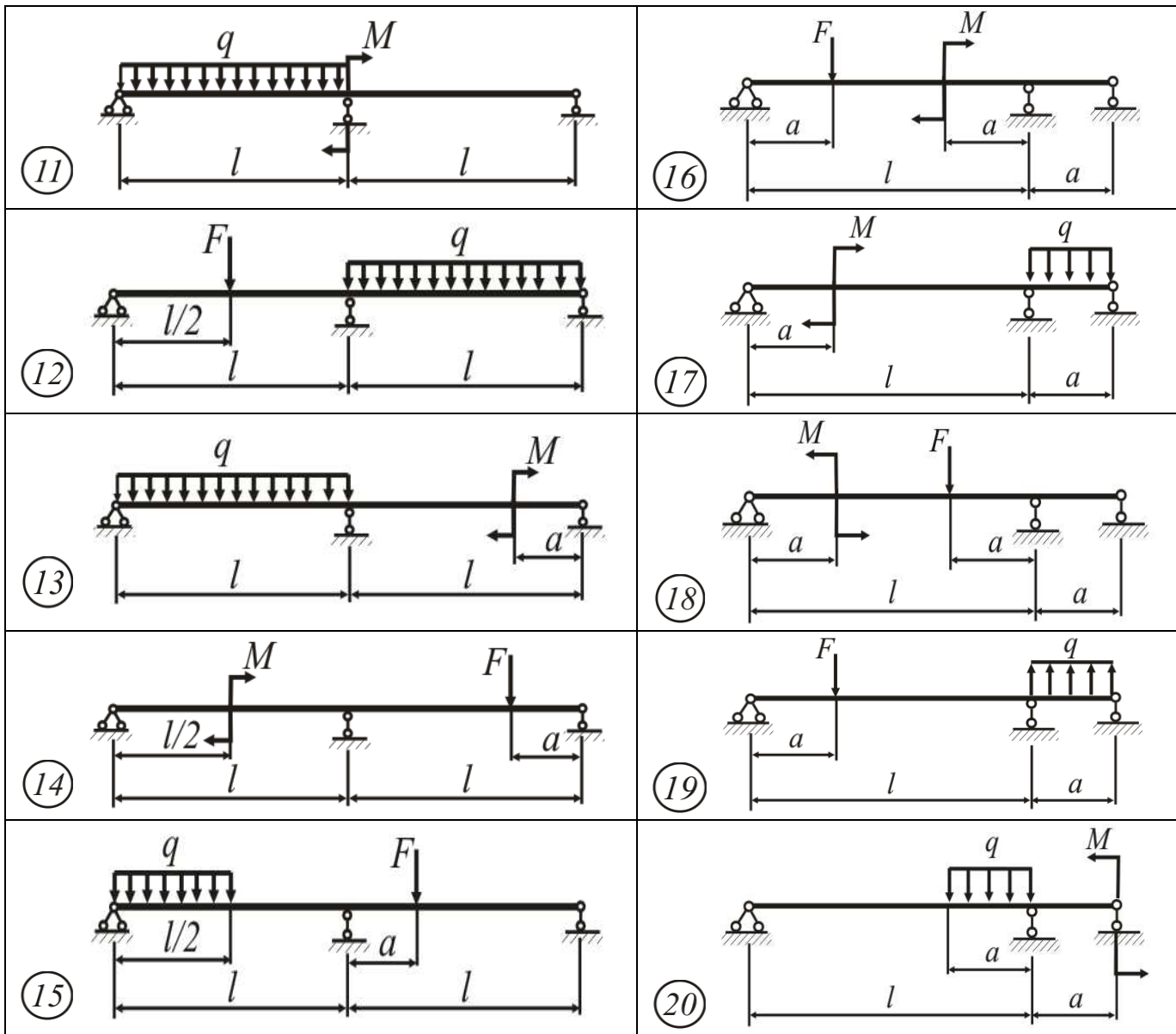


Рис. 14 (продолжение)

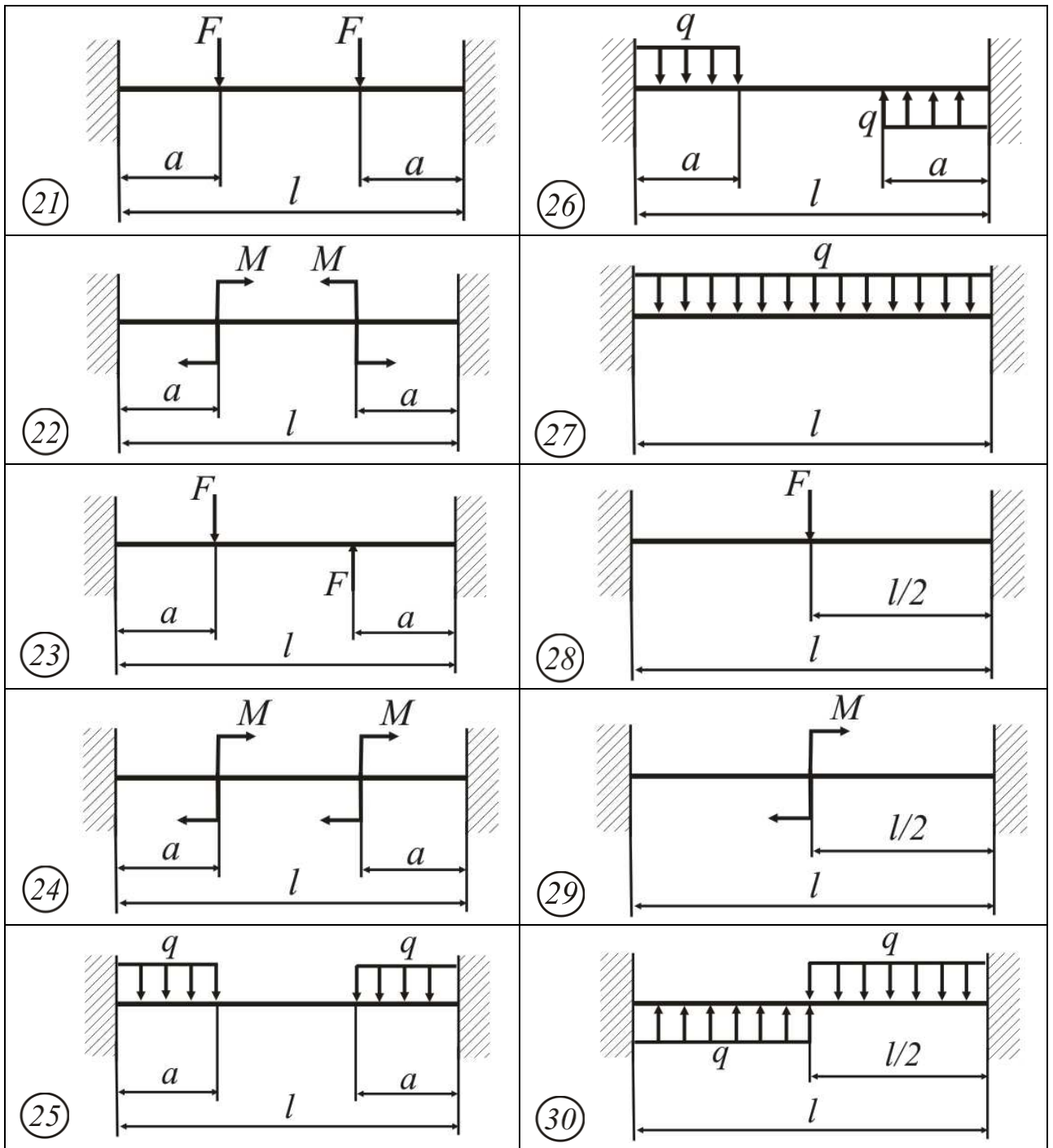


Рис. 14 (окончание)

Контрольное задание 15

Расчет статически неопределимой неразрезной балки

Раскрыть статическую неопределимость и из условия прочности подобрать сечение неразрезной балки.

Схемы нагружения приведены на рис.15, числовые данные – в табл.15.

Материал: сталь Ст. 3.

Таблица 15

Цифра шифра	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
	схема	$l_1:l_2:a$	F , кН	M_0 , кН·м	q , кН/м
1	1,11,21	1,5:1,5:1	10	20	10
2	2,12,22	2,5:2,5:1	18	30	11
3	3,13,23	2:2:1	15	40	12
4	4,14,24	2:1:1	40	50	13
5	5,15,25	1:2:1	50	60	14
6	6,16,26	3:3:1	45	25	15
7	7,17,27	3:1:1	25	35	16
8	8,18,28	1:3:1	30	45	18
9	9,19,29	3:2:1	20	65	20
0	10,20,30	2:3:1	35	55	22

Общие данные: $a = 1$ м.

Содержание и порядок выполнения работы

1. Вычертить в масштабе схему балки, указать числовые значения заданных величин.
2. Определить степень статической неопределимости балки.
3. Для заданной балки изобразить несколько основных систем, одну из которых принять для расчета.
4. Изобразить эквивалентную систему и записать канонические уравнения метода сил.
5. Построить эпюры изгибающих моментов в основной системе от заданных нагрузок и единичных силовых факторов.
6. Вычислить коэффициенты и свободные члены канонических уравнений способом Верещагина.
7. Решить систему канонических уравнений.
8. Построить суммарные эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
9. Произвести деформационную проверку решения с использованием другой основной системы.
10. Подобрать стандартный двутавр из условия прочности по нормальным напряжениям.

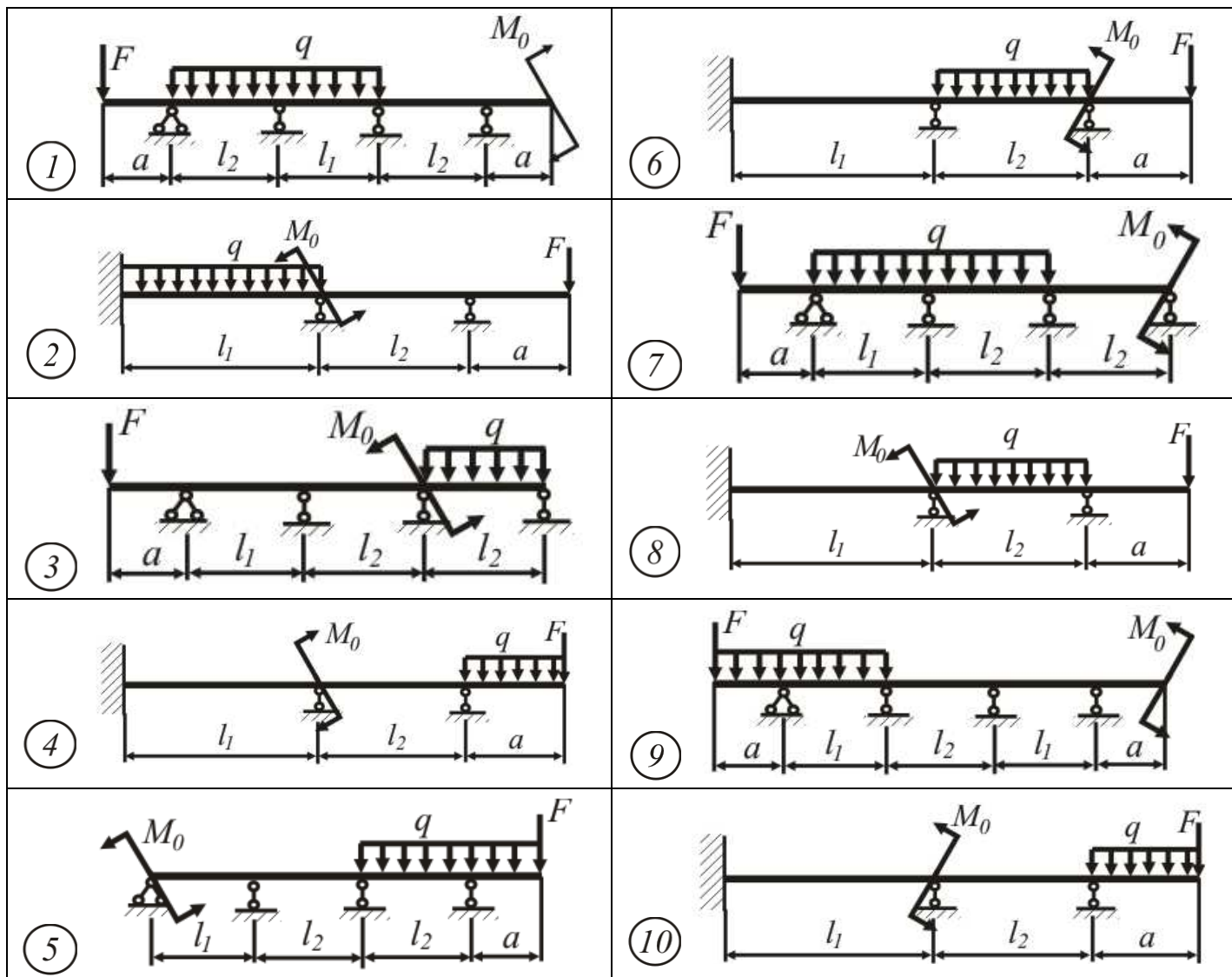


Рис. 15

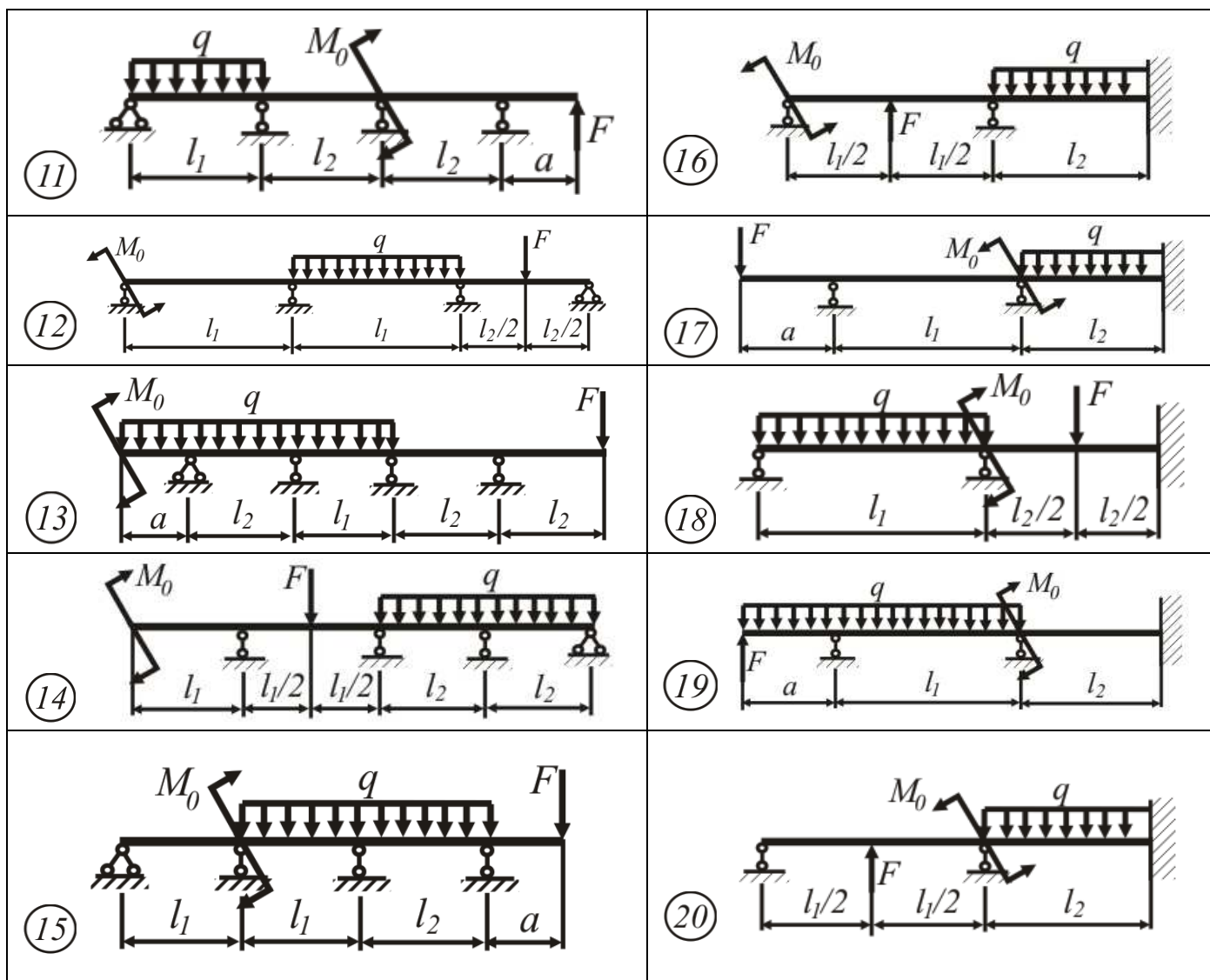


Рис. 15 (продолжение)

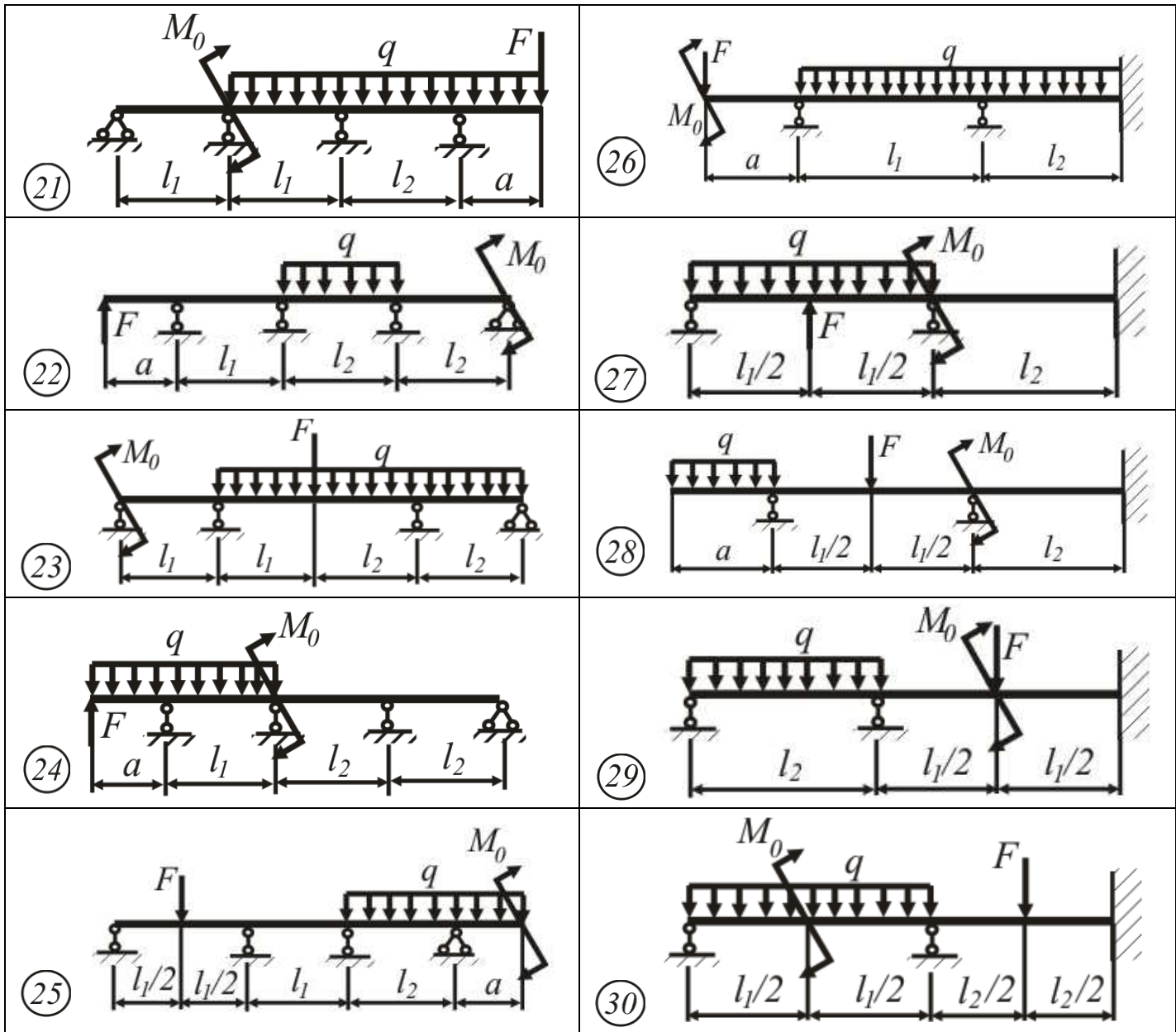


Рис. 15 (окончание)

Расчет статически неопределимой рамы

Подобрать из условия прочности сечение статически неопределимой рамы и определить вертикальное перемещение сечения A .

Схемы нагружения приведены на рис.16, числовые данные – в табл.16.

Материал: сталь Ст. 3.

Таблица 16

Цифра шифра	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
	схема	l , м	b , м	M_0 , кН·м	q , кН/м	F , кН
1	1, 11, 21	2,0	3,0	15	8	20
2	2, 12, 22	2,4	3,2	20	10	22
3	3, 13, 23	2,8	3,4	25	12	24
4	4, 14, 24	2,2	3,6	30	14	26
5	5, 15, 25	2,6	3,8	35	16	28
6	6, 16, 26	3,0	4,0	40	18	30
7	7,17, 27	3,4	4,4	45	20	32
8	8, 18, 28	3,2	4,8	50	22	34
9	9, 19, 29	3,6	4,6	55	24	36
0	10, 20, 30	4,0	5,2	60	26	38

Содержание и порядок выполнения работы

1. Вычертить в масштабе схему рамы, указать числовые значения заданных величин.
2. Определить степень статической неопределимости рамы.
3. Для заданной рамы изобразить несколько основных систем, одну из которых принять для расчета.
4. Изобразить эквивалентную систему и записать канонические уравнения метода сил.
5. Построить эпюры изгибающих моментов в основной системе от заданных нагрузок и единичных силовых факторов.
6. Вычислить коэффициенты и свободные члены канонических уравнений способом Верещагина.
7. Решить систему канонических уравнений.
8. Построить суммарные эпюры внутренних силовых факторов.
9. Произвести деформационную проверку решения с использованием другой основной системы.
10. Подобрать двутавровое сечение из условия прочности по нормальным напряжениям.
11. Определить вертикальное перемещение сечения A .

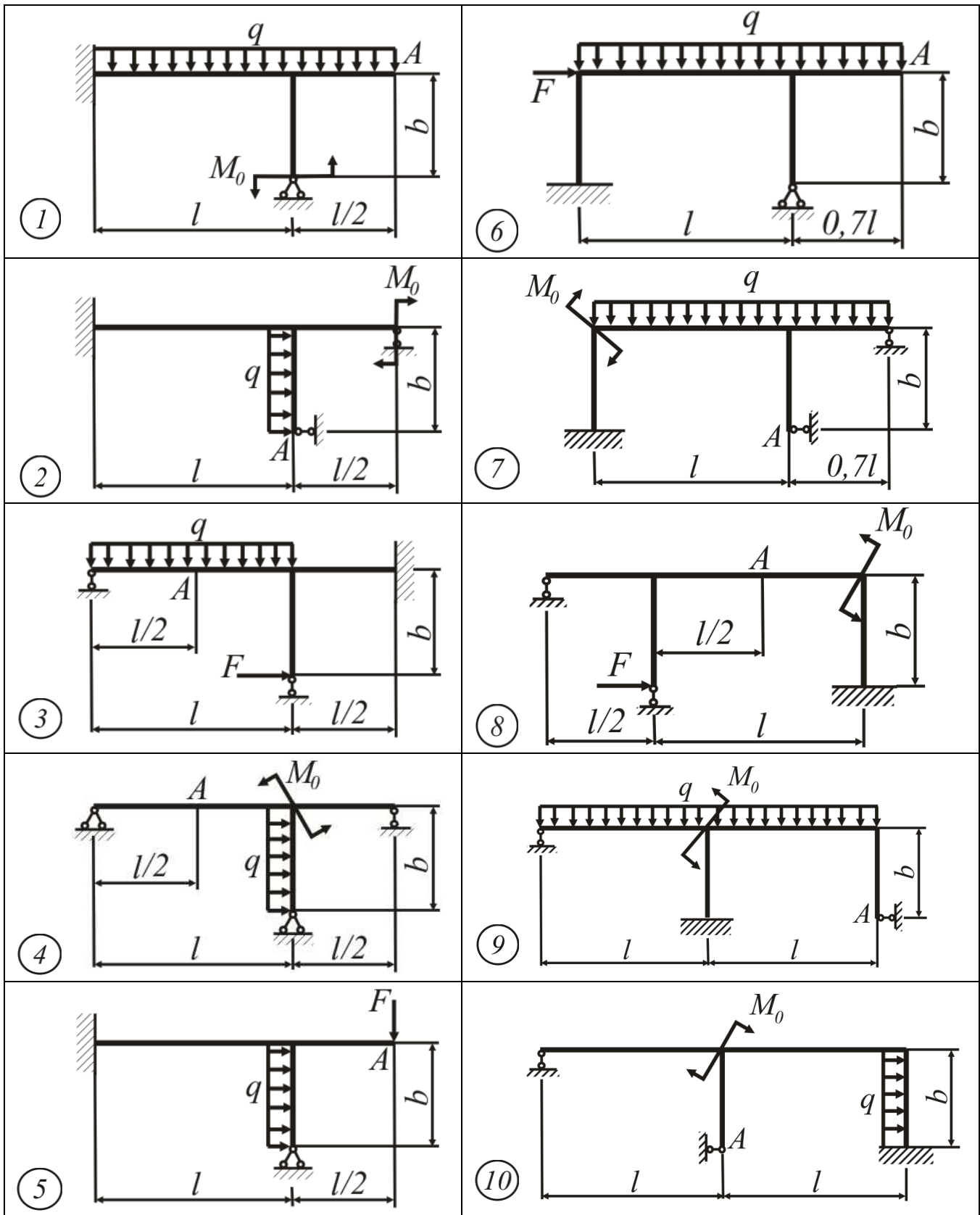


Рис. 16

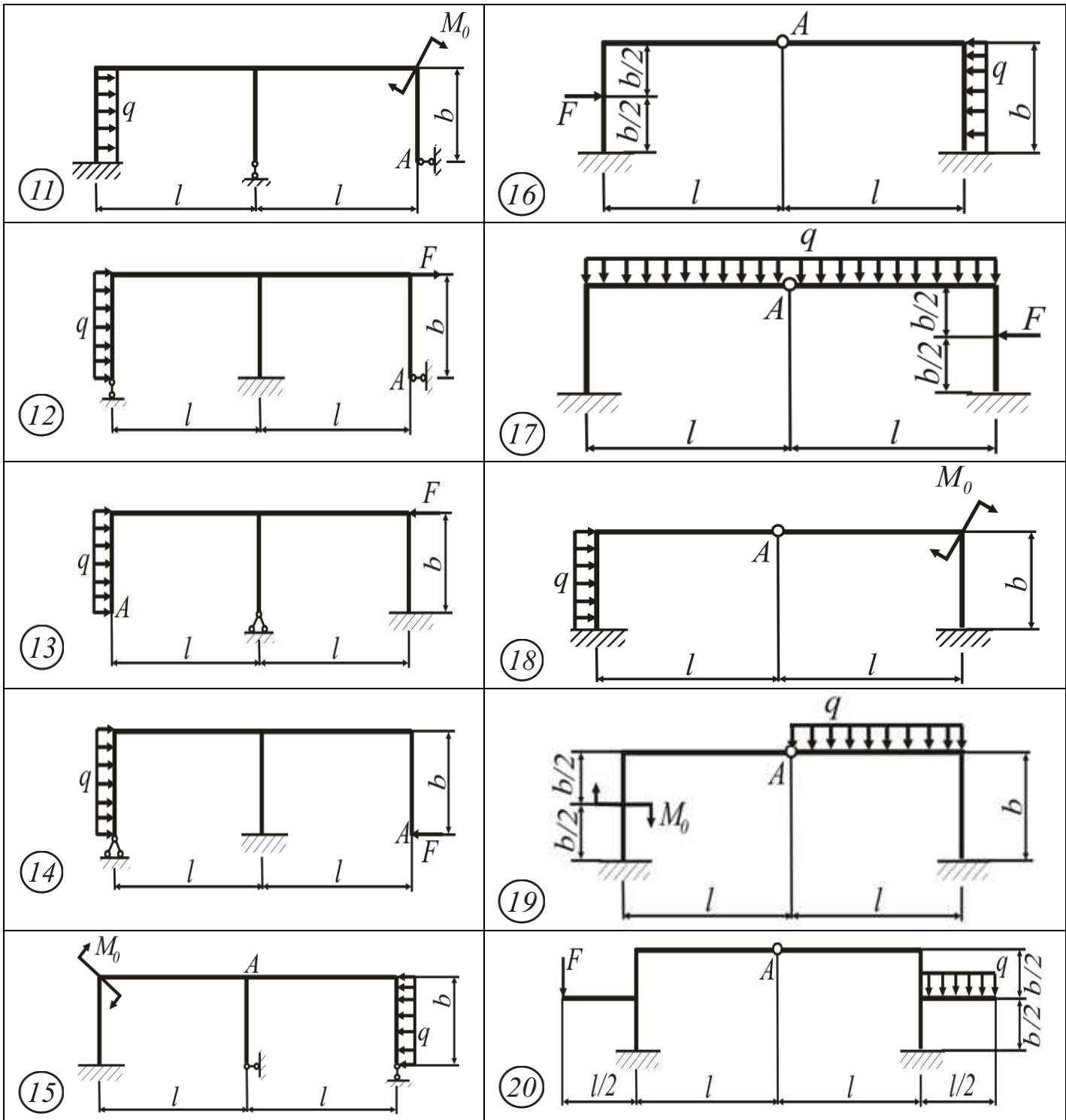


Рис. 16 (продолжение)

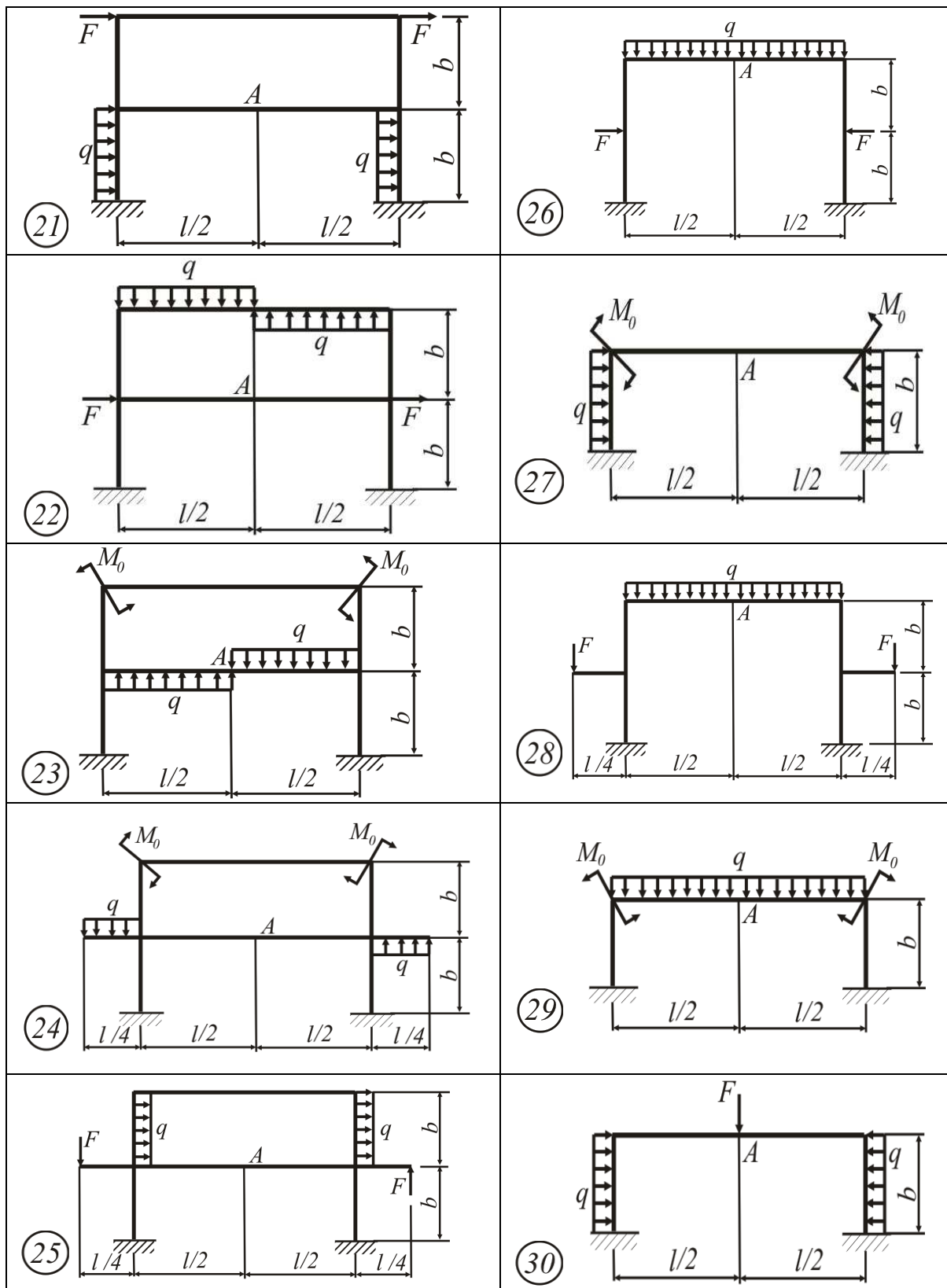


Рис. 16 (окончание)

Анализ плоского напряженного состояния

Произвести анализ плоского напряженного состояния в точке деформированного тела, заданного напряжениями на двух взаимно перпендикулярных площадках, и оценить прочность материала в данной точке.

Схема загрузки элемента показана на рис.17, числовые данные приведены в табл.17.

Таблица 17

Цифра шифра	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
	схема	$ \sigma_x $, МПа	$ \sigma_y $, МПа	$ \tau_{xy} $, МПа	μ	α°
1	1	50	30	20	0,25	20
2	2	60	40	30	0,26	25
3	3	70	50	40	0,27	30
4	4	80	60	50	0,28	35
5	5	90	70	60	0,30	40
6	6	100	80	20	0,32	45
7	7	65	75	30	0,30	50
8	8	75	65	40	0,28	55
9	9	85	55	50	0,26	60
0	10	95	45	60	0,29	65

Примечание. В таблице даны абсолютные значения напряжений и углов.

Общие данные: для пластичного материала принять предел текучести $\sigma_T=280$ МПа, для хрупкого материала принять предел прочности на растяжение $\sigma_B^P=150$ МПа, предел прочности на сжатие $\sigma_B^C=650$ МПа.

Содержание и порядок выполнения работы

1. Вычертить схему элемента с указанием числовых значений заданных величин.
2. Присвоить, согласуясь со схемой, знаки напряжениям и углу.
3. Определить аналитически положение главных площадок и значения главных напряжений.
4. Определить аналитически напряжения на взаимно перпендикулярных площадках, повернутых относительно исходных на угол α .
5. Проверить графически путем построения круга Мора величины, найденные в пунктах 3, 4.
6. Вычислить наибольшие касательные напряжения.

7. Определить главные деформации.
8. Вычислить относительное изменение объема.
9. Вычислить эквивалентные напряжения:
 - а) для пластического материала по теории прочности наибольших касательных напряжений и потенциальной энергии изменения формы;
 - б) для хрупкого материала по теории прочности наибольших нормальных напряжений, наибольших линейных деформации и теории прочности Мора.
10. Определить коэффициенты запаса прочности.

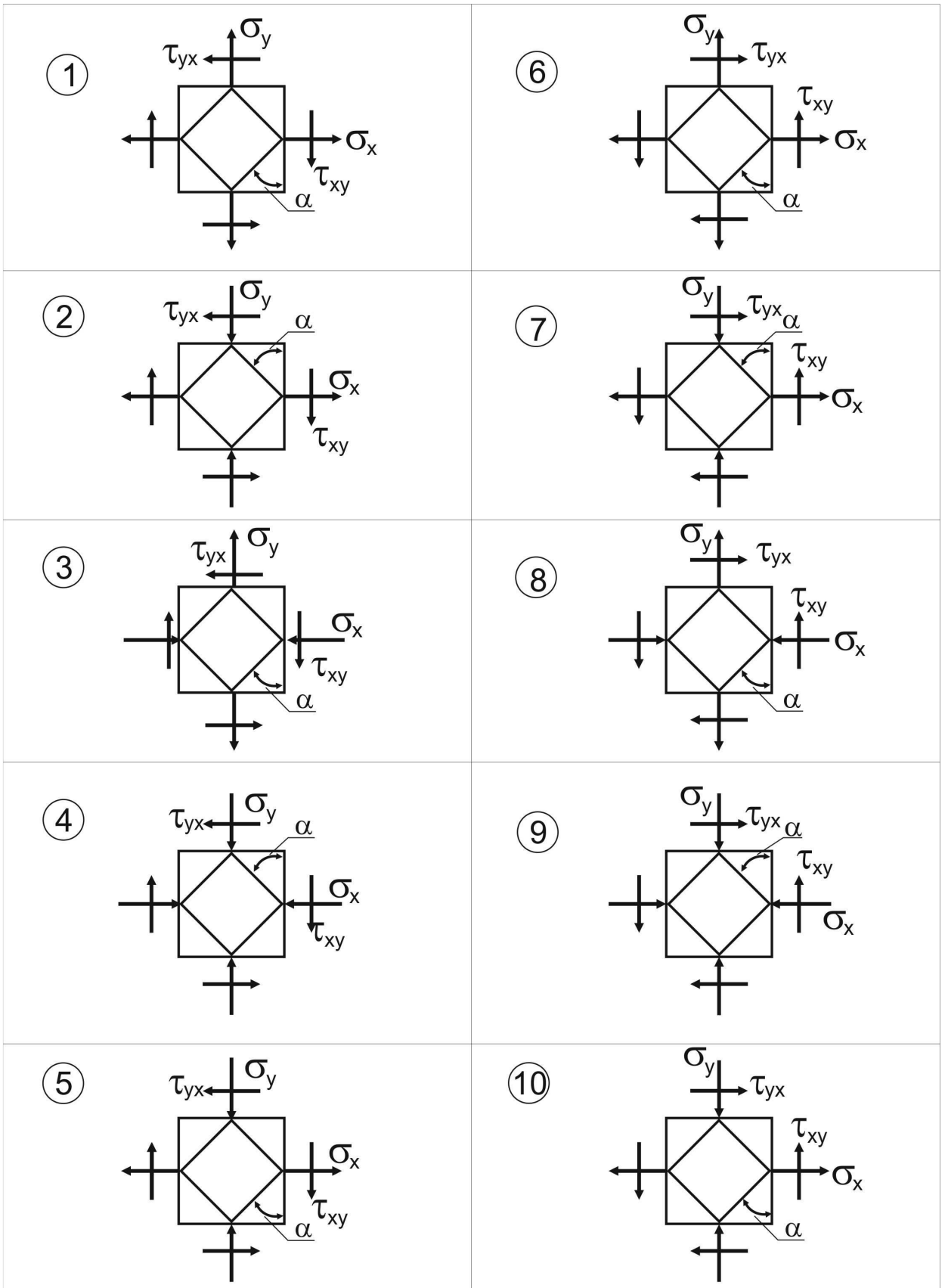


Рис. 17

Контрольное задание 18

Расчет на прочность балки при косом изгибе

Из условия прочности по нормальным напряжениям подобрать сечение балки, работающей при косом изгибе.

Для схем 1-10 (рис.18) подобрать двутавровые сечения стальной балки (сталь Ст.3), загруженной в одной плоскости.

Для схем 11-20 (см. рис.18) подобрать прямоугольные сечения деревянной балки (сосна), загруженной в двух главных плоскостях.

Для схем 21-30 (см. рис.18) подобрать тавровое сечение чугунной балки (серый чугун), загруженной в двух главных плоскостях (рис.18, а).

Числовые данные указаны в табл.18.

Таблица 18

Цифра шифра	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	
	схема	l , м	F , кН	q , кН/м	M , кН·м	h/b	α , град
1	1, 11, 21	2,0	10	10	20	2,0	30
2	2, 12, 22	2,2	12	12	22	2,2	60
3	3, 13, 23	2,4	14	14	24	2,3	25
4	4, 14, 24	2,4	16	14	24	2,4	40
5	5, 15, 15	2,6	18	16	26	2,0	50
6	6, 16, 26	2,6	16	6	16	1,6	65
7	7, 17, 27	2,6	18	8	16	1,7	55
8	8, 18, 28	2,9	18	8	18	1,8	35
9	9, 19, 29	2,9	20	10	18	1,9	42
0	10, 20, 30	3,0	20	10	20	2,0	38

Общие данные: $a = 0,3l$.

Содержание и порядок выполнения работы

1. Вычертить схему балки с указанием числовых значений заданных величин.
2. Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов в обеих главных плоскостях.
3. Определить положение опасного сечения.
4. Рассчитать размеры сечения из условий прочности по нормальным напряжениям.
5. Выбрать рациональное положение балки (для схем 11-20).
6. Определить и изобразить положения силовой и нейтральной линий в опасном сечении и построить эпюры нормальных напряжений в этом сечении.
7. Определить направление и величину полного прогиба на конце консоли или в характерном сечении пролета (для схем 1-10).

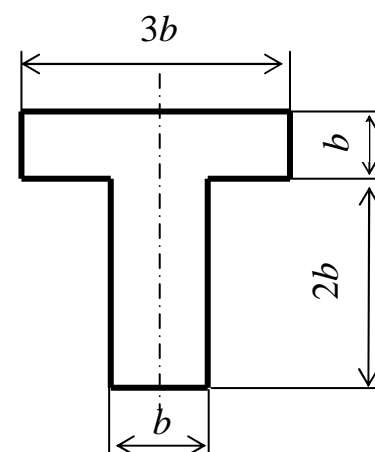


Рис.18,а

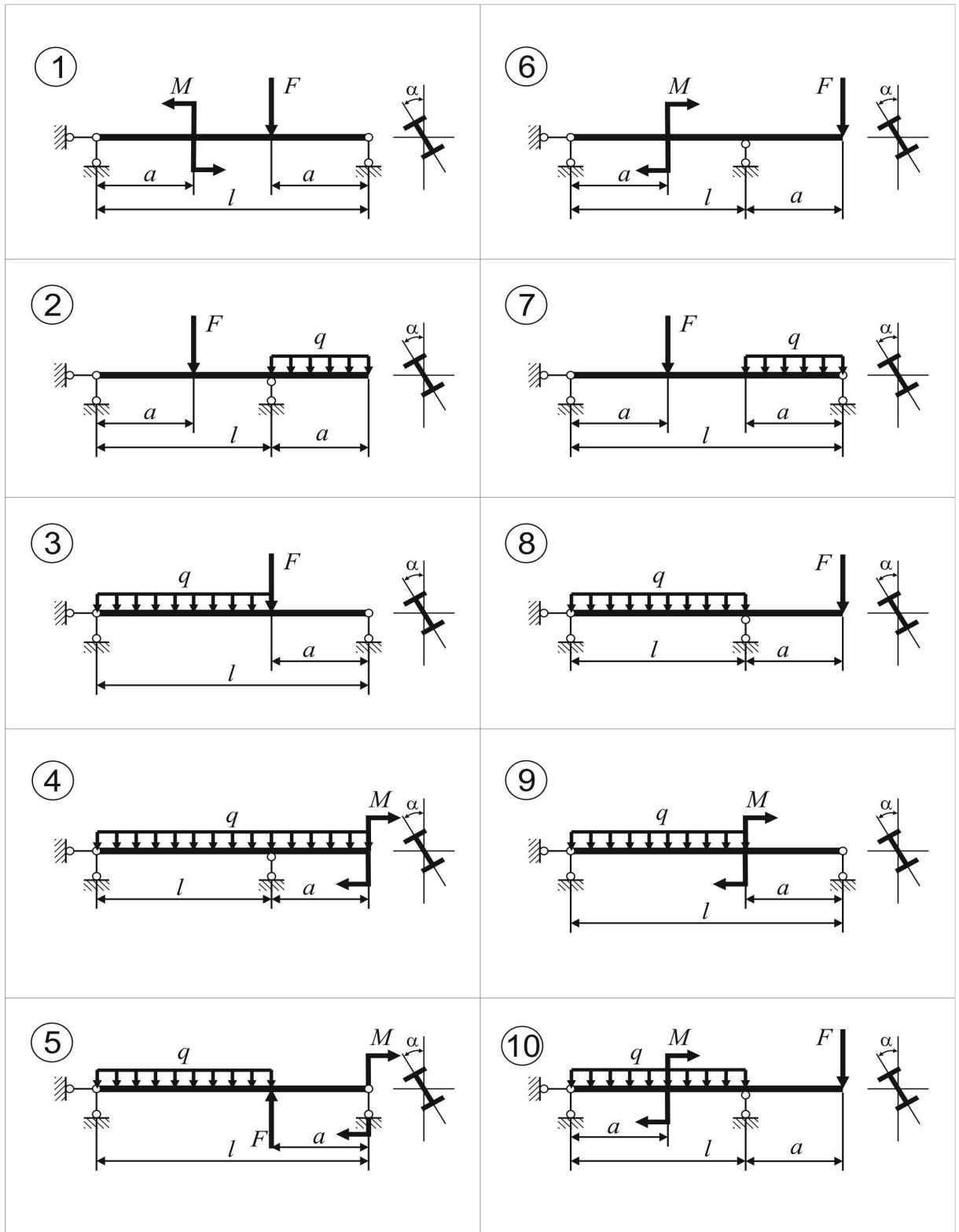


Рис. 18

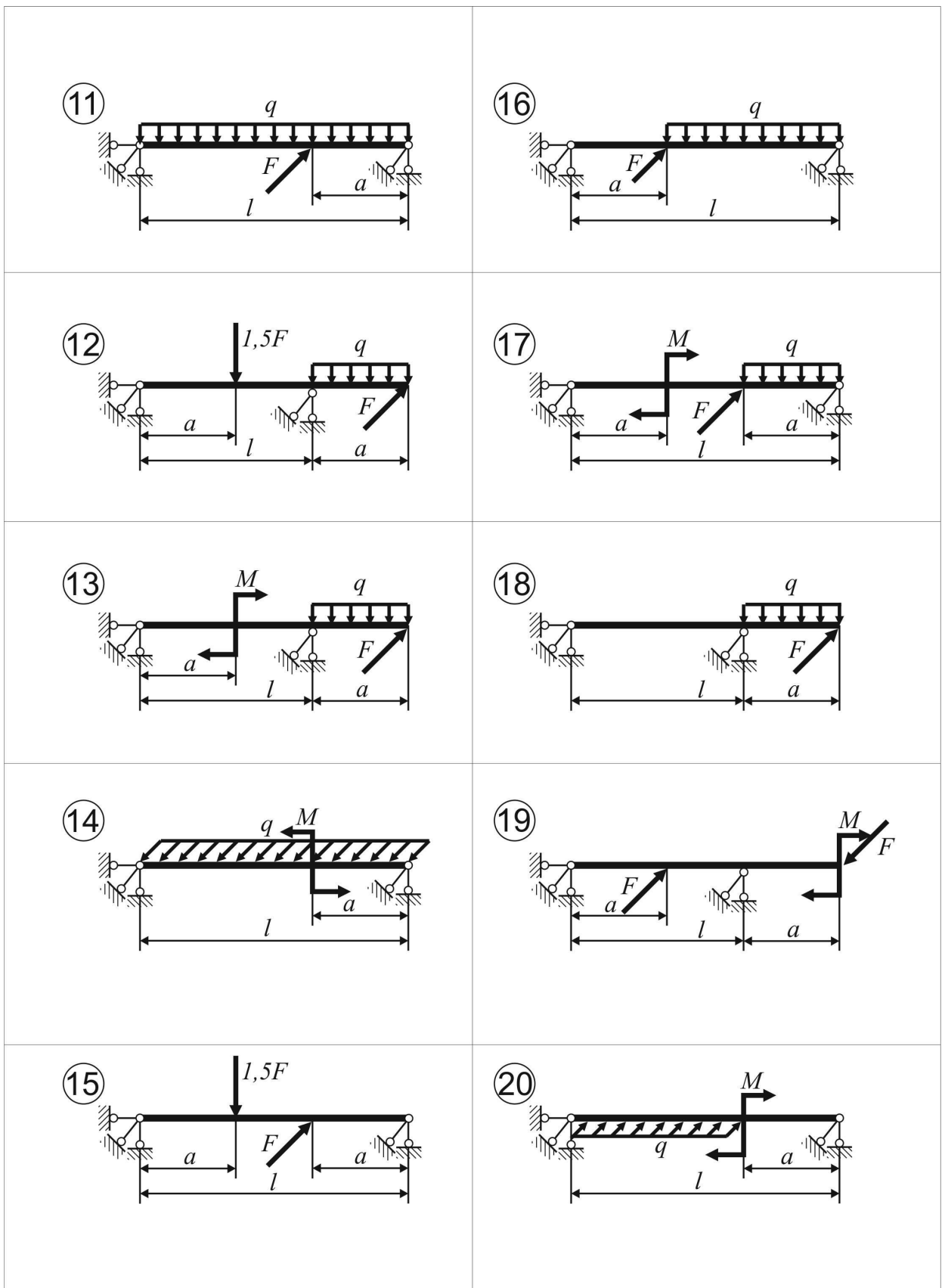


Рис. 18 (продолжение)

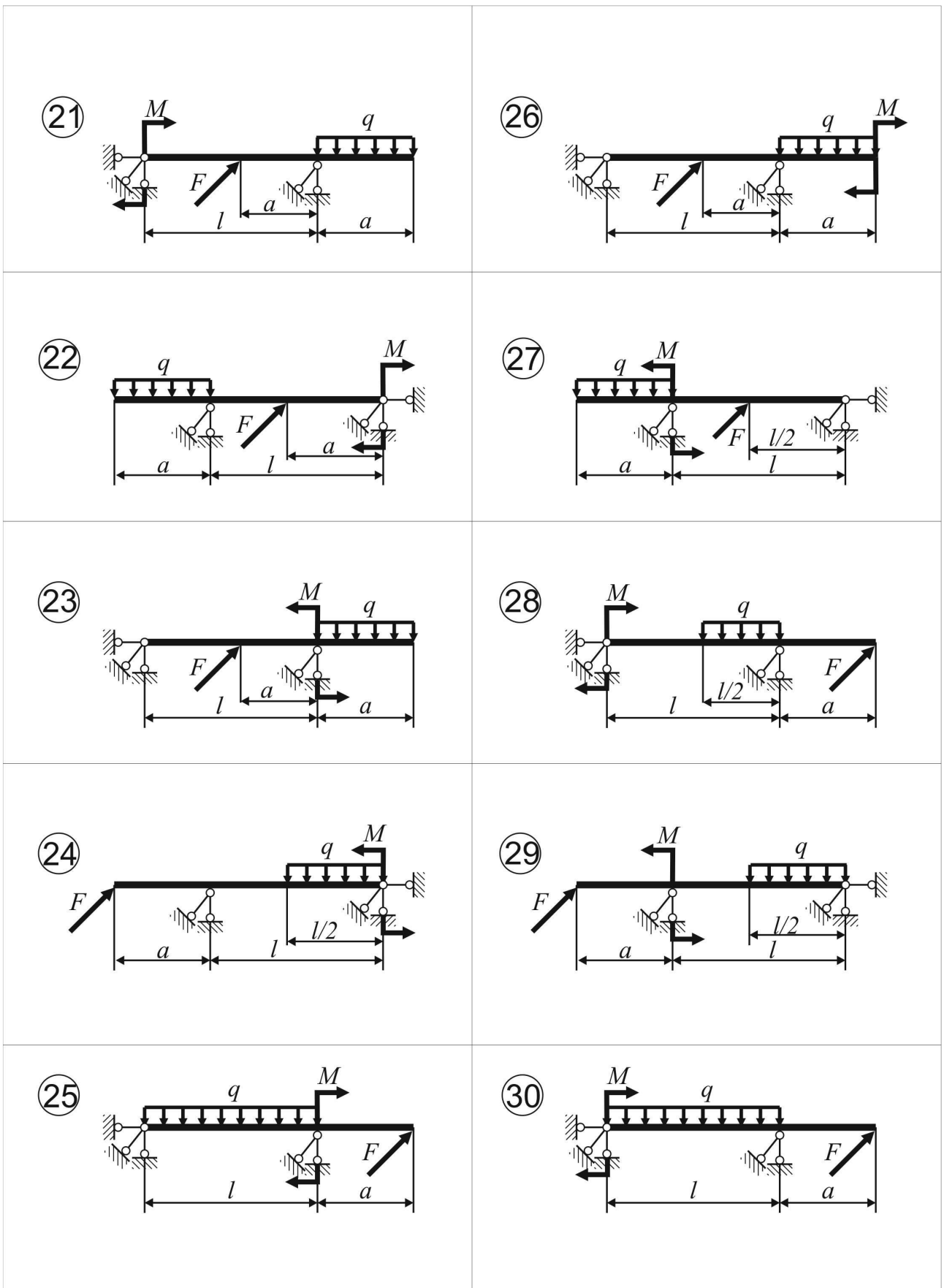


Рис. 18 (окончание)

Контрольное задание 19

Расчет стержня на внецентренное сжатие

Определить из условия прочности величину допускаемой нагрузки для короткого стержня, сжатого внецентренно приложенной силой F .

Тип сечения приведен на рис.19, числовые данные указаны в табл.19.

Материал: бетон.

Таблица 19

Цифра шифра	1-я	2-я	Цифра шифра	1-я	2-я
	сечение	a , м		сечение	a , м
1	1, 11, 21	2,0	6	6, 16, 26	4,5
2	2, 12, 22	2,5	7	7, 17, 27	5,0
3	3, 13, 23	3,0	8	8, 18, 28	5,5
4	4, 14, 24	3,5	9	9, 19, 29	6,0
5	5, 15, 25	4,0	0	10, 20, 30	6,5

Содержание и порядок выполнения работы

1. Вычертить в масштабе сечение с указанием заданных размеров.
2. Определить положение главных центральных осей.
3. Вычислить величину главных моментов и радиусов инерции сечения.
4. Определить положение нейтральной линии и координаты опасных точек.
5. Составить условия прочности и найти величину допускаемой нагрузки.
6. Построить эпюру нормальных напряжений.
7. Построить ядро сечения.

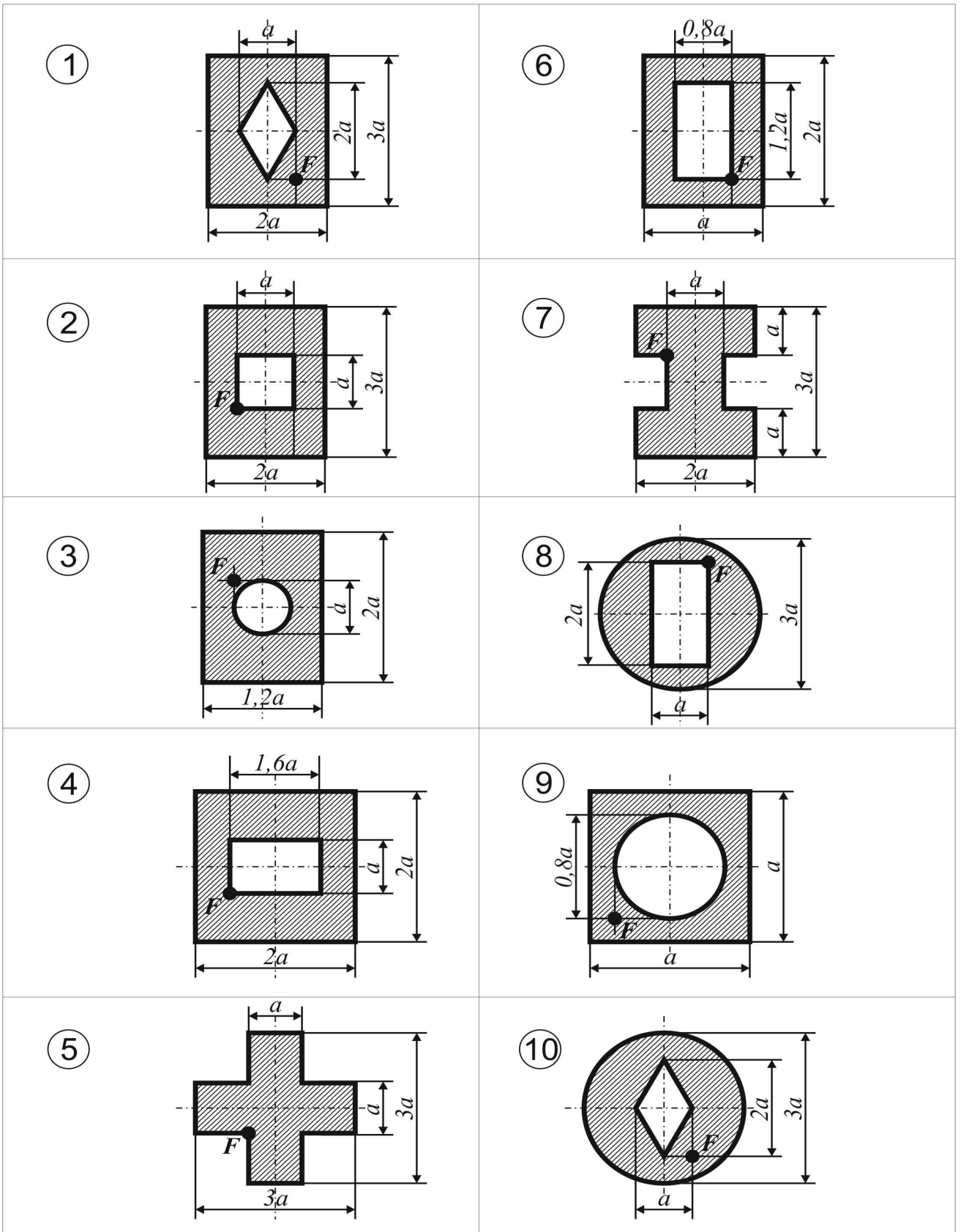


Рис. 19

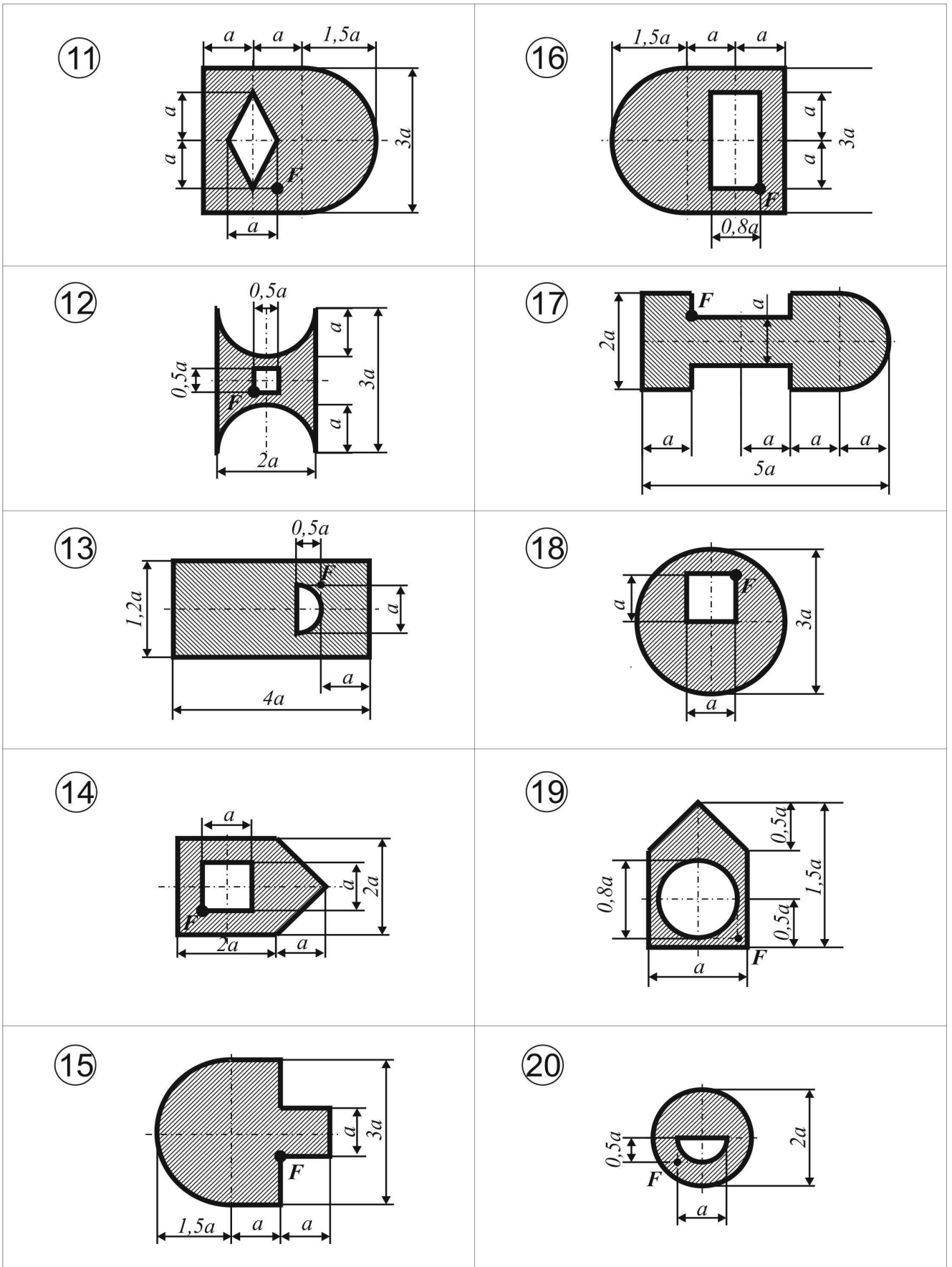


Рис. 19 (продолжение)

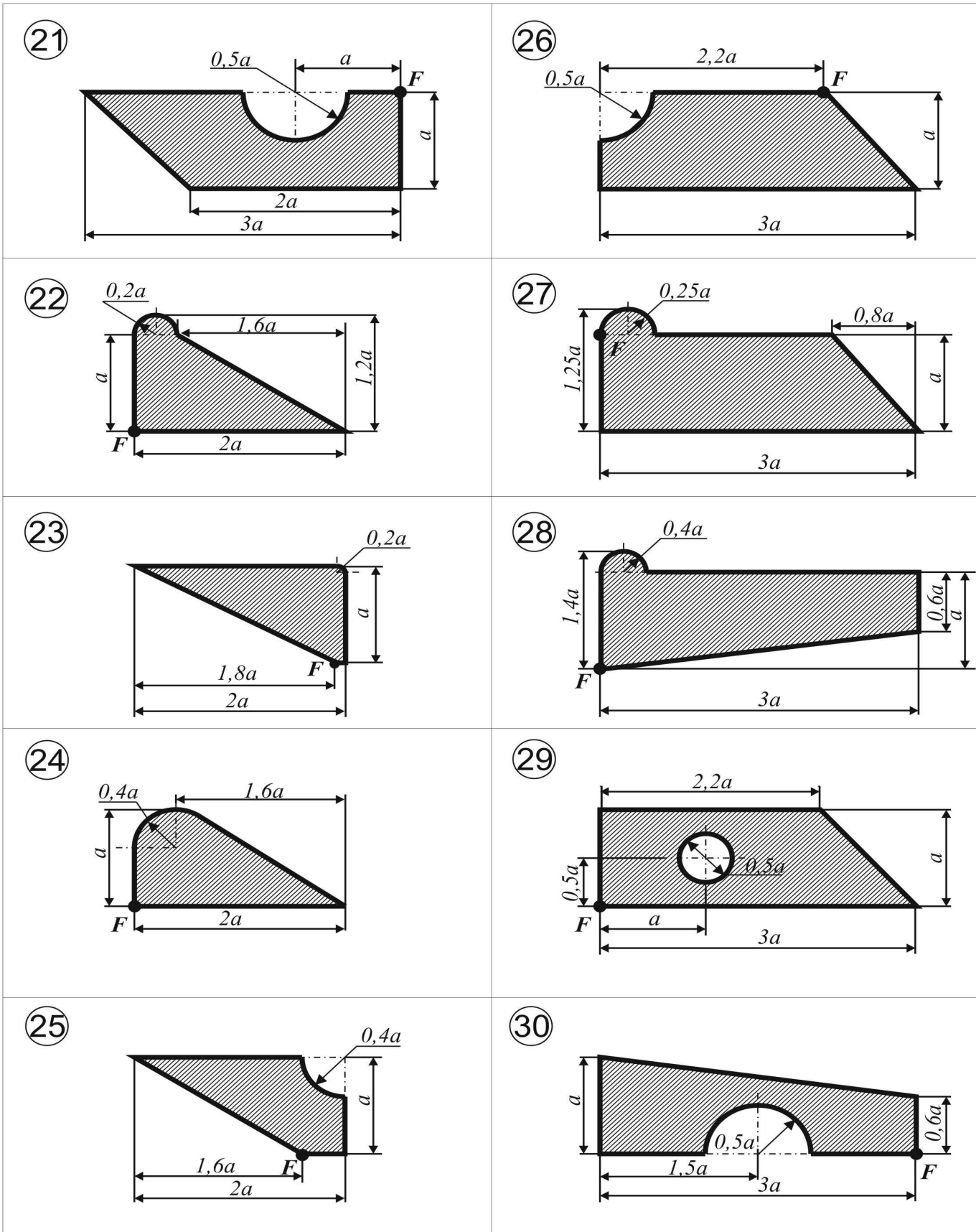


Рис. 19 (окончание)

Расчёт плоской рамы на прочность при изгибе с кручением

Из условий прочности определить размеры различных по форме поперечных сечений рамы: круга, кольца (при заданном отношении диаметров d/D) и прямоугольника (с заданным отношением сторон h/b).

Плоская, горизонтально расположенная рама, жёстко закреплена в сечении C и несёт как вертикальные, так и горизонтальные нагрузки (рис.20). Числовые данные указаны в табл. 20.

Материал: сталь Ст. 3.

Таблица 20

Цифра шифра	1-я схема	2-я $l, м$	3-я α	4-я $q, кН/м$	5-я $F, кН$	6-я	
						d/D	h/b
1	1, 11	1,0	1,2	24	11	0,9	1
2	2, 12	1,2	1,1	22	13	0,8	1,5
3	3, 13	1,4	0,9	20	15	0,7	2
4	4, 14	1,6	0,8	18	17	0,6	2,5
5	5, 15	1,8	0,7	16	19	0,5	3
6	6, 16	2,0	0,6	14	21	0,55	4
7	7, 17	2,2	0,5	12	23	0,65	3
8	8, 18	2,4	0,4	10	25	0,75	2
9	9, 18	2,5	1,3	8	27	0,85	2,5
0	10, 20	1,5	1,5	6	29	0,95	1,75

Содержание и порядок выполнения работы

1. Вычертить схему стержня с указанием числовых значений заданных величин.
2. Построить (в аксонометрии) эпюры изгибающих и крутящих моментов.
3. Составить условия прочности в опасных точках опасных сечений по четвёртой теории прочности и определить размеры указанных сечений.
4. Оценить рациональность подобранных сечений.

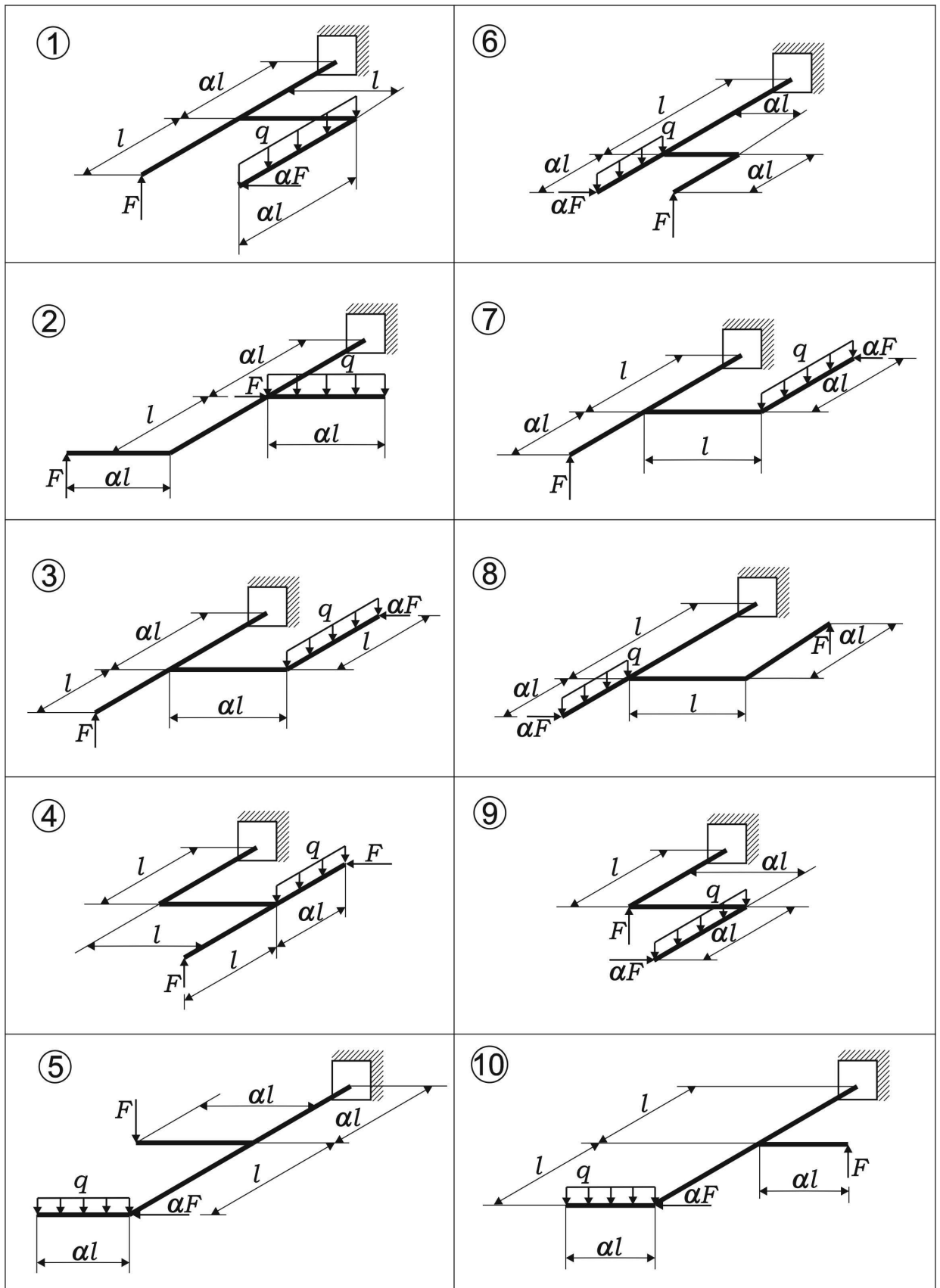


Рис. 20

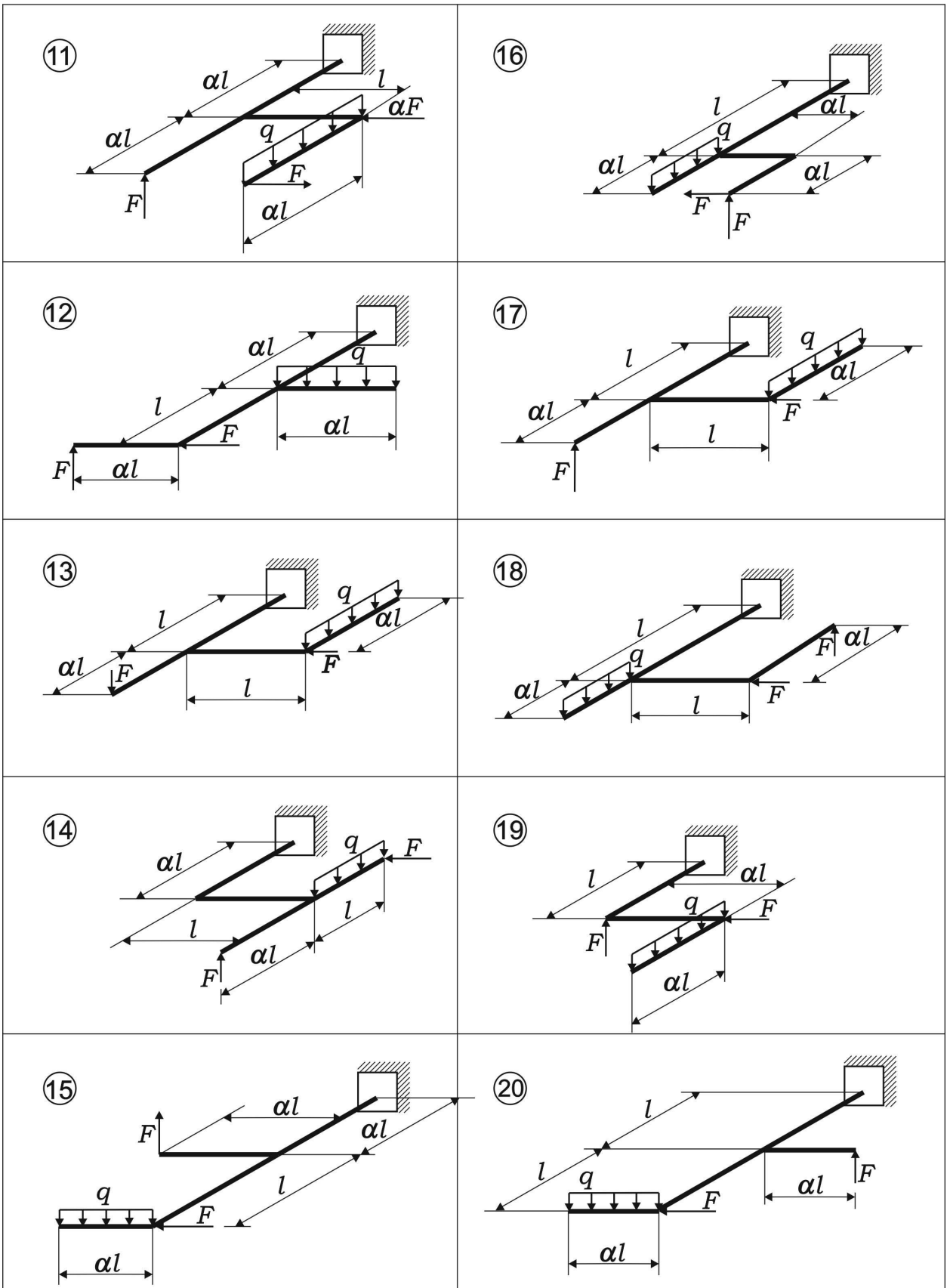


Рис. 20(окончание)

Расчет на устойчивость центрально сжатого стержня

Подобрать сечение центрально сжатого стального стержня из условий устойчивости и прочности.

Схема закрепления стержня и форма поперечного сечения приведены на рис.21, длина стержня и нагрузка – в табл.21.

Материал: сталь Ст. 3.

Таблица 21

Цифра шифра	1-я	2-я	3-я
	схема	l , м	F , кН
1	1, 11	4,0	600
2	2, 12	4,2	560
3	3, 13	4,5	520
4	4, 14	4,8	480
5	5, 15	5,0	460
6	6, 16	5,2	440
7	7, 17	5,4	420
8	8, 18	5,6	400
9	9,19	5,8	580
0	10, 20	6,0	500

Примечание. Толщина соединительной планки задана в миллиметрах.

Содержание и порядок выполнения работы

1. Вычертить заданную схему стержня и его сечение с указанием главных центральных осей.

2. Подобрать сечение из условия устойчивости методом последовательных приближений с помощью коэффициента продольного изгиба.

3. Проверить прочность подобранного сечения, если ослабление сечения заклепками составляет 12% (для схем 11 – 20).

4. Рассчитать длину панели $l_{п}$ из условия равноустойчивости ветви и всей стойки в целом (для схем 11 – 20).

Схема обрешетки стержня приведена на рис.21, а.

5. Рассчитать расстояние между стержнями a из условия равноустойчивости во всех плоскостях (для схем 11 – 20).

6. Определить фактический коэффициент запаса устойчивости стержня при принятых размерах.

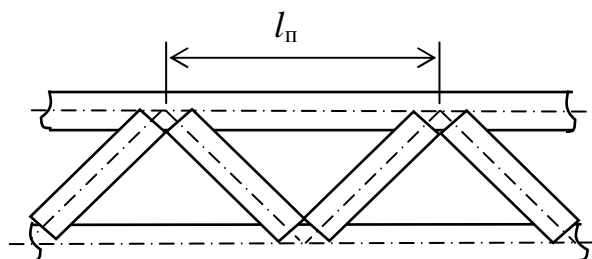


Рис.21, а

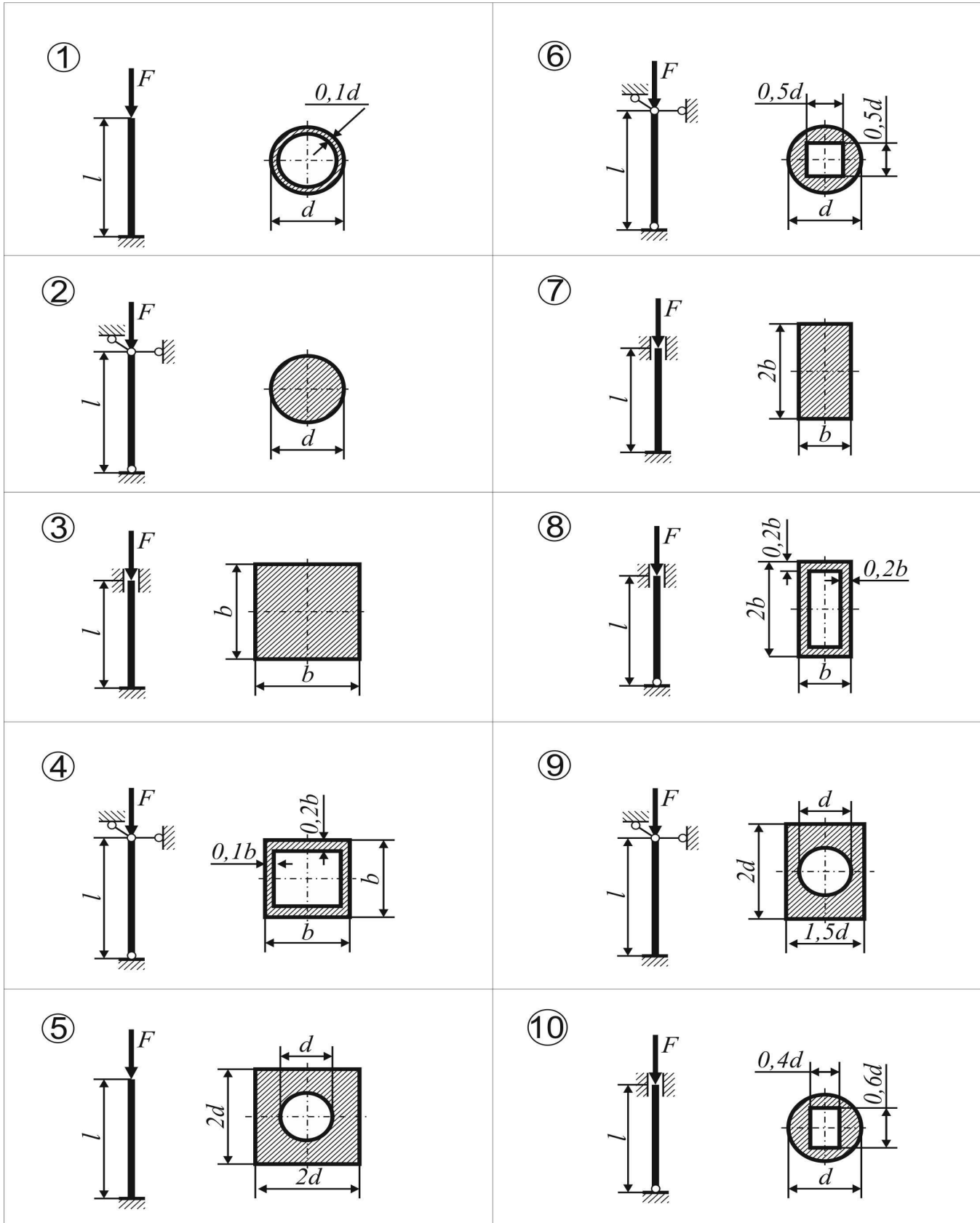


Рис. 21

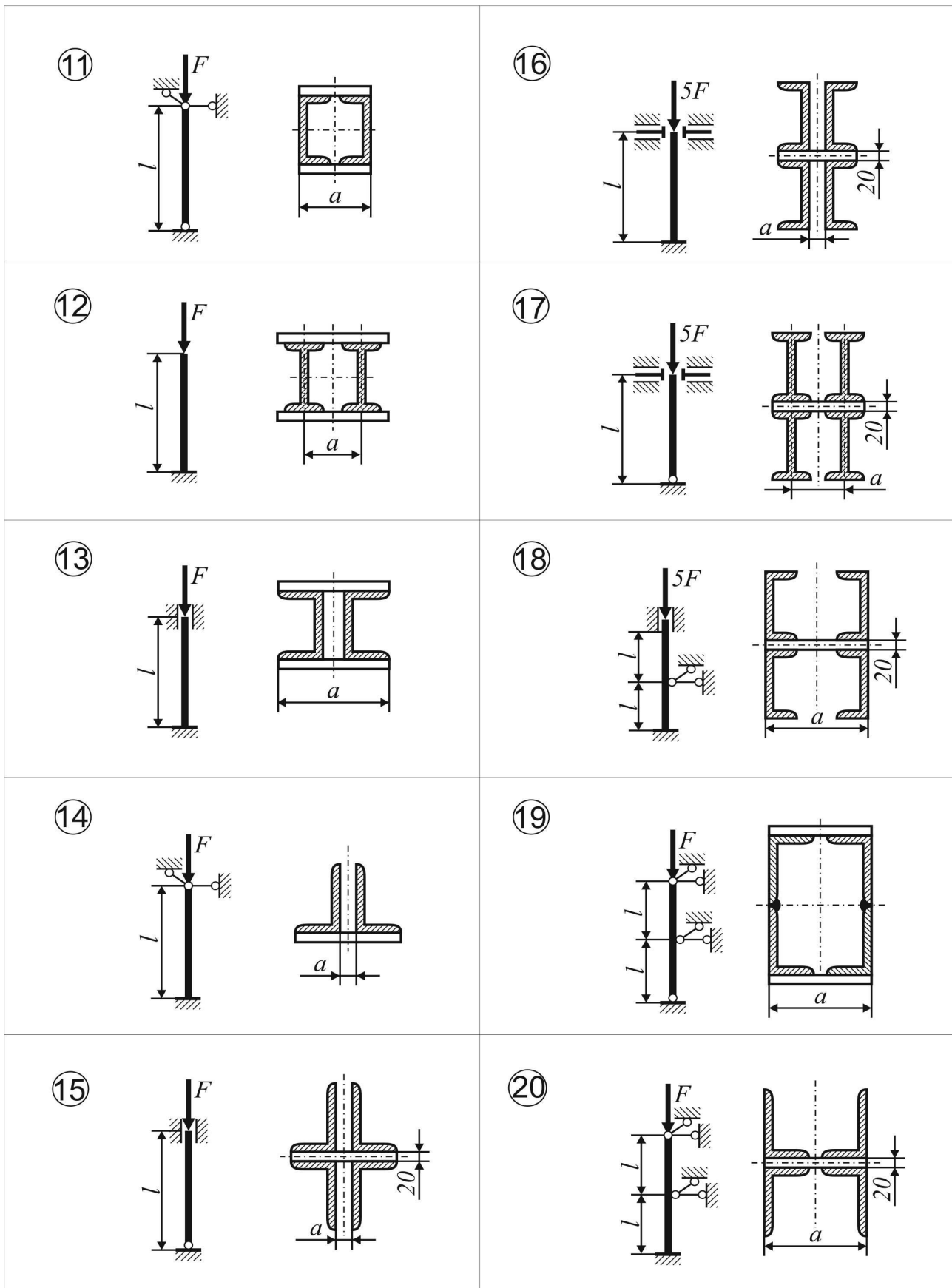


Рис. 21 (окончание)

Расчеты на прочность и жесткость при ударе

Проверить прочность стальных стержней круглого сечения, воспринимающих ударную нагрузку, и определить перемещение в точке удара.

Схема системы приведена на рис.22, числовые данные указаны в табл.22.

Материал: сталь Ст. 3.

Таблица 22

Цифра шифра	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я
	Схема	l_1/l_2	$l_2, \text{ м}$	d_1/d_2	$Q, \text{ Н}$	$h, \text{ см}$
1	1, 11	2,0	0,30	1,2	100	5
2	2, 12	1,8	0,32	1,5	120	6
3	3, 13	1,5	0,34	1,8	150	7
4	4, 14	2,0	0,36	2,0	180	8
5	5,15	2,5	0,38	1,2	200	9
6	6,16	1,6	0,40	1,5	220	10
7	7,17	1,8	0,42	1,8	250	9
8	8,18	2,2	0,46	2,0	280	8
9	9,19	1,9	0,48	1,2	300	7
0	10, 20	2,4	0,50	1,5	320	6

Общие данные: $d_1=60 \text{ мм}$.

Содержание и порядок выполнения работы

1. Вычертить в масштабе схему системы с указанием числовых значений заданных величин.
2. Подсчитать динамический коэффициент при ударе без учета массы системы, воспринимающей удар.
3. Проверить прочность стержней. При необходимости уменьшить высоту падения груза, определив ее допустимое значение.
4. Определить вертикальное перемещение в точке удара.

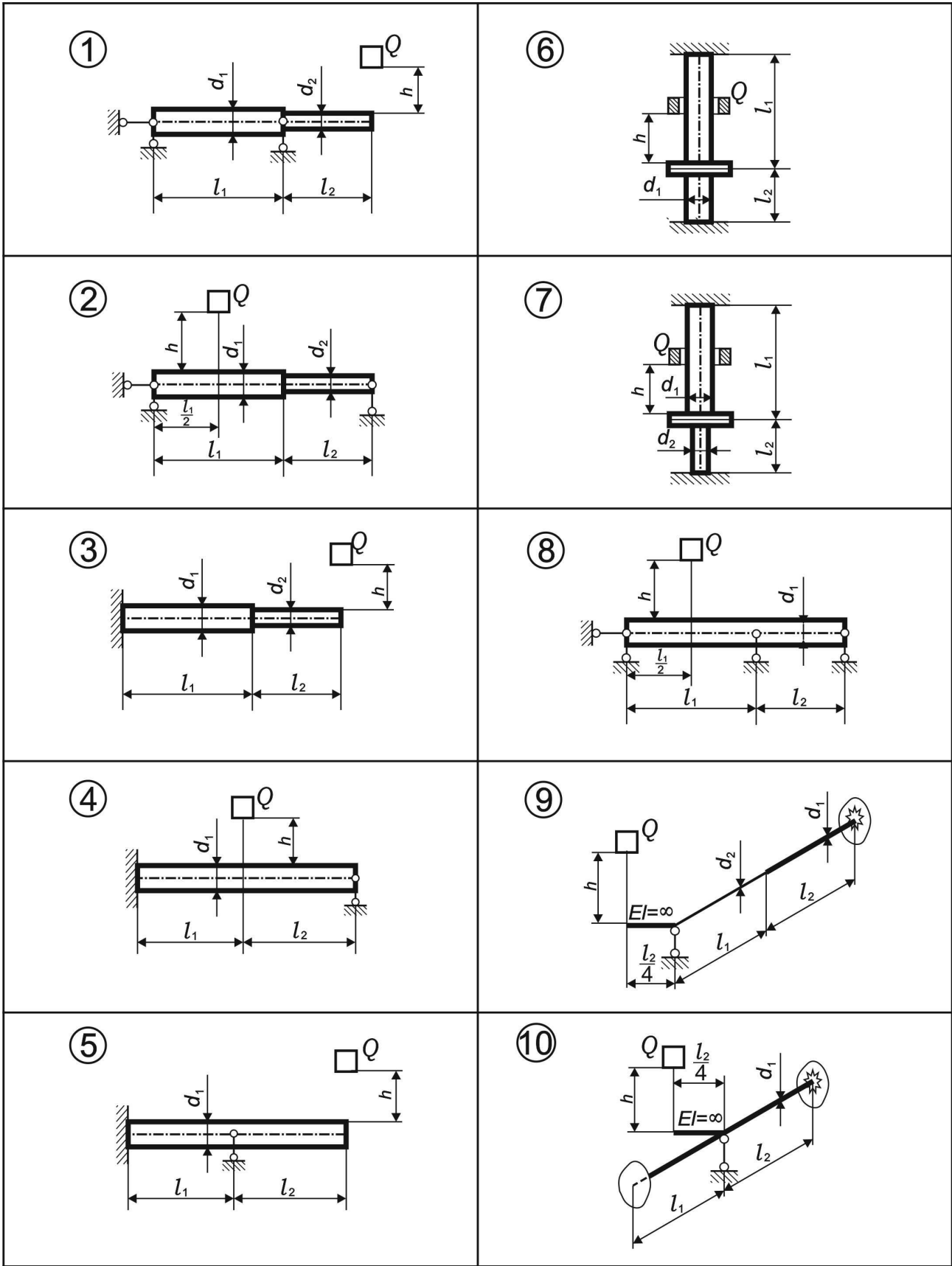


Рис. 22

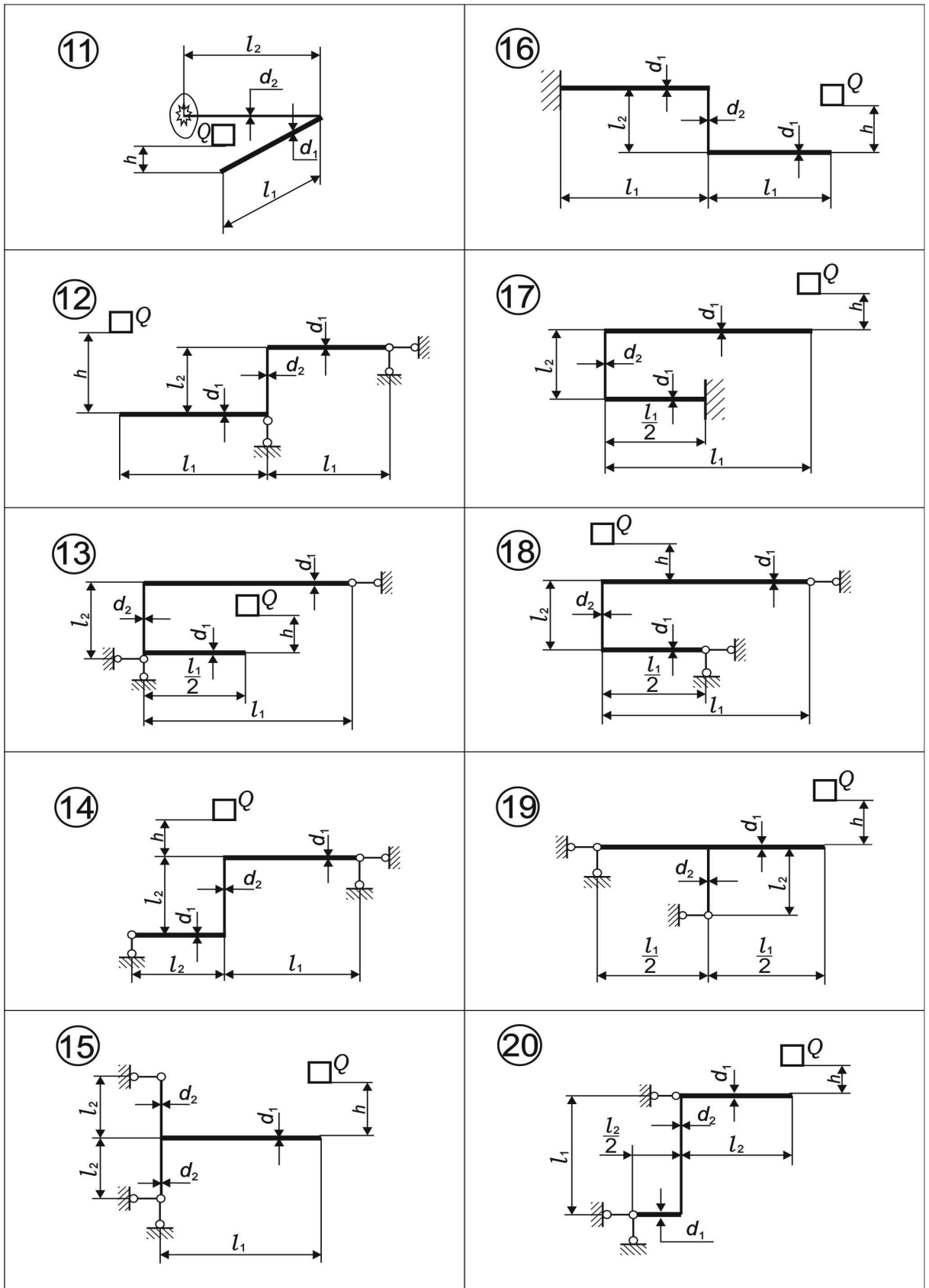


Рис. 22 (окончание)

Образец оформления титульного листа курсовой работы

Пермский национальный исследовательский политехнический
университет
Кафедра строительной механики и вычислительных технологий

**КУРСОВАЯ РАБОТА
ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ**

Шифр

Выполнил студент:
Группа:
Проверил преподаватель:

Пермь 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	3
КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 13	
Расчет статически неопределимой стержневой системы растяжения - сжатия.....	4
КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 14	
Расчет статически неопределимой балки	9
КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 15	
Расчет статически неопределимой неразрезной балки	13
КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 16	
Расчет статически неопределимой рамы	17
КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 17	
Анализ плоского напряженного состояния	21
КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 18	
Расчет на прочность балки при косом изгибе	24
КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 19	
Расчет стержня на внецентренное сжатие	28
КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 20	
Расчёт плоской рамы на прочность при изгибе с кручением	32
КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 21	
Расчет на устойчивость центрально сжатого стержня	35
КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 22	
Расчеты на прочность и жесткость при ударе	38
ПРИЛОЖЕНИЕ	43

Учебное издание

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Задания к курсовым работам
для студентов строительных специальностей
Часть II

Составители:

А.А. Балакирев, В.Е. Калугин, Т.Э. Римм, Ю.П. Сметанников

Подписано в печать Формат 60×90/16.

Усл. печ. л. .

Тираж 50 экз. Заказ № .

Отпечатано с авторского макета лабораторией ИСТ СТФ ПГТУ