

ОПД.Ф.02.02 СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ
Методические указания и контрольные задания для студентов всех
специальностей и форм обучения

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к третьему изданию	1
Общие методические указания.....	2
Указания для студентов-заочников о порядке выполнения и защиты контрольных работ.....	5
Контрольные задания	
Тема: Построение эпюр внутренних усилий.....	7
Тема: Центральное растяжение и сжатие.....	14
Тема: Исследование плоского напряженного состояния в точке.....	19
Тема: Геометрические характеристики плоских сечений...	21
Тема: Кручение прямых стержней.....	26
Тема: Прямой поперечный изгиб	28
Тема: Сложное сопротивление	
Расчеты на прочность при внецентренном сжатии..	32
Расчеты на прочность при изгибе с кручением ...	34
Тема: Расчет сжатого стержня на устойчивость	36
Тема: Расчет статически определимой многопролетной балки	38
Приложения	40
Список литературы.....	52

ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ

По сравнению с предыдущими изданиями в настоящее добавлена задача 15 на тему "Расчет статически определимой многопролетной балки", что позволяет использовать данные методические указания также и студентам специальности 060800 "Экономика и управление на предприятии (в строительстве)" при изучении курса "Основы строительной механики". Кроме этого все таблицы исходных данных адаптированы для использования студентами-заочниками, которые могут взять варианты задач и исходные данные в соответствии со своими шифрами. Добавлены также указания для студентов-заочников о порядке выполнения и защиты контрольных работ и приведена таблица с номерами задач, которые необходимо решить, в зависимости от числа контрольных работ согласно учебному графику.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Сопротивление материалов - одна из дисциплин, где изучение каждой темы должно обязательно сопровождаться самостоятельным решением студентами ряда задач. Очень важным при изучении курса является систематическое последовательное наращивание знаний. Для этого необходимо:

1. Вести конспекты лекций и практических занятий без пропусков тем и к концу семестра иметь полный конспект. Материал пропущенного занятия обязательно нужно восстановить в течение двух-трех дней по учебнику и по конспекту сокурсника.

2. Готовиться к каждому практическому занятию по лекциям и учебнику.

3. После изучения каждой темы ответить на вопросы для самопроверки - это способствует лучшему усвоению пройденного материала.

Каждый студент выполняет установленное для данной специальности количество контрольных работ или Индивидуальных расчетно-графических заданий в семестр. При этом:

а) не следует приступать к выполнению задания, не изучив соответствующую тему;

б) работу над заданием нельзя откладывать на последнюю неделю перед сдачей, а начинать с той же недели, когда оно выдано;

в) выполненную часть задания обязательно приносить на практическое занятие, где преподаватель отмечает ход выполнения задания в своем журнале и, при возможности, укажет на ошибки;

г) каждое задание выполняется на миллиметровой бумаге формата А2 (594х420 мм) с полями 20 мм слева и по 5 мм с других сторон. В правом нижнем углу необходимо выполнить штамп (185х55 мм), где указать: название кафедры, название вуза, название темы, фамилию и инициалы студента и проверяющего преподавателя, номер группы.

Разрешается также оформлять задание на листах писчей бумаги формата А4 (297х210 мм). В этом случае листы должны

быть сброшюрованы с переплетом из ватмана. На лицевой стороне переплета оформляется титульный лист (рис. 1).

Задание необходимо оформлять аккуратно, с соблюдением правил строительного черчения и с использованием чертежных инструментов.

Исходные данные к задачам студент выбирает самостоятельно из таблиц, которые прилагаются к каждой задаче. При этом студент дневной и вечерней форм обучения пользуется номерами варианта расчетной схемы и исходных данных, которые выдает преподаватель индивидуально каждому в начале семестра в часы практических занятий.

Перед решением задачи индивидуального задания необходимо выписать для заданного варианта полное условие с числовыми данными, написать текст задания (что требуется), составить аккуратный чертеж с соблюдением масштаба и показать на нем все размеры в числах.

Каждый этап решения задачи должен быть озаглавлен.

При выполнении расчетов сначала записывается формула, в нее подставляются исходные данные в системе СИ и подсчитывается результат. Промежуточные выкладки нужно приводить только для громоздких формул. При подборе сечения стержней полученный размер округляется до соответствующих размеров по ГОСТу.

Решение должно сопровождаться краткими, последовательными и грамотными, без сокращения слов, объяснениями и чертежами. Нужно указывать единицы измерения всех полученных результатов.

Задание, выполненное небрежно, без соблюдения всех перечисленных требований, не принимается.

Сдача и защита индивидуальных заданий производится в сроки, установленные графиком учебного процесса, в основном в часы консультаций в следующем порядке:

1, Преподаватель проверяет готовое задание, указывает на ошибки, если они имеются, и задает несколько вопросов по теме задания.

2. При удовлетворительных ответах на вопросы студенту предлагается небольшая задача по этой же теме для решения в присутствии преподавателя (примерно на 1-1,5 часа).

3. Если в задании были обнаружены не очень значительные ошибки, они могут быть исправлены тут же, в аудитории, и задание сдается преподавателю. При наличии существенных ошибок задание дорабатывается студентом дома и сдается преподавателю на следующей консультации.

4. Задание не засчитывается, если студент не смог ответить на вопросы по теме или не смог решить предложенную задачу. После дополнительного изучения темы он повторно допускается к защите задания.

Контрольные вопросы к защите задания, а также типовые задачи для защиты, как правило, заранее доводятся до сведения студентов.

УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ЗАОЧНИКОВ О ПОРЯДКЕ ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Каждый студент-заочник выполняет то количество контрольных работ, которое предусмотрено *учебным графиком*. Номера задач, входящих в состав контрольных работ, указаны в нижеприведенной таблице.

Контрольная работа	Число контрольных работ согласно графику			
	Одна	Две	Три	Четыре
	Задачи			
1	3. 11. 12. 14	1. 3. 6	4. 6. 7. 9	3. 4. 6. 7
2	-	12. 13. 14	10. 11	9. 10. 11
3	-	-	2. 12. 14	12. 13
4	-	-	-	2. 14
5	3. 6. 11	3. 6. 11	-	-
6	-	2'. 15	-	-

Примечания:

1. Контрольные работы 5 и 6 выполняют студенты-заочники специальности 060800 при изучении объединенного курса "Основы строительной механики", включающего и раздел "Сопротивление материалов".

2. Контрольную работу 5 выполняют студенты этой же специальности, обучающиеся по ускоренной программе и выполняющие только одну контрольную работу.

Студент обязан взять из таблицы данные в соответствии со своим личным номером (шифром) и первыми шестью буквами русского алфавита, которые следует расположить под шифром, например:

шифр - 2 8 7 0 5 2

буквы - а б в г д е

Если личный номер состоит из семи цифр, вторая цифра шифра не учитывается.

Из каждого вертикального столбца таблицы (в некоторых таблицах - из горизонтальной строки), обозначенного определенной буквой, надо взять только одно число, стоящее в той горизонтальной строке (или в том вертикальном столбце), номер

которой совпадает с номером буквы. Например, вертикальные столбцы табл. 2 обозначены буквами *e*, *z*, *d*. В этом случае при указанном личном номере 287052 студент должен взять из столбцов, обозначенных *e*, вторую строку ($a = 1,2$ м, $F_3 = 30$ кН), из столбцов *z* - нулевую строку ($F_1 = 150$ кН, $q = 25$ кН/м), из столбцов *d* - пятую строку (схема 5 по рис. 5, $F_2 = 80$ кН).

При наличии аналогичного шифра табл. 4 нужно использовать так: из столбца *в* взять седьмую строку (рисунок с напряжениями, вариант *в*), из столбцов *e*, которые нужно взять под рисунком *в*, - вторую строку ($\sigma_x = |40|$ МПа, $\alpha = -15^\circ$), из столбца *z* - нулевую строку ($\sigma_y = |100|$ МПа), из столбца *d* - пятую строку ($\tau_{yx} = |80|$ МПа).

Работы, выполненные с нарушением этих указаний, не зачитываются.

Не следует приступать к выполнению контрольных заданий, не изучив соответствующего раздела курса и не решив самостоятельно рекомендованные задачи или не разобрав решенные задачи по данной теме в учебных пособиях. Если основные положения теории усвоены слабо и студент обратил мало внимания на подробно разобранные примеры, то при выполнении контрольных работ возникнут большие затруднения. Несамостоятельно выполненное задание не дает возможности преподавателю-рецензенту вовремя заметить недостатки в работе студента-заочника. В результате студент не приобретает необходимых знаний и оказывается не подготовленным к зачету или экзамену по курсу.

Не рекомендуется также присылать в вуз сразу несколько выполненных контрольных работ. Это не дает возможности рецензенту своевременно указать студенту на допущенные ошибки и задерживает рецензирование.

В заголовке контрольной работы должны быть четко написаны: название дисциплины, номер контрольной работы, фамилия, имя и отчество студента (полностью), название факультета и специальности, учебный шифр, дата отсылки работы, точный почтовый адрес. *Необходимо также указывать год издания и название методических указаний, по которым выполнялась контрольная работа.*

Каждую контрольную работу следует выполнять в отдельной тетради или на листах, сшитых в тетрадь стандартного формата, чернилами или пастой (не красного цвета), четким почерком, с полями 5 см для замечаний рецензента.

После получения из вуза контрольной работы студент должен исправить в ней все отмеченные ошибки и выполнить все сделанные ему указания. *Отдельно от работы исправления не рассматриваются.*

Контрольные работы засчитываются окончательно, если студент удовлетворительно ответил на вопросы преподавателя и решил ряд тестовых задач при собеседовании, после чего он допускается к зачету или к экзамену по курсу.

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

ТЕМА: ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ

Задачи 1,2 и 2'

ДАНО: Схема балки (рис. 2) и схема ломаного в плоскости стержня (рис. 3 для задачи 2' и рис. 4 для задачи 2).

Исходные данные приведены в табл. 1' и 1.

ТРЕБУЕТСЯ: 1. Определить реакции опор.

2. Построить эпюры внутренних усилий - M , Q , N .

Таблица 1' (для заочников)

	Обозначения	Номер столбца									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
		Вариант (рис. 2-4)									
e		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
e	F , кН	40	30	50	20	60	40	30	50	20	60
v	q , кН/м	10	20	20	10	30	20	10	30	20	20
z	M , кН·м	30	40	20	50	25	25	20	40	30	50
∂	a , м	1,5	1,2	2,0	1,4	1,0	1,2	1,5	1,6	2,0	1,8

Таблица 1

Обозначения	Вариант									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
F , кН	40	45	55	35	50	40	35	50	60	60
q , кН/м	15	20	20	10	30	20	10	20	20	20
M , кН·м	30	25	35	50	25	30	20	40	30	40
a , м	1,0	1,5	1,4	1,2	1,0	1,5	1,6	1,2	1,4	1,5

ТЕМА: ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ

Расчетные схемы к задаче 1.

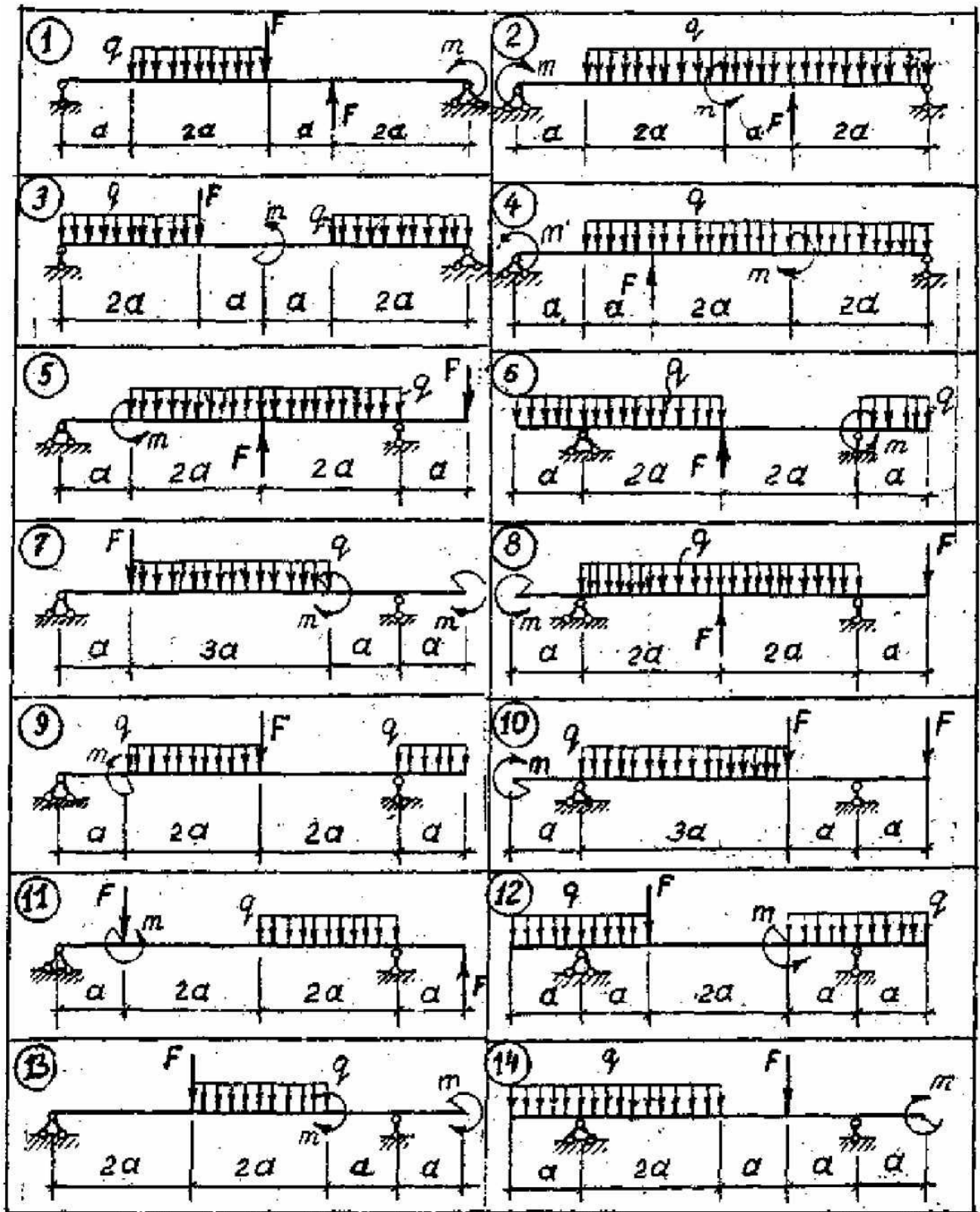
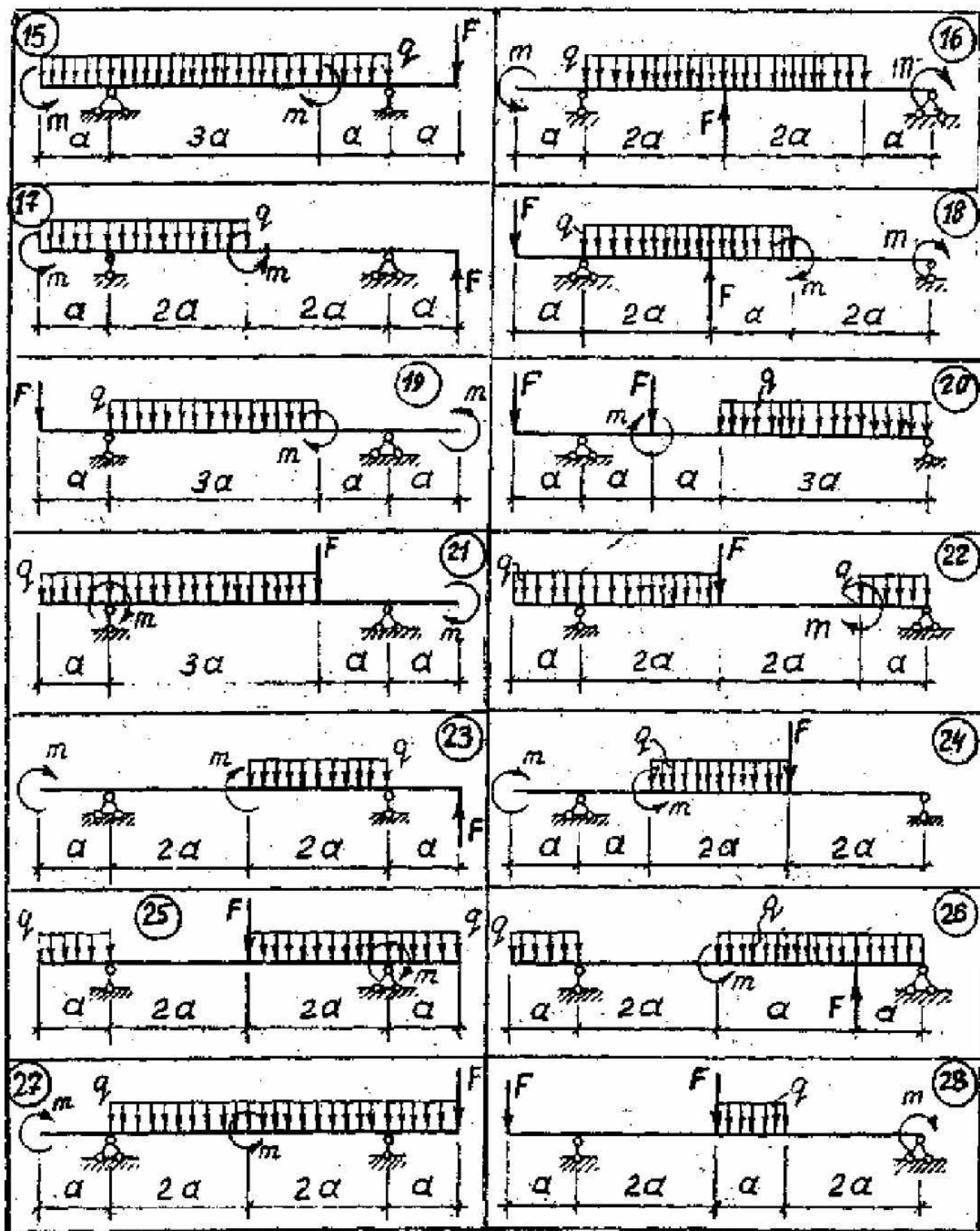


Рис. 2



Окончание рис.2

ТЕМА: ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ
 Расчетные схемы к задаче 2'

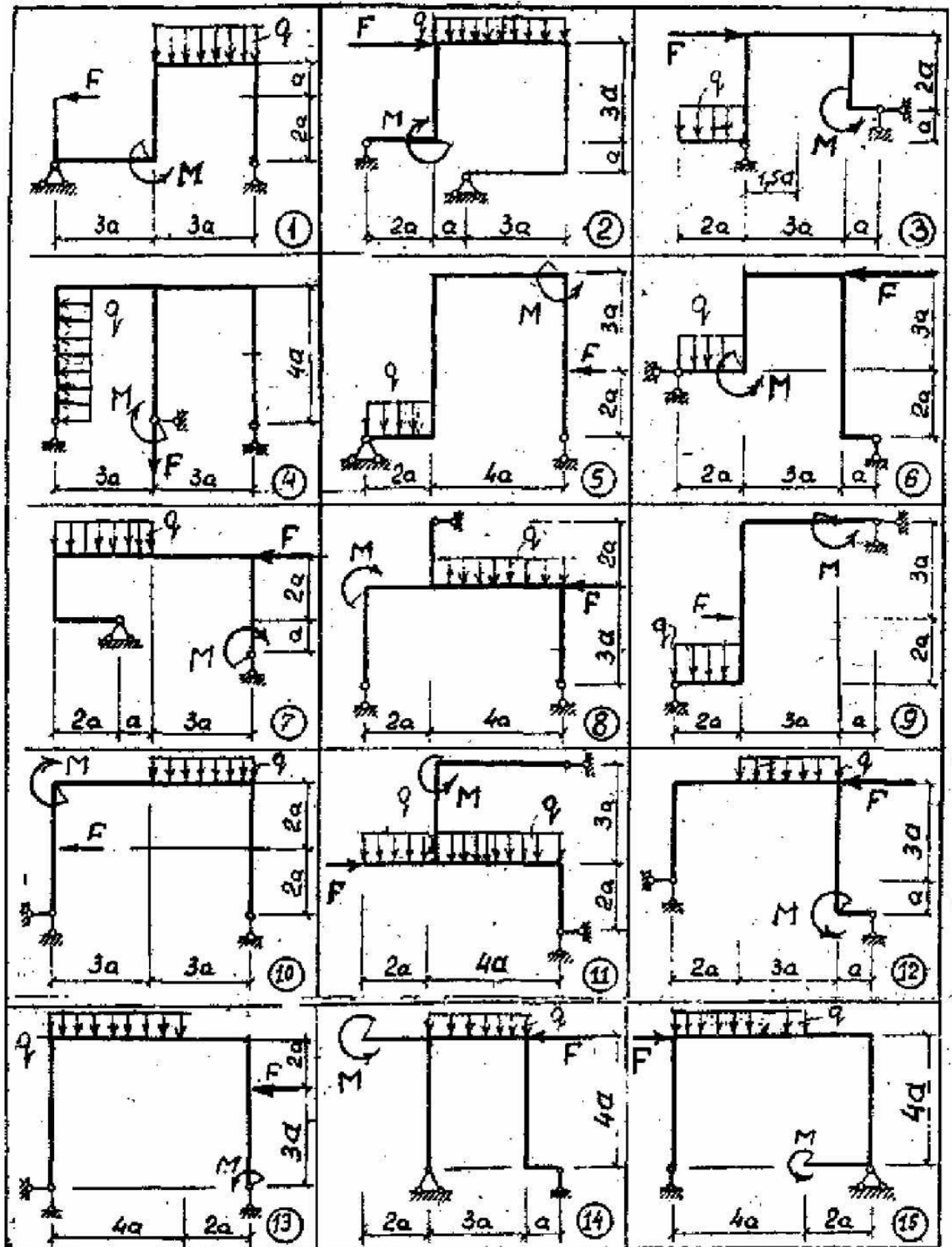
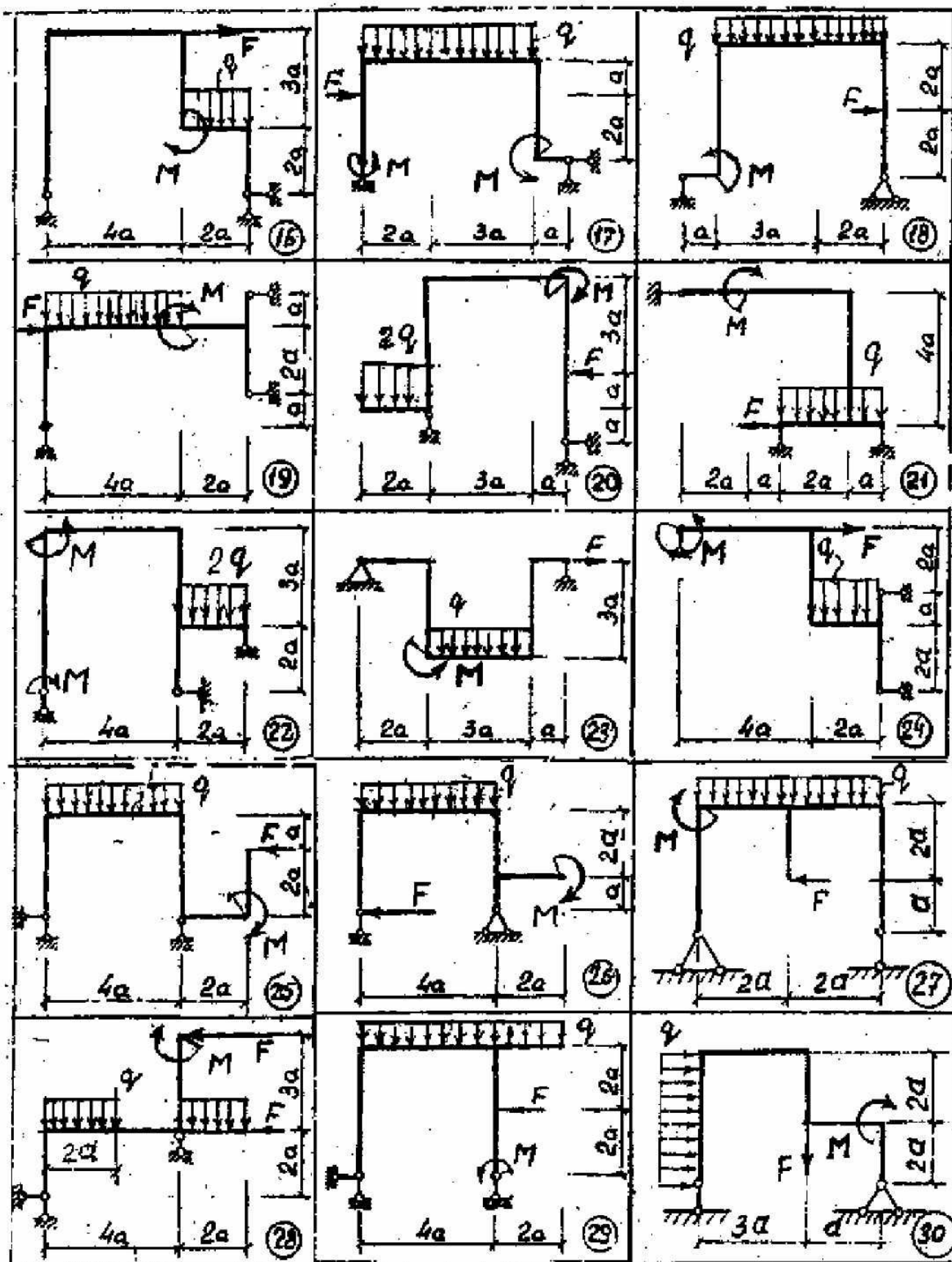


рис. 3



Окончание рис.3

ТЕМА: ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ
 Расчетные схемы к задаче 2

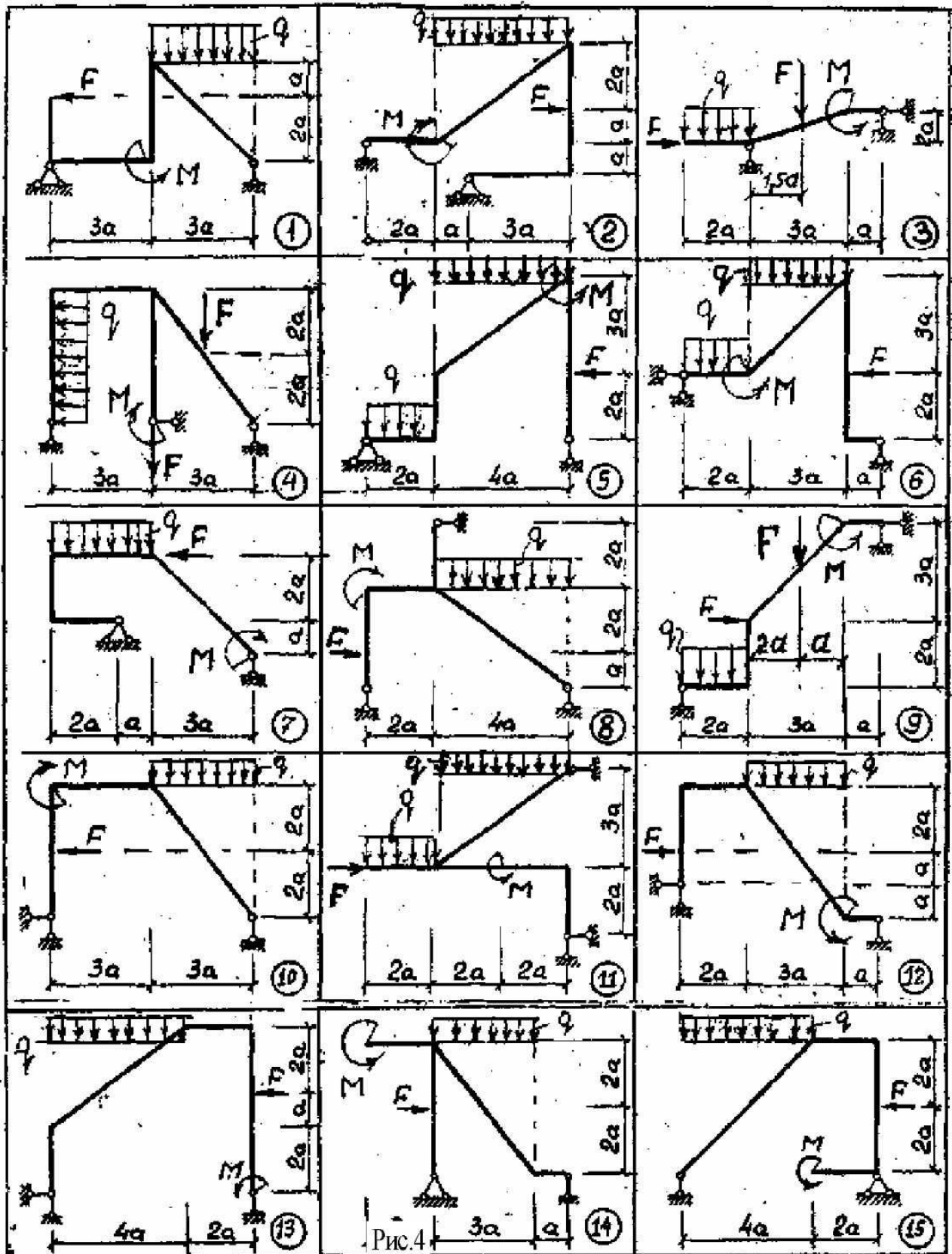
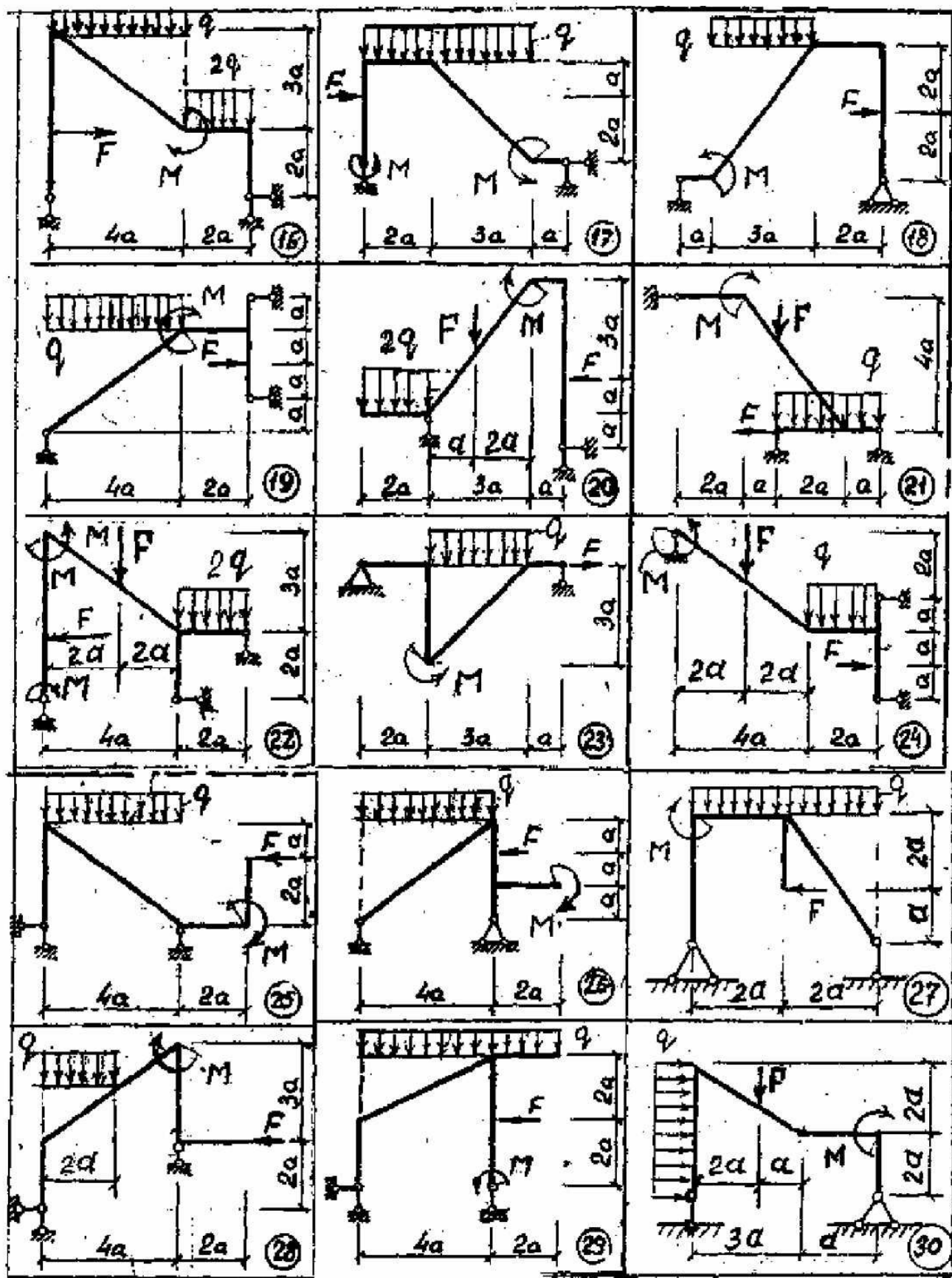


Рис.4



Окончание рис.4

ТЕМА: ЦЕНТРАЛЬНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ.

Статически определяемая задача

Задача 3

ДАНО: Стойка из бетона, $\rho = 25 \text{ кН/м}^3$, $E = 0,27 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, $R_c = 12 \text{ МПа}$, $R_t = 0,9 \text{ МПа}$ (рис. 5). Заочникам исходные данные взять из табл. 2, остальным - из табл. 2'.

ТРЕБУЕТСЯ:

1. Построить эпюру продольных сил N без учета собственного веса.
2. Определить требуемые площади поперечных сечений A из условий прочности и соблюдения при этом заданного соотношения площадей на различных участках.
3. Построить эпюры продольных сил (N) и нормальных напряжений (σ) с учетом собственного веса стойки.
4. Построить эпюру перемещений сечений с учетом собственного веса.

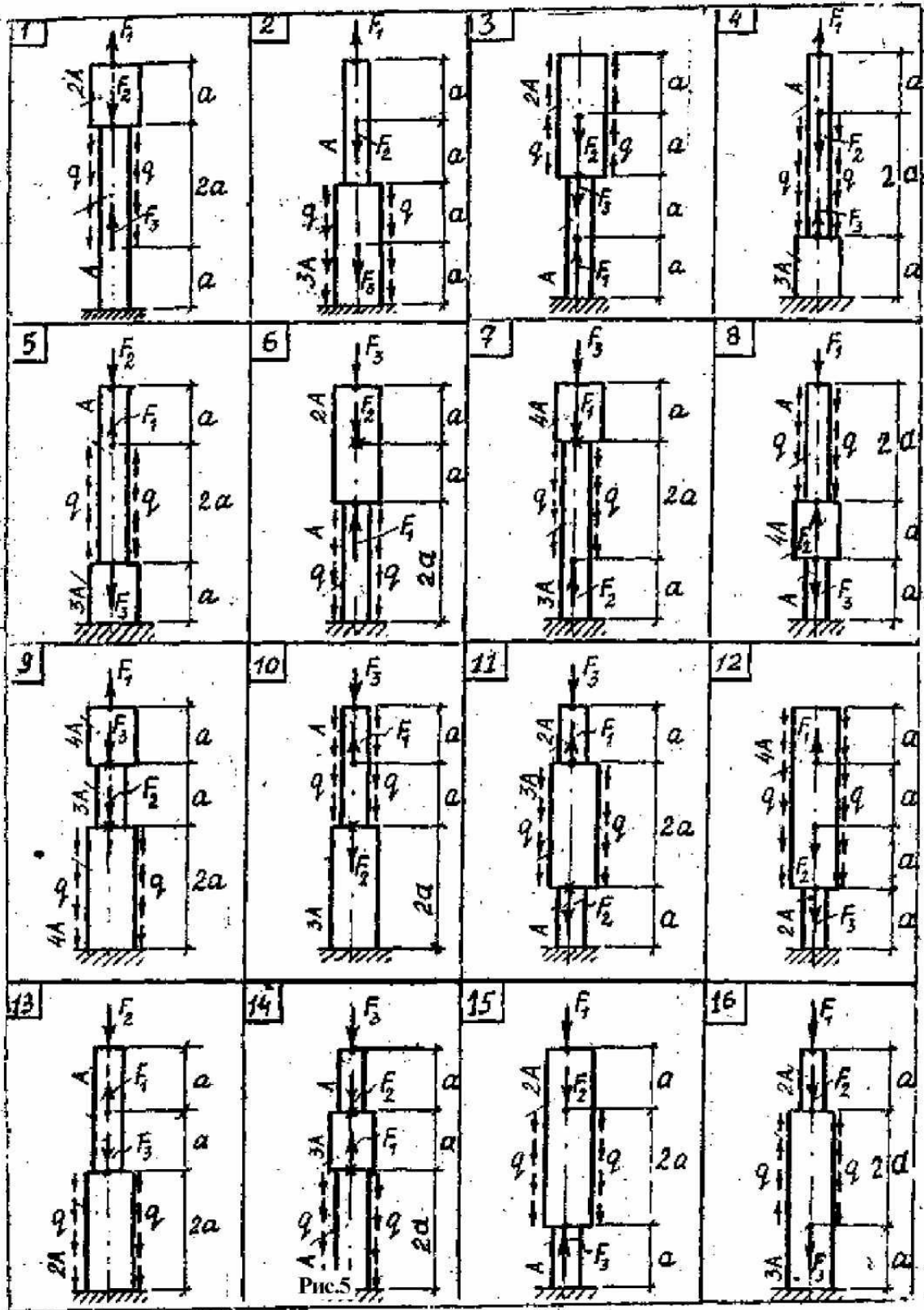
Таблица 2

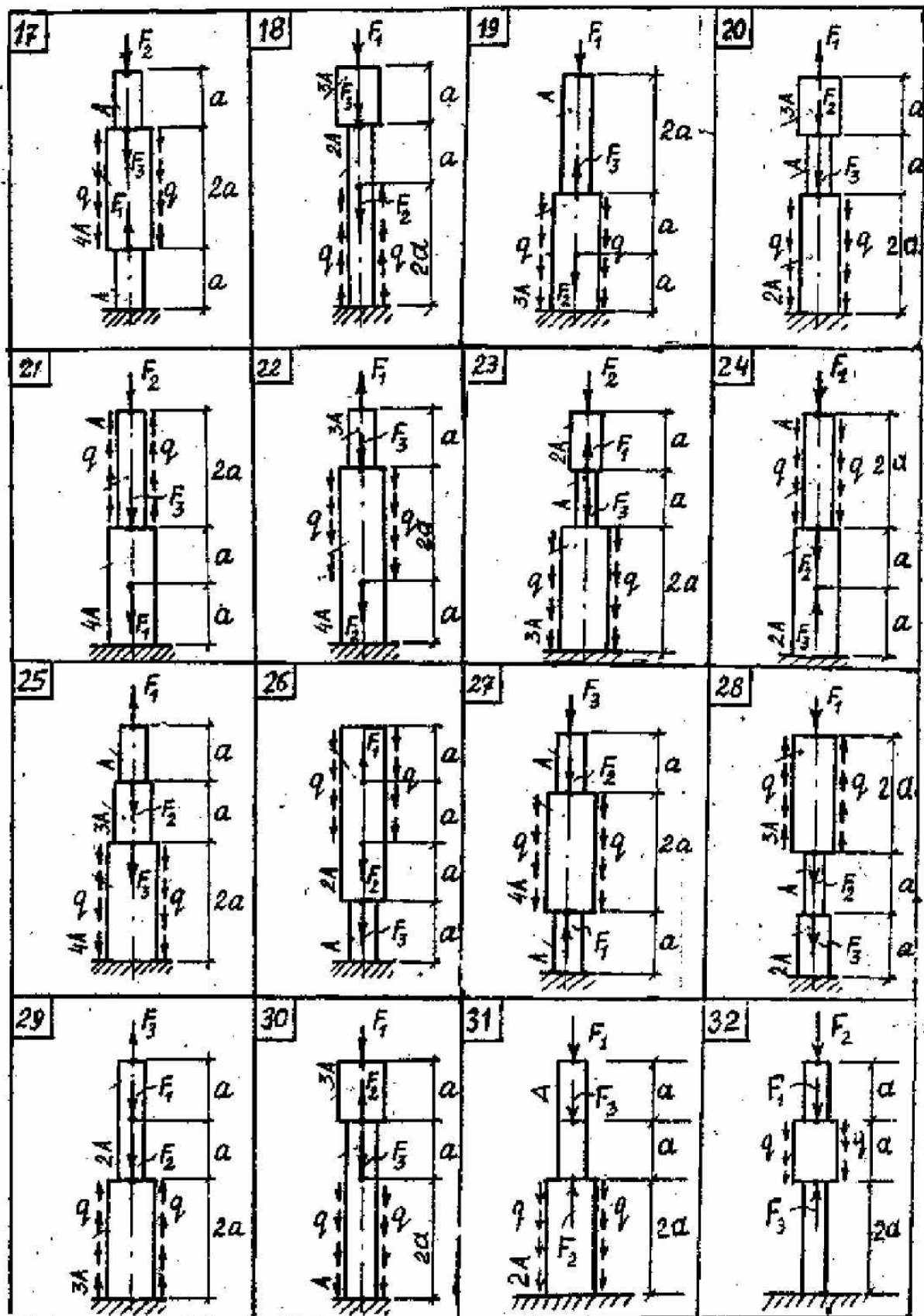
Номер строки	Номер схемы (рис. 5)	а, м	Силы, кН			q, кН/м
			F ₁	F ₂	F ₃	
1	1	1,5	85	100	45	20
2	2	1,2	90	55	30	25
3	3	1,3	100	125	60	30
4	4	1,1	110	75	40	35
5	5	1,4	115	80	35	25
6	6	1,5	80	90	60	20
7	7	1,6	120	85	45	22
8	8	1,7	140	160	50	25
9	9	1,8	135	85	40	20
0	10	1,2	150	180	35	25
	а	е	а	б	е	а

Таблица 2'

Вариант	а, м	Силы, кН			q, кН/м
		F ₁	F ₂	F ₃	
11	1,1	75	50	30	20
12	1,4	60	75	40	25
13	1,6	95	85	50	15
14	1,3	80	65	45	30
15	1,5	90	70	60	20
16	1,2	60	40	30	25
17	1,4	95	70	50	30
18	1,6	80	95	60	20
19	1,2	75	55	45	25
20	1,5	90	80	40	20

ТЕМА: ЦЕНТРАЛЬНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ
 Расчетные схемы к задаче 3





Окончание рис.5

ТЕМА: ЦЕНТРАЛЬНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ.
Статически неопределимые задачи

Задача 4

ДАНО: Составной стержень из алюминиевых и стальных частей жестко закреплен на левом конце и нагружен силами F_1 и F_2 •% действующими вдоль оси стержня (рис. 6).

Для алюминия – $E_a = 0,7 \cdot 10^5$ МПа, $\alpha_a = 23 \cdot 10^{-6}$ 1/град.

Для стали – $E_c = 2,1 \cdot 10^5$ МПа, $\alpha_c = 13 \cdot 10^{-6}$ 1/град.

Исходные данные взять из табл. 3.

ТРЕБУЕТСЯ: 1. Определить опорные реакции при действии сил F_1 и F_2 , увеличении температуры на Δt и при наличии монтажного зазора между правым концом бруса и опорой $\Delta = 1$ мм.

2. Построить эпюры продольных сил N и нормальных напряжений σ .

Таблица 3

Номер строки	Номер схемы (рис. 6)	Расстояние, м			Силы, кН		Δt , °C	Материал а/в/с	$A \cdot 10^{-3}$, м ²
		а	в	с	F_1	F_2			
1	1	1,5	1,4	1,6	85	100	10	ст/ст/ал	2,0
2	2	1,2	1,8	1,5	90	55	20	ст/ал/ст	2,5
3	3	1,3	1,5	1,7	100	125	25	ал/ал/ст	3,0
4	4	1,1	1,9	1,5	110	75	35	ал/ст/ал	3,4
5	5	1,4	1,4	1,7	115	80	40	ст/ал/ст	2,8
6	6	1,5	1,5	1,5	80	90	45	ал/ст/ст	3,6
7	7	1,6	1,3	1,6	120	85	30	ст/ст/ал	2,4
8	8	1,7	1,3	1,7	140	160	25	ал/ст/ал	4,0
9	9	1,4	1,1	1,4	120	100	25	ал/ст/ал	4,0
0	10	1,8	1,2	1,5	135	85	15	ал/ал/ст	3,5
	11	1,1	1,6	1,4	110	140	35	ал/ст/ал	4,0
	12	1,2	1,6	1,7	150	180	20	ст/ал/ст	4,5
	13	1,5	1,3	1,2	100	130	45	ал/ст/ал	4,0
	14	1,1	1,5	1,9	165	110	25	ал/ст/ст	4,2
	15	1,3	1,4	1,6	140	110	35	ал/ст/ал	4,0
	16	2,0	1,0	1,5	75	95	15	ал/ст/ал	3,2
	17	1,0	1,3	1,8	120	140	45	ал/ст/ал	4,0
	18	1,9	1,4	1,2	170	120	30	ст/ст/ал	3,8
	19	1,2	1,3	1,5	100	150	55	ал/ал/ст	4,0
	20	1,3	1,6	1,6	130	80	40	ал/ст/ст	2,5
	г	е	г	д	г	д	е	г	д

ТЕМА: ЦЕНТРАЛЬНОЕ РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ
 Расчетные схемы к задаче 4

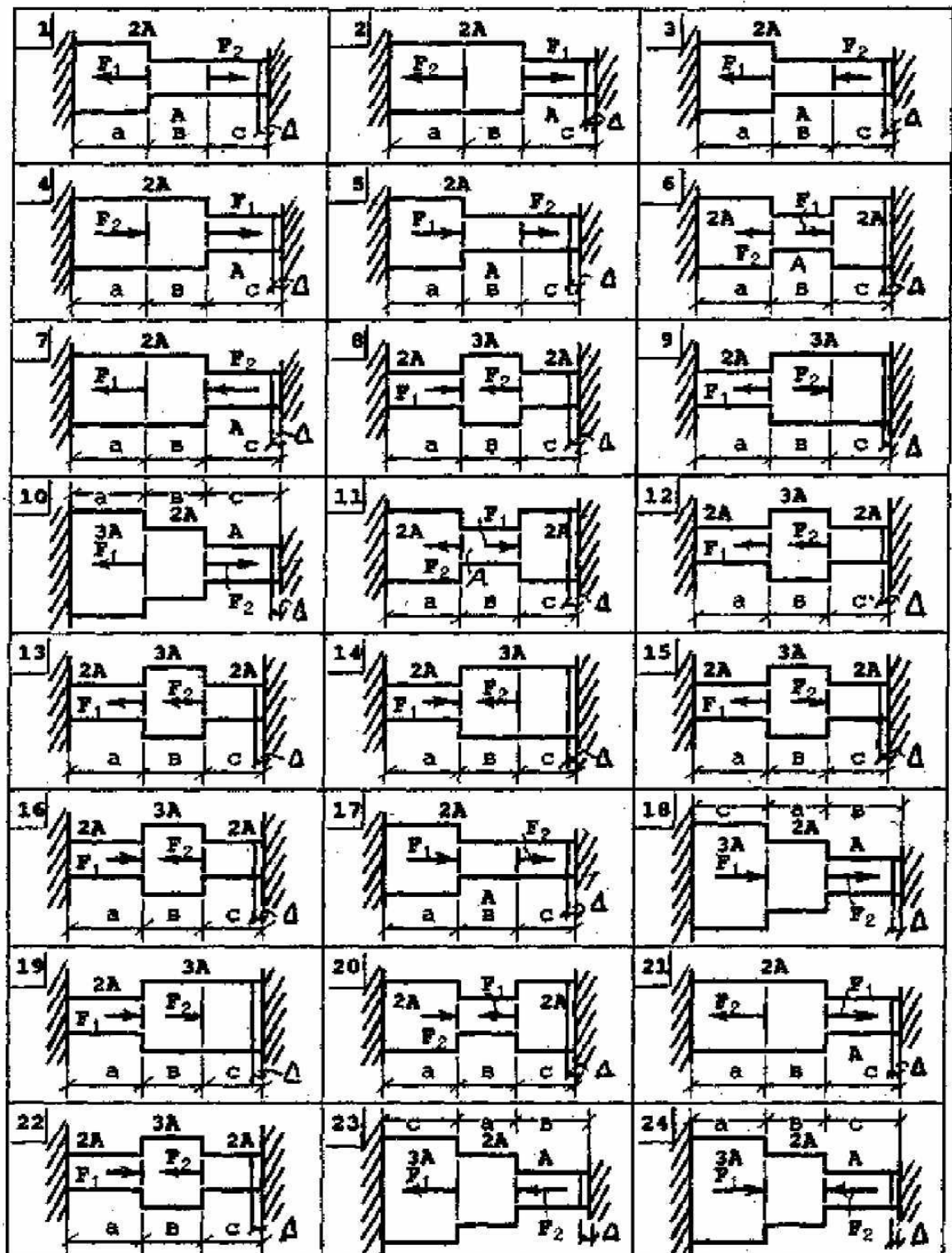


Рис.6

ТЕМА: ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В ТОЧКЕ

Задача 5

ТРЕБУЕТСЯ:

1. Определить величины и направления главных напряжений для заданного напряженного состояния (см. элемент в табл. 4), изобразить главные площадки и показать на них главные напряжения с учетом их знаков.

2. Вычислить максимальные и минимальные касательные напряжения и указать площадки сдвига, на которых они действуют.

3. Определить нормальные и касательные напряжения на площадках, повернутых относительно заданных площадок на угол α , и показать эти площадки и напряжения на чертеже. Определить полные напряжения, действующие на этих площадках, и относительную деформацию по направлению σ_α .

4. Определить расчетные напряжения с использованием следующих гипотез прочности: 1-я - гипотеза наибольших нормальных напряжений, 2-я - гипотеза наибольших относительных удлинений, 3-я - гипотеза наибольших касательных напряжений, 4-я - энергетическая гипотеза; сравнить их между собой. При этом принять:

$$E = 2,06 \cdot 10^5 \text{ МПа}, \nu = 0,28.$$

5. Определить относительные деформации в направлении главных напряжений (главные деформации).

Примечания к табл. 4 исходных данных:

1. В каждом варианте знаки напряжений поставить в соответствие с их направлениями на чертежах согласно принятым правилам знаков для них.

2. Единица измерения напряжений — МПа.

ТЕМА: ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В ТОЧКЕ

Исходные данные к задаче 5

Таблица 4

Номер строки	Варианты рис.	а				б				в				г			
		σ_x	σ_y	τ_{yx}	$\alpha,^\circ$	σ_x	σ_y	τ_{yx}	$\alpha,^\circ$	σ_x	σ_y	τ_{yx}	$\alpha,^\circ$	σ_x	σ_y	τ_{yx}	$\alpha,^\circ$
1	а	30	80	60	20	50	40	60	-20	50	30	40	40	20	70	90	20
2	б	40	80	60	30	40	60	50	30	40	50	40	-15	50	100	50	15
3	в	50	100	50	40	20	40	60	-40	20	60	60	20	40	20	80	-20
4	г	60	20	40	15	90	20	30	50	80	40	60	-30	80	50	30	30
5	а	70	30	50	-20	60	80	80	20	30	130	80	25	40	50	60	-40
6	б	80	40	60	-30	30	120	60	70	60	30	30	30	60	40	80	15
7	в	90	50	70	-40	80	40	60	-80	80	20	40	35	20	120	70	20
8	г	80	60	40	-15	60	50	50	20	60	40	50	-40	60	30	50	30
9	а	20	80	50	60	70	50	50	50	30	90	60	20	90	40	60	-30
0	б	30	70	50	20	80	30	50	30	40	100	70	30	10	50	90	25
11		40	90	50	30	20	100	60	15	30	50	80	15	20	100	40	20
12		80	20	60	40	30	50	40	-20	70	30	50	-25	20	50	70	10
13		70	40	70	50	90	20	30	-15	50	80	60	-15	90	60	80	30
14		60	40	30	-20	40	70	50	-30	30	60	60	20	70	20	30	-30
15		40	30	20	-30	50	20	30	40	50	40	30	-30	50	30	40	25
16		20	60	40	-40	60	70	40	-30	80	50	-60	-10	80	20	50	30
17		80	30	50	50	70	50	60	-15	20	70	90	-15	40	90	50	30
18		75	20	60	-20	10	90	60	-30	70	60	30	20	20	110	40	-30
19		10	100	40	-30	80	30	50	40	60	70	50	-30	85	40	60	25
в	г	д	е	з	д	е	з	д	е	з	д	е	з	д	е	з	

ТЕМА: ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ

Задачи 6 (рис. 7), 7 (рис. 8), 8 (рис. 9)

ТРЕБУЕТСЯ:

1. Начертить заданное поперечное сечение в масштабе, про-
ставить размеры в см.

2. Определить координаты центра тяжести сечения и про-
вести горизонтальную и вертикальную центральные оси.

3. Определить осевые, а для задачи 8 и центробежный мо-
менты инерции сечения относительно проведенных централь-
ных осей.

4. Определить положение главных центральных осей инер-
ции и показать их на чертеже.

5. Вычислить величины главных центральных моментов
инерции.

6. Определить величины главных центральных радиусов
инерции сечения.

Исходные данные для задачи 6 взять в табл. 5, а для задач 7 и
8 - в табл. 6.

Таблица 5' (для заочников)

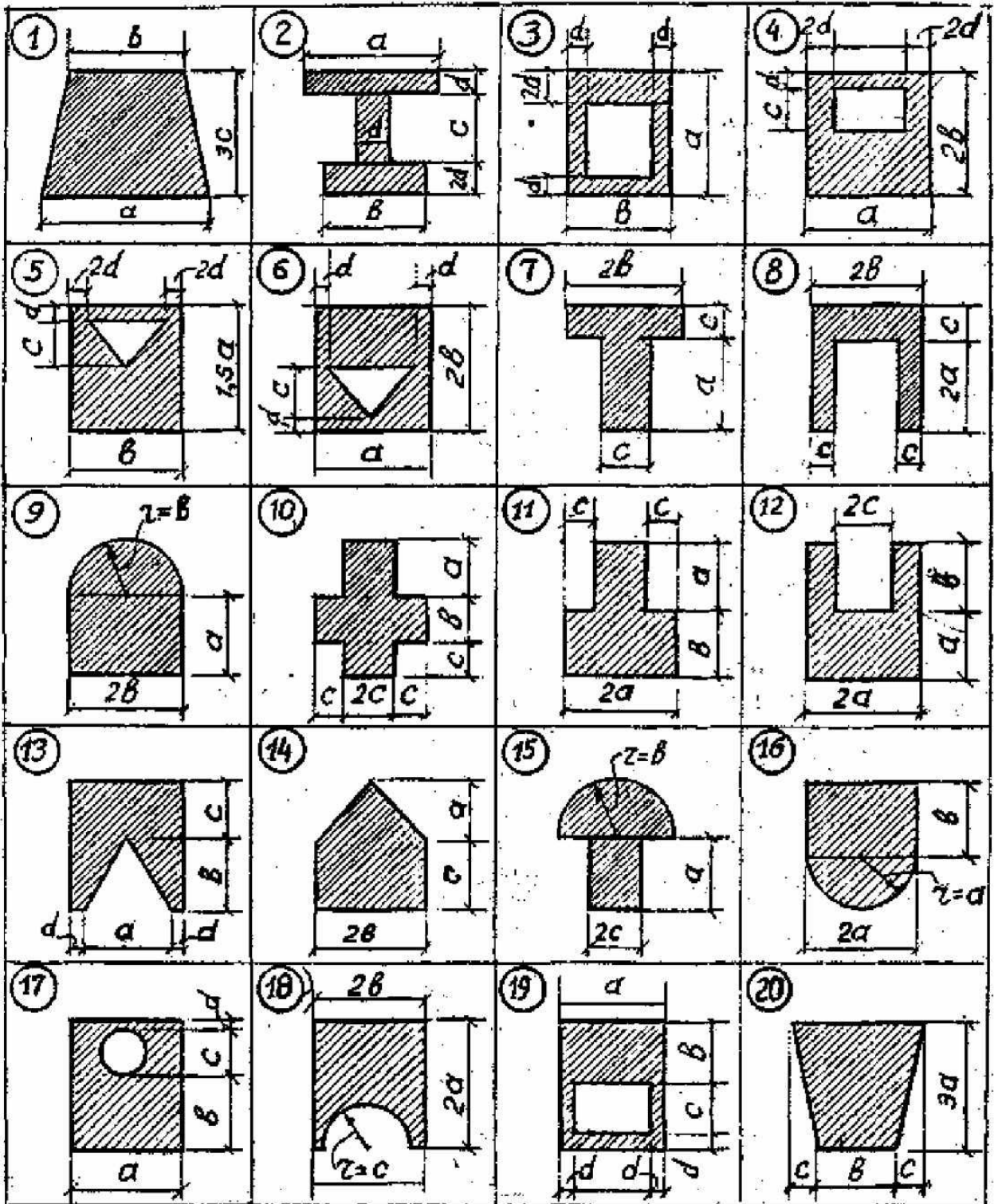
	Обозна- чения	Номер столбца									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
		Номер схемы (рис. 7)									
<i>e</i>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>e</i>	<i>a</i> , см	30	24	22	20	18	15	16	21	26	24
<i>e</i>	<i>b</i> , см	20	18	15	12	10	8	10	9	20	15
<i>e</i>	<i>c</i> , см	15	12	10	8	6	4	5	6	10	14
<i>e</i>	<i>d</i> , см	2	4	3	4	3	2	3	4	4	3

Таблица 5

Обозна- чения	Вариант									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>a</i> , см	35	28	32	30	22	25	24	28	36	20
<i>b</i> , см	25	20	24	18	14	18	12	15	24	15
<i>c</i> , см	15	18	12	10	10	12	9	12	18	10
<i>d</i> , см	2	4	3	4	3	2	3	4	4	3

ТЕМА: ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ

Варианты сечений к задаче 6



ТЕМА: ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ

Исходные данные к задачам 7 и 8

Таблица 6 (для заочников)

	Номер и	Номер столбца									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
		Вариант ((рис. 8 и 9)				
<i>e</i>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>e</i>	1 Прямо- угольник, см	50x3	42x2	26x1	60x3	28x2	30x2	34x2	24x2	32x2	26x2
<i>o</i>	2 Номер двутавра	45	36	55	20	22	24	27	20	24	22
<i>e</i>	3 Номер швеллера	40	33	36	22	20	24	27	22	16	18
<i>e</i>	4 Номер нерав- нопол. уголка и толщина <i>t</i> , мм	14/9	14/9	14/9	8/6	8/5	11/7	8/6	11/7	8/5	11/7
		10	8	10	8	6	6,5	7	8	5	6,5
<i>o</i>	5 Номер рав-нопол. уголка и толщина <i>t</i> , мм	22	20	18	14	15	16	18	16	12	16
		16	12	20	10	15	20	15	18	10	10

Таблица 6'

Номер		Вариант									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Прямоу- гольник, см	40x2	22x1	24x1	48x2	26x1	28x2	30x2	24x2	24x1	30x2
2	Номер двутавра	30	18	16	45	14	20	27	18	30	33
3	Номер швеллера	30	18	20	36	16	24	22	33	27	24
4	Номер неравнопол. уголка и толщина <i>t</i> , мм	14/9	8/5	8/5	14/9	8/6	8/6	8/6	11/7	8/6	11/7
		10	5	6	10	8	7	10	6,5	8	8
5	Номер равнопол. уголка и толщина <i>t</i> , мм	20	12	10	25	9	11	16	14	18	11
		12	10	10	20	8	7	12	10	12	8

ТЕМА: ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ
ВАРИАНТЫ СЕЧЕНИЙ К ЗАДАЧЕ 7

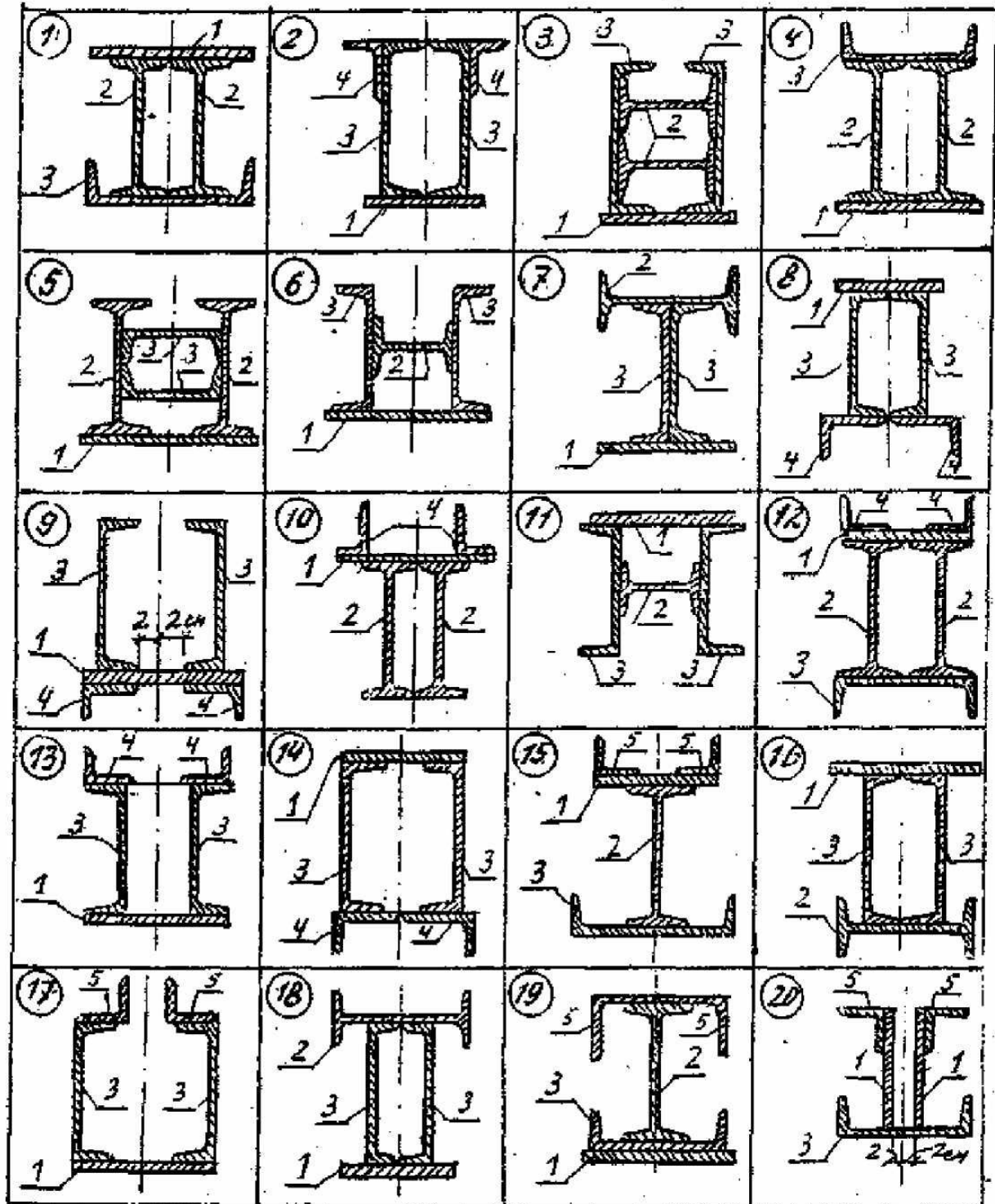


Рис. 8

ТЕМА: ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ

Варианты сечений к задаче 8

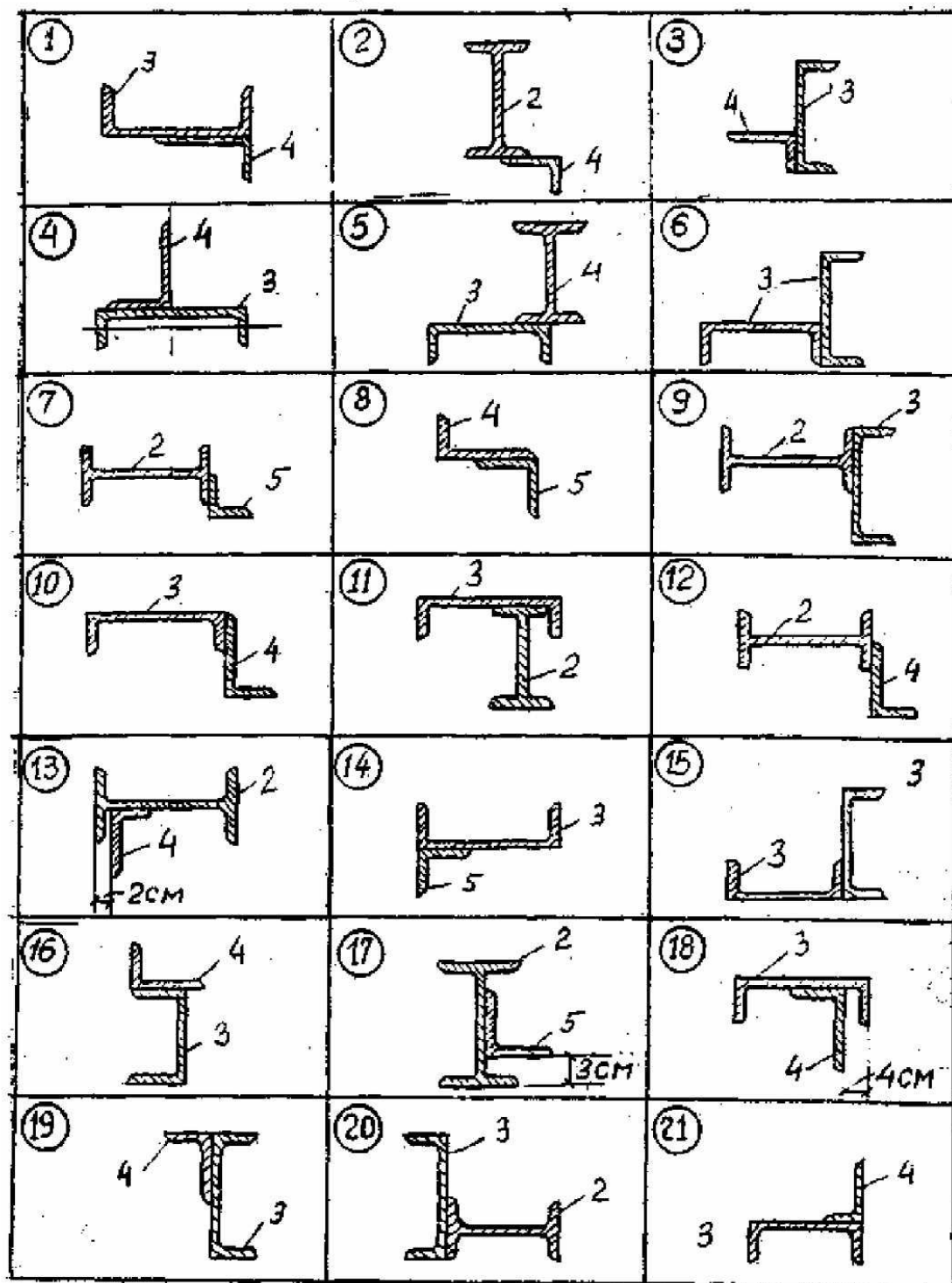


Рис.9

ТЕМА: КРУЧЕНИЕ ПРЯМЫХ СТЕРЖНЕЙ

Задача 9

ДАНО: К прямолинейному брусу постоянного сечения, жестко заделанному по концам, приложены моменты M_1, M_2, M_3 , действующие в плоскости, перпендикулярной продольной оси бруса (рис. 10). Исходные данные взять из табл. 7.

ТРЕБУЕТСЯ:

1. Определить опорные реакции.
2. Построить эпюру крутящих моментов.
3. Из условий прочности и жесткости при кручении определить внутренний и наружный диаметры трубчатого сечения при сле-

дующих данных: $G = 0,8 \cdot 10^5$ МПа, $[\theta] = 0,01$ рад/м, $K = \frac{d_{int}}{d_{ext}}$.

Проверить прочность и жесткость подобранного сечения.

4. Из условия прочности подобрать размеры прямоугольного сечения бруса при заданном соотношении сторон прямоугольника h/b .

5. Построить эпюру углов закручивания сечений бруса.

Таблица 7

Номер строки	Номер схемы (рис. 10)	Расстояния, м			Моменты, кН/м			R_s , МПа	K	$\frac{h}{b}$
		a	b	c	M_1	M_2	M_3			
1	1	1,1	1,0	1,2	6,2	4,2	8,3	85	0,8	1,5
2	2	1,2	0,8	1,0	8,5	5,4	9,5	60	0,7	1,5
3	3	1,2	1,1	1,0	9,4	4,3	6,5	80	0,9	2,0
4	4	1,3	1,0	0,8	6,5	8,4	4,5	75	0,8	2,5
5	5	1,3	1,3	1,1	5,2	7,4	9,3	100	0,6	3,0
6	6	1,1	1,3	0,7	6,0	4,5	8,4	85	0,7	4,0
7	7	1,1	1,1	1,3	7,3	5,6	4,8	70	0,9	3,5
8	8	1,2	1,2	1,4	9,8	4,8	6,6	80	0,8	5,0
9	9	1,0	1,2	1,1	8,7	3,5	6,9	75	0,7	2,0
0	10	0,9	1,1	1,5	4,5	5,0	3,2	70	0,6	3,0
	11	0,8	0,9	0,7	4,0	6,2	9,3	60	0,8	2,0
	12	1,2	1,0	1,2	7,2	8,5	3,4	80	0,7	5,0
	13	0,9	0,7	1,0	8,3	5,4	4,1	65	0,9	3,5
	14	0,8	1,2	1,3	3,5	6,8	8,0	85	0,8	4,0
	15	1,1	0,9	0,8	4,8	7,5	9,7	70	0,6	3,0
	16	1,0	1,4	0,6	7,5	5,6	8,4	90	0,7	2,5
	17	1,3	1,2	1,3	8,4	4,1	6,0	75	0,9	2,0
	18	0,7	1,0	1,0	5,5	7,5	8,5	90	0,8	2,0
	19	0,6	0,8	1,0	4,9	8,8	6,1	80	0,7	1,5
	20	0,6	1,0	0,6	6,8	4,5	7,3	75	0,6	1,5
	δ	e	z	δ	z	z	δ	e	z	δ

ТЕМА: КРУЧЕНИЕ ПРЯМЫХ СТЕРЖНЕЙ

Расчетные схемы к задаче 9

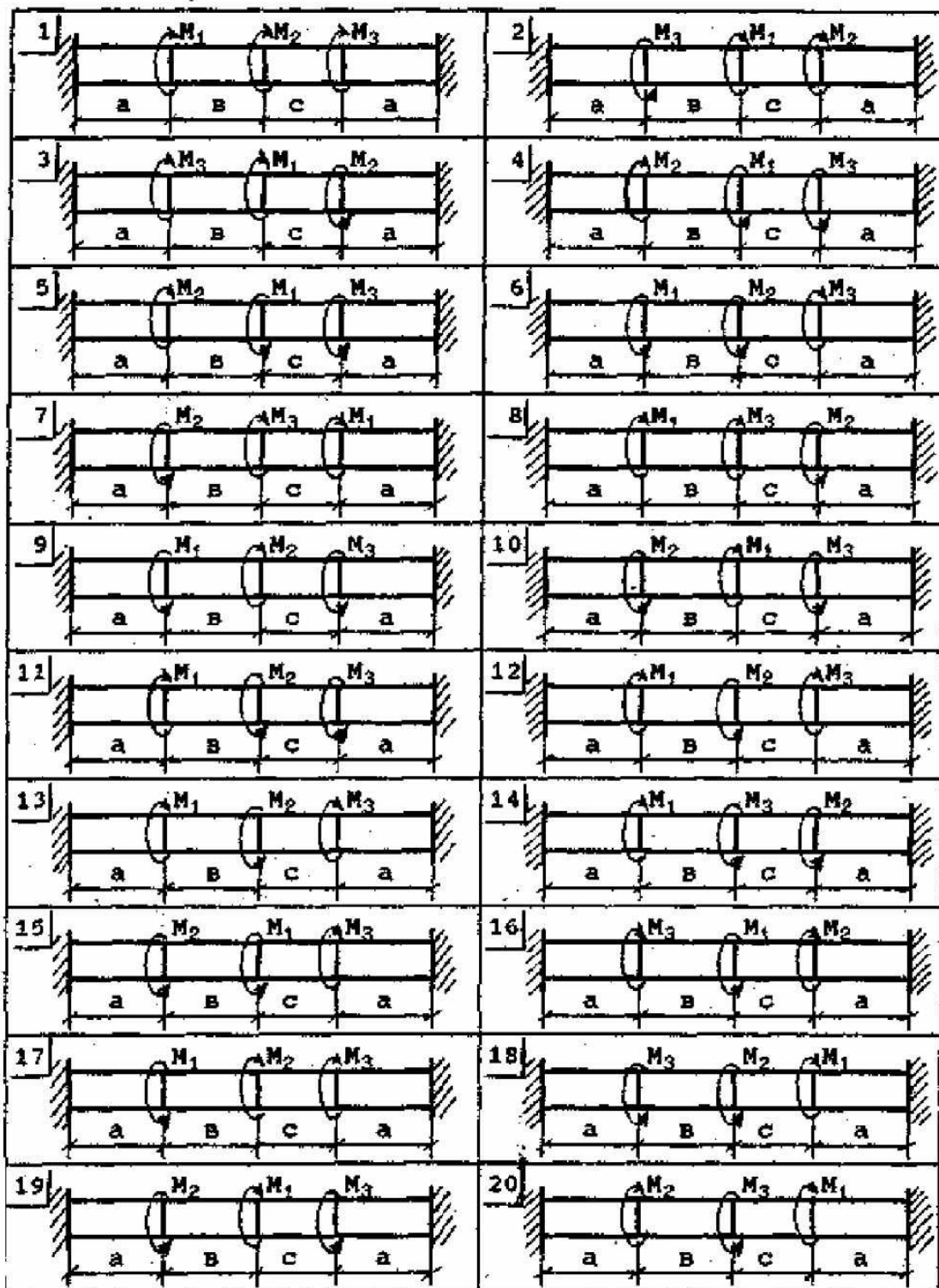


Рис.10

ТЕМА: ПРЯМОЙ ПОПЕРЕЧНЫЙ ИЗГИБ

Задача 10

ДАНО: Консольная балка, изображенная на рис. 11. Исходные данные приведены в табл. 8.

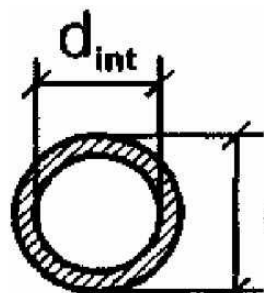
ТРЕБУЕТСЯ: 1. Построить эпюры M и Q .

2. Подобрать сечение балки в двух вариантах:

a) прокатный двутавр, $R = 200$ МПа, $R_s = 80$ МПа;

б) стальная труба, $d_{int}/d_{ext} = 0,9$;

$R = 200$ МПа, $R_s = 80$ МПа.



Проверить прочность балок по нормальным и касательным напряжениям.

3. Определить прогиб и угол поворота свободного конца балки при

$E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа (для варианта сечения *a*).

Таблица 8

	Обозначения	Номер столбца									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
		Вариант (рис. 11, 12)									
e		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
e	$a, \text{ м}$	1,0	0,9	0,8	1,1	0,7	0,6	1,2	1,1	1,3	1,2
z	$q, \text{ КН/м}$	20	15	12	10	8	12	10	20	22	15
∂	$F, \text{ кН}$	40	50	25	30	35	30	20	40	25	30
e	$M, \text{ кН}\cdot\text{м}$	25	20	30	15	35	20	25	20	25	35

ТЕМА: ПРЯМОЙ ПОПЕРЕЧНЫЙ ИЗГИБ

Расчетные схемы к задаче 10

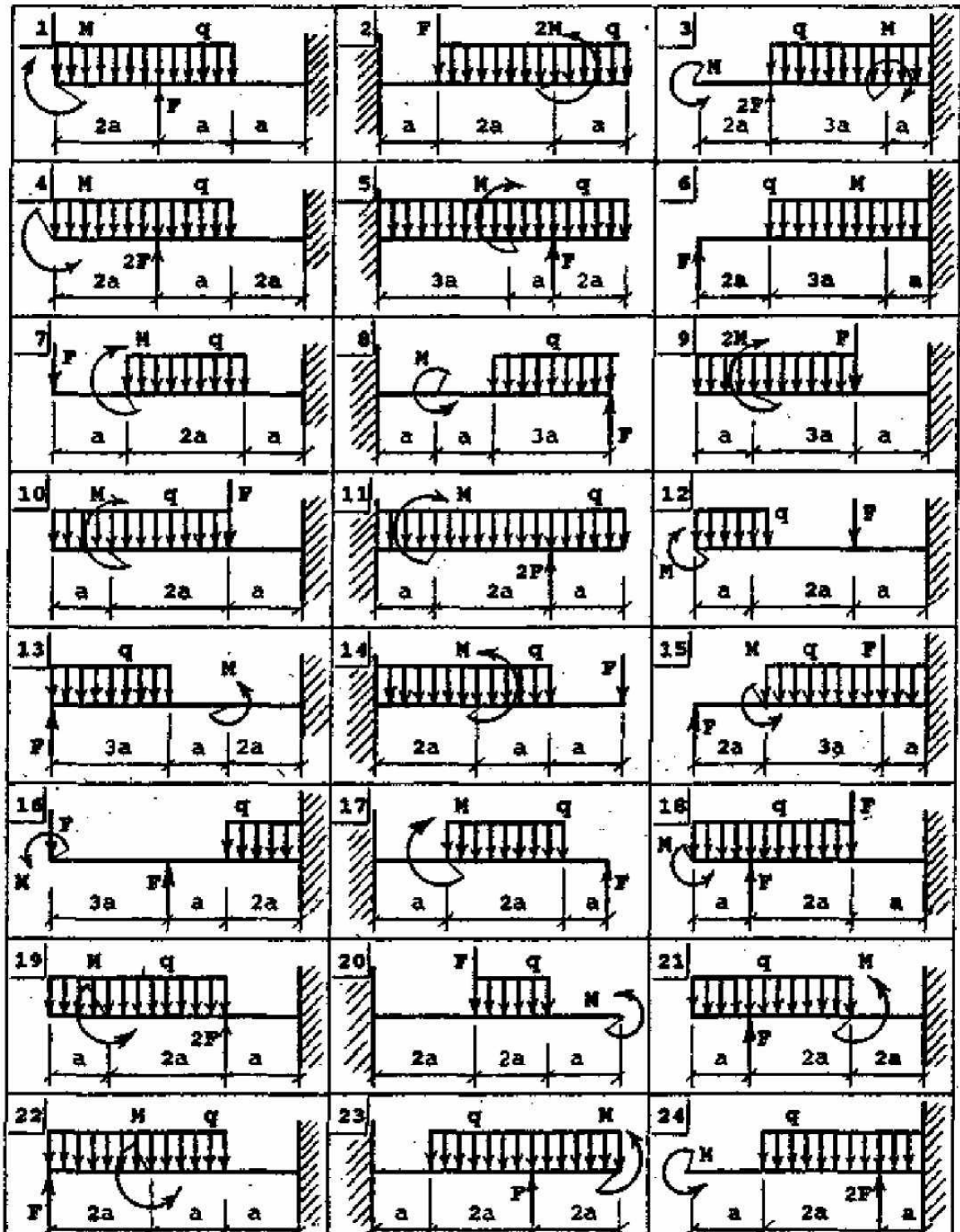


Рис. 11

ТЕМА: ПРЯМОЙ ПОПЕРЕЧНЫЙ ИЗГИБ

Задача 11

ДАНО: Балка на двух опорах, изображенная на рис. 12.

Исходные данные приведены в табл. 8.

ТРЕБУЕТСЯ: 1. Определить реакции опор и построить эпюры M и Q .

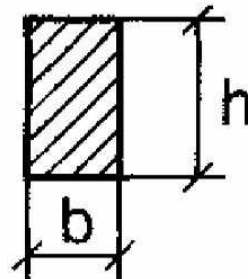
2. Подобрать сечение балки в трех вариантах и проверить прочность подобранных сечений: a и b - по нормальным и касательным напряжениям; c - выполнить полную проверку прочности балки.

3. По методу начальных параметров для сечения варианта a определить прогиб и угол поворота сечения на расстоянии $3a$ от левого конца балки при $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа (только для студентов направления "Строительство").

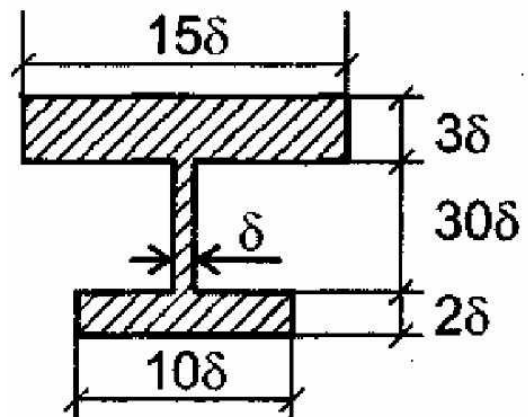
- а) из двух прокатных швеллеров,
 $R = 200$ МПа,
 $R_s = 80$ МПа;



- б) прямоугольного сечения,
 $h = 3b$,
 $R = 12$ МПа,
 $R_s = 6$ МПа;



- в) составного сечения заданной формы,
 $R = 200$ МПа,
 $R_s = 100$ МПа.



ТЕМА: ПРЯМОЙ ПОПЕРЕЧНЫЙ ИЗГИБ

Расчетные схемы к задаче 11

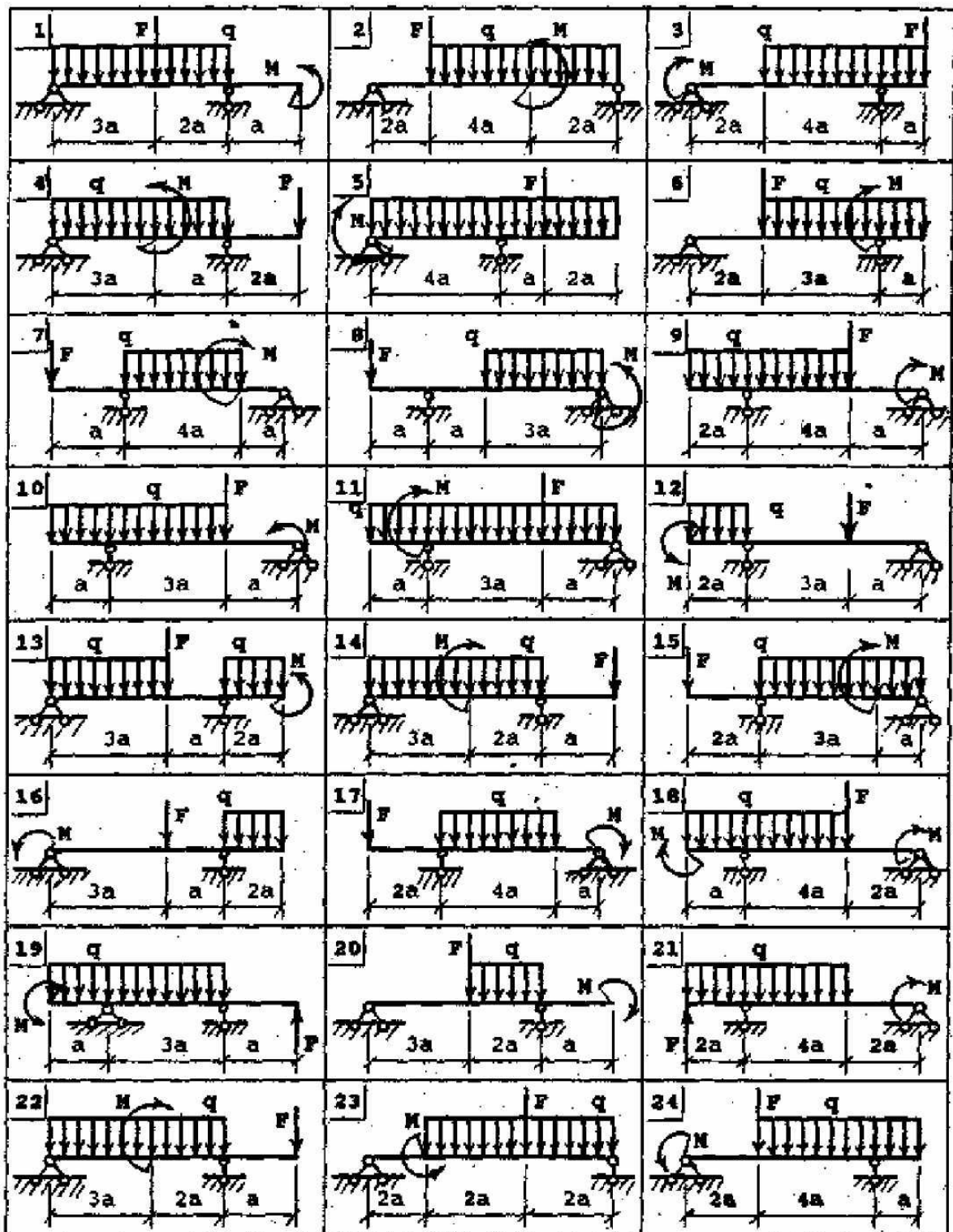


Рис.12

ТЕМА: СЛОЖНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ
Расчеты на прочность при внецентренном сжатии

Задача 12

ДАНО: Короткий брус, поперечное сечение которого изображено на рис.13, сжимается силой F , действующей параллельно продольной оси бруса, приложенной в одной из точек сечения: А, В или С.

Исходные данные взять: заочникам - из табл. 9, остальным - из табл. 9'.

ТРЕБУЕТСЯ:

1. Построить нейтральную ось.
2. Из условия прочности при внецентренном действии силы определить величину допускаемой силы $[F]$ при $R_t = 2$ МПа, $R_c = 15$ МПа.
3. При силе, равной $[F]$, вычислить нормальные напряжения в точках, наиболее удаленных от нейтральной оси.
4. Построить эпюру нормальных напряжений.
5. Построить ядро сечения.

Таблица 9

	Обозначения	Номер столбца									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
		Вариант (рис. 13)									
e		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
z	а, см	30	24	22	28	18	15	16	26	25	24
δ	в, см	20	18	15	12	10	8	10	9	20	15
e	с, см	15	12	10	8	6	4	5	6	10	14
z	д, см	2	4	3	4	3	2	3	4	4	3
δ	Точка	А	В	С	А	В	С	А	В	С	А

Таблица 9'

Обозначения	Вариант									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
а, см	60	55	50	45	40	35	30	42	36	34
в, см	40	35	30	25	20	24	22	26	30	25
с, см	25	22	20	18	16	14	15	16	10	14
д, см	2	4	3	4	3	2	3	4	4	3
Точка	А	В	С	А	В	С	А	В	С	А

ТЕМА: СЛОЖНОЙ СОПРОТИВЛЕНИЕ
 Расчеты на прочность при внецентренном сжатии
 Варианты сечений к задаче 12

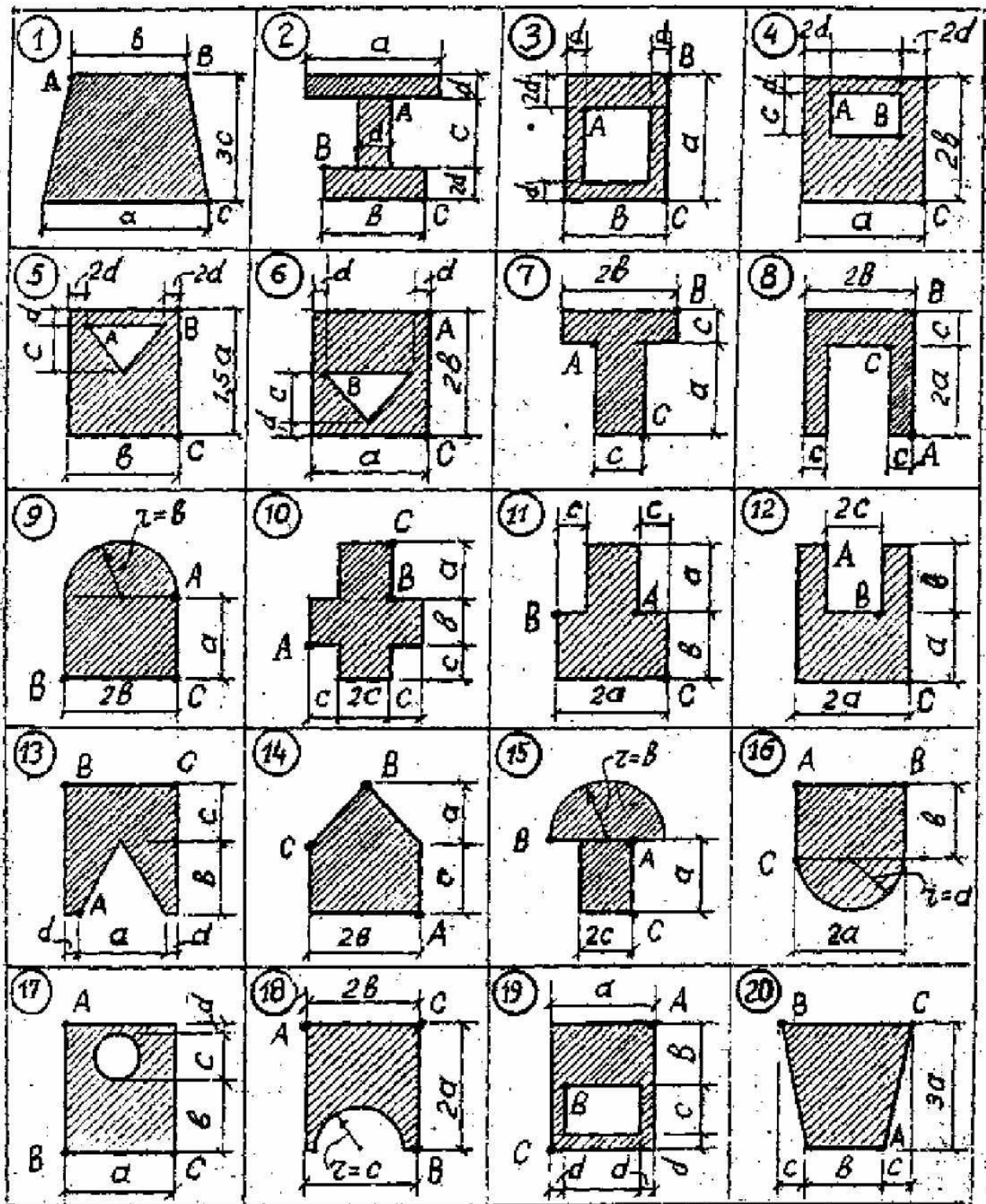


Рис.13.

ТЕМА: СЛОЖНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

Расчеты на прочность при изгибе с кручением

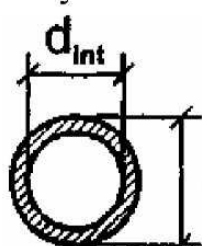
Задача 13

ДАНО: Стержень с ломаной в плоскости осью круглого сечения; защемленный одним концом, изображен на рис. 14.

Исходные данные взять: заочникам - из табл. 10, остальным - из табл. 10'.

ТРЕБУЕТСЯ: 1. Построить отдельно в аксонометрии эпюры изгибающих и крутящих моментов.

2. Установить опасное сечение и найти для него расчетный момент, используя 3-ю теорию прочности.



3. Определить требуемые по 3-й теории прочности наружный и внутренний диаметры трубчатого сечения при заданном соотношении диаметров d_{int}/d_{ext} и проверить прочность подобранного сечения.

Принять $R = 200$ МПа.

Таблица 10

Обозна-	Номер столбца										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
	Вариант (рис. 14)										
e		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a , см		1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,5	1,4	2,0	2,1	2,2
b , см		2,0	1,8	1,9	2,2	1,4	1,2	1,2	1,2	1,5	1,2
c , см		0,8	1,2	2,2	1,2	1,6	1,8	1,5	1,6	1,0	1,4
q , кН/м		8	10	12	15	14	12	16	6	10	15
F , кН		15	20	25	20	25	30	35	15	25	30
d_{int}/d_{ext}		0,8	0,7	0,9	0,8	0,6	0,7	0,9	0,8	0,7	0,8

Таблица 10'

Обозна- чения	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a , см	1,0	1,2	1,6	1,4	1,2	1,8	1,6	1,5	2,1	1,2
b , см	2,0	1,8	1,9	2,2	1,4	1,2	1,2	1,2	1,5	1,2
c , см	1,8	1,0	1,2	1,6	1,5	1,4	1,3	1,0	1,2	1,5
q , кН/м	6	10	8	12	15	16	12	8	12	10
F , кН	10	15	20	24	22	28	30	16	24	25
d_{int}/d_{ext}	0,8	0,7	0,9	0,8	0,6	0,7	0,9	0,8	0,7	0,8

ТЕМА: СЛОЖНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ
 Расчеты на прочность при изгибе с кручением
 Расчетные схемы к задаче 13

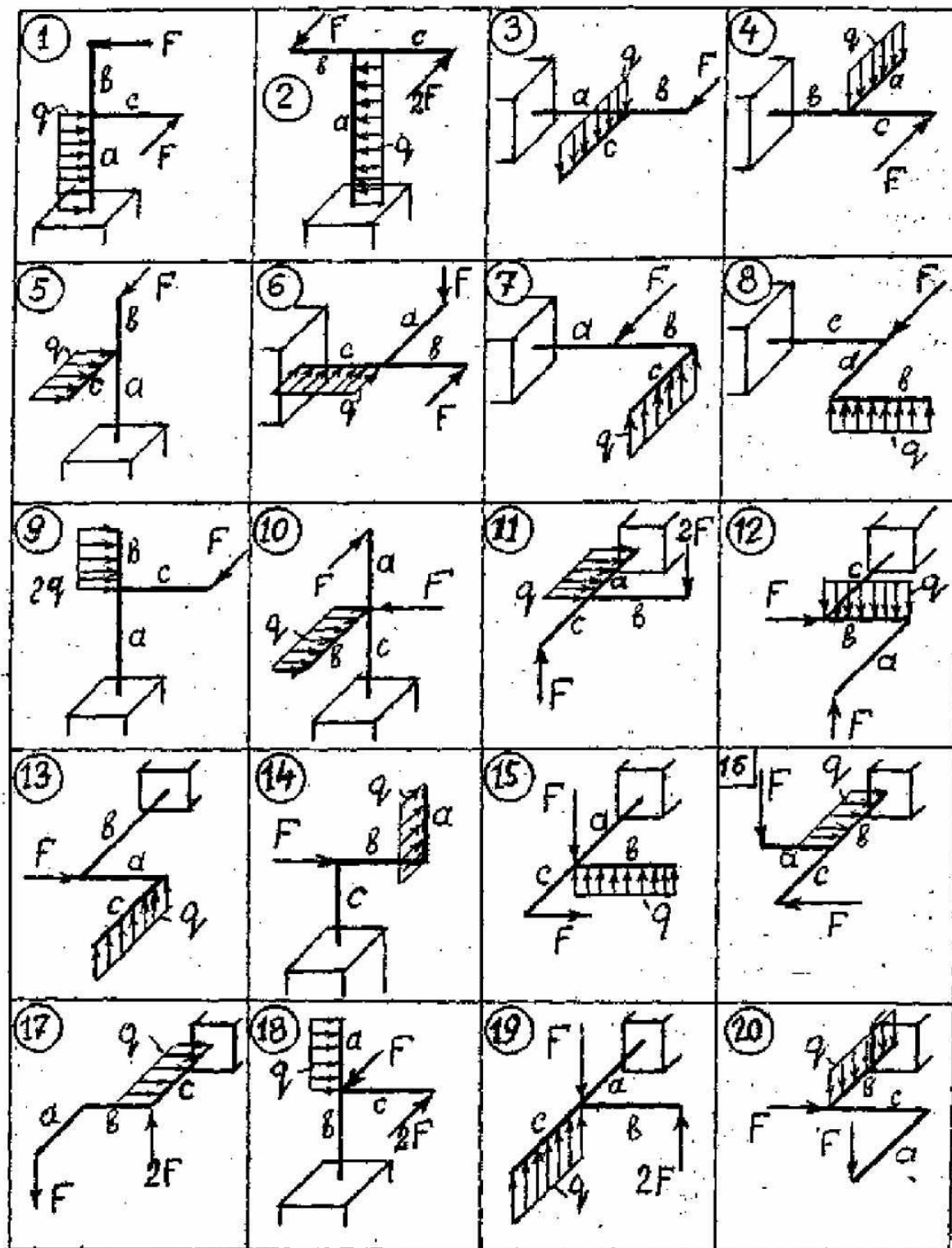


Рис 14.

ТЕМА: РАСЧЕТ СЖАТОГО СТЕРЖНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ

Задача 14

ДАНО: Сжатая стойка, изображенная на рис. 15. Материал Ст3. $R = 200$ МПа. Поперечное сечение - на рис. 16. Нагрузка прикладывается через толстую пластину или оголовник. Исходные данные приведены в табл. 11 (для заочников) и в табл. 11' - для остальных студентов.

ТРЕБУЕТСЯ: 1. С помощью таблицы коэффициентов продольного изгиба φ подобрать сечение стойки заданной формы.

2. Подбранное сечение проверить по условию прочности при наличии ослабления, если $A_{нт} = 0,85A_{бр}$.

3. Определить критическую силу и коэффициент запаса устойчивости.

4. Построить график изменения критической силы при изменении длины стойки до гибкости λ от 0 до 200.

Примечание: Параметр сечения S (где он указан) определить из условия равноустойчивости в двух главных плоскостях, при условии одинакового закрепления в этих плоскостях. Отдельные элементы соединены сваркой с помощью стальных планок.

Таблица 11

	Обозначения	Номер столбца									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
z	F, кН	510	530	550	570	590	610	630	650	670	520
	l, м	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8
d	Тип (рис. 15)	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б
e	Тип сеч. (рис. 16)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 11'

Расчетная схема (рис. 15)	Обозначения	Варианты нагрузок и длин стержней									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
А	F, кН	580	600	620	640	660	680	700	720	670	520
	l, м	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	3,0	3,2	3,6	3,8
Б	F, кН	430	450	470	490	510	530	550	570	590	610
	l, м	4,7	5,0	5,2	5,4	5,6	5,9	6,0	4,7	5,7	5,5
В	F, кН	390	410	430	450	470	420	440	460	400	480
	l, м	2,4	2,5	2,8	2,4	2,2	2,0	2,4	2,6	2,3	2,5
Г	F, кН	550	570	590	610	630	650	670	690	740	730
	l, м	6,3	6,4	6,5	6,7	6,9	7,2	7,3	7,5	6,8	6,6

ТЕМА: РАСЧЕТ СЖАТОГО СТЕРЖНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ
 РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ К ЗАДАЧЕ 14

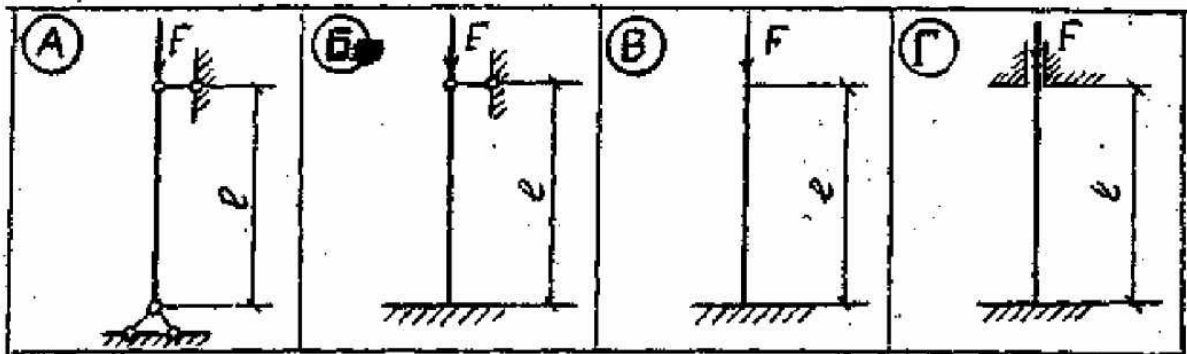


Рис. 15

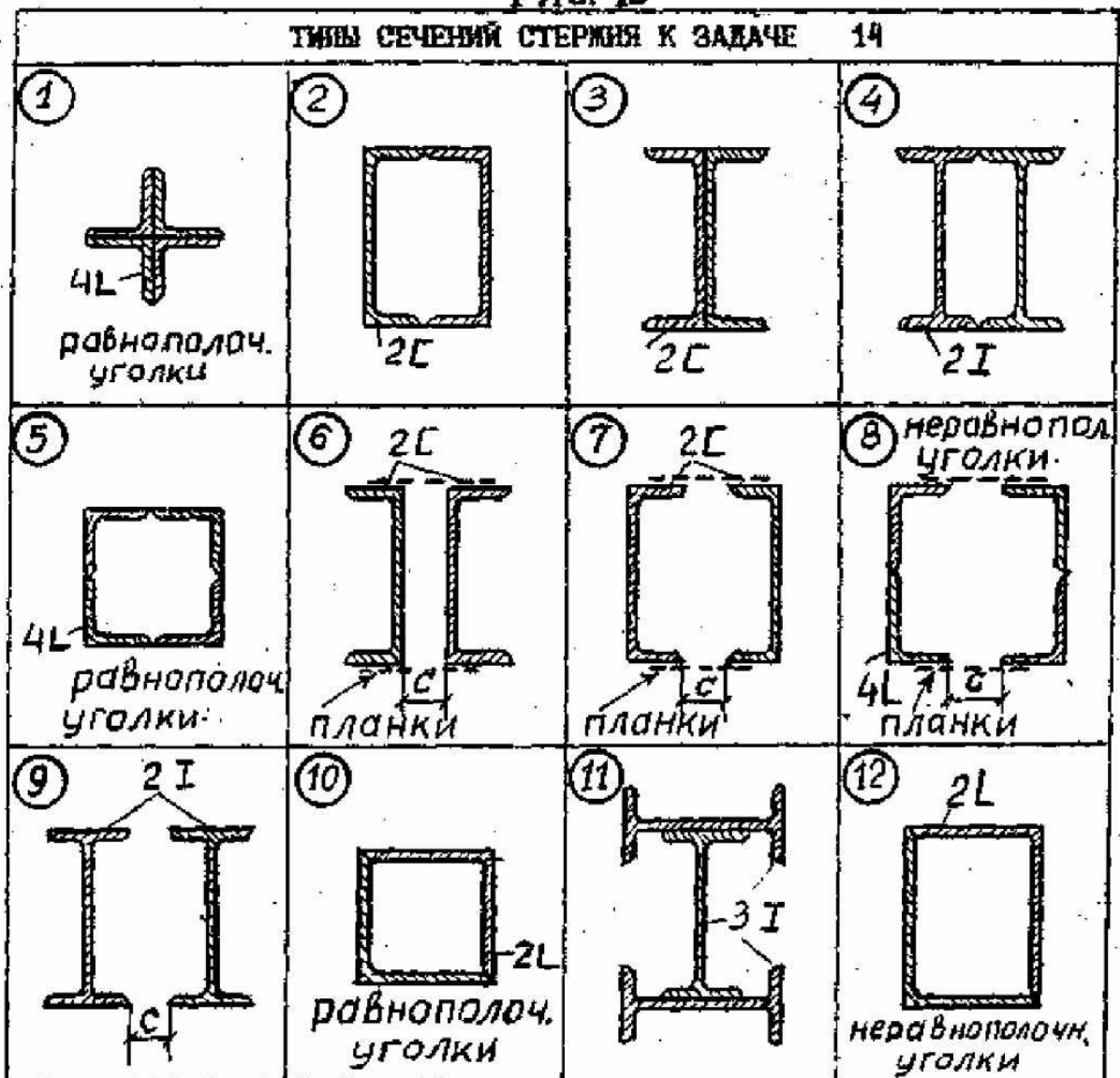


Рис. 16

ТЕМА: РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМОЙ МНОГОПРОЛЕТНОЙ БАЛКИ

Задача 15

ДАНО: Многопролетная балка, изображенная на рис. 17.

Схема расположения постоянной распределенной нагрузки
приведена на рис. 18, исходные данные — в табл. 12.

ТРЕБУЕТСЯ:

1. Вычертить заданную балку и выполнить ее кинематический анализ.
2. Построить поэтажную (рабочую) схему балки и загрузить постоянной нагрузкой.
3. Построить эпюры M и Q от постоянной нагрузки q_{II} , M , F .
4. Построить эпюру M от временной равномерно распределенной нагрузки интенсивностью $q_{В}$, расположенной на участке балки, показанном пунктирной линией на рис. 17.
5. Построить объемлющую эпюру M на участке, где действует временная нагрузка, используя значения изгибающих моментов не менее чем в трех сечениях на каждом грузовом участке.

Таблица 12

Номер строки	Схема балки (рис. 17)	Схема нагрузки (рис. 18)	Постоянная нагрузка			Врем. нагр.	а, м	в, м	с, м
			q_{II} кН/м	F , кН	M , кН·м	$q_{В}$, кН/м			
1	1	1	10	8	10	15	2	3	1,5
2	2	2	15	6	20	20	3	4	2,5
3	3	3	20	12	30	25	2,5	4,5	3
4	4	4	15	10	40	40	4	3,5	3,5
5	5	5	8	6	20	30	3	2,5	3
6	6	6	10	5	10	35	2	3	2,5
7	7	7	6	4	40	30	3,5	2	4
8	8	8	12	6	20	40	3,2	2,5	3
9	9	9	10	5	30	20	2,5	4	3,5
0	10	10	15	8	25	30	3	3,5	4
	ε	δ	e	ε	δ	e	ε	δ	e

**ТЕМА: РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМОЙ
МНОГОПРОЛЕТНОЙ БАЛКИ**

Расчетные схемы балок и схемы нагрузок к задаче 15

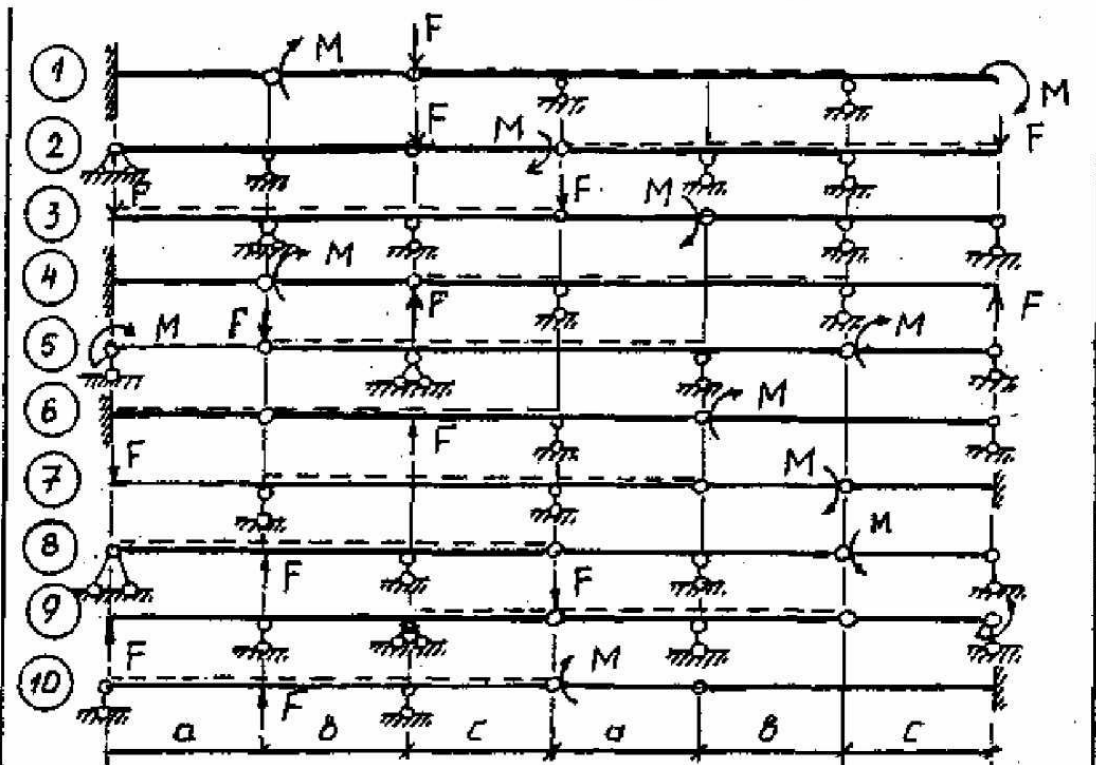


Рис. 17

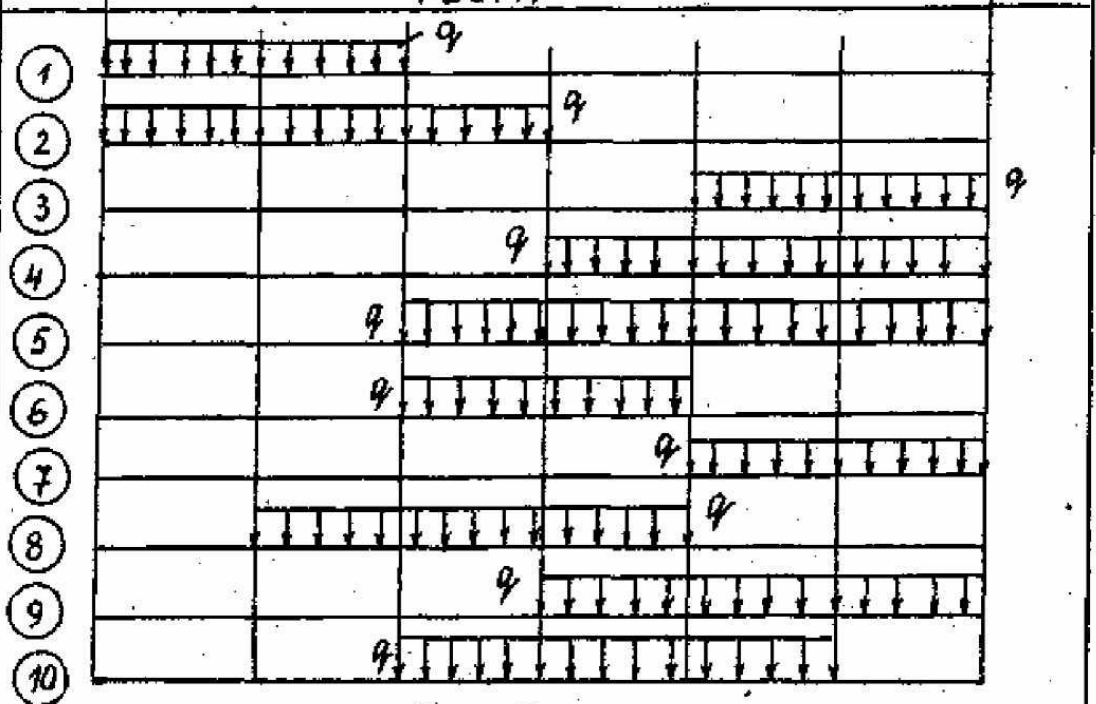


Рис. 18

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. КОЭФФИЦИЕНТЫ ДЛЯ РАСЧЕТА СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ

1.1. Коэффициенты φ продольного изгиба (по СНиП 11-23-81 - для сталей)

Таблица П. 1.1

λ-гибкость	Материал								
	Сталь с расчетным сопротивлением R_y , МПа				Серый чугун СЧ	Алюм сплав АМг	Тяже- лый бетон	Желе- зобе- тон	Дерево (сосна, ель)
	200	240	280	320					
10	0,988	0,987	0,985	0,984	0,97	0,97	1,0	1,0	0,99
20	0,967	0,962	0,959	0,955	0,91	0,94	0,96	1,0	0,97
30	0,939	0,931	0,924	0,917	0,81	0,92	0,90	1,0	0,93
40	0,906	0,894	0,883	0,873	0,69	0,87	0,84	1,0	0,87
50	0,869	0,852	0,836	0,822	0,57	0,77	0,76	1,0	0,80
60	0,827	0,805	0,785	0,766	0,44	0,68	0,70	0,83	0,71
70	0,782	0,754	0,724	0,687	0,34	0,60	0,63	0,73	0,61
80	0,734	0,696	0,641	0,602	0,26	0,53	0,57	0,64	0,49
90	0,665	0,612	0,565	0,522	0,20	0,46	0,51	0,57	0,38
100	0,599	0,542	0,493	0,448	0,16	0,42	0,45	0,52	0,31
110	0,537	0,478	0,427	0,381	-	0,36	-	-	0,25
120	0,479	0,419	0,366	0,321	-	0,33	-	-	0,22
130	0,425	0,364	0,313	0,276	-	0,30	-	-	0,18
140	0,376	0,315	0,272	0,240	-	0,26	-	-	0,16
150	0,328	0,276	0,239	0,211	-	0,24	-	-	0,14
160	0,290	0,244	0,212	0,187	-	.	-	.	0,12
170	0,259	0,218	0,189	0,167	-	.	.	-	0,11
180	0,233	0,196	0,170	0,150	-	-	-	-	0,10
190	0,210	0,177	0,154	0,136	-	-	-	-	0,09
200	0,191	0,161	0,140	0,124	-	-	-	-	0,08
210	0,174	0,147	0,128	0,113	-	-	-	-	-
220	0,160	0,135	0,118	0,104	-	-	-	-	-

1.2. Определение критической силы при напряжениях, превышающих предел пропорциональности (формулы Ф.С. Ясинского)

Для чугуна

$$\sigma_{cr} = a - b\lambda + c\lambda^2.$$

Для других материалов $\sigma_{cr} = a - b\lambda$.

$$N_{cr} = \sigma_{cr} \cdot A_{br}.$$

Значения эмпирических постоянных коэффициентов a, b и c для некоторых материалов
(Писаренко Г.С. Сопротивление материалов. - Киев, 1973)

Таблица П. 1.2

Материал	$\lambda_{пред}$	a , МПа	b , МПа	c , МПа
Ст2, Ст3	100	310	1,16	-
Ст5	100	464	2,64	-
Сталь 40	90	321	1,16	-
Сталь кремнистая	100	589	3,82	-
Дерево (сосна)	110	29,3	0,194	-
Чугун	80	776	12,0	0,053

2'. ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ α, β, γ , ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ РАСЧЕТЕ БРУСЬЕВ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ НА КРУЧЕНИЕ

Таблица П.2'

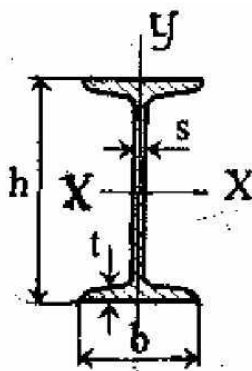
$\frac{h}{b}$	1,0	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0
α	0,208	0,231	0,239	0,246	0,256	0,267
β	0,141	0,196	0,214	0,229	0,249	0,263
γ	1,0	0,859	0,820	0,795	0,766	0,753

Окончание табл. П.2'

$\frac{h}{b}$	4,0	6,0	8,0	10,0	∞
α	0,282	0,299	0,307	0,313	0,333
β	0,281	0,299	0,307	0,313	0,333
γ	0,745	0,743	0,742	0,742	0,743

2. СОРТАМЕНТ СТАЛЬНОГО ПРОКАТА

2.1. Двутавры стальные горячекатаные (по ГОСТ 8239-89)

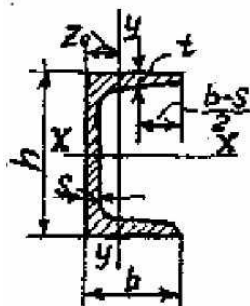


h - высота двутавра; b - ширина полки;
 s - толщина стенки;
 t - средняя толщина полки;
 A - площадь поперечного сечения;
 I - момент инерции;
 W - момент сопротивления;
 S - статический момент полусечения;
 i - радиус инерции.

Таблица П.2.1

Но- мер дву- тав- ра	Мас- са 1 м, кг	Размеры, мм				A , см ²	I_x , см ⁴	W_x , см ³	i_x , см	S_x , см ³	I_y , см ⁴	W_y , см ³	i_y , см
		h	b	s	t								
10	9,46	100	55	4,5	7,2	12	198	39,7	4,06	23	17,9	6,49	1,22
12	11,5	120	64	4,8	7,3	14,7	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38
14	13,7	140	73	4,9	7,5	17,4	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,5	1,55
16	15,9	160	81	5	7,8	20,2	873	109	6,57	62,3	58,6	14,5	1,7
18	18,4	180	90	5,1	8,1	23,4	1290	143	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88
20	21	200	100	5,2	8,4	26,8	1840	184	8,28	104	115	23,1	2,07
22	24	220	110	5,4	8,7	30,6	2550	232	9,13	131	157	28,6	2,27
24	27,3	240	115	5,6	9,5	34,8	3460	289	9,97	163	198	34,5	2,37
27	31,5	270	125	6	9,8	40,2	5010	371	11,2	210	260	41,5	2,54
30	36,5	300	135	6,5	10,2	46,5	7080	472	12,3	268	337	49,9	2,69
33	42,2	330	140	7	11,2	53,8	9840	597	13,5	339	419	59,9	2,79
36	48,6	360	145	7,5	12,3	61,9	13380	743	14,7	423	516	71,1	2,89
40	57	400	155	8,3	13	72,6	19062	953	16,2	545	667	86,1	3,03
45	66,5	450	160	9	14,2	84,7	27696	1231	18,1	708	808	101	3,09
50	78,5	500	170	10	15,2	100	39727	1589	19,9	919	1043	123	3,23
55	92,6	550	180	11	16,5	118	55962	2035	21,8	1181	1356	151	3,39
60	108	600	190	12	17	138	76806	2560	23,6	1491	1725	182	3,54

2.2. Швеллеры стальные горячекатаные (по ГОСТ 8240-89)

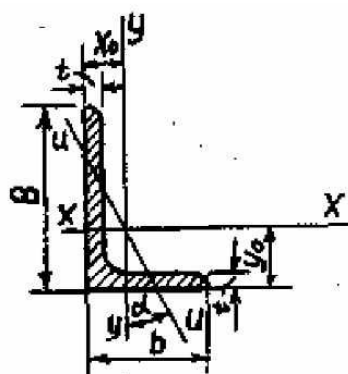


h - высота швеллера; b - ширина полки; толщина стенки; t - средняя толщина полки; A - площадь поперечного сечения; S - статический момент полусечения; I - момент инерции; W - момент сопротивления; i - радиус инерции; Z_0 - расстояние от оси Y до наружной грани стенки

Таблица П.2.2

Но- мер швел- лера	Мас- са 1 м, кг	Размеры, мм				A, см ²	I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	S _x , см ³	I _y , см ⁴	W _y , см ³	i _y , см	Z ₀ , см
		h	b	s	t									
5	4,84	50	32	4,4	7	6,16	22,8	9,1	1,92	5,59	5,61	2,75	0,95	1,16
6,5	5,9	65	36	4,4	7,2	7,51	48,6	15	2,54	9	8,7	3,68	1,08	1,24
8	7,05	80	40	4,5	7,4	8,98	89,4	22,4	3,16	13,3	12,8	4,75	1,19	1,31
10	8,59	100	46	4,5	7,6	10,9	174	34,8	3,99	20,4	20,4	6,64	1,37	1,44
12	10,4	120	52	4,8	7,8	13,3	304	50,6	4,78	29,6	31,2	8,52	1,53	1,54
14	12,3	140	58	4,9	8,1	15,6	491	70,2	5,6	40,8	45,4	11	1,7	1,67
16	14,2	160	64	5	8,4	18,1	747	93,4	6,42	54,1	63,3	13,8	1,87	1,8
16a	15,3	160	68	5	9	19,5	823	103	6,49	59,4	78,8	16,4	2,01	2
18	16,3	180	70	5,1	8,7	20,7	1090	121	7,24	69,8	86	17	2,04	1,94
18a	17,4	180	74	5,1	9,3	22,2	1190	132	7,32	76,1	105	20	2,18	2,13
20	18,4	200	76	5,2	9	23,4	1520	152	8,07	87,8	113	20,5	2,2	2,07
22	21	220	82	5,4	9,5	26,7	2110	192	8,89	110	151	25,1	2,37	2,21
24	24	240	90	5,6	10	30,6	2900	242	9,73	139	208	31,6	2,6	2,42
27	27,7	270	95	6	10,5	35,2	4160	308	10,9	178	262	37,3	2,73	2,47
30	31,8	300	100	6,5	11	40,5	5810	387	12	224	327	43,6	2,84	2,52
33	36,5	330	105	7	11,7	46,5	7980	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59
36	41,9	360	110	7,5	12,6	53,4	10820	601	14,2	350	513	61,7	3,1	2,68
40	48,3	400	115	8	13,5	61,5	15220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75

2.3. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные (по ГОСТ 8510-86)



B - ширина большей полки; b - ширина меньшей полки; t - толщина полки; A - площадь поперечного сечения; I - момент инерции; i - радиус инерции; α - угол наклона главной центральной оси; I_{xy} - центробежный момент инерции; X_0, Y_0 - расстояние от центра тяжести до наружных граней полки.

Таблица П.2.3

Но- мер угол- ка	Мас- са 1 м, кг	Размер, мм			A , см ²	I_x , см ⁴	i_x , см	I_y , см ⁴	i_y , см	I_{xy} (мин) см ⁴	i_{xy} (мин) см	$\text{tg}\alpha$	I_{xy} , см ⁴	X_0 , см	Y_0 , см
		B	b	t											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2,5/ 1,6	0,9	25	16	3	1,16	0,7	0,78	0,2	0,44	0,13	0,34	0,392	0,22	0,42	0,86
3/2*	1,1	30	20	3	1,43	1,3	0,94	0,4	0,56	0,26	0,43	0,427	0,43	0,51	1,00
	1,5			4	1,86	1,6	0,93	0,6	0,55	0,34	0,43	0,421	0,54	0,54	1,04
3,2/2	1,2	32	20	3	1,49	1,5	1,01	0,5	0,55	0,28	0,43	0,382	0,47	0,49	1,08
	1,5			4	1,94	1,9	1,00	0,6	0,54	0,35	0,43	0,374	0,59	0,53	1,12
4/2,5	1,5	40	25	3	1,89	3,1	1,27	0,9	0,70	0,56	0,54	0,385	0,96	0,59	1,32
	1,9			4	2,47	3,9	1,26	1,2	0,69	0,71	0,54	0,381	1,22	0,63	1,37
	2,4			5	3,03	4,7	1,25	1,4	0,68	0,86	0,53	0,374	1,44	0,66	1,41
4/3	2,1	40	30	4	2,67	4,2	1,25	2,0	0,87	1,09	0,64	0,544	1,68	0,78	1,28
	2,6			5	3,28	5,0	1,24	2,4	0,86	1,33	9,64	0,539	2,00	0,82	1,32
4,5/ 2,8	1,7	45	28	3	2,14	4,4	1,43	1,3	0,79	0,79	0,61	0,382	1,38	0,64	1,47
	2,2			4	2,80	5,7	1,42	1,7	0,78	1,02	0,60	0,379	1,77	0,68	1,51
5/3,2	1,9	5	32	3	2,42	6,2	1,60	2,0	0,91	1,18	0,70	0,403	2,01	0,72	1,60
	2,5			4	3,17	8,0	1,59	2,6	0,90	1,52	0,69	0,401	2,59	0,76	1,65
5,6/ 3,6	2,8	56	36	4	3,58	11,4	1,78	3,7	1,02	2,19	0,78	0,406	3,74	0,84	1,82
	3,5			5	4,41	13,8	1,77	4,5	1,01	2,65	0,78	0,404	4,50	0,88	1,87

Примечание: Уголки, отмеченные звездочкой (*), изготавливают по требованию потребителя.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6,5/5*	4,4	65	50	5	5,56	23,4	2,05	12,1	1,47	6,41	1,07	0,576	9,77	1,26	2,00
	5,2			6	6,60	27,5	2,04	14,1	1,46	7,52	1,07	0,575	11,5	1,30	2,04
	6,0			7	7,62	31,3	2,03	16,1	1,45	8,60	1,06	0,571	12,9	1,34	2,08
	6,8			8	8,62	35,0	2,02	18,9	1,44	9,65	1,06	0,570	13,6	1,37	2,12
7/4,5	4,4	70	45	5	5,59	27,8	2,23	9,1	1,27	5,34	0,98	0,406	9,1	1,05	2,28
7,5/5	4,79	75	50	5	6,11	34,8	2,39	12,5	1,43	7,24	1,09	0,436	12,00	1,17	2,39
	5,7			6	7,25	40,9	2,38	14,6	1,42	8,48	1,08	0,435	14,1	1,21	2,44
	6,6			7*	8,37	46,8	2,36	16,6	1,41	9,69	1,08	0,435	16,2	1,25	2,48
	7,4			8*	9,47	52,4	2,35	18,5	1,40	10,9	1,07	0,430	17,8	1,29	2,52
8/5	5,0	80	50	5	6,3	41,6	2,56	12,7	1,41	7,57	1,09	0,387	13,2	1,13	2,60
	5,9			6	7,55	49,0	2,55	14,8	1,40	8,88	1,08	0,386	15,5	1,17	2,65
8/6*	6,4	80	60	6	8,15	52,1	2,53	25,2	1,76	13,6	1,29	0,547	21,0	1,49	2,47
	7,4			7	9,42	59,6	2,52	28,7	1,75	15,6	1,29	0,546	24,0	1,53	2,52
	8,4			8	10,7	66,9	2,50	32,2	1,74	17,5	1,28	0,544	26,8	1,57	2,56
9/5,6	6,2	90	56	5,5	7,86	65,3	2,88	19,7	1,58	11,8	1,22	0,384	20,5	1,2	2,92
	6,7			6	8,54	70,6	2,88	21,2	1,58	12,7	1,22	0,384	22,5	1,28	2,95
10/6,3	7,53	100	63	6	9,58	98,3	3,2	30,6	1,78	18,2	1,38	0,393	31,5	1,42	3,23
	8,7			7	11,1	113	3,19	35	1,78	20,8	1,37	0,392	36,1	1,46	3,28
	9,87			8	12,6	127	3,18	39,2	1,77	23,4	1,36	0,391	40,5	1,50	3,32
	12,1			10	15,5	153	3,15	47,2	1,75	28,3	1,35	0,387	48,6	1,58	3,40
10/ 6,5*	8,81	100	65	7	11,2	114	3,19	38,3	1,85	22,8	1,41	0,415	38,0	1,52	3,24
	9,99			8	12,7	138	3,18	43	1,84	25,2	1,41	0,414	42,6	1,56	3,28
	12,3			10	15,7	155	3,15	51,7	1,82	30,6	1,40	0,410	51,2	1,64	3,37
11/7	9,0	110	70	6,5	11,4	142	3,53	45,6	2,00	26,9	1,53	0,402	46,8	1,58	3,55
	10,9			8	13,9	172	3,51	54,6	1,98	32,3	1,52	0,400	55,9	1,64	3,61
12,5/8	11,0	125	80	7	14,1	227	4,01	73,7	2,29	43,4	1,76	0,407	74,7	1,8	4,01
	12,6			8	16,0	256	4	83	2,28	48,8	1,75	0,406	84,1	1,84	4,05
	15,5			10	19,7	312	3,98	100	2,26	59,3	1,74	0,404	102,0	1,92	4,14
	18,3			12	23,4	365	3,95	116	2,24	68,5	1,72	0,400	118,0	2,00	4,22
14/9	14,1	140	90	8	18,0	364	4,49	120	2,58	70,3	1,98	0,411	121,0	2,03	4,49
	17,5			10	22,2	444	4,47	146	2,56	85,5	1,96	0,409	147,0	2,12	4,58
16/10	18,0	160	100	9	22,9	606	5,15	186	2,85	110,0	2,20	0,391	194,0	2,24	5,19
	19,8			10	25,3	667	5,13	204	2,84	121,0	2,19	0,390	213,0	2,28	5,23
	23,6			12	30,0	784	5,11	239	2,82	142,0	2,18	0,388	249,0	2,36	5,32
	27,3			14	34,7	897	5,08	271	2,80	162,0	2,16	0,385	282,0	2,43	5,40
18/11	22,2	180	110	10	28,3	952	5,8	276	3,12	165	2,42	0,376	295	2,44	5,88
	26,4			12	33,7	1123	5,77	324	3,1	194	2,4	0,374	348	2,52	5,97
20/ 12,5	27,4	200	125	11	34,9	1449	6,45	446	3,58	264,0	2,75	0,392	465,0	2,79	6,50
	29,7			12	37,9	1568	6,43	482	3,57	285,0	2,74	0,392	503,0	2,83	6,54
	34,4			14	43,9	1801	6,41	551	3,54	327,0	2,73	0,390	573,0	2,91	6,62
	39,1			16	49,8	2026	6,38	617	3,52	367,0	2,72	0,388	643,0	2,99	6,71

2.4. Уголки стальные горячекатаные равнополочные (по ГОСТ 8509-86)

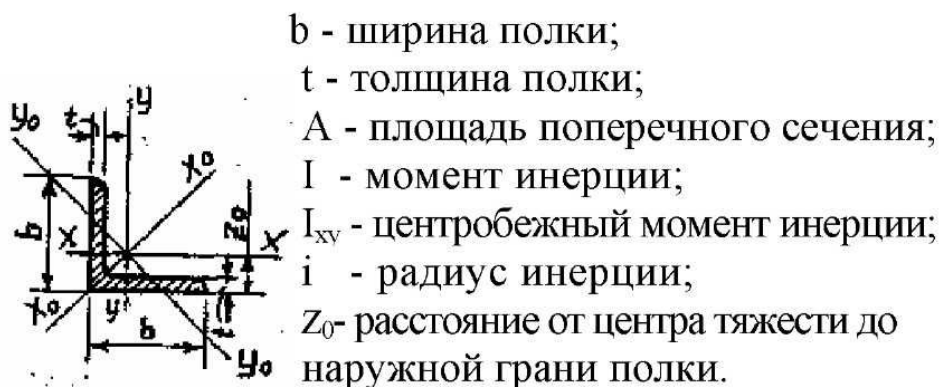


Таблица П.2.4

Номер угол- ка	Масса 1 м, кг	Размеры, мм		A , см ²	I_{x_0} , см ²	i_{x_0} , см ⁴	I_{x_0} , (max) см ⁴	i_{x_0} , (max) см	I_{y_0} , (min) см ⁴	i_{y_0} , (min) см	I_{xy} , см ⁴	z_0 , см
		b	t									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	0,89	20	3	1,13	0,40	0,59	0,63	0,75	0,17	0,39	0,23	0,60
	1,15		4	1,46	0,50	0,58	0,78	0,73	0,22	0,38	0,28	0,64
2,5	1,12	25	3	1,43	0,81	0,75	1,29	0,95	0,34	0,49	0,47	0,73
	1,46		4	1,86	1,03	0,74	1,62	0,93	0,44	0,48	0,59	0,76
	1,78		5*	2,27	1,22	0,73	1,91	0,92	0,53	0,48	0,69	0,80
2,8	1,27	28	3	1,62	1,16	0,85	1,84	1,07	0,48	0,55	0,68	0,80
3	1,36	30	3	1,74	1,45	0,91	2,30	1,15	0,60	0,59	0,85	0,85
	1,78		4	2,27	1,84	0,90	2,92	1,13	0,77	0,58	1,08	0,89
	2,18		5*	2,78	2,20	0,89	3,97	1,12	0,94	0,58	1,27	0,93
3,2	1,46	32	3	1,86	1,77	0,97	2,80	1,23	0,74	0,63	1,03	0,89
	1,91		4	2,43	2,26	0,96	3,58	1,21	0,94	0,62	1,32	0,94
3,5	1,60	35	3	2,04	2,35	1,07	3,72	1,35	0,97	0,69	1,37	0,97
	2,10		4	2,17	3,01	1,06	4,76	1,33	1,25	0,68	1,75	1,01
	2,58		5	3,28	3,61	1,05	5,71	1,32	1,52	0,68	2,10	1,05
4	1,85	40	3	2,35	3,55	1,23	5,63	1,55	1,47	0,79	2,08	1,09
	2,42		4	3,08	4,58	1,22	7,26	1,53	1,90	0,78	2,68	1,13
	2,98		5	3,79	5,53	1,21	8,57	1,52	2,30	0,78	3,22	1,17
	3,52		6*	4,48	6,41	1,2	10,13	1,50	2,70	0,78	3,72	1,21

Примечание: Уголки, отмеченные звездочкой (*), изготавливают по требованию потребителя.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	2,32	50	3	2,96	7,11	1,55	11,27	1,95	2,95	1,00	4,16	1,33
	3,05		4	3,89	9,21	1,54	14,6	1,94	3,8	0,99	5,42	1,38
	3,77		5	4,8	11,20	1,53	17,77	1,92	4,63	0,98	6,57	1,42
	4,47		6	5,69	13,07	1,52	20,72	1,91	5,43	0,98	7,65	1,46
	5,15		7*	6,56	14,84	1,50	23,47	1,89	6,21	0,97	8,63	1,50
	5,82		8*	7,41	16,51	1,49	26,03	1,87	6,98	0,97	9,52	1,53
5,6	3,44	56	4	4,38	13,1	1,73	20,8	2,18	5,41	1,11	7,69	1,52
	4,25		5	5,41	16	1,72	25,4	2,16	6,59	1,1	9,41	1,57
6*	3,71	60	4	4,72	16,21	1,85	25,69	2,33	6,72	1,19	9,48	1,62
	4,68		5	5,33	19,79	1,84	31,40	2,32	8,18	1,18	11,61	1,66
	5,43		6	6,92	23,21	1,83	36,81	2,31	9,60	1,18	13,60	1,70
	7,10		8	9,04	29,55	1,81	46,77	2,27	12,34	1,17	17,22	1,78
	8,70		10	11,09	35,32	1,79	55,64	2,24	15,00	1,16	20,32	1,85
6,3	3,90	63	4	4,96	18,9	1,95	20,9	2,45	7,81	1,25	11	1,69
	4,81		5	6,13	23,1	1,94	36,8	2,44	9,52	1,25	13,7	1,74
	5,72		6	7,28	27,1	1,93	42,9	2,43	11,2	1,24	15,9	1,78
6,5	5,91	65	6	7,52	29,85	1,99	47,38	2,51	12,32	1,28	17,53	1,83
	7,73		8	9,84	38,13	1,97	60,42	2,48	15,85	2,48	22,29	1,90
7	4,87	70	4,5	6,2	29,04	2,16	46,03	2,72	12,04	1,39	17,00	1,88
	5,38		5	6,86	31,94	2,16	50,67	2,72	13,22	1,39	18,70	1,90
	6,39		6	8,15	37,58	2,15	59,64	2,71	15,52	1,38	22,10	1,94
	7,39		7	9,42	42,98	2,14	68,19	2,69	17,77	1,37	25,20	1,99
	8,37		8	10,67	48,16	2,12	76,35	2,68	19,97	1,37	28,20	2,02
	10,29		10*	13,11	57,90	2,10	91,52	2,64	24,27	1,36	33,60	2,10
7,5	5,80	75	5	7,39	39,5	2,31	62,6	2,91	16,4	1,49	23,1	2,02
	6,89		6	8,78	46,6	2,3	73,9	2,9	19,3	1,48	27,3	2,06
	7,96		7	10,1	53,3	2,29	84,6	2,89	22,1	1,48	31,2	2,1
	9,02		8	11,50	59,84	2,28	94,89	2,87	24,80	1,47	35,00	2,15
	10,08		9	12,83	66,10	2,27	104,79	2,86	27,48	1,46	38,00	2,18
8	6,78	80	5,5	8,63	52,7	2,47	83,6	3,11	21,8	1,59	30,9	2,17
	7,36		6	9,38	57	2,47	90,4	3,11	23,5	1,58	33,4	2,19
	8,51		7	10,8	65,3	2,45	104,0	3,09	27,0	1,58	38,3	2,23
	9,65		8	12,30	73,36	2,44	116,39	3,08	30,32	1,57	43,00	2,27
	11,88		10*	15,14	88,58	2,42	140,31	3,04	36,85	1,56	56,70	2,35
	14,05		12*	17,90	102,74	2,40	162,39	3,01	43,21	1,55	59,50	2,42

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10	10,06	100	6,5	12,82	122,10	3,09	193,46	3,89	50,73	1,99	71,40	2,68
	10,79		7	13,75	130,59	3,08	207,01	3,88	54,16	1,98	76,40	2,71
	12,25		8	15,60	147,19	3,07	233,46	3,87	60,92	1,98	86,30	2,75
	15,10		10	19,24	178,95	3,05	283,83	3,84	74,08	1,96	110,0	2,83
	17,90		12	22,80	208,90	3,03	330,95	3,81	86,84	1,95	122,0	2,91
	20,63		14	26,28	237,15	2,99	374,98	3,78	99,32	1,94	138,0	2,99
	21,97		15*	27,99	250,68	2,98	395,87	3,76	105,48	1,94	145,0	3,03
	23,30		16	29,68	263,82	3,40	416,04	3,74	111,61	1,94	152,0	3,06
11	11,89	110	7	15,2	175,61	3,4	279	4,29	72,7	2,19	106	2,96
	13,50		8	17,2	198,17	3,39	315	4,28	81,8	2,18	116	3
12*	14,76	120	8	18,80	259,75	3,72	412,45	4,68	107,04	2,39	153,0	3,25
	18,24		10	23,24	317,16	3,69	503,79	4,66	130,54	2,37	187,0	3,33
	21,67		12	27,60	371,80	3,67	590,28	4,62	153,33	2,36	218,0	3,44
	26,68		15	33,99	448,90	3,63	711,32	4,57	186,48	2,34	262,0	3,52
12,5	15,46	125	8	19,69	294,36	3,87	466,76	4,87	121,96	2,49	172,0	3,36
	17,30		9	22,00	327,48	3,86	520,0	4,86	135,88	2,48	192,0	3,4
	19,10		10	24,33	359,82	3,85	571,04	4,84	148,59	2,47	211,0	3,45
	22,68		12	28,89	422,23	3,82	670,02	4,82	174,43	2,46	248,0	3,53
	26,20		14	33,37	481,76	3,80	763,90	4,78	199,62	2,45	282,0	3,61
	29,65		16	37,77	538,56	3,78	852,84	4,75	224,29	2,44	315,0	3,68
14	19,41	140	9	24,72	466,0	4,34	739,42	5,47	192,0	2,79	274,0	3,78
	21,45		10	27,33	512,0	4,33	813,62	5,46	211,0	2,78	301,0	3,82
	25,50		12	32,49	602,0	4,31	956,98	5,43	248,0	2,76	354,0	3,9
15*	23,02	150	10	29,33	634,76	4,65	1008,56	5,86	260,97	2,98	374,0	4,07
	27,39		12	34,89	747,48	4,63	1187,86	5,83	307,09	2,97	440,0	4,15
	33,82		15	43,08	908,38	4,59	1442,60	5,79	374,17	2,95	534,0	4,27
	40,11		18	51,09	1060,1	4,56	1680,92	5,74	439,24	2,93	621,0	4,38
16	24,67	160	10	31,43	774,2	4,96	1229,0	6,25	319,4	3,19	455,0	4,3
	27,02		11	34,42	844,2	4,95	1340,7	6,24	347,8	3,18	496,0	4,35
	29,35		12	37,39	912,9	4,94	1450,0	6,23	375,8	3,17	537,0	4,39
	33,97		14	43,57	1046,5	4,92	1662,0	6,20	431,8	3,16	615,0	4,47
	38,52		16	49,07	1175,2	4,89	1865,7	6,17	484,6	3,14	690,0	4,55
	43,01		18	54,79	1290,2	4,87	2061,0	6,13	537,5	3,13	771,0	4,63
	47,44		20	60,40	1418,8	4,85	2248,3	6,10	589,4	3,12	830,0	4,70

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
18	30,47	180	11	38,80	1216,4	5,60	1933,1	7,06	499,8	3,59	716,0	4,85
	33,12		12	42,19	1316,6	5,59	2092,8	7,04	540,5	3,58	776,0	4,89
	40,96		15*	52,18	1607,4	5,55	2555,0	7,00	659,7	3,56	948,0	5,01
	48,66		18*	61,99	1884,1	5,51	2992,7	6,95	775,4	3,54	1108,0	5,13
	53,72		20*	68,43	2061,1	5,49	3271,3	6,91	850,9	3,53	1210,0	5,20
20	36,97	200	12	47,10	1822,8	6,22	2806,2	7,84	749,4	3,99	1073,0	5,37
	39,92		13	50,85	1960,8	6,21	3116,2	7,83	805,4	3,98	1156,0	5,42
	42,80		14	54,60	2097,0	6,20	3333,0	7,81	861,6	3,97	1236,0	5,46
	48,65		16	61,98	2362,6	6,17	3755,4	7,78	980,7	3,96	1393,0	5,54
	54,40		18*	69,30	2620,6	6,15	4164,5	7,75	1076,7	3,94	1544,0	5,62
	60,08		20	76,54	2871,5	6,12	4560,4	7,72	1181,9	3,93	1689,0	5,70
	71,26		24*	90,78	3350,7	6,08	5313,6	7,65	1387,7	3,91	1936,0	5,85
	74,02		25	94,29	3466,2	6,06	5494,0	7,63	1438,4	3,91	2028,0	5,89
	87,56		30	111,5	4019,6	6,00	6351,1	7,55	1698,2	3,87	2332,0	6,07
22	47,40	220	14	60,38	2814,4	6,83	4470,2	8,60	1158,6	4,38	1655,0	5,91
	53,83		16	68,58	3175,4	6,80	5045,4	8,58	1305,0	4,36	1862,0	6,02
25	61,55	250	16	78,40	4717,1	7,76	7492,1	9,78	1942,1	4,98	2775,0	6,75
	68,56		18	87,72	5247,2	7,73	8336,7	9,75	2157,8	4,96	3089,0	6,83
	76,11		20	96,96	5764,9	7,71	9159,7	9,72	2370,0	4,94	3395,0	6,91
	87,31		22	106,10	6270,3	7,69	9961,6	9,69	2579,0	4,93	3691,0	7,00
	93,97		25	119,70	7006,4	7,65	1125,5	9,64	2887,3	4,91	4119,0	7,11
	104,50		28	133,10	7716,9	7,61	12243,8	9,59	3189,9	4,90	4527,0	7,23
	11,40		30	142,00	8176,5	7,59	12964,7	9,56	3389,0	4,89	4788,0	7,31
	128,50		35	163,70	9281,0	7,53	14682,7	9,47	3879,4	4,87	5402,0	7,49

2.5. Прокат стальной горячекатаный круглый (по ГОСТ 2590-88)

Таблица П.2.5

Диаметр d, мм	Площадь сечения, см ²	Масса 1 п.м., кг	Диаметр d, мм	Площадь сечения, см ²	Масса 1 п.м., кг	Диаметр d, мм	Площадь сечения, см ²	Масса 1 п.м., кг
5	0,1963	0,154	36	10,18	8,44	90	63,62	49,94
5,5	0,2376	0,186	37	10,75	8,44	92	66,42	52,16
6	0,2827	0,222	38	11,34	8,90	95	70,88	55,64
6,3	0,3117	0,245	39	11,95	9,38	97	73,86	57,98
6,5	0,3318	0,260	40	12,57	9,86	100	78,54	61,65
7	0,3848	0,302	41	13,20	10,36	105	86,59	67,97
8	0,5027	0,395	42	13,85	1,85	110	95,03	74,60
9	0,6362	0,499	43	14,52	11,40	115	103,87	81,54
10	0,7854	0,616	44	15,20	11,94	120	113,10	88,78
11	0,9503	0,746	45	15,90	12,48	125	122,72	96,33
12	1,131	0,888	46	16,62	13,05	130	132,73	104,20
13	1,327	1,04	47	17,35	13,61	135	143,14	112,36
14	1,539	1,21	48	18,10	14,20	140	153,94	120,84
15	1,767	1,39	50	19,64	15,42	145	165,10	129,60
16	2,011	1,58	52	21,24	16,67	150	176,72	138,72
17	2,270	1,78	53	22,06	17,32	155	188,60	148,05
18	2,545	2,00	54	22,89	17,97	160	201,06	157,83
19	2,835	2,23	55	23,76	18,65	165	213,72	167,77
20	3,142	2,47	56	24,63	19,33	170	226,98	178,18
21	3,464	2,72	58	26,42	20,74	175	240,41	188,72
22	3,801	2,98	60	28,27	22,19	180	254,47	199,76
23	4,155	3,26	62	30,19	23,70	185	268,67	210,91
24	4,524	3,55	63	31,17	24,47	190	283,53	222,57
25	4,909	3,85	65	33,18	26,05	195	298,50	234,32
26	5,307	4,17	67	35,26	27,68	200	314,16	246,62
27	5,726	4,50	68	36,32	28,51	210	346,36	271,89
28	6,158	4,83	70	38,48	30,21	220	380,13	298,40
29	6,605	5,18	72	40,72	31,96	230	415,48	326,15
30	7,069	5,55	75	44,18	34,68	240	452,39	355,13
31	7,548	5,92	78	47,78	37,51	250	490,88	385,34
32	8,042	6,31	80	50,27	39,46	260	530,66	416,57
33	8,533	6,71	82	52,81	41,46	270	572,26	449,22
34	9,079	7,13	85	56,74	44,54			
35	9,621	7,55	87	59,42	46,54			

**2.6. Полоса стальная горячекатаная
(по ГОСТ 103-76)**

Таблица П.2.6

Ширина полосы b, мм	Толщина полосы a, мм
11	5
12, 14	4, 5, 6, 7, 8
16, 18	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12
20	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16
22	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18
25	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20
28, 30	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22
32, 36	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25
40	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32
45	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 36
50, 55	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 36, 40
60	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 36, 40, 45
63, 65, 70, 75	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 36, 40, 45, 50
80	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 36, 40, 45, 50, 55
85, 90, 95, 100, 105, 110, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 36, 40, 45, 50, 55, 60

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дарков А.В. Сопротивление материалов / А.В. Дарков, Г.С. Шапиро. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1989. - 622 с.
2. Смирнов А.Ф. Сопротивление материалов: Учеб. / А.Ф. Смирнов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1975. - 480 с.
3. Беляев Н.М. Сопротивление материалов: Учеб. пособие для вузов / Н.М. Беляев. - 15-е изд., перераб.: - М.: Наука, 1976. - 607 с.
4. Александров А.В. Сопротивление материалов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; Под ред. А.В. Александрова. - М.: Высш. шк., 1995. - 560 с.; 2000. - 560 с.
5. Сборник задач по сопротивлению материалов / Под ред. В.К. Качурина. - 2-е изд., испр. - М.: Наука, 1972. - 429 с.
6. Чаплинский И.А. Прямой поперечный изгиб призматических балок: Метод, указания по сопротивлению материалов / И.А. Чаплинский, Г.Б. Лебедев, Л.И. Татарова. - Новосибирск: НГАС, 1998. - 37 с.
7. Крамаренко А.А. Построение эпюр внутренних усилий: Метод, указания по сопротивлению материалов / А.А. Крамаренко. - Новосибирск: НГАС, 1992. - 48 с.
8. Валиев Ф.С. Сопротивление материалов. Ч. 1: Учеб. пособие / Ф.С. Валиев. - Новосибирск: НГАС, 1996. - 56 с.; 2000. - 56 с.
9. Гребенюк Г.И. Сопротивление материалов. Ч. 2. Основы теории и примеры решения задач: Учеб. пособие / Г.И. Гребенюк, Ф.С. Валиев. - Новосибирск: НГАСУ, 2001. - 132 с.

Список литературы для решения задачи 15

1. Дарков А.В. Строительная механика / А.В. Дарков, Н.Н. Шапошников. - М.: Высш. шк., 1986. - 607 с.
2. Крамаренко А.А. Статически определимые многопролетные балки: Метод, указания к индивидуальному расчетному заданию / А.А. Крамаренко. - Новосибирск: НГАС, 1995. - 34 с.