

Д 5926

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ И ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**



**Кафедра технической механики
и прочности**

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ
ПО ВТОРОЙ ЧАСТИ ДИСЦИПЛИН
«МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ»,
«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»**

Методические указания и задания
для студентов специальностей
140504, 190603, 260601, 260602
и направлений 140500, 150400

Второе издание, исправленное



Санкт-Петербург 2008

Радченко Е.А., Деменчук Н.П., Петрова С.Б. Расчетно-графические работы по второй части дисциплин «Механика материалов и конструкций», «Соппротивление материалов»: Метод. указания и задания для студентов спец. 140504, 190603, 260601, 260602 и направлений 140500, 150400. 2-е изд., испр. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2008. – 24 с.

Приводятся методические указания и задания для выполнения расчетно-проектировочных работ.

Рецензент
Профессор Д.П. Малявко

Рекомендованы к изданию редакционно-издательским советом университета

© Ленинградский технологический институт холодильной промышленности, 1990

© Санкт-Петербургский государственный университет низкотемпературных и пищевых технологий, 2008

Работа 4

РАСЧЕТ ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ

Цель работы – освоить методику расчета на устойчивость сжатых стержней.

ЗАДАЧА I

ДАНО:

1. Схема закрепления стержня (рис. I).
2. Материал стержня – сталь (Ст. 3), допускаемое напряжение на сжатие $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$.
3. Данные для расчета – в табл. I.

ТРЕБУЕТСЯ:

1. Подобрать размеры поперечного сечения заданной формы (расчет производить последовательным приближением, предварительно задав коэффициент γ).
2. Определить коэффициент запаса устойчивости.

Таблица I

№ строки	№ схемы по рис. I	$l, \text{ м}$	$P, \text{ кН}$	Форма сечения
1	1	2,2	200	Квадрат $a \times a$
2	2	3,0	300	Круг d
3	3	2,4	400	Двутавр
4	4	2,5	500	Швеллер
5	1	2,6	600	Прямоугольник $2a \times a$
6	2	2,8	600	Круг d
7	3	2,2	500	Двутавр
8	4	2,5	400	Швеллер
9	1	2,6	300	Квадрат $a \times a$
0	2	2,4	200	Круг d
-	в	б	а	г

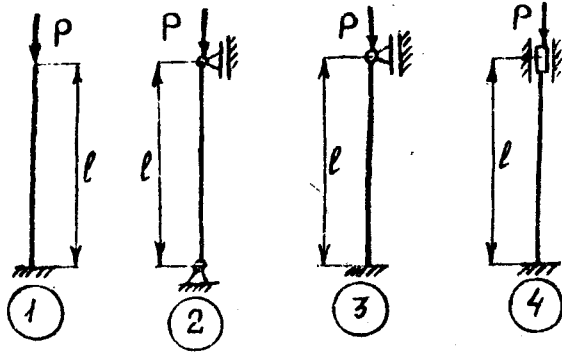


Рис. I

ЗАДАЧА 2

ДАНО:

1. Схема закрепления стержня (рис. I). Форма сечения (рис. 2).
2. Данные для расчета - в табл. 2.

ТРЕБУЕТСЯ:

Определить допускаемое значение сжимающей силы и коэффициент запаса устойчивости.

Вопросы для исследования

1. Проанализировать перспективность применения высокопрочных и высокомодульных материалов для изготовления центрально-сматых стержней.

2. Установить, являются ли формы поперечных сечений, предложенные в задачах I и 2, рациональными; если нет, то каким образом их следует изменить.

Таблица 2

№ стержня	№ схемы по рис. I	Форма и размеры сечения (см. рис. 2)	Допускаемое напряжение, МПа	l , м	Материал
I	4	I	200	2,4	Сталь 5
2	3	2	160	2,6	Сталь 3
3	2	3	180	2,8	Сталь 5
4	I	4	160	2,2	Сталь 3
5	I	5	160	3,0	Сталь 3
6	2	6	200	2,2	Сталь 5
7	3	7	160	2,8	Сталь 3
8	4	8	12	2,6	Дерево
9	4	9	15	2,2	Дерево
0	3	10	10	2,4	Дерево
-	б	в		а	

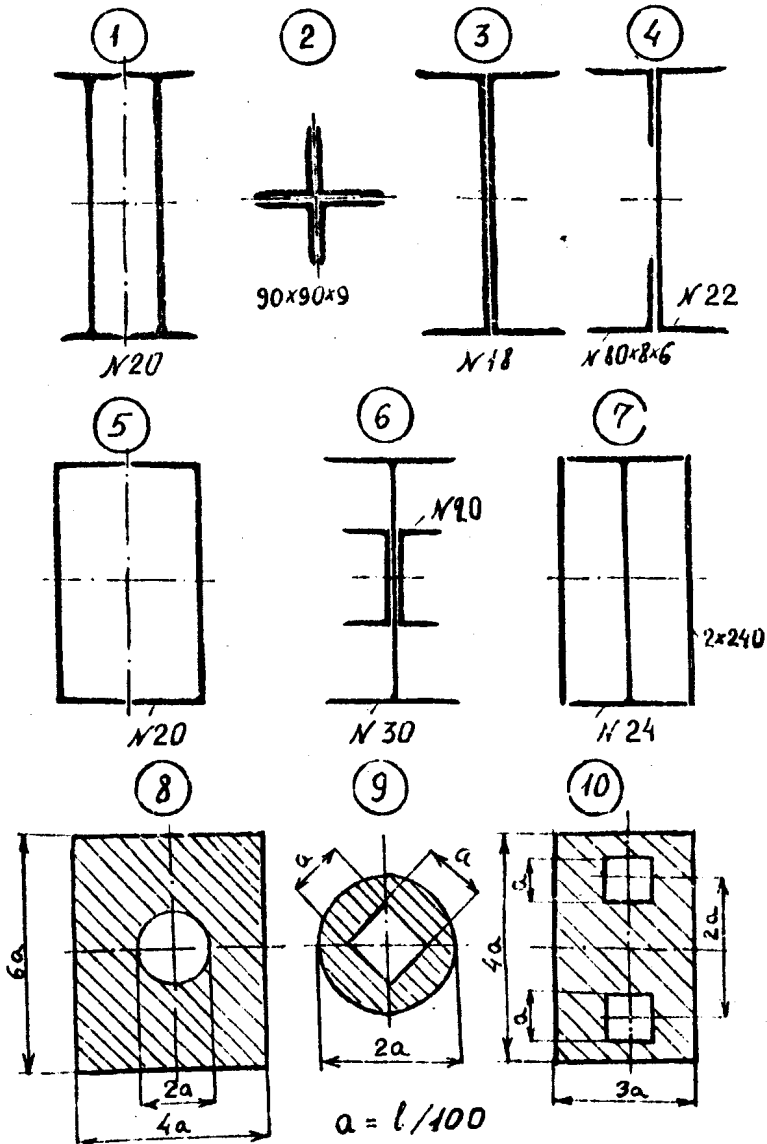


Рис.2

Работа 5

РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ

Цель работы - приобрести навыки:

- в раскрытии статической неопределенности стержневых систем методом сил;
- в определении перемещений методом Мора.

ЗАДАЧА I

ДАНО:

1. Схемы стержневых систем (рис.3).

2. Данные для расчета - в табл.3.

3. Материал стержней: 1,3 - сталь, 2 - медь.

4. Соотношения между площадями сечений $F_1 = 2 F_2 = F_3$

или по заданию преподавателя (нумерация стержней произвольна).

5. Допускаемое напряжение: сталь $[\sigma] = 160$ МПа; медь $[\sigma] = 100$ МПа; модуль упругости при растяжении: сталь $E = 2 \cdot 10^5$ МПа; медь $E = 1 \cdot 10^5$ МПа; коэффициент линейного расширения: сталь $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$ 1/...°; медь $\alpha = 16 \cdot 10^{-6}$ 1/...°

ТРЕБУЕТСЯ:

Определить размеры поперечных сечений стержней, температурные или монтажные напряжения в них и проверить прочность стержней.

Порядок выполнения задачи

1. Раскрыть статическую неопределенность системы.
2. Определить усилия, возникающие в стержнях от нагрузки при заданном соотношении площадей.
3. Определить площади поперечных сечений стержней.
4. Определить температурные либо монтажные напряжения в стержнях (по заданию преподавателя).

Вопрос для исследования

1. Определить в каждом стержне суммарные напряжения от действия

силы P . нагрева или неточности изготовления; оценить величину перенапряжения или недогрузки конструкции; при необходимости дать рекомендации по уменьшению силы P либо по уменьшению размеров сечения.

2. Выяснить, во сколько раз изменится вес оставшихся стержней, если некоторые из них убрать с целью обеспечения статической определенности системы.

3. Выяснить, во сколько раз изменится сила P в случае расчета конструкции по предельным нагрузкам ($\sigma_T = 240$ МПа, $K = 1,5$).

Таблица 3

№ строки	P , кН	l , м	№ строки	P , кН	l , м
1	150	1,0	6	220	0,8
2	160	1,2	7	240	1,1
3	180	0,9	8	250	1,3
4	200	1,5	9	280	1,8
5	210	1,6	10	300	1,4
-	а	г	-	а	г

ЗАДАЧА 2

ДАНО:

1. Схема стальной плоской рамы (рис.4).

2. Поперечное сечение:
стержня длиной l

прямоугольник

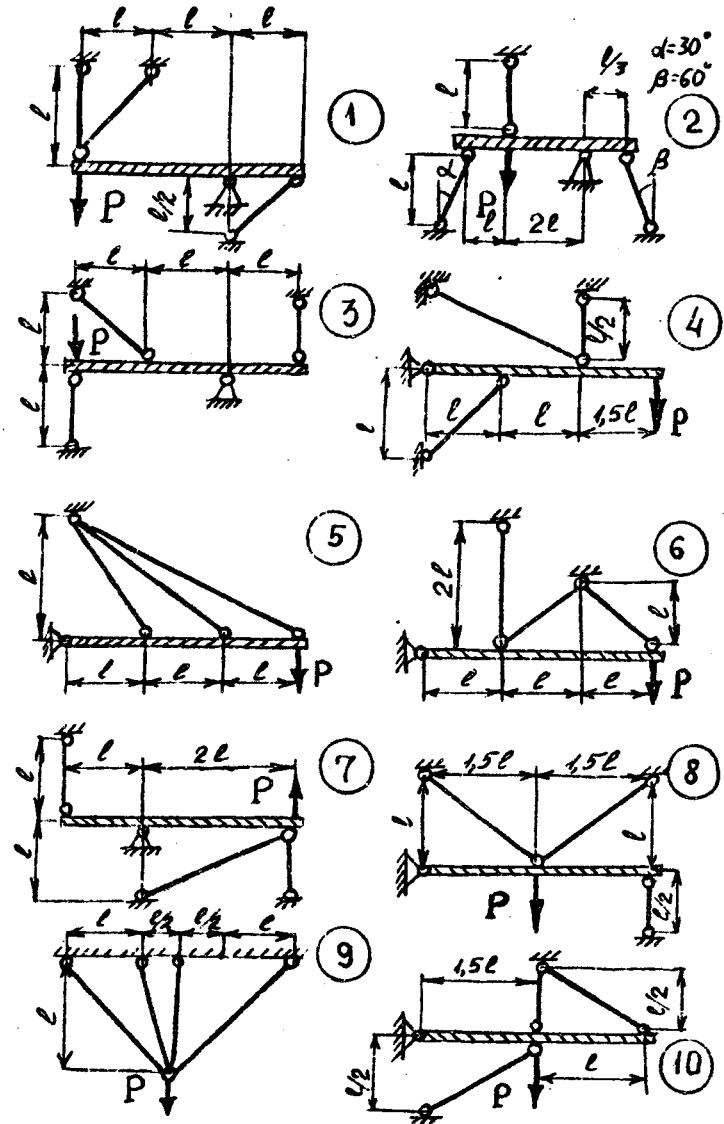
 $b \times h$ стержня длиной a круг d 

Рис.3

3. Данные для расчета - в табл.4.

ТРЕБУЕТСЯ:

Раскрыть статическую неопределимость стержневой системы, определить перемещение.

Порядок решения задачи

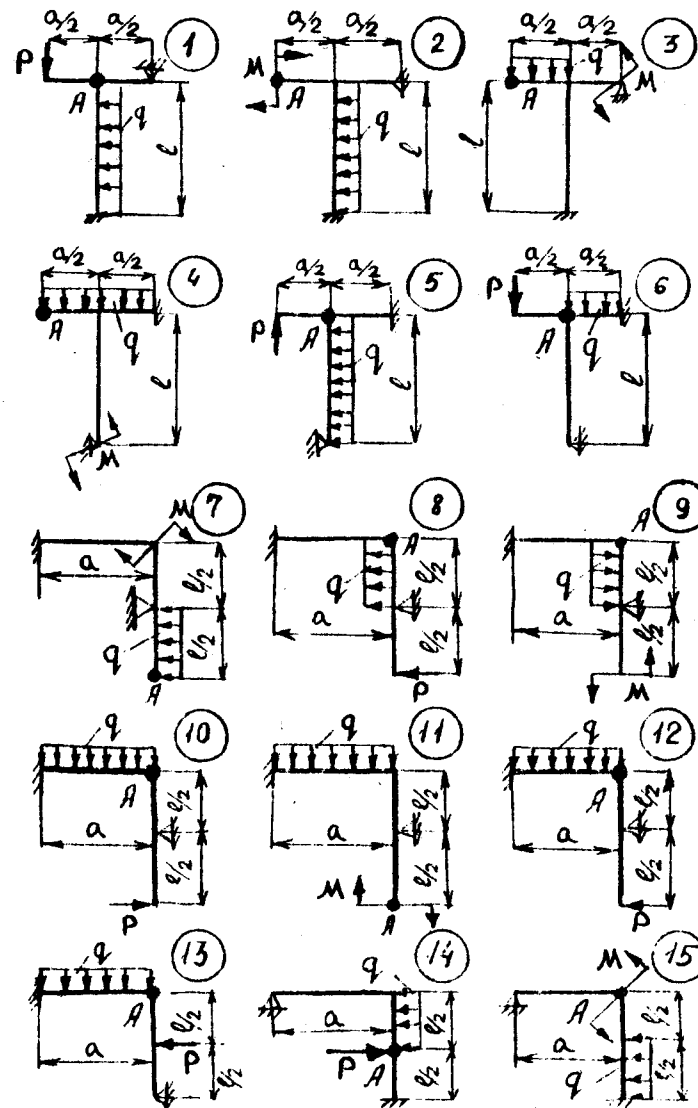
1. Раскрыть статическую неопределимость системы.
2. Определить вертикальное и горизонтальное перемещение сечения А.

Вопросы для исследования

1. Увеличатся или уменьшатся перемещения сечения А, если все стержни рамы будут иметь постоянное поперечное сечение (круглое или прямоугольное).

Таблица 4

№ строки	P, кН	q, кН/м	M, кН.м	l, м	a, м	d, см	B x h, см x см
1	10	15	50	2	1,6	12	8 x 4
2	20	10	45	1,5	1,8	14	6 x 5
3	30	20	40	1,0	1,4	14	7 x 5
4	40	25	35	0,8	1,2	10	6 x 6
5	50	5	30	1,0	1,0	8	8 x 8
6	45	10	25	2,0	1,5	12	5 x 6
7	35	20	20	1,5	0,8	14	6 x 7
8	25	15	15	1,2	1,4	16	10 x 5
9	15	25	35	1,4	2,0	10	7 x 7
0	50	15	10	1,6	1,6	8	9 x 4
-	a	b	b	г	a	б	в



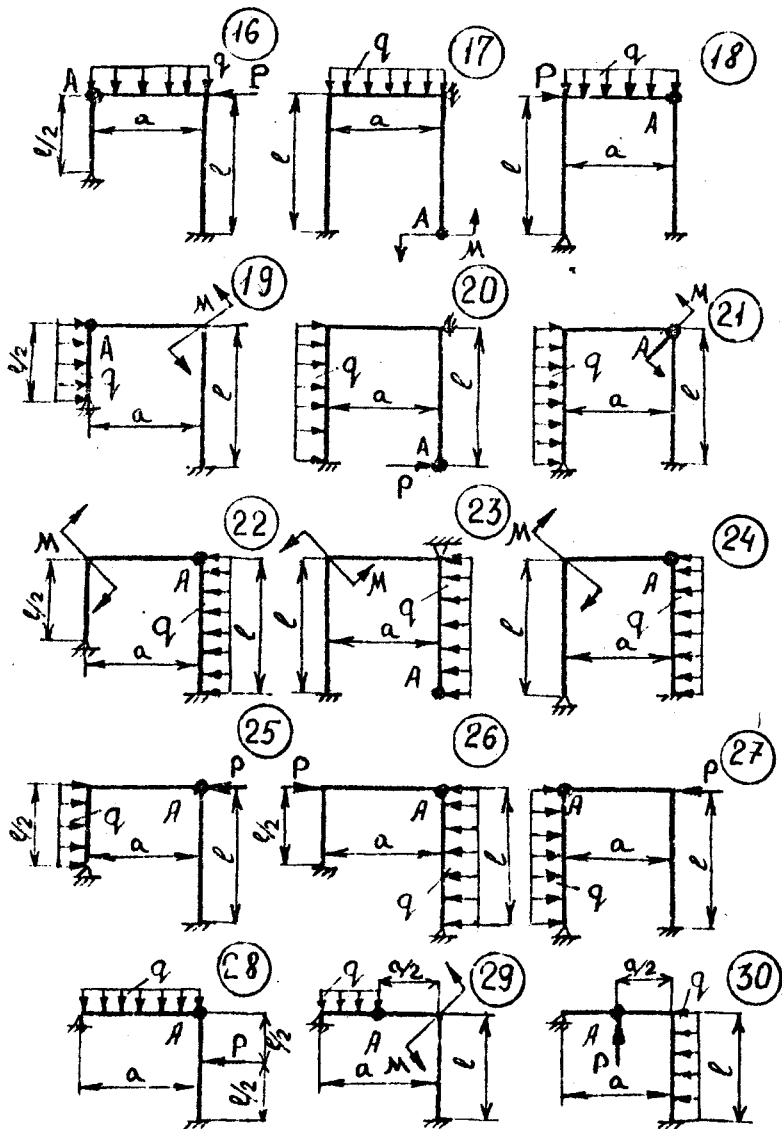


Рис.4 (продолжение)

Работа 6

РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ БАЛОК И КРИВЫХ СТЕРЖНЕЙ

Цель работы - приобрести навыки в раскрытии статической неопределенности и определении напряжений в балках и стержнях большой кривизны.

ЗАДАЧА I

ДАНО:

1. Схема балки (рис.5).
2. Материал балки - сталь, допустимое напряжение $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$, $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$.
3. Данные для расчета - в табл.5.

ТРЕБУЕТСЯ:

Раскрыть статическую неопределенность балки, используя уравнение трех моментов и подобрать двутавровое поперечное сечение.

Порядок выполнения задачи

1. Составить схему для расчета балки с помощью уравнений трех моментов.
2. Определить опорные моменты из уравнений трех моментов.
3. Вычислить опорные реакции.
4. Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
5. Из расчета на прочность подобрать по сортаменту сечение балки.
6. Определить прогиб посередине одного из пролетов балки.
7. Выполнить расчет на ЭВМ, полученные результаты сравнить с результатами ручного счета.

ЗАДАЧА 2

ДАНО:

1. Схема стержневой системы (рис.6)
2. Материал стержня - сталь.
3. Данные для расчета - в табл.6.

ТРЕБУЕТСЯ:

Сределить максимальные напряжения, растяжения и сжатия в кривом стержне.

Порядок выполнения задачи

1. Раскрыть статическую неопределенность системы.
2. Построить эпюры внутренних силовых факторов системы.
3. Построить эпюру распределения нормальных напряжений в опасном сечении кривого стержня.

Таблица 5

№ строки	Нагрузка					Длина участка балки, м		
	P_1 , кН	P_2 , кН	q_1 , кН/м	q_2 , кН/м	M , кН.м	a	b	c
1	15	30	10	15	10	1,0	2,2	1,5
2	30	15	8	16	5	0,5	2,0	1,5
3	40	25	16	10	6	1,2	0,5	3,0
4	50	35	15	20	10	1,5	3,0	0,5
5	35	50	8	20	8	2,0	1,2	1,2
6	20	32	12	10	12	1,5	1,8	0,5
7	45	30	15	15	8	1,2	0,5	2,0
8	38	42	20	14	5	1,5	3,0	0,5
9	30	28	10	20	6	1,0	1,5	1,8
0	40	20	8	12	12	1,8	1,0	2,0
-	α	β	γ	δ	ϵ	ζ	η	θ

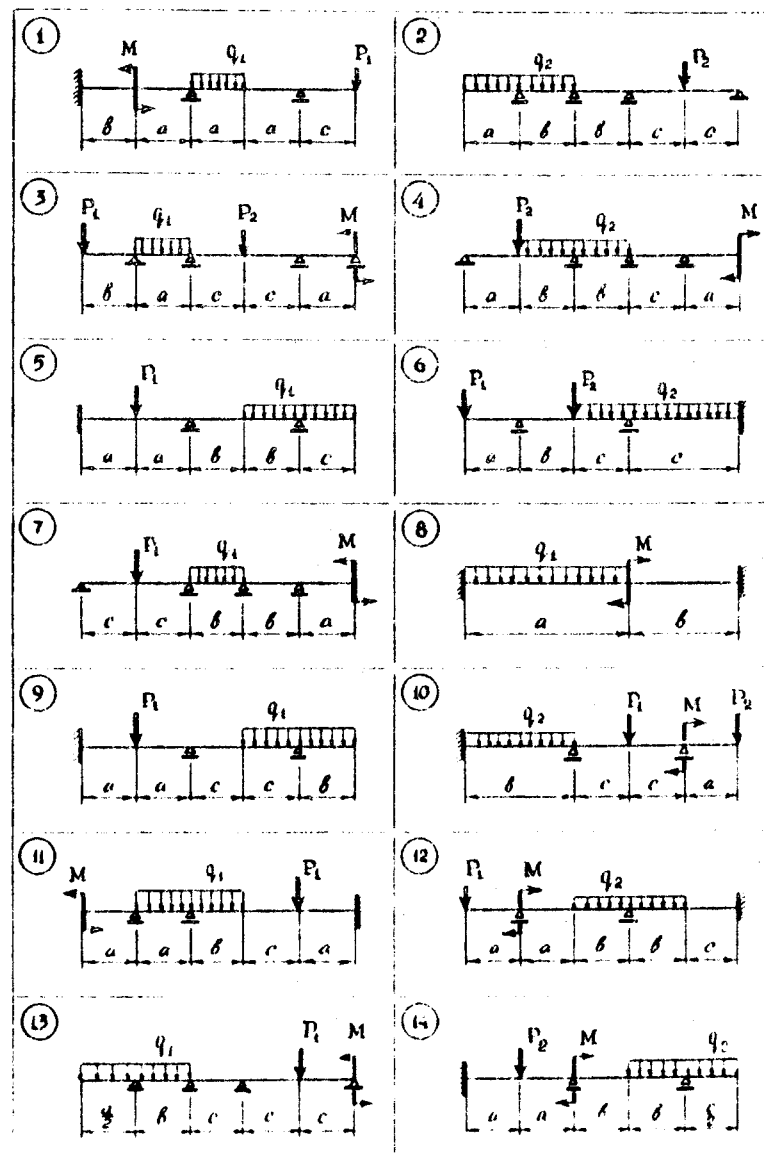


Рис. 5

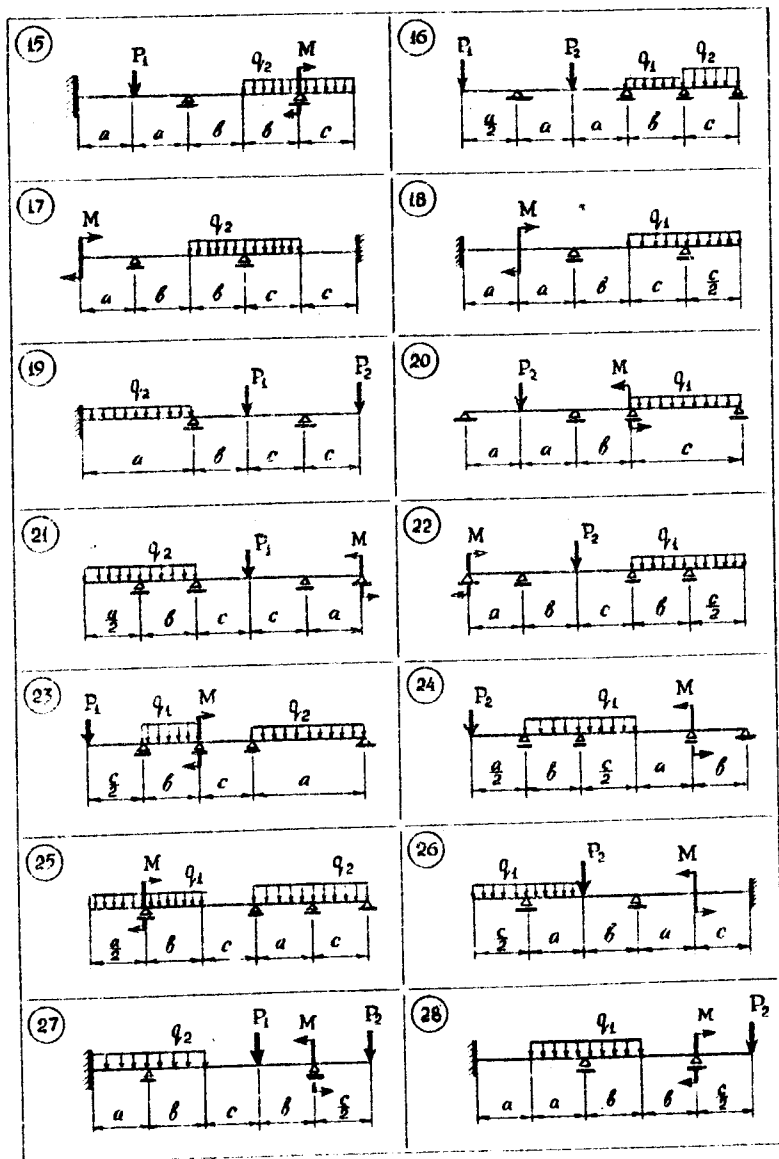


Рис. 5 (продолжение)

№ отроки	r , м	l , м	P , кН	M , кН.м	q , кН/м	Форма сечения	d , см
1	0,20	0,42	1,2	0,8	0,4	Круг	6
2	0,24	0,48	1,3	0,7	0,6	Квадрат $d \times d$	5
3	0,26	0,50	1,4	0,6	0,8	Прямоугольник $2d \times d$	4
4	0,28	0,52	1,5	0,5	0,5	Круг	6
5	0,30	0,60	1,1	0,4	0,8	Квадрат $d \times d$	6
6	0,28	0,56	1,0	0,5	0,6	Прямоугольник $3d \times d$	5
7	0,26	0,52	1,6	0,7	0,4	Круг d	8
8	0,24	0,48	1,8	0,6	0,5	Квадрат $d \times d$	8
9	0,22	0,44	1,7	0,8	0,6	Прямоугольник $2d \times d$	6
0	0,20	0,40	2,0	1,0	0,4	Круг d	4
-	а	в	г	а	б	-	-

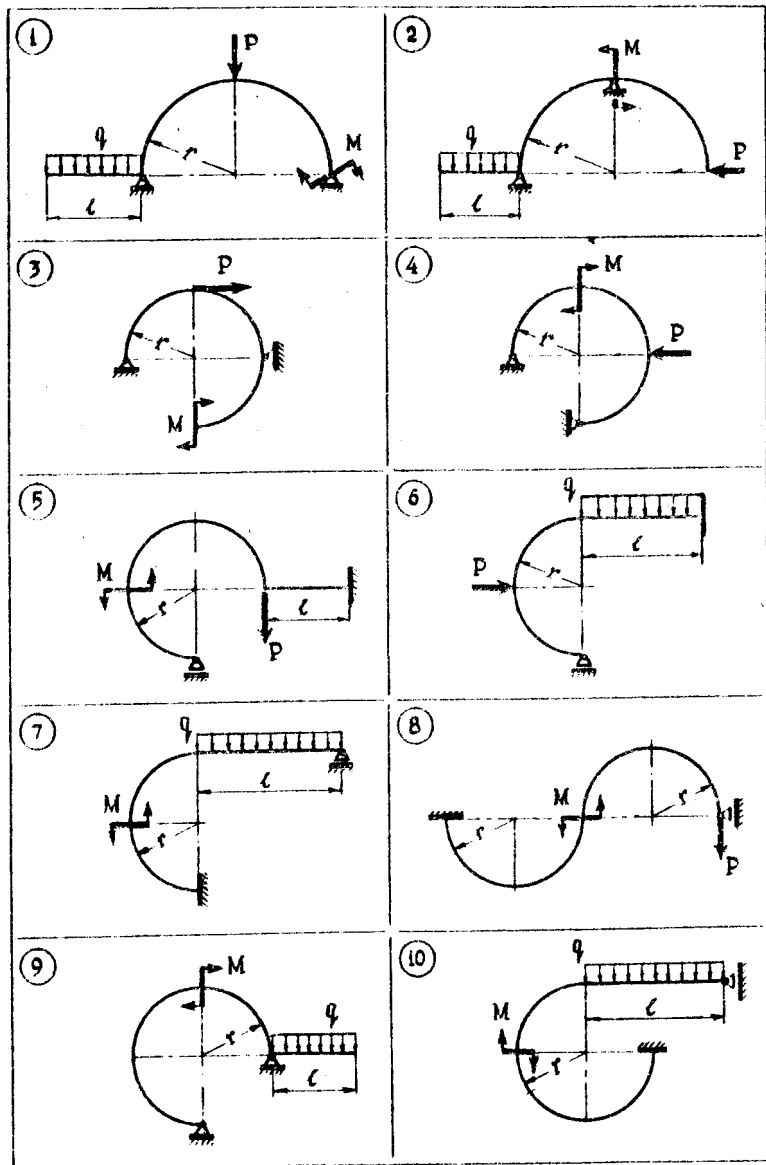


Рис. 6

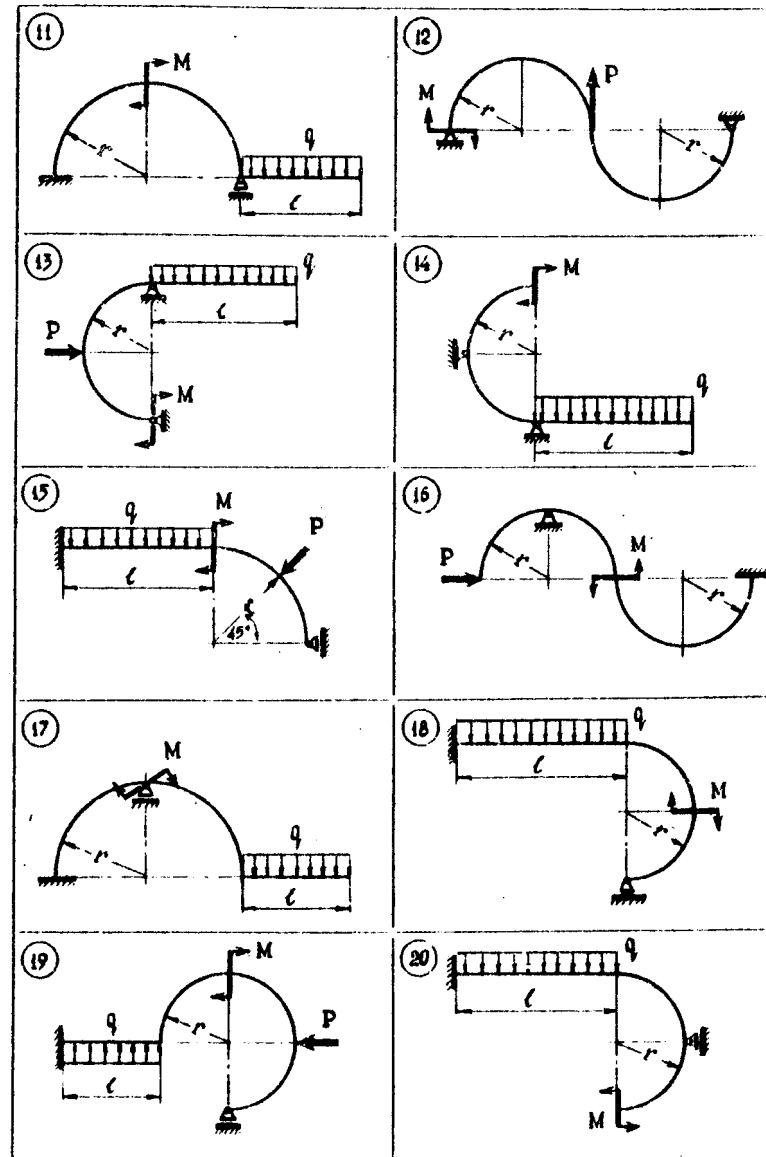


Рис. 6 (продолжение)

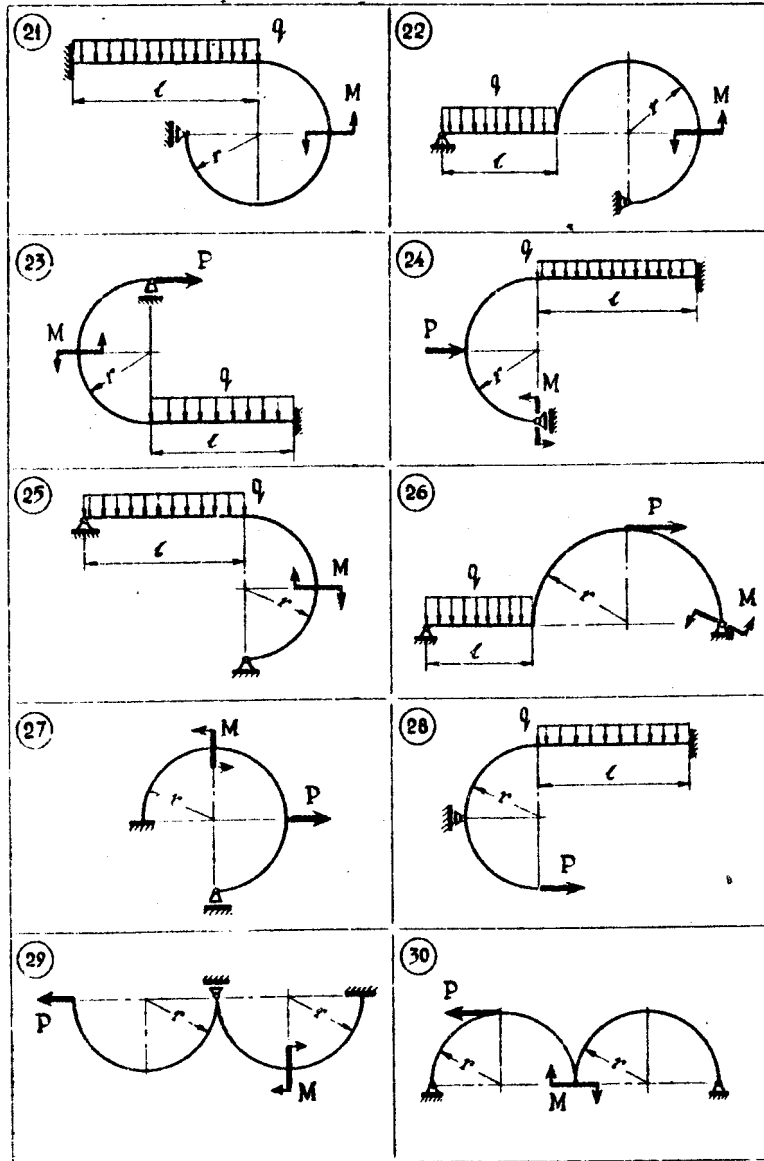


Рис. 6 (продолжение)

СОДЕРЖАНИЕ

Работа 4. Расчет центрально-сжатых стержней на устойчивость	3
Работа 5. Расчет статически неопределимых стержневых систем	7
Работа 6. Расчет статически неопределимых балок и кривых стержней	15

Радченко Евгений Александрович
Деменчук Николай Павлович
Петрова Светлана Борисовна

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ
ПО ВТОРОЙ ЧАСТИ ДИСЦИПЛИН
«МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ»,
«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»**

Методические указания и задания
для студентов специальностей
140504, 190603, 260601, 260602
и направлений 140500, 150400

Второе издание, исправленное

Редакторы

Т.В. Белянкина, Э.С. Литвинова

Корректор

Н.И. Михайлова

Подписано в печать 17.04.08. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 1,4. Печ. л. 1,5. Уч.-изд. л. 1,38
Тираж 400 экз. Заказ № 171. С 65

СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9
ИИК СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9