

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра теоретической и  
прикладной механики

А.Ф. Бутенко, А.Н. Каплунов, А.А. Калинин

**ЗАДАНИЯ**  
**К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИМ РАБОТАМ**  
**ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ**

*Учебное пособие*

Зерноград – 2014

УДК 620.10 (076.1)

*Печатается по решению ученого совета агроинженерного факультета  
Азово-Черноморского инженерного института  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Донской государственной аграрный университет»*

**Рецензенты:**

кандидат технических наук, доцент кафедры Т и ПМ **Суханова М.В.**;  
кандидат технических наук, доцент кафедры БТП и П **Пикалов А.В.**

**Бутенко, А.Ф.** Задания к расчетно-графическим работам по сопротивлению материалов / А.Ф. Бутенко, А.Н. Каплунов, А.А. Калинин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Зерноград: ФГБОУ ВПО Азово-Черноморский инженерный институт «Донской государственной аграрный университет», 2014. – 28 с.

Задания к расчетно-графическим работам по сопротивлению материалов предназначены для студентов 2 курса по направлению подготовки бакалавров 110800.62 – Агроинженерия – инженерных факультетов очной формы обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры  
теоретической и прикладной механики  
Протокол № 8 от 29 апреля 2013 г.

Рассмотрено и одобрено методическим советом  
по специальности – 110800.62  
Протокол № 7 от 13 июня 2013 г.

© Бутенко А.Ф., Каплунов А.Н.,  
Калинин А.А., 2014

© Азово-Черноморский инженерный институт  
ФГБОУ ВПО «Донской государственной аграрный университет», 2014

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>Введение</b> .....	4
<b>1. Задание к расчетно-графической работе № 1</b> .....	5
Задача 1. Тема «Центральное растяжение (сжатие)».....	5
Задача 2. Тема «Геометрические характеристики плоских сечений стержня».....	7
Задача 3. Тема «Кручение».....	9
Задача 4. Тема «Изгиб».....	12
<b>2. Задание к расчетно-графической работе № 2</b> .....	16
Задача 1. Тема «Косой изгиб».....	16
Задача 2. Тема «Изгиб с кручением».....	18
Задача 3. Тема «Общий случай сложного сопротивления».....	21
Задача 4. Тема «Устойчивость стержней».....	25
<b>Литература</b> .....	27

## ВВЕДЕНИЕ

Задания к расчетно-графическим работам по сопротивлению материалов предназначены для закрепления теоретического и практического материала по предмету «Сопротивление материалов» при подготовке бакалавров по направлению 110800.62 – Агроинженерия, а также 260100.62 – Продукты питания из растительного сырья; 140100.62 – Теплотехника и теплоэнергетика; 140400.62 – Электроэнергетика и электротехника; 280700.62 – Техносферная безопасность; 190600.62 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов; 190700.62 – Технология транспортных процессов.

Цель разработки – изложить в одном источнике основные справочные материалы, необходимые для выполнения расчетно-графических работ по курсу «Сопротивление материалов».

Данное учебное пособие направлено на формирование у обучающихся следующих общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

ОК-1 – владеет культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения;

ОК-8 – стремится к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способен понимать сущность и значение прочностных расчетов в развитии современного информационного общества;

ПК-4 – умеет проводить технико-экономический анализ, комплексно обосновывать принимаемые и реализуемые решения, изыскивать возможности сокращения цикла выполнения работ, оказывать содействие подготовке процесса их выполнения и обеспечению необходимыми техническими данными, материалами, оборудованием;

ПК-10 – умеет выбирать материалы для применения при эксплуатации и ремонте транспортных машин и транспортно-технологических комплексов различного назначения с учетом влияния внешних факторов и требований безопасной и эффективной эксплуатации и стоимости.

## Задание к расчетно-графической работе № 1

### Тема «Простое сопротивление»

#### Задача 1. Тема «Центральное растяжение (сжатие)»

Стальной ступенчатый брус закреплен одним концом и нагружен силами  $P_1, P_2, P_3$ , как показано на рисунке 1.1. Площадь поперечных сечений бруса –  $A, 2A, 3A$ . Требуется:

1. Определить продольные силы  $N$ , нормальные напряжения  $\sigma$ .
2. Определить полное перемещение свободного конца бруса  $\Delta l$ .
3. Построить эпюры продольных сил  $N$ , напряжений  $\sigma$  и перемещений сечений бруса, приняв модуль Юнга  $E = 2 \cdot 10^5$  МПа.

Исходные данные для расчетов взять из таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Исходные данные к задаче 1

№ п/п	Длины участков, м			$A$ , мм <sup>2</sup>	$P_1$ , кН	$P_2$ , кН	$P_3$ , кН
	$a$	$b$	$c$				
1	5	7	6	$5,0 \cdot 10^2$	40	44	80
2	5	9	4	$7,0 \cdot 10^2$	56	60	100
3	6	11	7	$3,0 \cdot 10^2$	64	20	140
4	6	7	8	$6,5 \cdot 10^2$	90	40	100
5	7	8	4	$7,2 \cdot 10^2$	140	20	64
6	11	4	6	$6,0 \cdot 10^2$	120	80	30
7	8	5	10	$8,0 \cdot 10^2$	60	120	48
8	10	6	5	$9,0 \cdot 10^2$	80	140	30
9	9	4	12	$8,2 \cdot 10^2$	100	56	80
10	8	11	4	$2,5 \cdot 10^2$	120	84	36
11	8	9	7	$6,0 \cdot 10^2$	40	84	80
12	8	11	9	$7,0 \cdot 10^2$	56	110	120
13	9	12	7	$5,0 \cdot 10^2$	64	80	130
14	7	8	12	$5,0 \cdot 10^2$	84	100	100
15	7	12	5	$3,0 \cdot 10^2$	80	104	70
16	10	4	16	$7,0 \cdot 10^2$	140	110	30
17	13	6	4	$4,0 \cdot 10^2$	120	40	50
18	12	8	7	$5,5 \cdot 10^2$	60	50	48
19	4	10	8	$4,0 \cdot 10^2$	80	44	85
20	14	9	4	$5,0 \cdot 10^2$	100	60	40
21	12	7	6	$7,0 \cdot 10^2$	60	70	140
22	8	9	14	$3,0 \cdot 10^2$	40	40	60
23	9	9	9	$6,5 \cdot 10^2$	50	84	80
24	8	9	5	$7,2 \cdot 10^2$	54	100	110
25	9	11	7	$5,0 \cdot 10^2$	33	90	50
26	9	12	5	$8,0 \cdot 10^2$	40	55	93
27	9	7	11	$5,9 \cdot 10^2$	80	22	40
28	7	10	6	$4,0 \cdot 10^2$	55	30	70
29	7	12	9	$5,0 \cdot 10^2$	40	32	82
30	10	7	9	$7,0 \cdot 10^2$	60	80	145

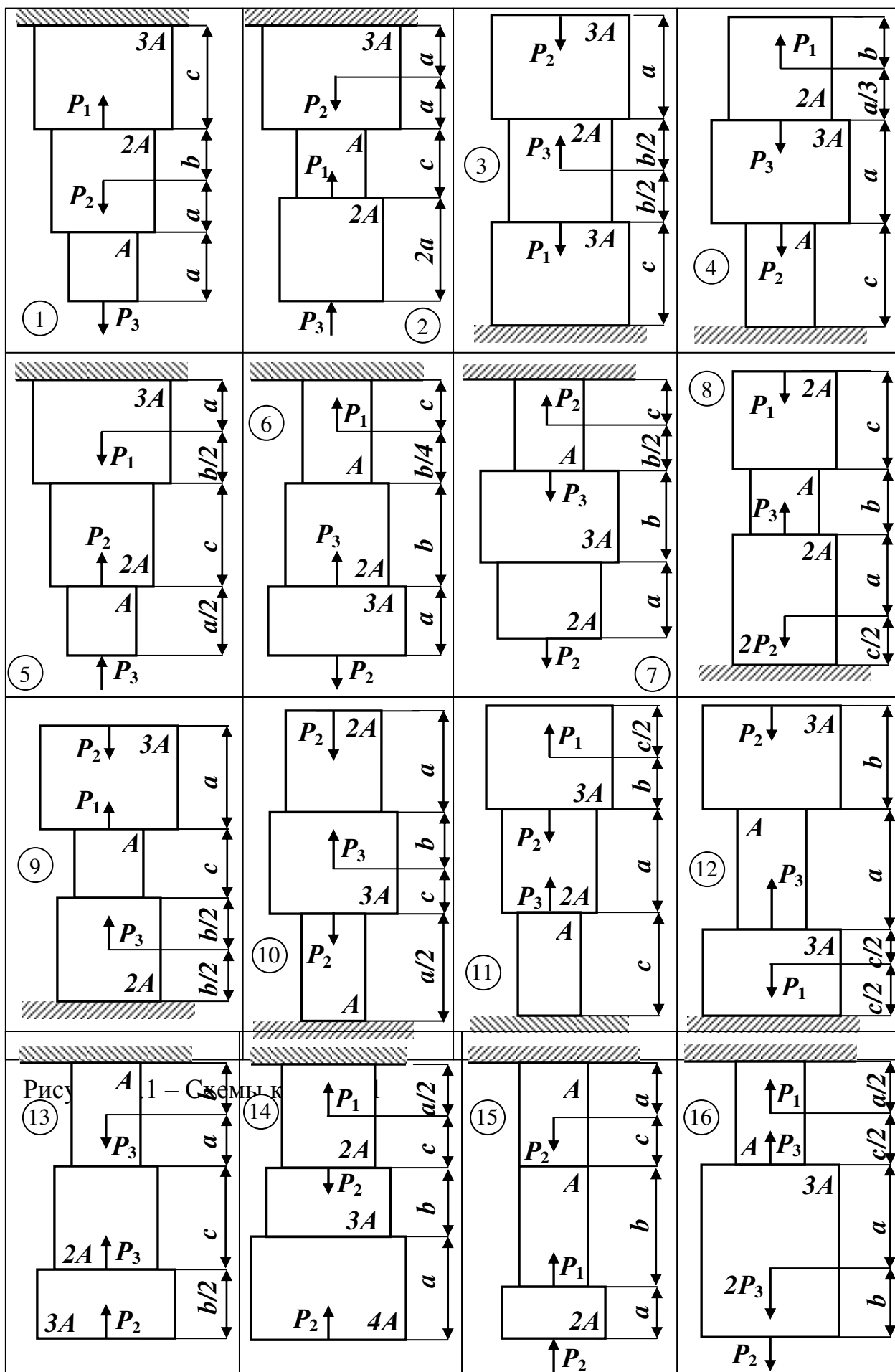


Рисунок 1.1 – Схемы к задаче 1

## Задача 2. Тема «Геометрические характеристики плоских сечений стержня»

Для поперечного сечения, представленного на рисунке 1.2 и составленного из стандартных прокатных профилей, требуется:

1. Выполнить чертёж сечения в масштабе, указав его размеры.
2. Найти координаты центра тяжести сложного сечения. Показать центр тяжести сложной фигуры на чертеже и провести центральные оси инерции.
3. Вычислить угловую координату главных осей инерции и показать их на чертеже.
4. Вычислить главные центральные моменты инерции.
5. Проверить правильность решения задачи.

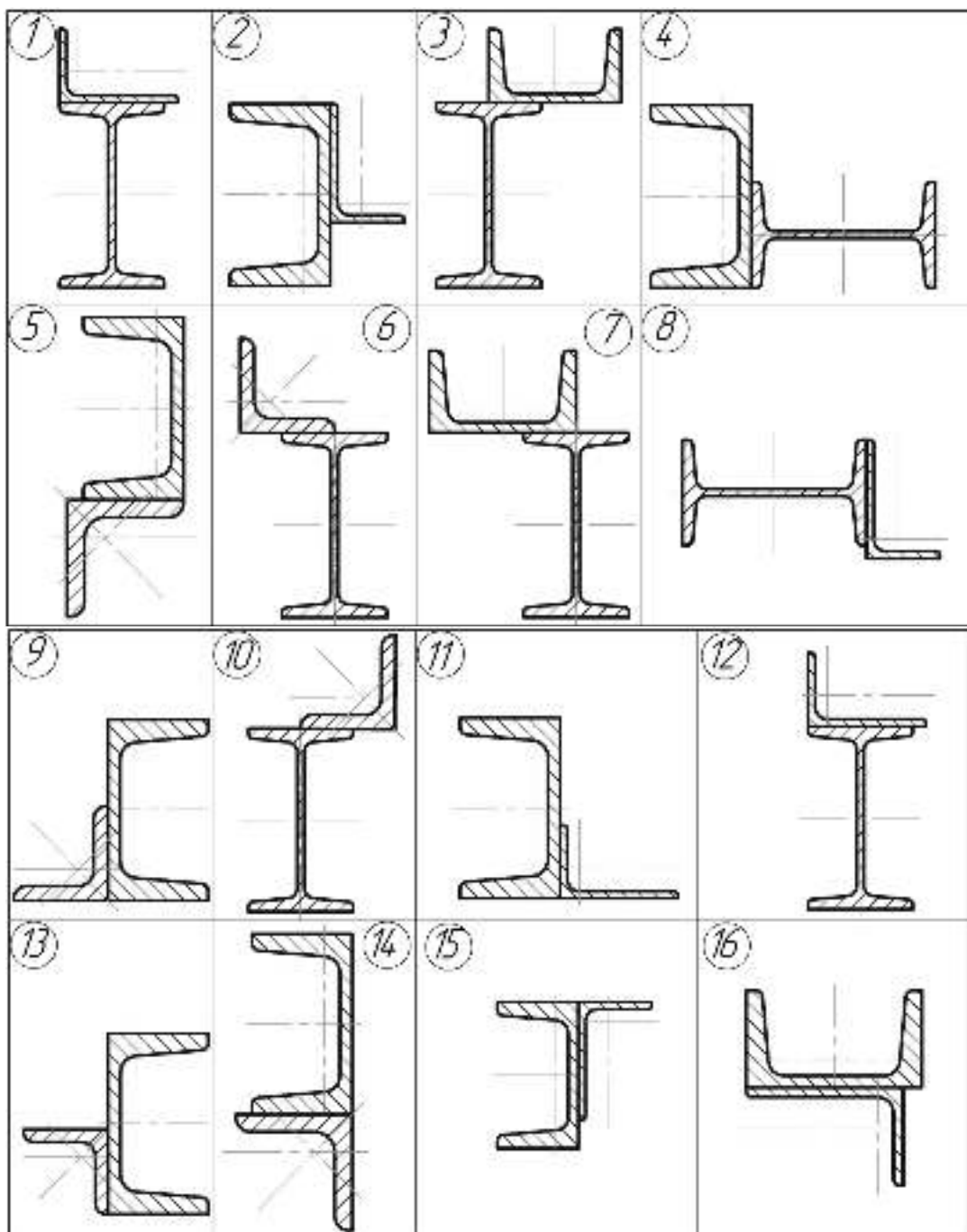


Рисунок 1.2 – Схемы к задаче 2

Исходные данные для расчетов взять из таблицы 1.2.

Таблица 1.2 – Исходные данные к задаче 2

№ п/п	Уголок равнополочный по ГОСТу 8509-93	Уголок неравнополочный по ГОСТу 8510-86	Швеллер по ГОСТу 8240-89	Двутавр по ГОСТу 8239-89
1	75×75×7	100×63×6	16	10
2	80×80×6	100×63×7	16a	12
3	90×90×9	110×70×6,5	18	14
4	70×70×8	110×70×8	18a	16
5	90×90×6	140×90×10	20	18
6	100×100×14	100×63×10	20a	18a
7	110×110×8	100×63×10	22	20
8	100×100×14	140×90×10	22a	20a
9	125×125×10	125×80×12	24	22
10	125×125×16	140×90×10	24a	22a
11	70×70×6	160×100×10	8	24
12	75×75×9	160×100×9	10	24a
13	80×80×8	160×100×12	12	27
14	90×90×9	160×100×14	14	27a
15	100×100×12	125×80×10	14a	30
16	110×110×7	125×80×8	16	10
17	125×125×14	160×100×9	16a	12
18	63×63×5	125×80×10	18	14
19	50×50×5	100×63×8	18a	16
20	90×90×7	140×90×8	20	18
21	100×100×8	140×90×10	20a	18a
22	125×125×12	140×90×10	22	20
23	75×75×9	140×90×8	22a	20a
24	70×70×7	125×80×7	24	22
25	63×63×6	100×63×10	20a	22a
26	40×40×5	50×32×4	12	16
27	50×50×5	63×40×5	14	18
28	70×70×6	70×45×5	16	18a
29	80×80×7	80×50×6	18	20a
30	90×90×8	90×56×8	20	22



### Задача 3. Тема «Кручение»

К валу постоянного поперечного сечения, изготовленному из Ст.5, приложены вращающие моменты, как показано на рисунке 1.3. Требуется:

1. Определить неизвестные вращающие моменты из условия равновесия.
2. Определить крутящие моменты  $M_{кр}$  в сечениях вала и построить их эпюру.
3. Определить диаметр вала сплошного круглого сечения из условия прочности на кручение. Полученный результат округлить согласно ГОСТ.
4. Определить размеры поперечных сечений круглого, кольцевого и прямоугольного валов. Полученный результат округлить согласно ГОСТ.
5. Определить углы закручивания круглого сплошного вала и построить их эпюру.
6. Проверить жесткость вала.

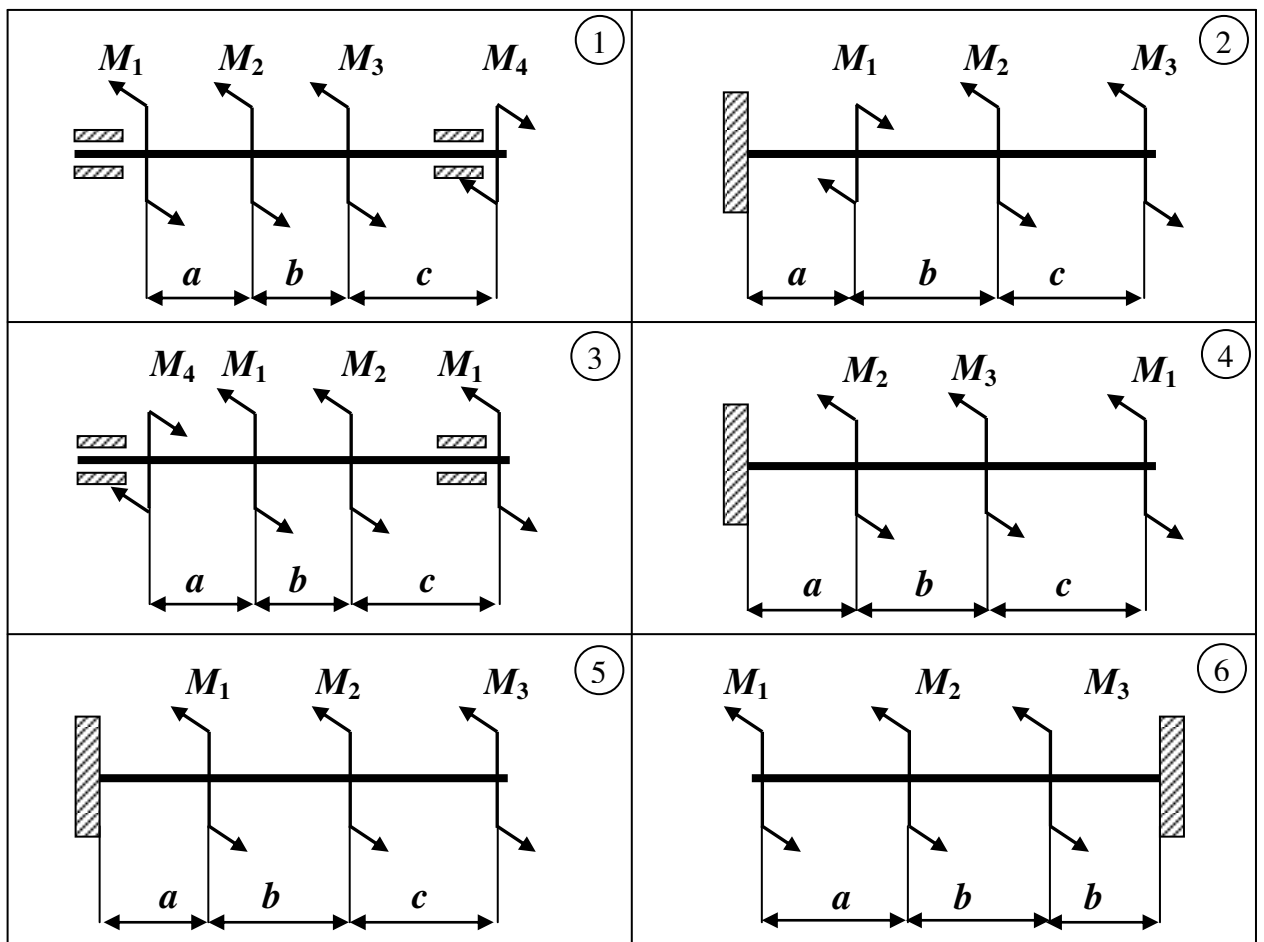


Рисунок 1.3 – Схемы к задаче 3

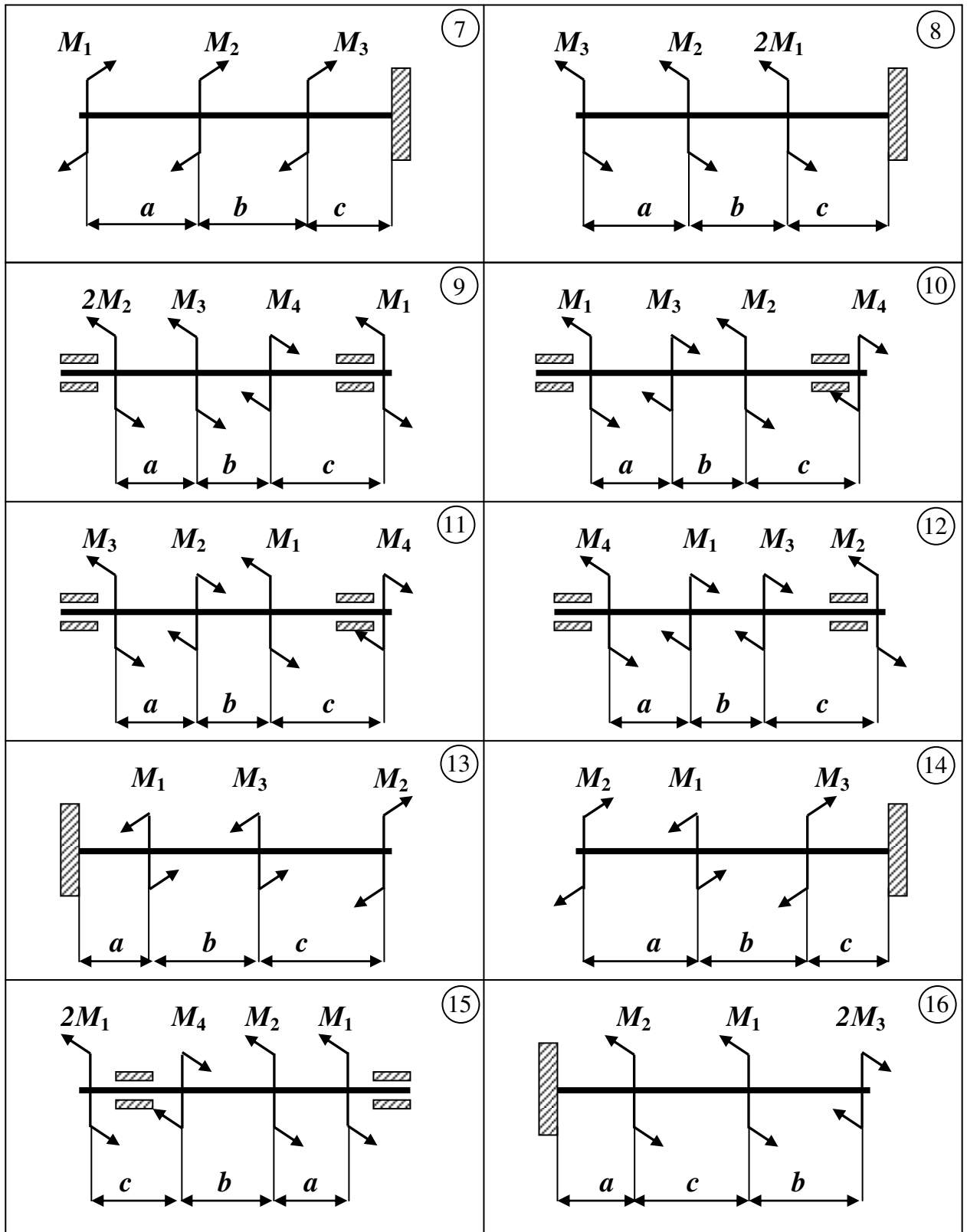


Рисунок 1.3 – Схемы к задаче 3

Исходные данные взять из таблицы 1.3.

Таблица 1.3 – Исходные данные к задаче 3

№ п/п	Длина участков вала, м			Вращающие моменты, кН·м			Допускаемый угол закручивания [ $\theta$ ], град/м	Отношение сторон прямоуголь ника $h_c/b_c$	Отношение диаметров кольцевого вала $\alpha = d/D$
	$a$	$b$	$c$	$M_1$	$M_2$	$M_3$			
1	0,45	0,21	0,73	5,0	4,0	6,0	0,7	1,5	0,8
2	0,62	0,75	0,41	5,1	4,3	5,8	0,4	1,25	0,7
3	0,38	0,7	0,21	5,3	4,5	5,6	0,6	1,75	0,8
4	0,28	0,67	0,14	5,8	4,2	5,7	0,5	2,0	0,7
5	0,31	0,72	0,37	5,2	4,1	6,2	0,6	2,5	0,8
6	0,31	0,37	0,25	5,6	4,6	5,4	0,8	2,25	0,7
7	0,32	0,5	0,3	5,4	4,7	6,1	0,7	1,5	0,8
8	0,27	0,37	0,52	5,7	4,4	5,9	0,4	1,25	0,7
9	0,35	0,24	0,41	5,9	4,8	5,5	0,5	1,75	0,8
10	0,42	0,28	0,31	5,6	4,9	6,3	0,6	2,0	0,7
11	0,47	0,15	0,38	5,0	4,0	6,0	0,7	2,25	0,8
12	0,52	0,47	0,28	5,1	4,3	5,8	0,8	2,5	0,7
13	0,3	0,27	0,51	5,3	4,5	5,6	0,6	1,5	0,8
14	0,21	0,8	0,37	5,8	4,2	5,7	0,5	1,25	0,7
15	0,25	0,72	0,21	5,2	4,1	6,2	0,4	1,75	0,8
16	0,4	0,27	0,28	5,6	4,9	5,4	0,6	2,0	0,7
17	0,5	0,37	0,24	5,4	4,7	6,1	0,8	2,5	0,8
18	0,25	0,42	0,5	5,7	4,4	5,9	0,7	2,25	0,7
19	0,24	0,51	0,42	5,9	4,8	5,5	0,6	2,5	0,8
20	0,28	0,54	0,3	5,3	4,9	6,3	0,5	1,5	0,7
21	0,5	0,38	0,31	4,8	4,0	6,0	0,4	1,25	0,8
22	0,51	0,41	0,62	3,6	4,3	5,8	0,4	1,75	0,7
23	0,37	0,52	0,12	4,5	4,7	5,6	0,5	2,0	0,8
24	0,72	0,3	0,61	4,0	4,2	5,7	0,6	2,25	0,7
25	0,8	0,2	0,1	5,0	4,5	6,0	0,7	1,25	0,7
26	0,6	0,25	0,35	5,8	4,0	5,9	0,5	1,5	0,8
27	0,75	0,15	0,2	4,5	5,0	5,0	0,4	1,75	0,7
28	0,4	0,7	0,1	5,5	6,0	3,5	0,6	2,0	0,8
29	0,45	0,55	0,6	5,0	5,9	4,0	0,7	2,25	0,7
30	0,37	0,25	0,75	5,8	4,9	7,0	0,5	1,25	0,8

### Задача 4. Тема «Изгиб»

Для схем, представленных на рисунке 1.4, требуется:

1. Построить эпюры продольных сил  $N$  (только для схемы  $c$ ), поперечных сил  $Q$  и изгибающих моментов  $M$ .

2. Для схемы  $a$  подобрать деревянную балку прямоугольного поперечного сечения.

3. Для схемы  $b$  подобрать двутавровое сечение балки (материал сталь). Провести полную проверку ее прочности. Определить прогиб балки под силой  $P$  и угол поворота правого опорного сечения.

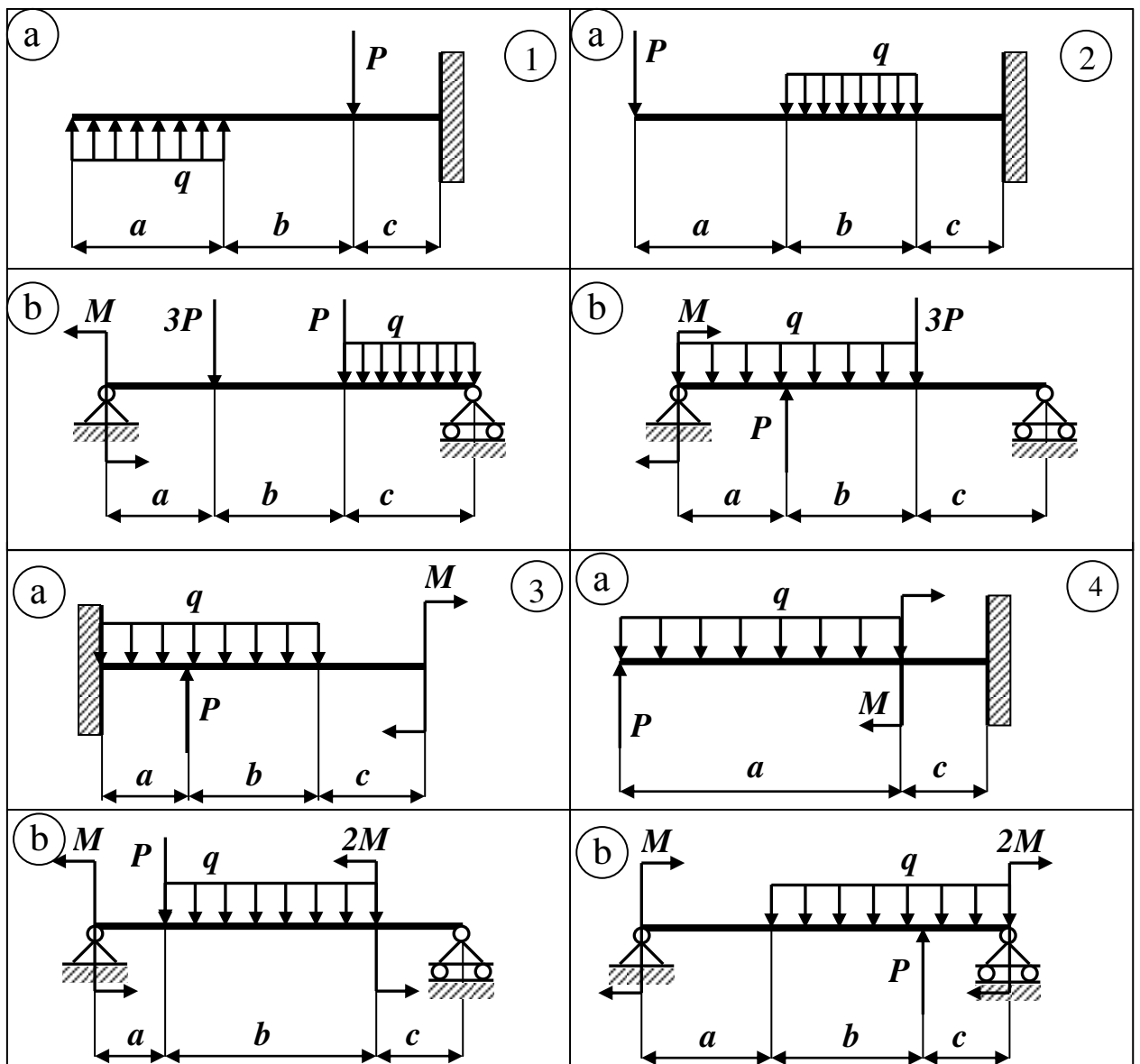


Рисунок 1.4 – Схемы к задаче 4

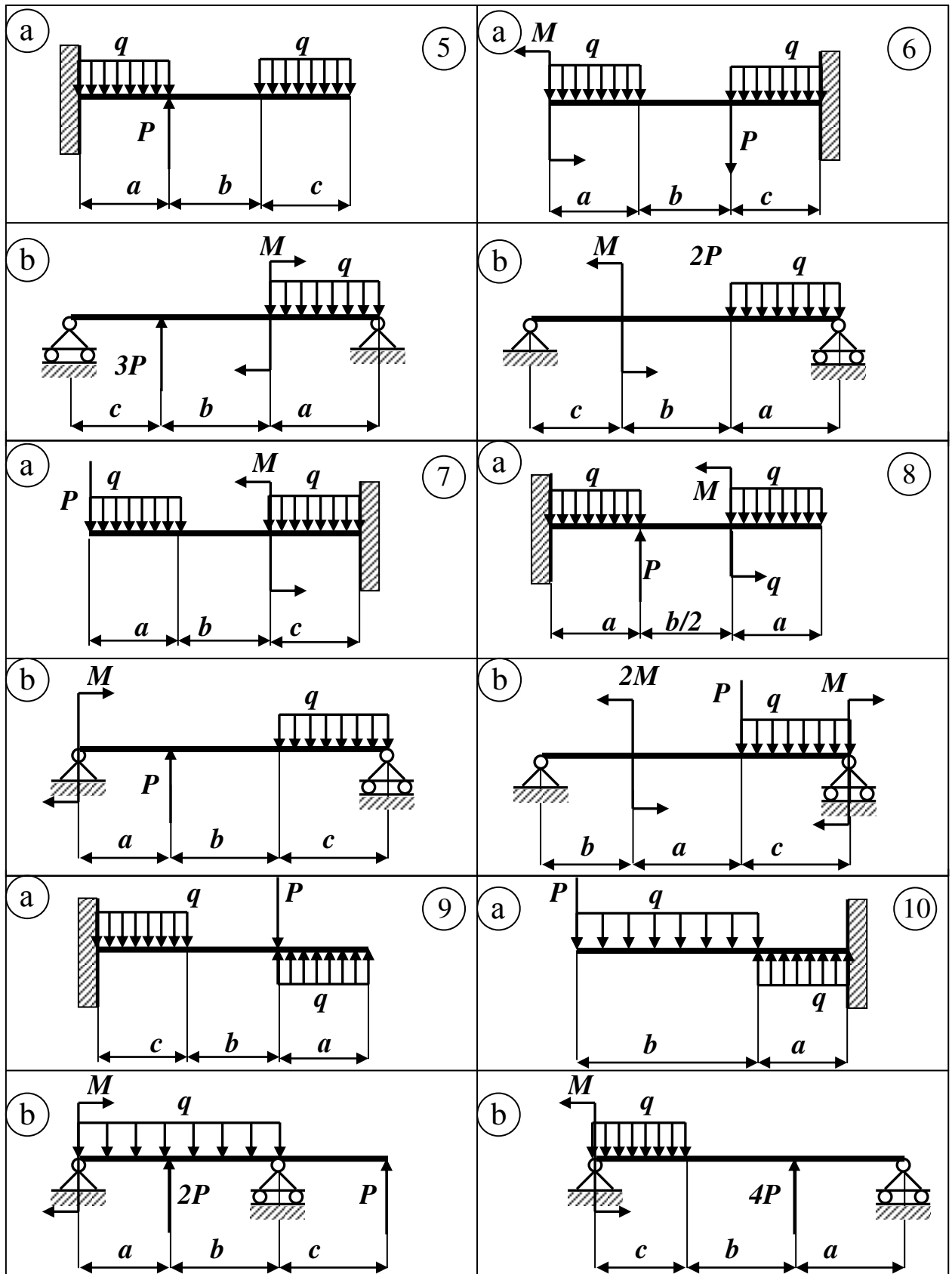


Рисунок 1.4 – Схемы к задаче 4

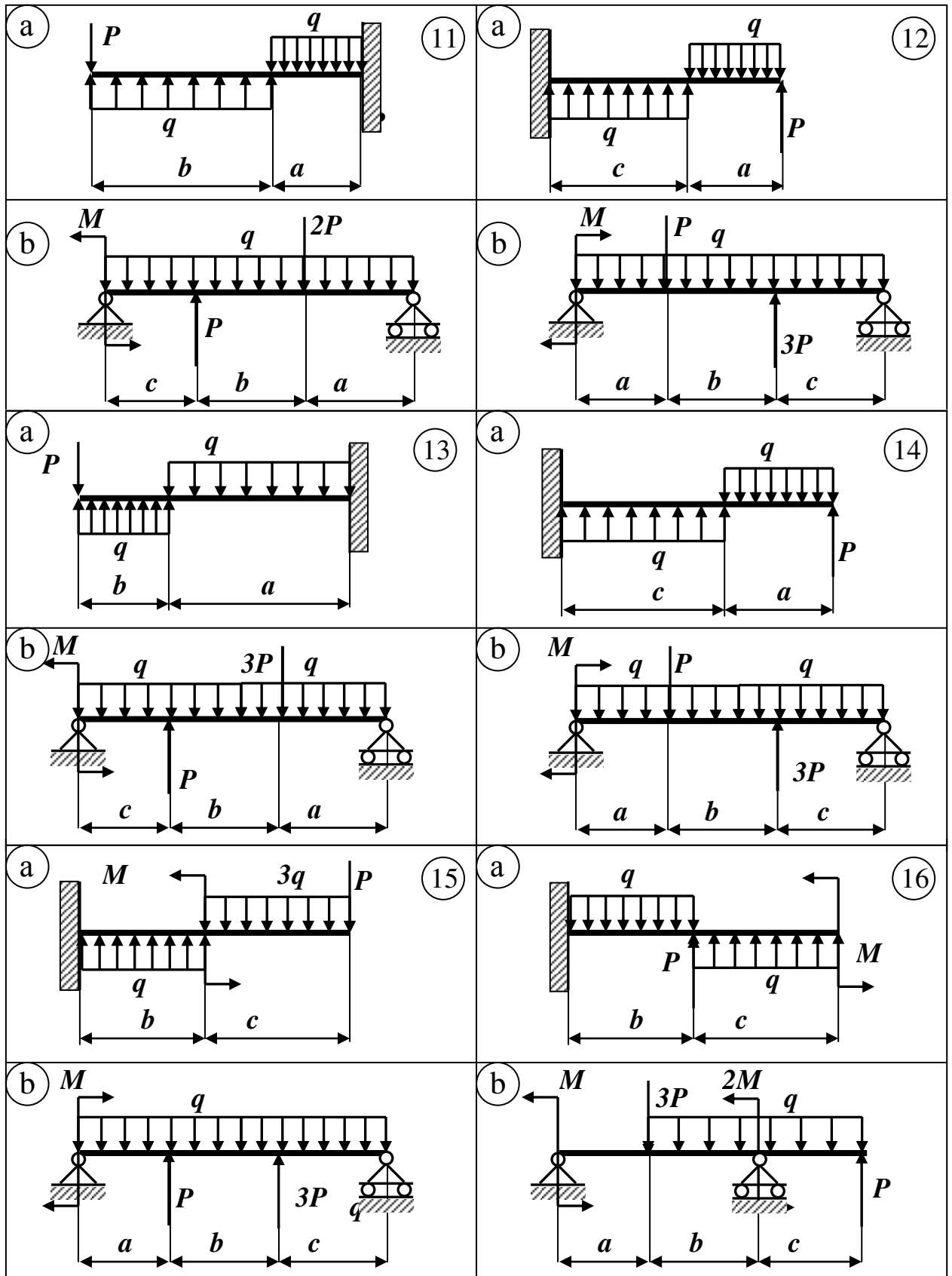


Рисунок 1.4 – Схемы к задаче 4

Исходные данные взять из таблицы 1.4.

Таблица 1.4 – Исходные данные к задаче 4

№ п/п	Длины участков, м			Нагрузка				Допускаемые напряжения, МПа		
				$P$ , кН	$M$ , кН·м	$q$ , кН/м	$h_c/b_c=\alpha$	дерево	сталь	
	$[\sigma]$	$[\sigma]$	$[\tau]$							
1	1,5	2,0	0,8	20	22	30	1,5	10	120	80
2	1,2	2,2	1,0	30	28	12	1,7	10	130	100
3	1,4	1,2	1,9	40	26	15	1,6	10	140	90
4	1,3	1,6	2,0	25	27	17	1,5	12	150	80
5	1,7	1,1	2,1	35	20	10	1,7	12	160	100
6	1,8	1,3	0,6	45	22	12	1,8	12	120	90
7	1,9	1,9	1,2	22	21	14	1,9	11	130	80
8	2,0	1,0	1,3	32	30	15	2,0	11	140	90
9	1,5	0,8	1,6	42	35	16	1,5	11	150	100
10	1,2	1,3	1,4	20	32	13	1,6	8	160	100
11	1,2	1,4	1,0	25	34	18	1,7	8	120	80
12	1,4	1,6	1,5	28	35	20	1,8	8	130	80
13	1,6	1,2	2,0	30	38	17	1,9	10	140	90
14	1,8	1,0	3,0	35	37	15	2,0	10	150	90
15	2,0	0,5	2,5	38	30	12	1,9	10	160	100
16	1,1	2,0	2,6	40	25	13	1,8	11	160	100
17	1,3	3,0	1,2	42	28	14	1,7	11	120	80
18	1,5	1,6	1,3	45	26	15	1,6	11	130	80
19	1,7	1,1	1,6	48	32	16	1,5	12	140	90
20	1,9	1,2	1,5	50	45	17	1,5	12	150	100
21	2,0	1,3	1,4	20	21	12	2,0	8	160	100
22	2,1	1,4	1,7	30	22	19	1,9	8	120	80
23	2,0	0,8	1,4	25	35	20	1,9	10	130	90
24	1,5	1,3	1,0	28	38	17	2,0	12	150	100
25	2,0	1,0	3,5	30	40	25	2,5	10	140	80
26	1,4	1,2	3,0	35	30	13	1,7	11	150	100
27	1,6	1,0	3,0	28	17	20	1,5	12	150	100
28	2,0	1,3	2,6	40	35	50	1,9	14	160	90
29	1,2	1,6	3,5	35	45	30	2,5	10	140	80
30	1,4	1,5	2,6	20	32	40	2,0	8	120	100

## Задание к расчетно-графической работе № 2

### Тема «Сложное сопротивление. Устойчивость»

#### Задача 1. Тема «Косой изгиб»

Для деревянной балки прямоугольного поперечного сечения загруженной в соответствии с рисунком 3.1, требуется:

1. Подобрать размеры поперечного сечения  $h$  и  $b$  при допуске напряжении  $[\sigma] = 10$  МПа.
2. Определить опасное сечение балки.
3. Определить положение нейтральной оси в опасном сечении.
4. Определить нормальные напряжения в контурных точках опасного сечения и построить их эпюры.

Исходные данные для расчетов взять из таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные к задаче 1

№ п/п	$a$ , м	$b$ , м	$h/b_c$	$P$ , кН	$M$ кНм	$q$ , кН/м	№ п/п	$a$ , м	$b$ , м	$h/b_c$	$P$ , кН	$M$ кНм	$q$ , кН/м
1	1,8	1,1	1,75	20	40	5	16	0,8	1,4	1,6	30	60	10
2	1,0	1,2	1,3	30	25	10	17	0,9	0,5	1,5	35	53	15
3	1,2	1,8	1,4	35	35	15	18	1,0	0,6	1,3	25	35	20
4	1,4	1,7	1,4	25	30	20	19	0,7	1,2	1,4	20	30	25
5	1,3	1,3	2,0	40	20	25	20	0,6	1,6	2,0	45	42	30
6	0,8	1,3	1,75	45	55	30	21	0,8	1,5	1,6	50	32	5
7	1,3	0,8	1,6	50	10	5	22	1,3	0,8	1,7	55	20	10
8	1,6	0,6	2,0	55	15	10	23	1,5	1,3	2,0	20	25	15
9	0,7	1,1	1,4	20	25	15	24	1,7	1,4	1,5	30	55	20
10	0,9	0,8	1,3	30	32	20	25	1,6	1,2	1,4	35	10	25
11	0,3	1,2	1,5	35	15	25	26	1,2	1,0	1,3	25	15	30
12	1,4	1,1	1,4	25	53	30	27	1,1	1,8	1,0	40	40	15
13	1,3	1,0	1,7	40	40	15	28	1,2	0,8	1,2	40	15	20
14	1,2	1,3	1,7	20	25	5	29	1,3	1,7	2,0	15	30	20
15	1,4	1,0	2	25	15	15	30	0,9	0,4	1,3	16	10	15



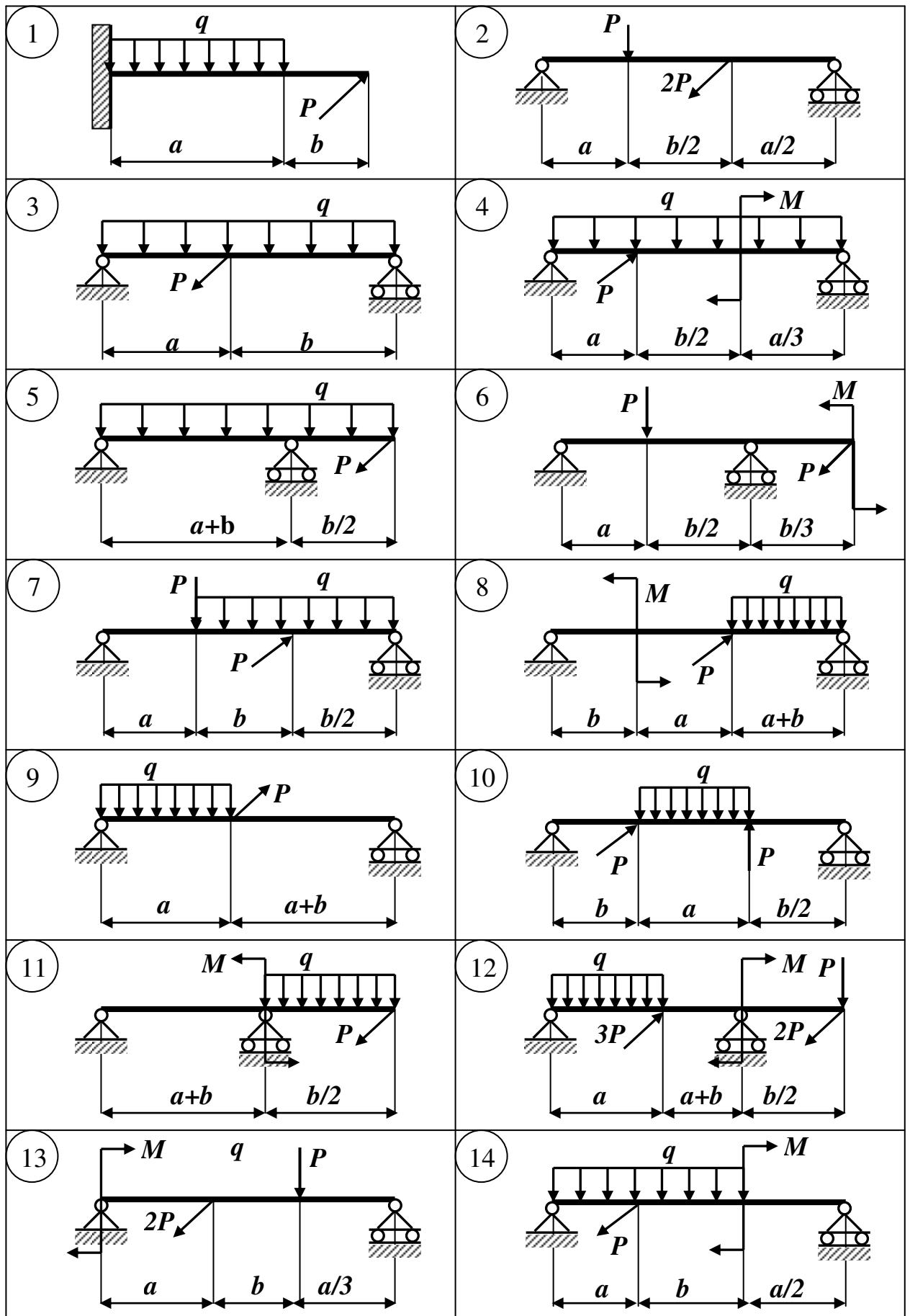
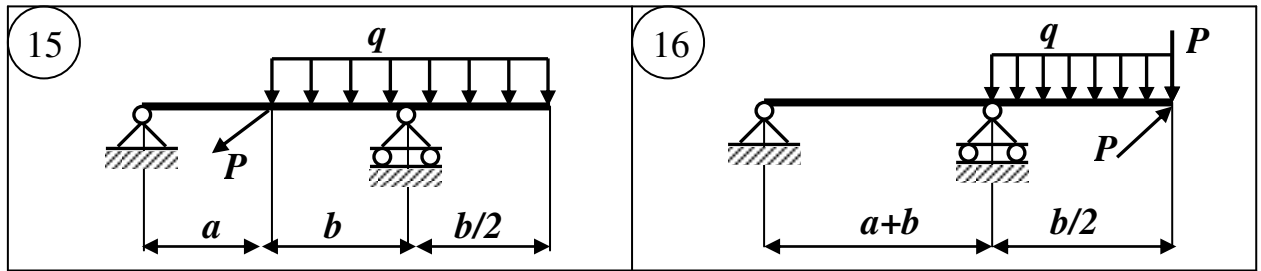


Рисунок 2.1 – Схемы к задаче 1



1

Рисунок 2.1 – Схемы к задаче 1

### Задача 2. Тема «Изгиб с кручением»

На вал постоянного поперечного сечения, вращающийся с угловой скоростью  $\omega$  ( $\text{с}^{-1}$ ), жестко посажены шкивы, как показано на рисунке 2.2 (передача – ременная). Мощность, передаваемая шкивами –  $N$  (кВт). Шкив с большим диаметром – ведущий. Усилие ведущей ветви  $T$  передачи принять в два раза больше усилия ведомой ветви ( $T = 2t$ ). Требуется:

1. Определить вращающие моменты, приложенные к шкивам, построить их эпюры.
2. Определить силы давления ремней на вал в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
3. Построить эпюры изгибающих моментов.
4. Определить расчетный момент, используя 3-ю теорию прочности, и найти опасное сечение. Построить эпюру расчетных моментов.
5. Подобрать диаметр вала при заданном допуске напряжении  $[\sigma]$ .

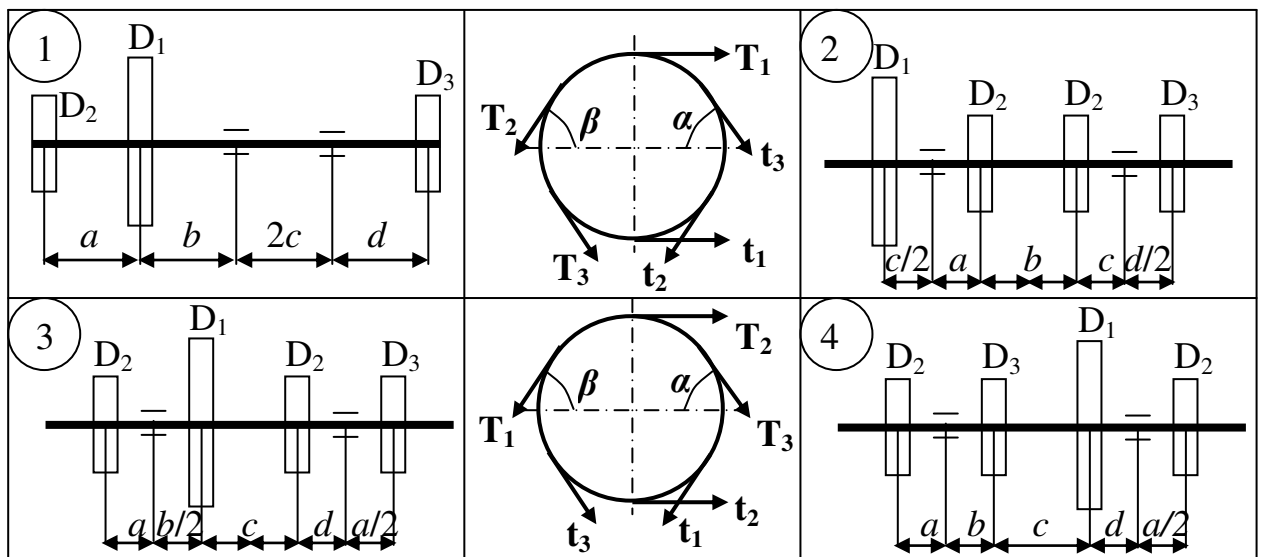


Рисунок 2.2 – Схемы к задаче 2

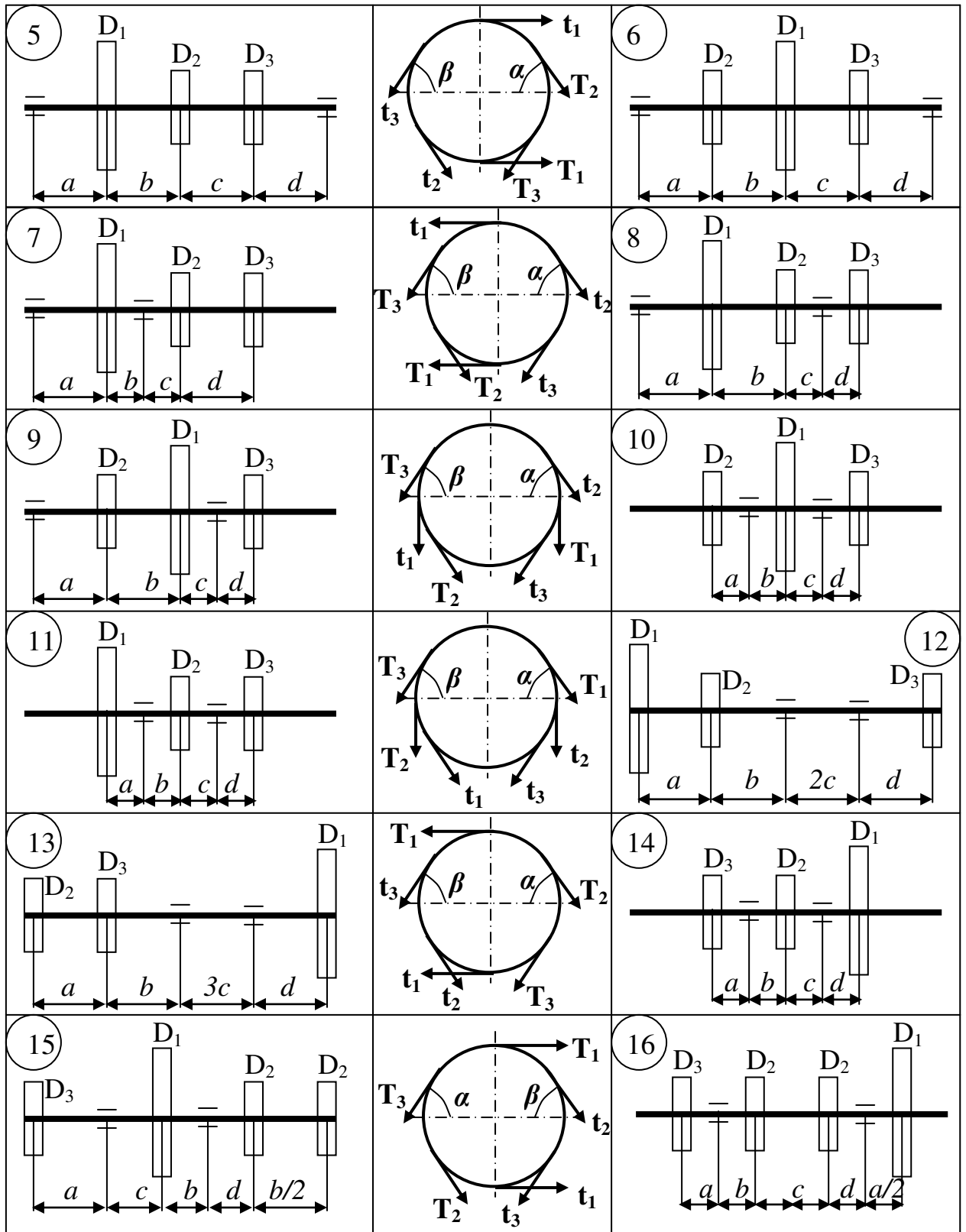


Рисунок 2.2 – Схемы к задаче 2

Исходные данные для расчетов взять из таблицы 2.2

Таблица 2.2 – Исходные данные к задаче 2

№ п/п	Мощность, кВт		$\omega$ , рад/с	Длины участков, м				Диаметры шкивов, м			Наклон ветвей, град.		Доп. напр. МПа $[\sigma]$
	$N_1$	$N_3$		$a$	$b$	$c$	$d$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$\alpha$	$\beta$	
1	5,0	1,5	10	0,5	0,2	0,7	1,0	0,8	0,5	0,3	30	0	80
2	5,5	2,0	15	0,6	0,3	0,8	1,1	0,9	0,8	0,5	60	0	75
3	6,0	2,5	20	0,7	0,6	0,9	1,0	1,0	0,5	0,3	90	0	100
4	6,5	2,0	25	0,8	0,5	1,0	1,2	1,1	0,8	0,6	45	0	90
5	7,0	4,0	35	0,3	0,6	0,2	1,0	1,3	0,5	0,7	0	30	80
6	5,0	4,0	35	0,3	0,7	0,6	1,0	1,3	0,6	0,8	0	60	80
7	6,0	4,5	10	0,6	0,8	0,3	1,3	1,3	0,7	0,6	0	90	100
8	6,5	5,0	45	0,7	0,9	0,4	1,2	1,2	0,5	0,4	0	45	90
9	7,0	5,5	50	0,8	1,0	0,5	1,1	1,4	0,8	0,6	15	30	70
10	9,5	6,0	55	0,9	1,1	0,6	0,5	1,4	0,9	0,5	30	60	75
11	10,0	5,0	60	0,5	1,2	0,7	0,3	1,0	0,5	0,5	45	90	80
12	12,0	10	10	0,6	1,3	0,8	0,5	1,0	0,4	0,4	30	60	90
13	11,9	3,5	15	0,7	0,4	0,9	0,6	0,9	0,3	0,3	90	45	100
14	15,0	7,0	20	0,8	1,5	1,0	0,2	0,9	0,7	0,3	0	60	80
15	20,0	8,6	25	0,9	0,2	0,3	1,0	1,1	0,8	0,5	30	25	80
16	2,5	1,0	30	0,5	0,3	0,4	1,3	1,1	0,7	0,7	35	40	90
17	20	12	35	0,8	0,4	0,5	1,2	1,0	0,5	0,3	40	35	70
18	15	10	40	0,9	0,5	0,6	1,0	1,0	0,4	0,3	60	50	75
19	4,0	3,5	45	0,9	0,4	0,7	1,1	1,2	0,8	0,4	25	30	100
20	45	7,0	50	1,8	0,7	0,8	1,4	1,2	0,9	0,5	15	20	80
21	5,0	1,4	55	1,1	0,8	0,9	0,3	1,3	0,7	0,5	25	40	100
22	12	3,0	60	1,2	0,9	1,0	0,2	1,3	0,6	0,4	0	60	70
23	8,0	2,2	10	1,3	1,0	0,3	0,4	1,4	0,7	0,5	50	10	75
24	17	5,0	15	1,5	1,1	0,5	0,3	1,4	0,7	0,6	20	60	80
25	18	3,0	20	1,0	1,2	0,6	0,7	1,1	0,5	0,4	20	30	90
26	13	4,0	25	1,1	1,3	0,7	0,5	1,1	0,4	0,5	35	70	70
27	14	5,0	30	1,2	1,4	0,8	0,6	1,2	0,7	0,6	70	60	75
28	22	8,0	35	1,3	0,5	0,9	0,4	1,2	0,8	0,7	30	60	80
29	10,5	4,5	40	0,9	0,7	0,65	0,65	1,0	0,5	0,5	0	90	75
30	15	9,0	20	0,8	0,8	1,0	1,2	1,5	0,6	0,6	90	0	100

### Задача 3. Тема «Общий случай сложного сопротивления»

На пространственный ломаный брус, состоящий из прямолинейных элементов, параллельных и перпендикулярных друг к другу, действуют сосредоточенная сила  $P$ , равномерно распределенная нагрузка  $q$  и момент  $M$ , как показано на рисунке 2.3. Требуется:

1. Определить внутренние силовые факторы: продольные силы  $N$ , поперечные силы  $Q$ , крутящие моменты  $M_{кр}$  и изгибающие моменты  $M$ . Построить их эпюры.

2. Определить опасное сечение.

3. Подобрать прямоугольное сечение бруса, приняв отношение сторон  $h_c/b_c = 2$  и допускаемое напряжение  $[\sigma] = 140$  МПа.

4. Найти напряжения в опасных точках опасного сечения. Проверить брус на прочность в опасном сечении.

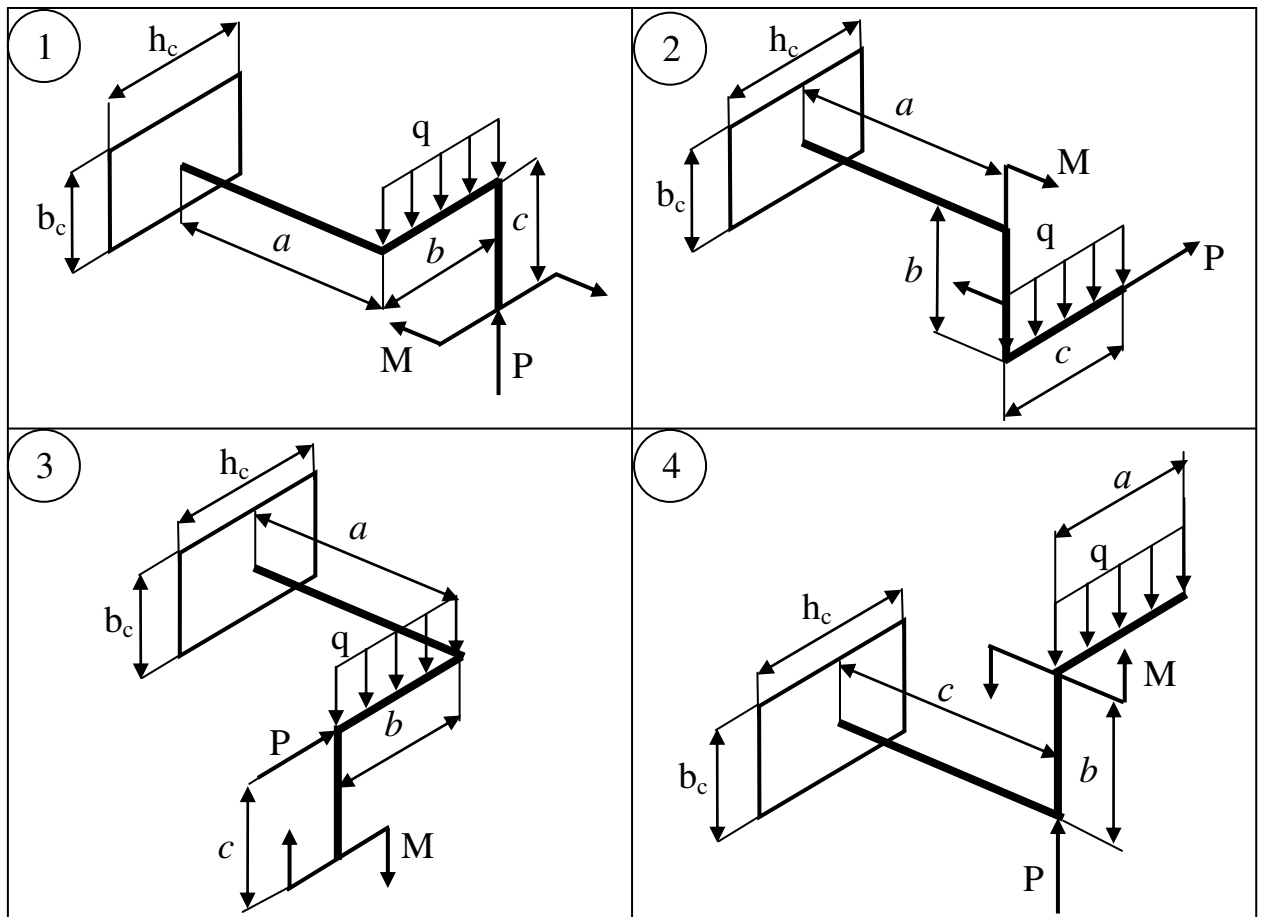


Рисунок 2.3– Схемы к задаче 3

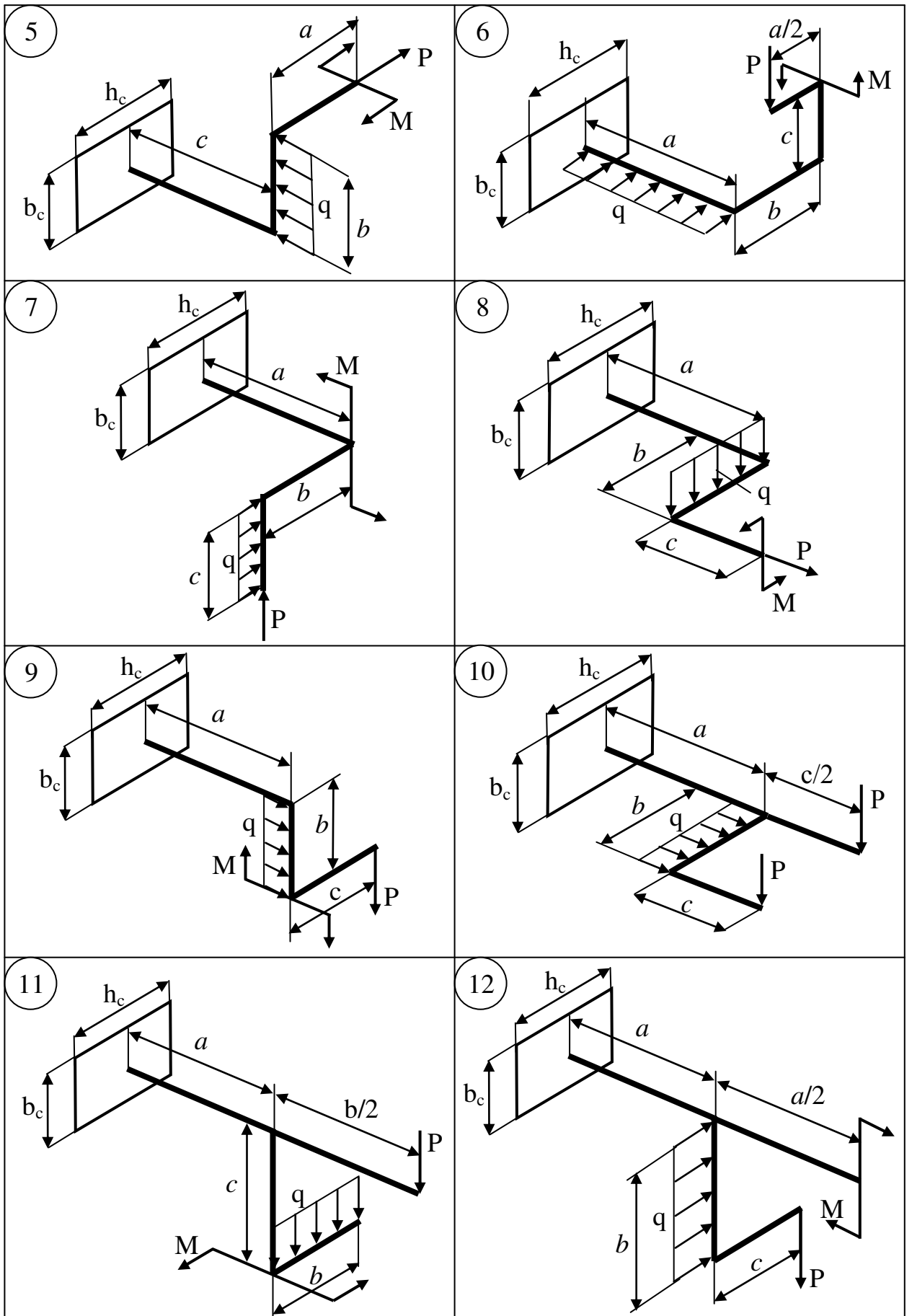


Рисунок 2.3 – Схемы к задаче 3

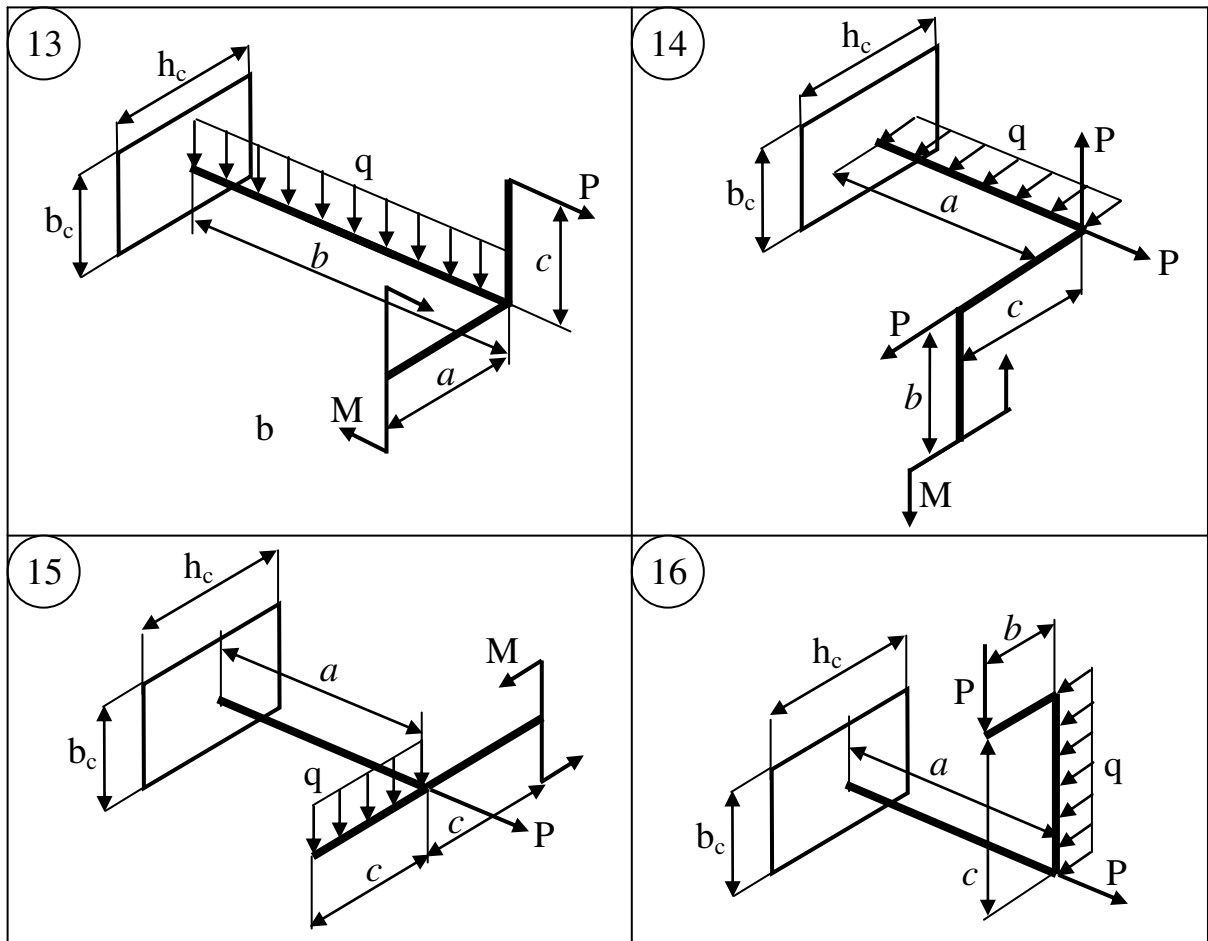


Рисунок 2.3– Схемы к задаче 3

Исходные данные для расчетов взять из таблицы 2.3

Таблица 2.3– Исходные данные к задаче 3

№ п/п	Длина участка, м			$P$ , кН	$q$ , кН/м	$M$ , кНм
	$a$	$b$	$c$			
1	2	2,1	0,8	20	10	24
2	2,2	2,3	0,4	22	11	26
3	2,4	1,9	1,0	24	12	28
4	2,6	1,7	1,1	25	13	30
5	2,8	1,5	1,2	26	14	32
6	3,0	1,4	1,3	28	15	34
7	3,2	1,3	1,4	30	16	36
8	3,4	1,1	1,5	32	17	38
9	3,6	1,0	1,6	34	18	40
10	3,8	1,1	1,7	36	19	42
11	1,0	1,3	1,0	38	20	25
12	2,2	1,5	1,0	20	21	27
13	2,4	1,7	1,1	22	22	29
14	2,6	1,1	0,8	24	23	31
15	2,8	1,9	0,9	26	24	33
16	3,0	2,1	1,0	28	25	35
17	3,2	2,3	1,1	30	26	37
18	3,4	1,0	1,8	32	27	39
19	3,6	1,1	1,2	34	28	40
20	3,8	1,3	1,5	36	10	41
21	2,0	1,0	1,7	38	12	15
22	2,2	1,5	1,0	21	14	17
23	2,4	1,7	1,0	23	16	18
24	2,6	1,9	1,1	25	18	20
25	2,8	2,1	1,8	28	20	19
26	3,0	1,1	1,6	29	22	21
27	3,2	1,2	1,7	31	24	23
28	3,4	1,3	1,8	38	26	28
29	2,1	1,0	1,5	25	20	30
30	2,5	2,0	2,3	30	15	20



### Задача 4. Тема «Устойчивость стержней»

Стойка длиной  $l$  сжимается силой  $P$ , как показано на рисунке 2.4.

Требуется определить размеры поперечного сечения стойки.

Допускаемое напряжение на сжатие  $[\sigma]$  принять в зависимости от материала стержня.

Исходные данные для расчетов взять из таблицы 2.4.

Таблица 2.4– Исходные данные к задаче 4

№ п/п	$P$ , кН	$l$ , м	МАРКА СТАЛИ	№ п/п	$P$ , кН	$l$ , м	МАРКА СТАЛИ
1	150	2	Ст2	16	150	5,0	Ст5
2	750	4,5	Ст2	17	450	3,8	Ст3
3	500	3,5	Ст3	18	500	3,9	Ст4
4	300	2,8	Ст5	19	300	2,0	Ст2
5	450	2,0	Ст4	20	400	5,5	Ст5
6	600	4,0	Ст5	21	500	4,5	Ст4
7	250	4,2	Ст2	22	250	3,5	Ст
8	400	3,0	Ст3	23	400	4,0	Ст3
9	650	2,9	Ст5	24	370	4,5	Ст2
10	500	4,3	Ст4	25	500	5,0	Ст3
11	450	3,7	Ст2	26	450	2,9	Ст2
12	200	2,5	Ст2	27	200	2,0	Ст4
13	550	3,8	Ст3	28	550	3,5	Ст5
14	350	3,2	Ст4	29	350	5,0	Ст3
15	550	3,4	Ст5	30	540	4,0	Ст4

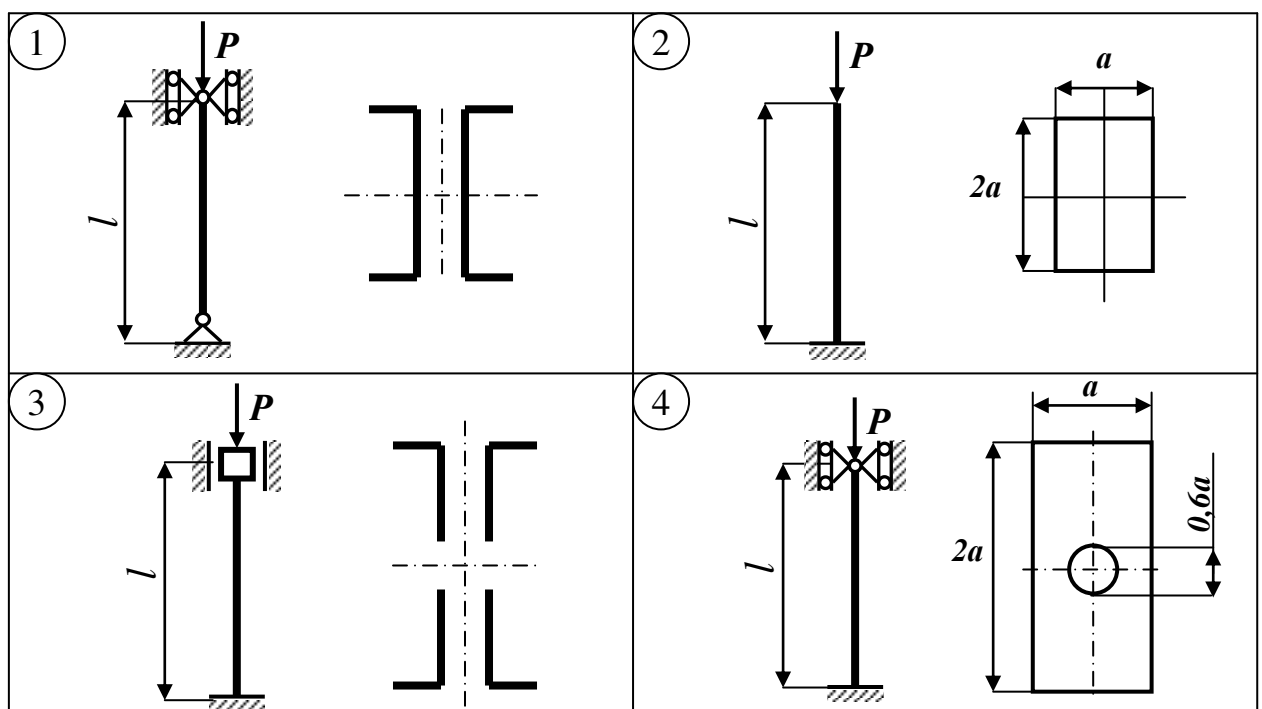


Рисунок 2.4 – Схемы к задаче 4

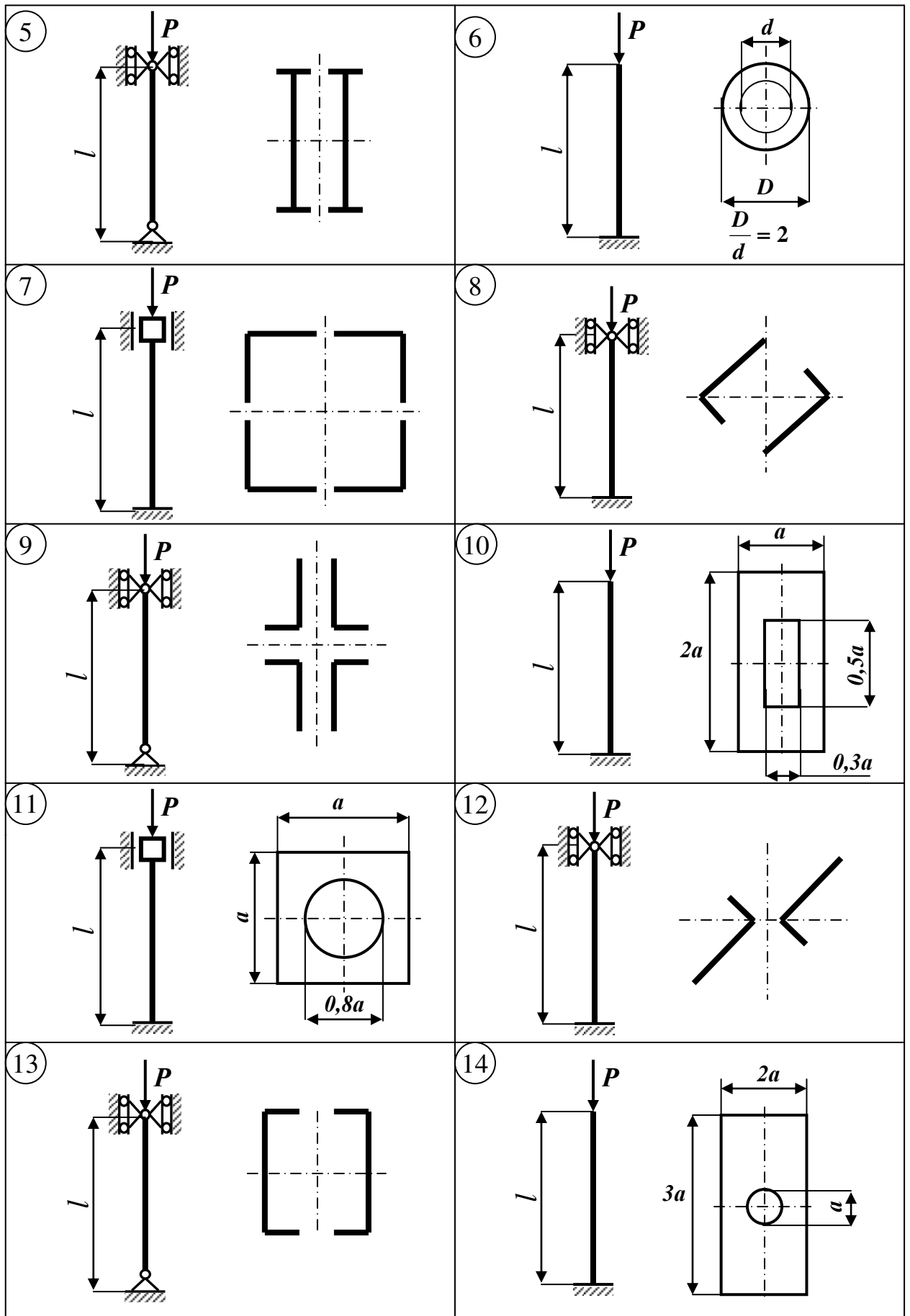


Рисунок 2.4 – Схемы к задаче 4

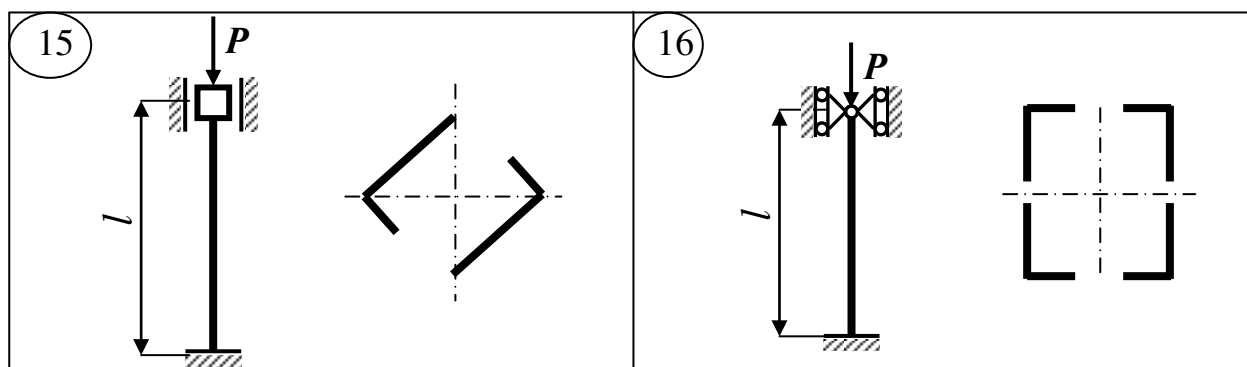


Рисунок 2.4 – Схемы к задаче 4

### ЛИТЕРАТУРА

1. Александров, А.В. Сопротивление материалов / А.В. Александров, В.Д. Потапов. – Москва: Высшая школа, 2003. – 561 с.
2. Ануриев, В.И. Справочник конструктора машиностроителя / В.И. Ануриев; под ред. И.Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – Т. 1. – Москва: Машиностроение, 2001. – 920 с.
3. Ануриев, В.И. Справочник конструктора машиностроителя / В.И. Ануриев; под ред. И.Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – Т. 2. – Москва: Машиностроение, 2001. – 900 с.
4. Ануриев, В.И. Справочник конструктора машиностроителя / В.И. Ануриев; под ред. И.Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – Т. 3. – Москва: Машиностроение, 2001. – 858 с.
5. Чернин, И.М. Расчет деталей машин: справочное пособие / И.М. Чернин, А.В. Кузьмин, Г.М. Ицкович. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Вышэйшая школа, 1978. – 472 с.
6. Волков, Ю.И. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / Ю.И. Волков; под ред. А.В. Красниченко. – В двух томах: Т. 1. – Москва: Государственное научно-техническое изд-во машиностроительной литературы, 1960. – 658 с.
7. Забродин, В.П. Механика / В.П. Забродин, А.А. Серегин; под ред. М.Н. Ерохина. – Ч. 1. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2003. – 152 с.

**Бутенко Александр Федорович**  
кандидат технических наук, доцент

**Каплунов Алексей Николаевич**  
кандидат технических наук, доцент

**Калинин Александр Александрович**  
кандидат технических наук, доцент

**ЗАДАНИЯ**  
**К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИМ РАБОТАМ**  
**ПО СОПРОТИВЛЕНИЮ МАТЕРИАЛОВ**

*Учебное пособие*

Редактор И.А. Перкова

Подписано в печать 27.11.2013 г.  
Формат 60×84/16. Усл. п. л. 2,4. Тираж 60 экз. Заказ № 120.

РО и ОП Азово-Черноморского инженерного института  
ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет»

347740, г. Зерноград Ростовской области, ул. Советская, 15