

Методические указания к выполнению контрольной работы № 2

Номера задач учащийся выбирает в соответствии со своим вариантом (шифром) по таблице 6.

Первая задача (задачи 61-70) требует от учащегося умения строить эпюры продольных сил, нормальных напряжений и перемещений.

Последовательность решения задачи:

1. Разбить брус на участки, начиная от свободного конца. Границами участков являются сечения, в которых приложены внешние силы и изменяются размеры поперечного сечения.
2. Определить по методу сечений продольную силу для каждого участка и построить эпюру продольных сил.
3. Для построения эпюры нормальных напряжений определить напряжения в поперечных сечениях каждого из участков.
4. Перемещение свободного конца бруса определить как сумму удлинений (укорочений) участков бруса, вычисленных по закону Гука. Построить эпюру перемещений.

Вторая задача (задачи 71-80). К решению этой задачи следует приступить после изучения темы «Кручение».

В этой задаче необходимо выполнить проектный расчет вала круглого поперечного сечения из условия прочности и условия жесткости; из двух полученных значений диаметров следует выбрать большее значение.

Последовательность решения задачи:

1. Определить внешние скручивающие моменты.
2. Определить уравнивающий момент, используя уравнение равновесия $\sum M = 0$, так как при равномерном вращении вала алгебраическая сумма приложенных к нему внешних скручивающих моментов равна нулю.
3. Пользуясь методом сечений, построить эпюру крутящих моментов по длине вала.
4. Для участка вала, в котором возникает наибольший крутящий момент, определить диаметр вала для круглого сечения из условий прочности и жесткости.

Третья задача (задачи 81-90). К решению этой задачи следует приступить после изучения темы «Изгиб».

Последовательность решения задачи:

1. Балку разделить на участки по характерным точкам.

2. Определить вид эпюры поперечных сил на каждом участке в зависимости от внешней нагрузки, вычислить поперечные силы в характерных сечениях и построить эпюру поперечных сил.
3. Определить вид эпюры изгибающих моментов на каждом участке в зависимости от внешней нагрузки, вычислить изгибающие моменты в характерных сечениях и построить эпюру изгибающих моментов. Для определения экстремальных значений изгибающих моментов дополнительно определить моменты в сечениях, где эпюра поперечных сил проходит через ноль.
4. Для подбора сечения из условия прочности определить W_x в опасном сечении, т.е. в сечении, где изгибающий момент имеет наибольшее по модулю значение.

Четвертая задача (задачи 91-100). К решению этой задачи следует приступать после изучения темы «Изгиб».

Последовательность решения задачи та же, что и третьей. Отличие лишь в том, что четвертую задачу начинают решать с определения реакций опор балки и проверки правильности найденных реакций.

Пятая задача (задачи 101-110). Для решения данной задачи необходимо усвоить тему «Гипотезы прочности и их применение», т.к. в этих задачах рассматривается совместное действие изгиба и кручения и расчет производится с применением гипотез прочности.

Последовательность решения задачи:

1. Привести действующие на вал нагрузки к его оси, освободить вал от опор, заменив их действие реакциями в вертикальной и горизонтальной плоскостях.
2. По заданной мощности и угловой скорости определить вращающие моменты, действующие на вал.
3. Вычислить нагрузки F_1 , F_{r1} , F_2 , F_{r2} , приложенные к валу.
4. Составить уравнения равновесия всех сил, действующих на вал, отдельно в вертикальной плоскости и отдельно в горизонтальной плоскости и определить реакции опор в обеих плоскостях.
5. Построить эпюру крутящих моментов.
6. Построить эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскостях (эпюры M_x и M_y).
7. Определить наибольшее значение эквивалентного момента.
8. Определить требуемый осевой момент сопротивления. Определить требуемый диаметр вала.

Таблица 6 Номера задач для выполнения домашней контрольной работы №2

№ варианта	Номера задач	№ варианта	Номера задач
0	61, 71, 81, 91, 101	49	61, 78, 83, 100, 107
1	62, 72, 82, 92, 102	50	69, 79, 85, 95, 106
2	63, 73, 83, 93, 103	51	70, 78, 82, 92, 105
3	64, 74, 84, 94, 104	52	67, 71, 84, 97, 108
4	66, 76, 86, 96, 106	53	68, 80, 83, 96, 107
5	65, 75, 85, 95, 105	54	65, 73, 86, 99, 110
6	68, 78, 88, 98, 108	55	66, 72, 87, 98, 109
7	67, 77, 87, 97, 107	56	63, 75, 88, 91, 102
8	70, 80, 90, 100, 110	57	64, 74, 89, 100, 101
9	69, 79, 89, 99, 109	58	61, 77, 90, 93, 104
10	62, 80, 89, 98, 107	59	62, 76, 81, 92, 103
11	61, 79, 88, 97, 106	60	64, 79, 85, 93, 102
12	63, 71, 90, 99, 108	61	62, 80, 86, 94, 101
13	64, 72, 81, 100, 109	62	63, 77, 83, 91, 104
14	66, 74, 83, 92, 101	63	61, 78, 84, 92, 103
15	65, 73, 82, 91, 110	64	68, 75, 81, 99, 106
16	68, 76, 85, 94, 103	65	66, 76, 82, 100, 105
17	67, 75, 84, 93, 102	66	67, 73, 88, 97, 108
18	70, 78, 87, 96, 105	67	65, 74, 87, 98, 107
19	69, 77, 86, 96, 104	68	69, 71, 90, 95, 110
20	62, 78, 86, 94, 105	69	70, 72, 89, 96, 109
21	61, 77, 85, 93, 104	70	63, 72, 85, 95, 110
22	64, 80, 88, 96, 107	71	61, 71, 90, 94, 109
23	68, 79, 87, 95, 106	72	67, 74, 84, 92, 107
24	66, 72, 90, 98, 109	73	65, 78, 81, 93, 108
25	65, 71, 89, 97, 108	74	62, 76, 83, 96, 103
26	68, 74, 82, 100, 101	75	69, 75, 88, 91, 106
27	67, 73, 81, 99, 110	76	66, 79, 89, 99, 101
28	70, 76, 84, 92, 108	77	64, 77, 82, 97, 102
29	69, 75, 83, 91, 102	78	70, 80, 86, 98, 105
30	62, 71, 88, 99, 108	79	68, 78, 87, 100, 104
31	61, 80, 89, 98, 106	80	63, 77, 89, 91, 103
32	64, 73, 82, 91, 110	81	61, 75, 87, 99, 101
33	63, 72, 81, 100, 109	82	67, 71, 83, 97, 107
34	66, 75, 84, 93, 102	83	65, 79, 85, 93, 105
35	65, 74, 83, 92, 101	84	62, 76, 88, 100, 102
36	68, 77, 86, 95, 104	85	69, 73, 81, 95, 109
37	67, 76, 85, 94, 103	86	66, 80, 84, 94, 106
38	69, 78, 87, 96, 105	87	64, 78, 90, 92, 104
39	62, 79, 90, 97, 107	88	70, 74, 82, 96, 110
40	70, 79, 84, 92, 106	89	68, 72, 86, 98, 108
41	64, 71, 81, 97, 109	90	62, 74, 85, 96, 107
42	63, 80, 82, 91, 108	91	61, 73, 84, 95, 106
43	66, 78, 86, 94, 101	92	64, 76, 87, 98, 109
44	65, 72, 85, 93, 110	93	63, 75, 86, 94, 108
45	68, 75, 88, 96, 103	94	66, 78, 89, 100, 101
46	67, 74, 87, 95, 102	95	65, 77, 88, 99, 110
47	70, 77, 90, 99, 105	96	68, 80, 81, 92, 103
48	69, 76, 89, 98, 104	97	67, 79, 90, 91, 102

ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №2

Задачи 61-70. Двухступенчатый стальной брус, длины ступеней которого указаны на рисунке 5, нагружен силами F_1 , F_2 , F_3 . Построить эпюры продольных сил и нормальных напряжений по длине бруса. Определить перемещение Δl свободного конца бруса, приняв $E=2 \cdot 10^5$ МПа. Числовые значения F_1 , F_2 , F_3 , а также площади поперечных сечений ступеней A_1 и A_2 для своего варианта взять из таблицы 7.

Таблица 7 Исходные данные к задачам 61-70

№ задачи; № схемы	Вариант	F ₁	F ₂	F ₃	A ₁	A ₂	№ задачи; № схемы	Вариант	F ₁	F ₂	F ₃	A ₁	A ₂
		кН			см ²				кН			см ²	
61; 1	00	30	10	5	1,8	3,2	62; 2	01	20	8	4	2,0	2,8
	11	16	15	10	1,1	1,8		10	12	5	3	1,0	1,5
	21	17	13	8	1,0	2,2		20	18	10	5	1,9	2,7
	31	14	16	11	1,2	1,9		30	11	6	2	1,1	1,6
	49	27	14	8	1,7	3,1		39	19	7	3	2,1	3,0
	58	24	11	6	1,5	2,9		50	17	6	3	1,8	2,9
	63	18	12	5	1,6	2,8		61	12	5	2	0,9	1,4
	71	26	13	7	1,7	3,1		74	14	4	2	1,1	1,5
	81	36	20	12	2,5	4,0		84	21	9	5	2,2	3,2
	91	32	16	9	1,0	2,2		90	10	3	1	0,8	1,4
63; 3	02	16	25	28	1,2	3,8	64; 4	03	26	9	3	1,9	1,6
	12	8	13	14	0,6	2,1		13	14	5	1	1,0	0,7
	23	15	24	29	1,3	3,9		22	24	10	3	2,0	1,7
	33	9	14	16	0,8	2,4		32	16	7	2	1,1	0,9
	42	18	27	31	1,6	4,1		41	27	10	4	2,1	1,8
	56	20	29	33	1,9	4,5		57	25	11	4	2,0	1,8
	62	10	15	18	0,9	2,5		60	15	6	2	0,9	0,6
	70	12	16	19	1,0	2,7		77	18	8	3	0,8	0,5
	80	17	26	30	1,5	4,0		87	29	12	6	2,2	1,9
	93	11	16	20	1,2	2,9		92	31	14	8	2,4	2,0
65; 5	05	14	16	10	2,1	1,9	66; 6	04	28	22	12	4,8	2,6
	15	17	19	13	2,4	2,1		14	19	14	4	2,9	1,8
	25	20	18	12	2,5	2,2		24	26	20	10	4,6	2,4
	35	13	17	9	2,0	1,7		34	20	15	6	3,0	2,1
	44	18	20	14	2,3	1,9		43	30	23	14	5,1	2,9
	54	22	19	13	2,4	2,1		55	18	15	5	3,2	1,6
	67	15	18	12	2,0	1,8		65	29	21	10	4,7	2,4
	73	10	14	11	0,9	0,7		76	25	19	8	4,5	2,1
	83	23	21	15	2,1	1,8		86	21	15	4	3,4	1,8
95	12	15	9	1,9	1,7	94	31	24	15	5,0	2,6		
67; 7	07	17	13	8	2,0	2,5	68; 8	06	10	12	13	0,9	0,7
	17	20	17	10	2,2	2,7		16	17	19	20	1,6	1,4
	27	14	10	6	1,7	2,3		26	9	11	12	1,0	0,8
	37	19	15	7	2,1	2,6		36	20	22	24	2,1	1,9
	46	12	8	4	1,6	2,2		45	8	10	12	0,9	0,4
	52	21	18	9	2,3	2,8		53	19	21	24	6	1,6
	66	15	11	7	1,8	2,4		64	10	12	15	1,8	0,8
	72	18	14	6	1,9	2,5		79	15	18	20	1,0	1,0
	82	23	19	10	2,2	2,7		89	22	24	27	1,2	1,9
	97	16	12	5	1,8	2,3		96	8	11	15	2,1	0,5
69; 9	09	40	55	24	2,8	3,4	70; 10	08	29	2	54	1,9	1,4
	19	31	46	20	1,9	2,5		18	15	1	34	0,8	0,5
	29	25	41	18	1,6	2,1		28	30	4	56	2,0	1,5
	38	38	53	22	2,6	3,2		40	18	1	37	0,7	0,4
	48	27	43	21	2,0	2,6		47	30	3	58	2,0	1,6
	50	42	57	25	3,0	3,5		51	14	1	37	0,9	0,6
	68	22	39	16	1,4	2,0		69	32	6	60	2,2	1,8
	75	45	59	19	2,8	3,5		78	28	2	51	1,8	1,3

	85	24	40	17	1.8	2,7		88	10	1	35	0.6	0.3
	99	32	45	18	2.0	2,7		98	35	5	57	2,3	1.7

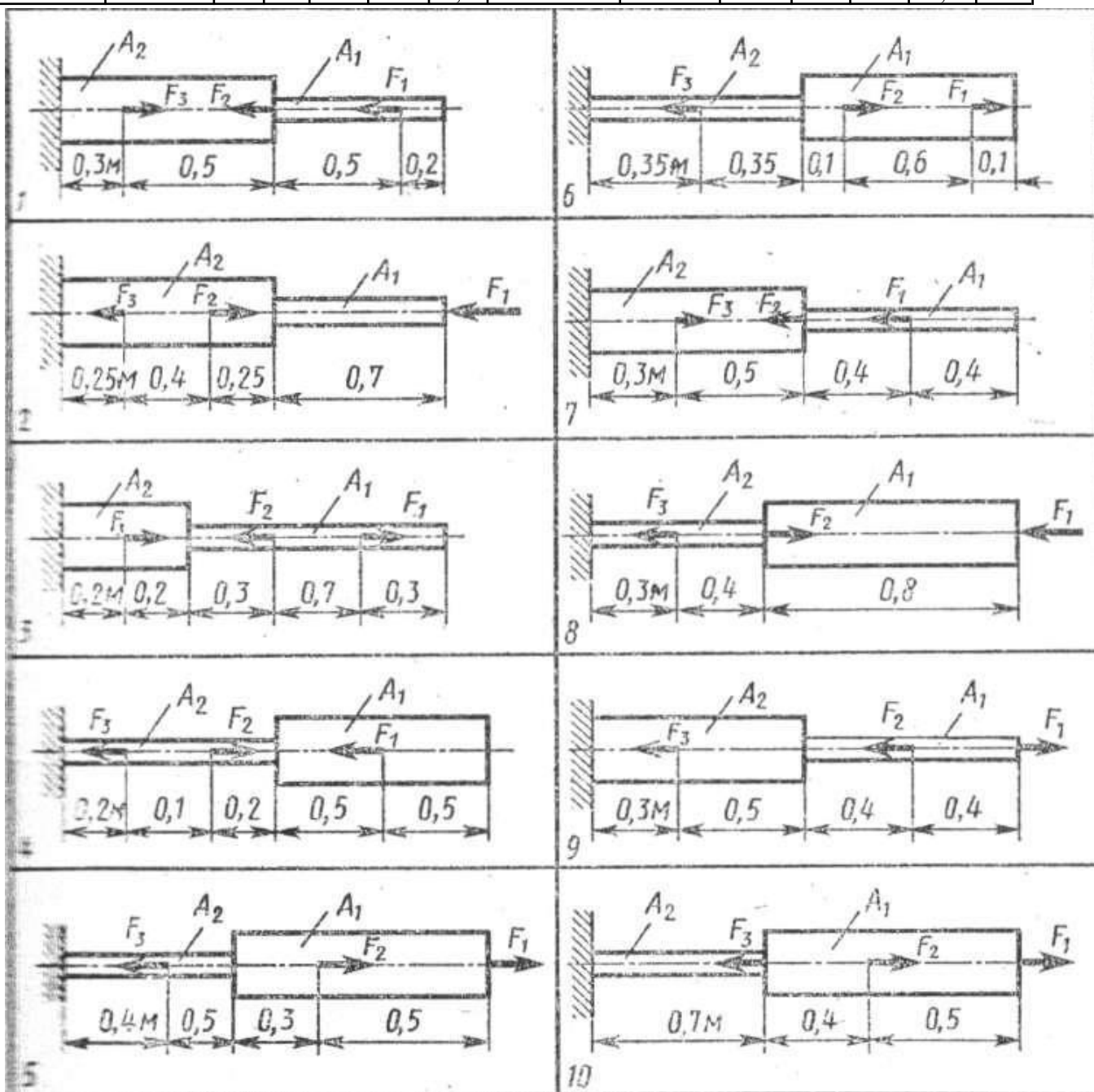


Рисунок 5 Схемы к задачам 61-70

Задачи 71-80. Для стального вала постоянного поперечного сечения:

1. Определить значение моментов M_1 , M_2 , M_3 , M_4 ;
2. Построить эпюру крутящих моментов;
3. Определить диаметр вала из расчетов на прочность и жесткость.

Принять $[\tau] = 30 \text{ МПа}$; $[\varphi_0] = 0,02 \text{ рад/м}$. Данные своего варианта взять из таблицы 8 и рисунка 6. Окончательно принимаемое значение диаметра вала должно быть округлено до ближайшего большего четного или оканчивающегося на пять числа.

Таблица 8 Исходные данные для задач 71-80

№ задачи, № схемы	Вариант	P_1	P_2	P_3	w	№ задачи, № схемы	Вариант	P_1	P_2	P_3	w
		кВт			с^{-1}			кВт			с^{-1}
	00	35	20	15	20		01	130	90	40	45

71;1	12	150	100	50	45	72;2	13	100	65	25	35
	25	40	25	20	25		24	90	45	20	20
	30	110	60	30	35		33	120	30	30	20
	41	40	15	25	30		44	80	55	35	25
	52	75	40	15	20		55	110	50	40	20
	68	90	60	25	30		69	85	45	40	30
	71	65	35	20	25		70	72	54	36	18
	82	140	110	60	45		89	75	60	45	15
	99	120	80	40	35		98	120	40	20	20
73;3	02	15	10	35	16	74;4	03	60	40	20	20
	15	75	80	25	40		14	150	100	75	55
	27	55	65	25	20		26	95	70	45	35
	32	45	50	35	23		35	110	85	50	30
	43	80	65	45	30		46	130	90	55	40
	54	50	40	30	18		57	70	45	30	18
	66	70	60	40	25		67	85	50	25	20
	73	55	40	18	32		72	100	65	30	25
	85	65	55	35	35		88	90	70	35	25
75;5	91	40	30	30	16	76;6	90	140	110	50	45
	05	100	18	50	20		04	60	150	80	55
	17	50	15	25	18		16	45	100	60	30
	29	40	120	20	20		28	50	110	75	30
	34	100	80	65	25		37	20	85	35	20
	45	90	25	40	20		48	15	65	25	15
	56	30	100	25	30		59	35	90	45	20
	64	55	95	20	25		65	80	130	90	45
	75	110	20	60	15		74	25	80	40	18
77;7	81	80	50	35	25	78;8	84	35	95	50	20
	93	95	45	20	18		92	45	120	60	30
	07	18	35	40	10		06	20	50	30	10
	19	16	30	45	12		18	40	115	55	16
	21	20	35	100	25		20	65	140	80	35
	36	60	90	120	45		38	18	40	25	8
	47	35	50	80	40		49	70	150	95	40
	58	16	30	35	12		51	18	60	42	12
	62	80	100	150	50		63	20	65	38	10
79;9	77	32	50	110	40	80;10	79	60	120	65	40
	80	24	38	55	18		87	30	100	45	15
	95	30	55	70	25		94	40	110	50	18
	09	52	100	60	32		08	80	95	75	25
	11	30	80	45	15		10	75	120	90	30
	23	35	95	50	18		22	42	60	55	18
	39	50	120	65	20		31	35	75	40	20
	40	65	160	80	30		42	58	100	86	25
	50	75	150	95	30		53	50	130	95	30
79;9	60	25	60	42	10	80;10	61	45	150	70	40
	76	42	75	50	15		78	32	50	42	14
	83	50	110	75	22		86	18	55	30	8
	97	24	50	38	9		96	16	35	20	7

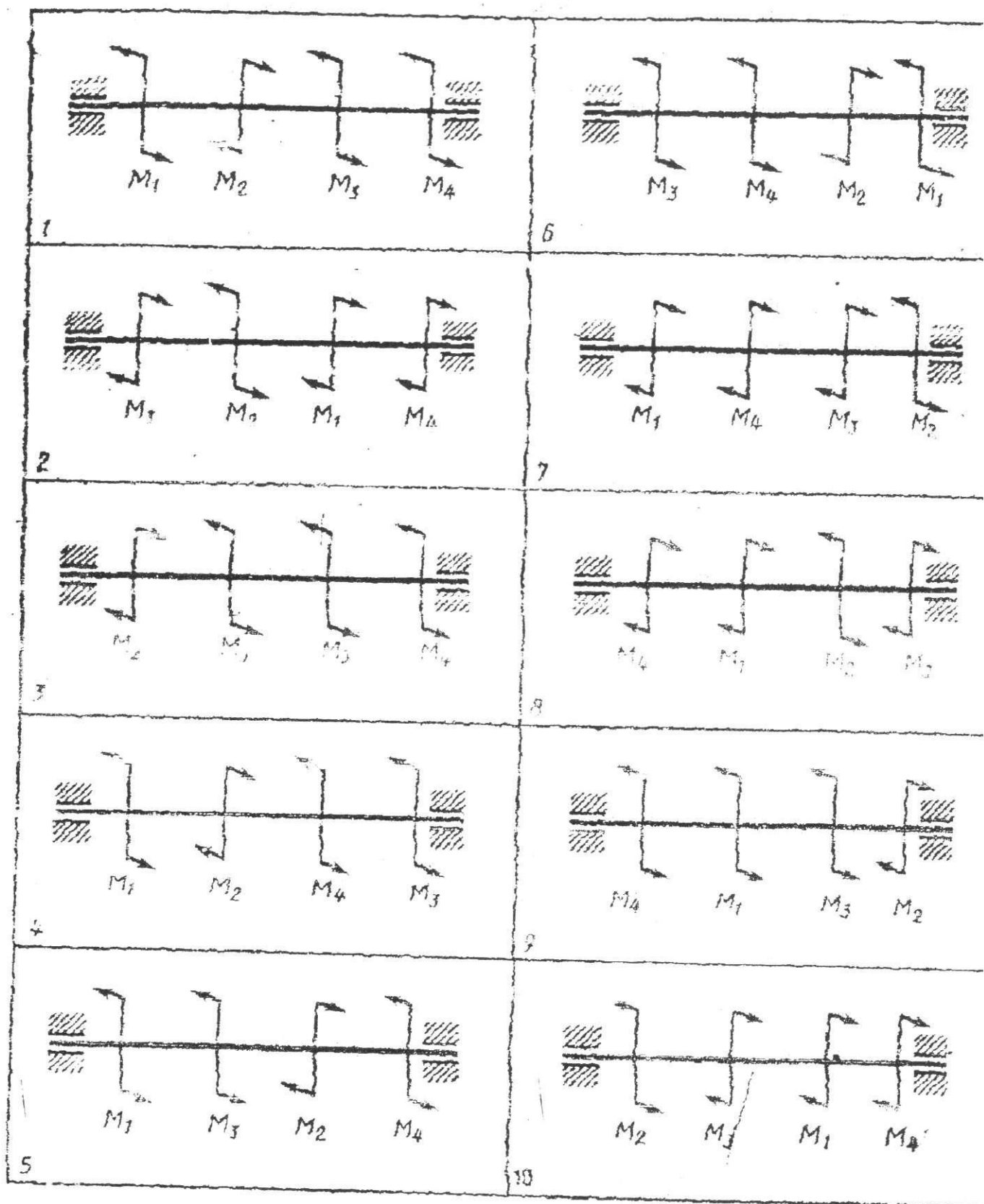


Рисунок 6 Схемы к задачам 71-80

Задачи 81-90.

Для стальной балки, жестко заземленной одним концом и нагруженной, как показано на рисунке 7, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, подобрать из условия прочности необходимый размер двутавра, приняв $[\sigma] = 160$ МПа. Данные своего варианта взять из таблицы 9.

Таблица 9 Исходные данные для задач 81-90

№ задачи, № схемы	Вариант	q	F	M	№ задачи, № схемы	Вариант	q	F	M
		кН/м	кН	кНм			кН/м	кН	кНм
81;1	00	10	20	10	82;2	01	10	10	40
	13	20	30	20		15	20	30	30
	27	20	40	10		26	20	40	30
	33	20	50	10		32	30	40	30
	41	20	60	10		42	30	50	30
	59	30	80	10		51	40	60	30
	64	40	80	20		65	40	70	30
	73	40	90	20		77	50	80	30
	85	50	90	20		88	50	90	30
	96	60	90	30		99	50	70	30
83;3	02	10	20	10	84;4	03	10	20	10
	14	10	30	10		17	10	30	10
	29	10	10	10		28	20	40	10
	35	20	10	10		34	20	50	10
	49	20	20	10		40	20	60	10
	53	20	30	10		52	30	30	10
	62	20	40	10		63	30	60	10
	74	20	50	10		72	30	70	10
	82	30	50	10		86	30	80	10
	98	30	60	10		91	30	90	10
85;5	05	10	10	10	86;6	04	10	30	10
	16	20	10	10		19	10	40	10
	21	20	20	10		20	10	50	10
	37	20	30	10		36	20	50	10
	44	20	40	10		43	20	60	10
	50	20	50	10		54	20	70	10
	60	30	20	10		61	20	80	10
	70	30	30	10		78	20	90	10
	83	30	40	10		89	30	80	10
	90	40	40	10		93	30	90	10
87;7	07	10	10	10	88;8	06	10	10	10
	18	10	20	10		11	10	20	10
	23	20	20	10		22	20	20	20
	38	20	30	10		30	20	30	20
	46	20	40	10		45	20	40	20
	55	30	40	10		56	30	40	20
	67	30	50	10		66	40	50	20
	79	30	30	10		75	30	50	20
	81	30	20	10		84	30	60	20
	92	40	50	10		95	40	80	20
89;9	09	10	20	10	90;10	08	10	10	10
	10	10	30	10		12	10	20	10
	25	20	30	10		24	10	30	10
	31	20	40	10		39	20	30	10
	48	20	50	10		47	20	20	10
	57	30	50	10		58	20	40	10
	69	30	60	10		68	30	40	10
	76	30	70	10		71	30	50	10
	80	40	50	10		87	40	50	10
	94	40	60	10		97	40	60	10

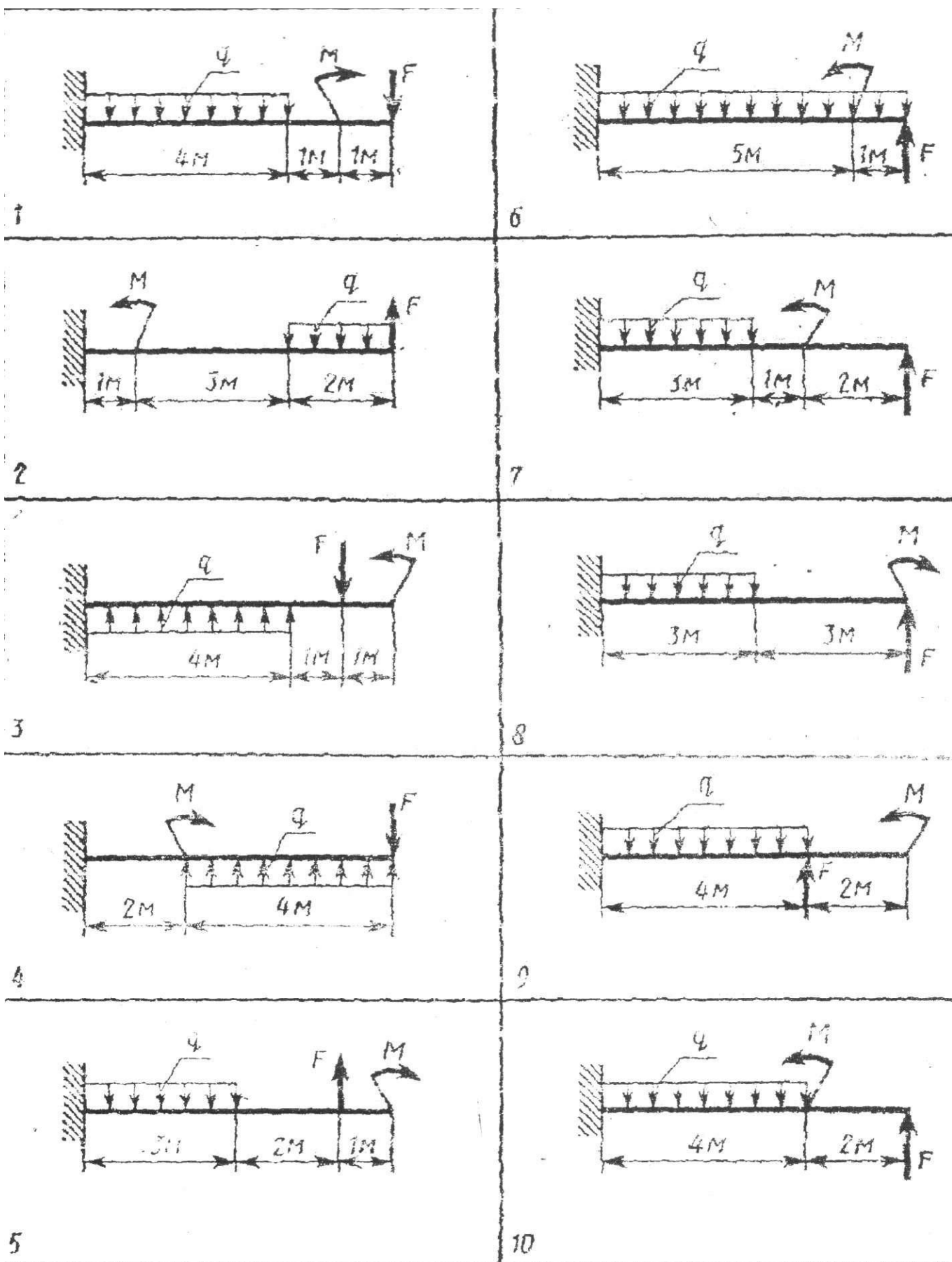


Рисунок 7 Схемы к задачам 81-90

Задачи 91-100.

Для заданной двухопорной балки (рисунок 8) определить реакции опор, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов и подобрать из условия прочности размеры поперечного сечения прямоугольника и круга, приняв для прямоугольника $h=2b$. Считать $[\sigma] = 150 \text{ МПа}$. Данные своего варианта взять из таблицы 10.

Таблица 10 Исходные данные для задач 91-100

№ задачи, № схемы	Вариант	F ₁	F ₂	M	№ задачи, № схемы	Вариант	F ₁	F ₂	M
		кН		кНм			кН		кНм
91;1	00	20	10	12	92;2	01	2	6	10
	15	12	8	20		14	14	5	8
	29	10	20	15		28	20	14	10
	32	8	12	10		35	5	12	6
	42	16	8	25		40	16	10	8
	56	12	20	40		59	4	10	2
	62	8	16	15		63	10	8	12
	75	15	4	8		72	2	5	10
	80	40	20	30		87	6	8	4
93;3	97	30	20	18	94;4	96	1	5	3
	02	10	20	4		03	10	20	2
	17	8	16	5		16	1	12	8
	21	20	20	30		20	2	10	3
	34	12	9	6		37	12	8	10
	44	8	3	8		43	4	16	1
	58	20	18	3		51	8	12	4
	60	16	6	12		61	15	8	6
	73	4	12	4		71	3	15	8
95;5	83	20	14	2	96;6	86	2	40	12
	99	20	10	6		93	6	30	7
	05	20	1	12		04	20	2	10
	19	15	2	20		18	16	4	8
	23	30	4	15		22	20	16	5
	36	25	3	10		38	9	2	4
	46	10	2	25		45	3	5	2
	50	8	4	40		53	18	6	3
	68	12	3	15		69	6	7	1
97;7	70	14	2	8	98;8	74	12	3	5
	85	18	2	30		88	14	15	6
	91	15	1	18		90	10	12	10
	07	6	2	4		06	10	2	2
	11	5	1	5		10	1	14	8
	25	14	2	30		24	2	20	3
	39	12	3	6		31	12	5	10
	41	10	1	8		48	4	16	1
	52	10	3	3		55	8	4	4
99;9	66	8	2	12	100;10	67	15	10	6
	77	5	4	4		78	3	2	8
	82	8	3	2		89	2	6	12
	98	5	5	6		92	6	1	7
	09	10	4	10		08	6	1	4
	12	1	2	8		13	1	2	5
	27	2	2	10		26	3	8	30
	30	12	3	6		33	5	10	6
	47	4	10	8		49	2	6	8
99;9	54	8	4	2	100;10	57	10	8	3
	64	15	8	12		65	9	1	12
	76	3	3	10		79	12	3	4
	81	2	1	4		84	6	5	2
	95	6	2	3		94	5	2	6

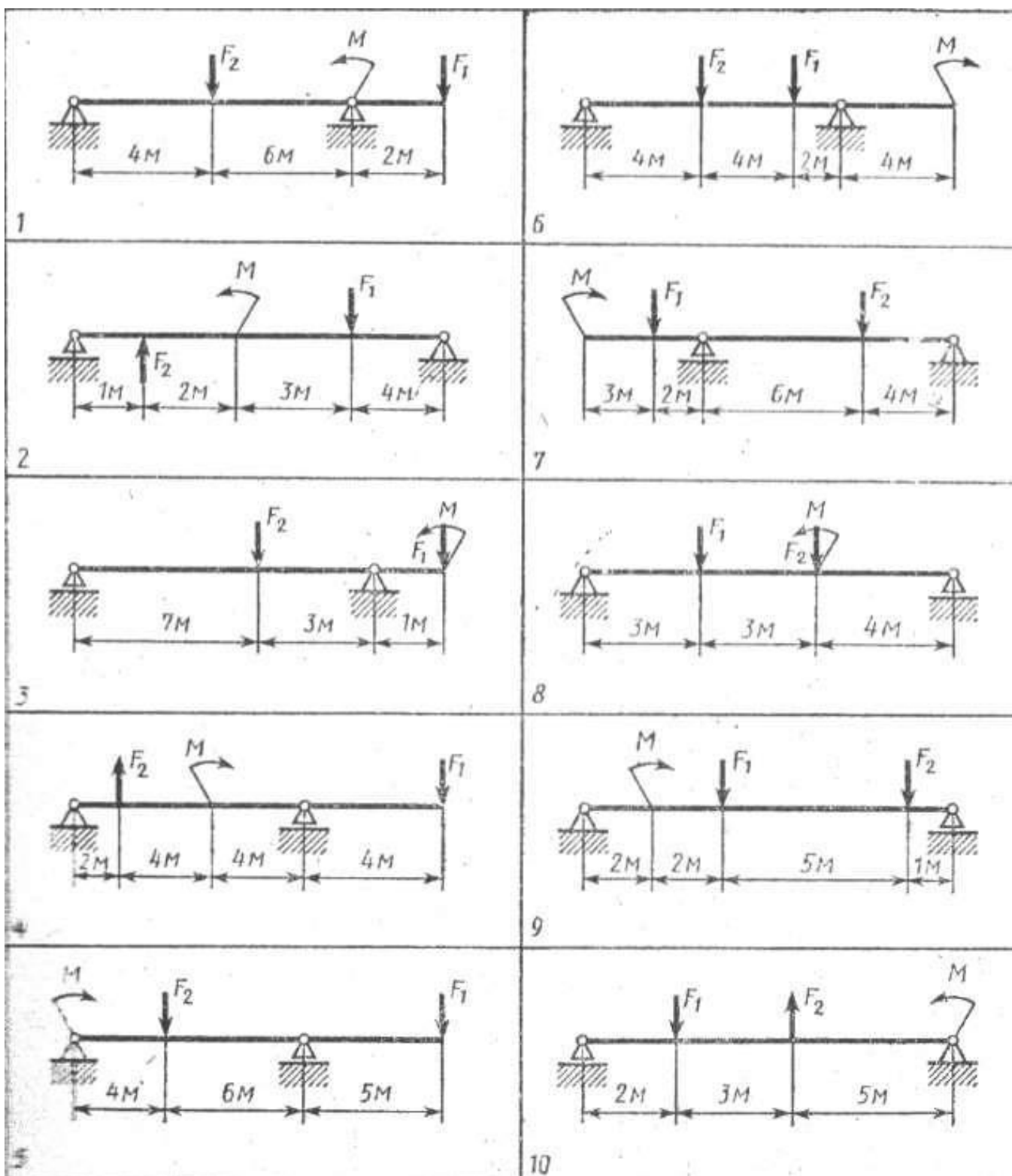


Рисунок 8 Схемы к задачам 91-100

