

## **ЗАВДАННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ**

### **Вказівки до виконання роботи**

Подані далі завдання призначені для практичної реалізації знань, здобутих при вивченні окремих розділів курсу. Пропонуються розрахункові схеми, які дають змогу, варіюючи навантаження, їх напрям і місце прикладання, кількість опор тощо, забезпечити вибір різних за складністю варіантів.

Варіант завдання визначається двоцифровим числом. Перша цифра варіанту вказує номер даних із таблиці, друга цифра – це номер схеми.

Якщо значення одного із заданих на схемі навантажень у таблиці дорівнює нулю, то в схемі це навантаження не береться до уваги.

Якщо на схемі немає навантаження, а в таблиці подається для нього якесь значення, це навантаження також не береться до уваги.

Якщо значення навантаження в таблиці записане із зірочкою, то його напрямок на схемі треба виправити на протилежний.

### **Вказівки до оформлення розрахунково-графічної роботи**

1. Робота оформлюється у вигляді звіту на папері стандартного формату А4 з титульною сторінкою, на якій вказуються номер розрахунково-графічної роботи, варіант, назва дисципліни, прізвище, ім'я, по-батькові студента, номер групи.

2. Розв'язування кожної задачі слід починати з нової сторінки, де обов'язково записується назва задачі, умова задачі, розрахункова схема, яка відповідає заданому варіанту, і далі розв'язання.

3. Хід розв'язання слід супроводжувати короткими поясненнями, рисунки потрібно виконувати обов'язково за допомогою лінійки й циркуля з додержанням масштабу.

4. Розв'язання задачі має закінчуватися чіткими висновками щодо одержаних результатів.

5. Виконуючи розрахунки, необхідно додержувати відповідності розмірностей величин. В остаточному результаті необхідно також вказувати розмірність в одиницях СІ.

**ЗАДАЧА 1. Розрахунок на міцність статично-невизначуваного стержня при розтягу-стиску.**

Стержень сталого поперечного перерізу навантажений, як показано на рисунку 1. Визначити внутрішні осьові сили та переміщення перерізів і побудувати відповідні епюри. Площа поперечного перерізу  $A = 20 \text{ см}^2$ , довжина стержня  $l = 1 \text{ м}$ , інші дані взяти з табл. 1.

Таблиця 1

№	Параметр	Номер варіанту									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	$P_1, \text{кН}$	20	20*	10	20	25	30	10	15	20*	25
2	$P_2, \text{кН}$	10	10*	20	10*	15	20	20*	10	10	10*
3	$q, \text{кН/м}$	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60
4	$n$	0.2	0.4	0.5	0.8	0.2	0.8	0.8	0.5	0.4	0.2
5	$k$	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.2	0.3	0.4

**ЗАДАЧА 2. Розрахунок статично-невизначуваного ступінчастого стержня.**

Ступінчастий стержень, одна з частин якого виготовлена з міді, а друга зі сталі, навантажений зосередженими силами. Визначити напруження у перерізах і поздовжні переміщення перерізів (рисунок 2, табл. 2). Перевірити міцність стержня, якщо  $\sigma_{adm}^c = 160 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_{adm}^m = 80 \text{ МПа}$ . Побудувати епюри осьових сил, напружень і переміщень ( $l = 1 \text{ м}$ ,  $E_c = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ,  $E_m = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ ,  $d_1 = 2d_2 = 3d_3 = 12 \text{ см}$ ).

Таблиця 2

№	Параметр	Номер варіанту									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	$P_1, \text{кН}$	1	2	3	1*	2*	3*	2	3	1	2
2	$P_2, \text{кН}$	2*	3	1*	2	3	2	1*	1	3	3*
3	$a, \text{м}$	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.3
4	$b, \text{м}$	0.4	0.6	0.8	0.3	0.5	0.7	0.6	0.8	0.5	0.6
5	$c, \text{м}$	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4

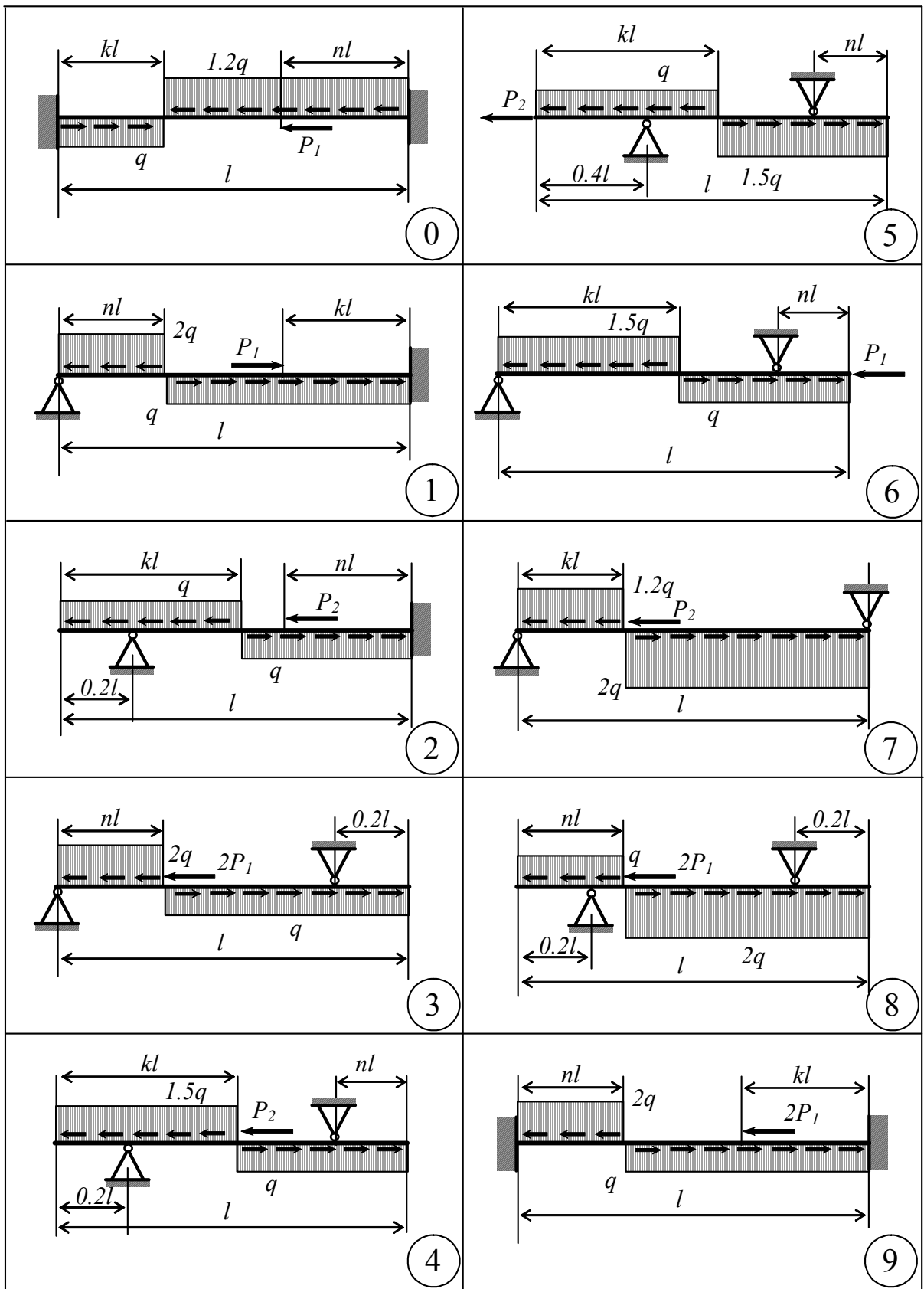


Рисунок 1

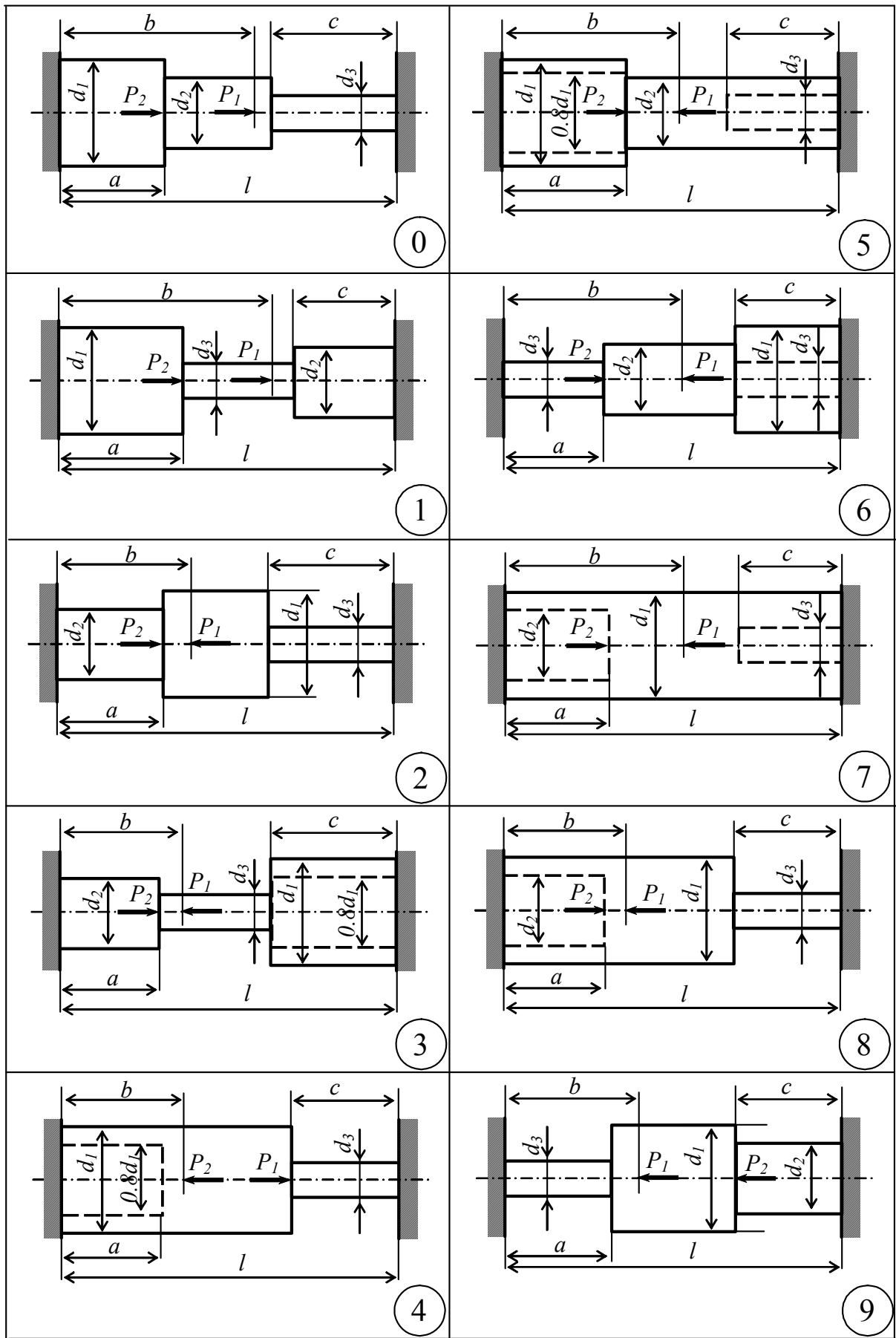


Рисунок 2

**ЗАДАЧА 3. Визначення зусиль у статично-невизначуваній фермі.**

Визначити зусилля й дібрати необхідні розміри поперечного перерізу стержнів статично-невизначуваної ферми (рисунок 3, табл. 3),  $\sigma_{adm}^+ = 160 \text{ МПа}$ ,  $\sigma_{adm}^- = 100 \text{ МПа}$ . Визначити переміщення вузлів системи.

Таблиця 3

Параметр	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P_1, \text{кН}$	10	15	20	25	30	10*	15*	20*	25*	30*
$P_2, \text{кН}$	30	20*	15*	10	15	20	30*	25	15*	35
$P_3, \text{кН}$	20*	10	10*	30	20	30	20	10*	10*	15*
$l_1, \text{м}$	1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.5
$l_2, \text{м}$	1.2	1.4	1.8	2.0	2.4	2.0	2.2	2.4	2.6	3.0
$h, \text{м}$	2.0	2.2	2.4	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2

**ЗАДАЧА 4. Розрахунок статично-невизначуваної балки.**

Для заданої балки (рисунок 4, табл. 4) визначити внутрішні зусилля, дібрати розміри двотаврового поперечного перерізу, визначити переміщення перерізів ( $a = 1 \text{ м}$ ,  $\sigma_{adm} = 160 \text{ МПа}$ ).

Таблиця 4

Параметр	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q_1, \text{кН/м}$	5	5*	10	10*	15	15*	20	20*	25	25*
$q_2, \text{кН/м}$	10	20*	25*	20	15*	10	25*	10	30	20
$q_3, \text{кН/м}$	20*	30	15	30	5*	20	15	25	15*	10
$F, \text{кН}$	10	15	20*	30	25*	35	40	30	10*	20
$M, \text{кНм}$	30	20	10*	40	20	10*	30*	20	10	20*
$k$	1	1.5	1.5	2.0	3.5	2.5	1.5	2.0	1.5	2.5

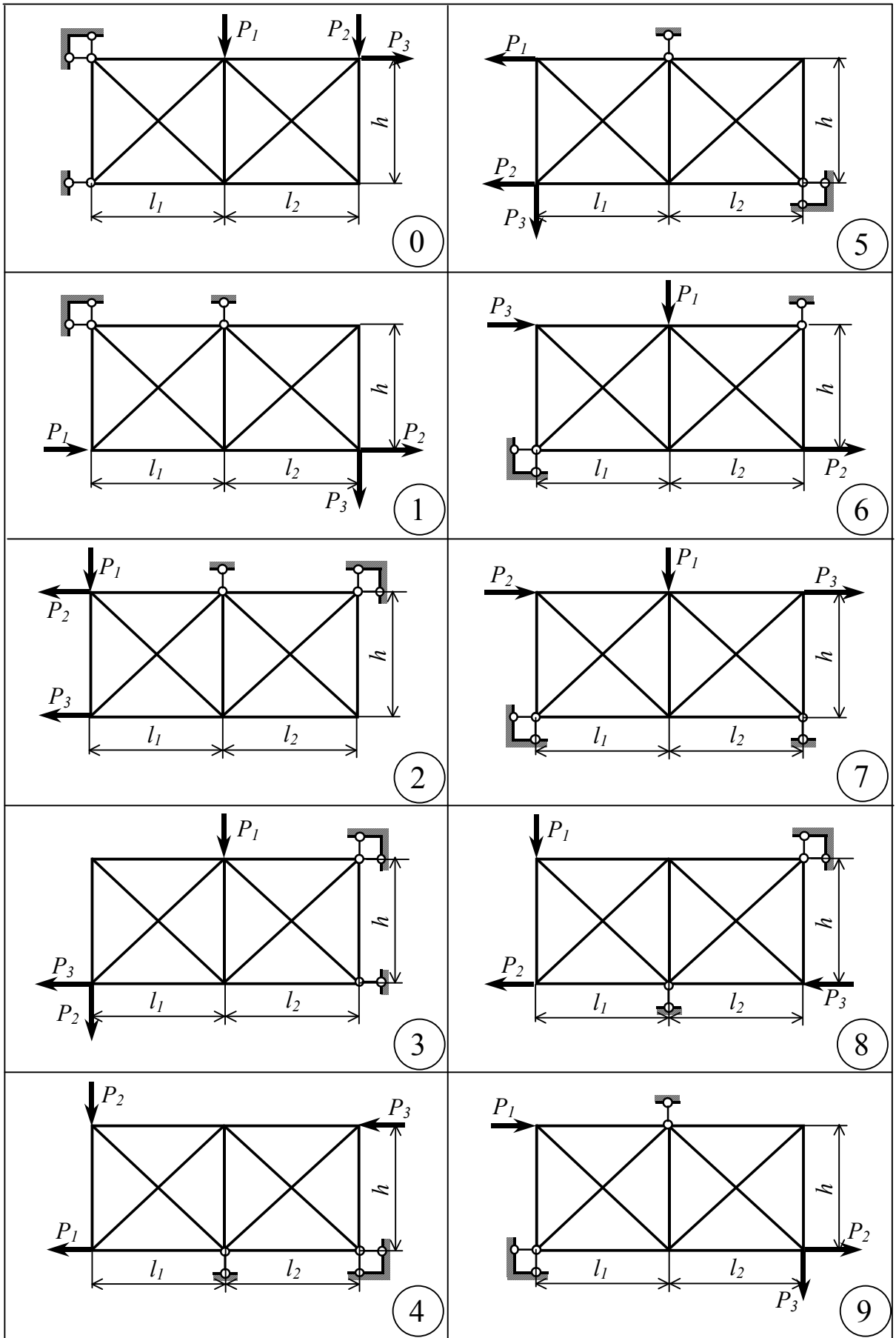


Рисунок 3

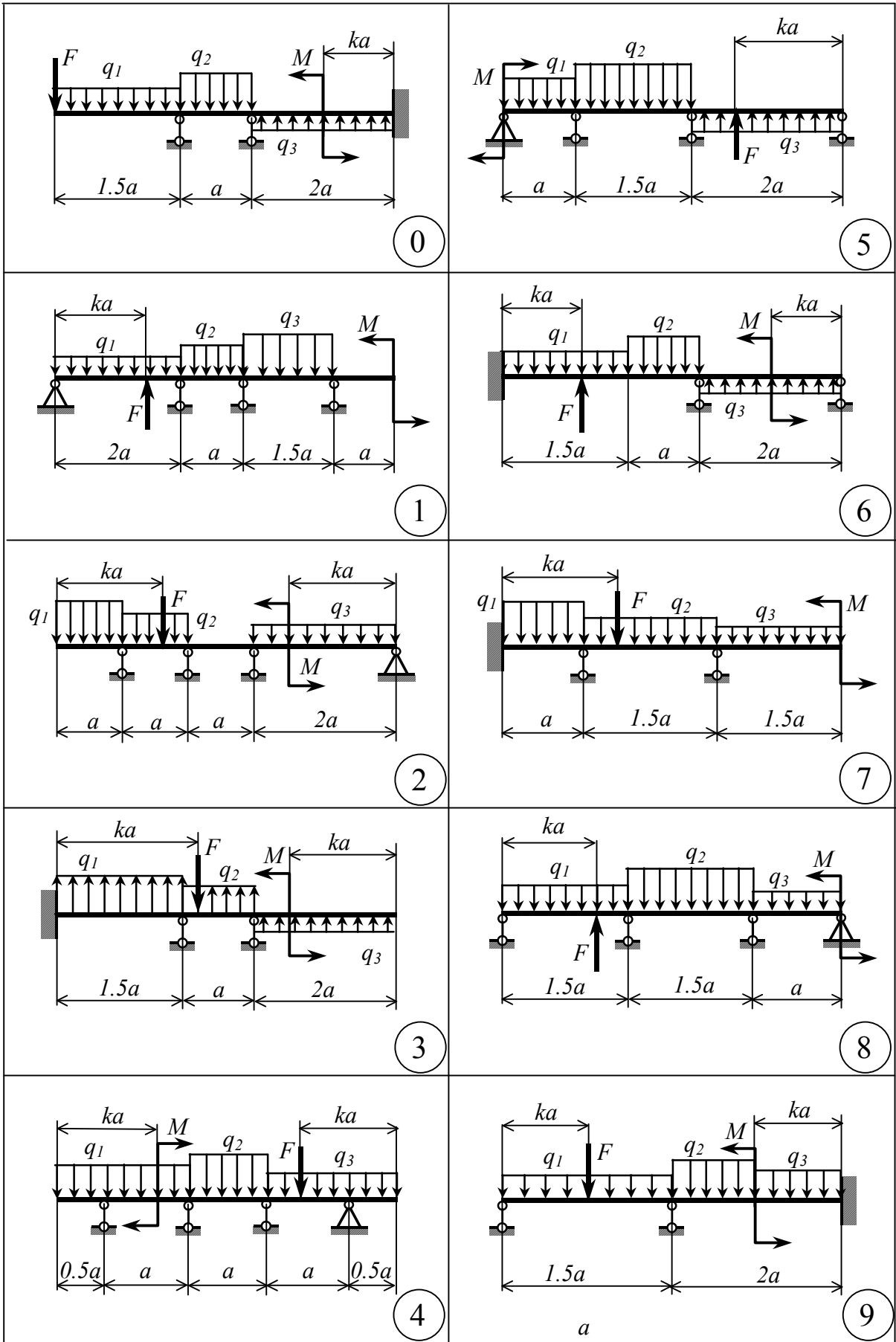


Рисунок 4

### ЗАДАЧА 5. Розрахунок статично-невизначеної рами.

Для заданої статично-невизначеної рами (рисунок 5, табл. 5) побудувати епюри внутрішніх зусиль, підібрати двотавровий переріз і визначити переміщення вузлів рами ( $\sigma_{adm} = 160 \text{ МПа}$ ).

Таблиця 5

Параметр	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, \text{кН/м}$	10	12	14	16	18	20	22	24	25	30
$F, \text{кН}$	20	25	30	20*	25*	30*	20	25	30	40*
$M, \text{кНм}$	15*	20*	30*	10	15	20	30	25*	30	40
$a, \text{м}$	1	1.2	1.5	2	1	1.2	1.5	2	1	2

### ЗАДАЧА 6. Визначення напружень і переміщень при плоскому напруженому стані.

Визначити напруження і переміщення в пластині, навантаженій силами, які діють по контуру й паралельні серединній площині пластини (рисунок 6, табл. 6). Матеріал пластини – сталь, товщина пластини  $h = 2 \text{ см}$ .

Таблиця 6

Параметр	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$P, \text{кН}$	1.0	1.2	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0
$q, \text{кН/м}$	1.0	1.2	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0
$a, \text{м}$	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.11	0.13	0.15	0.18
$b, \text{м}$	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.30
$l, \text{м}$	0.4	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.6	0.6	0.8	0.8



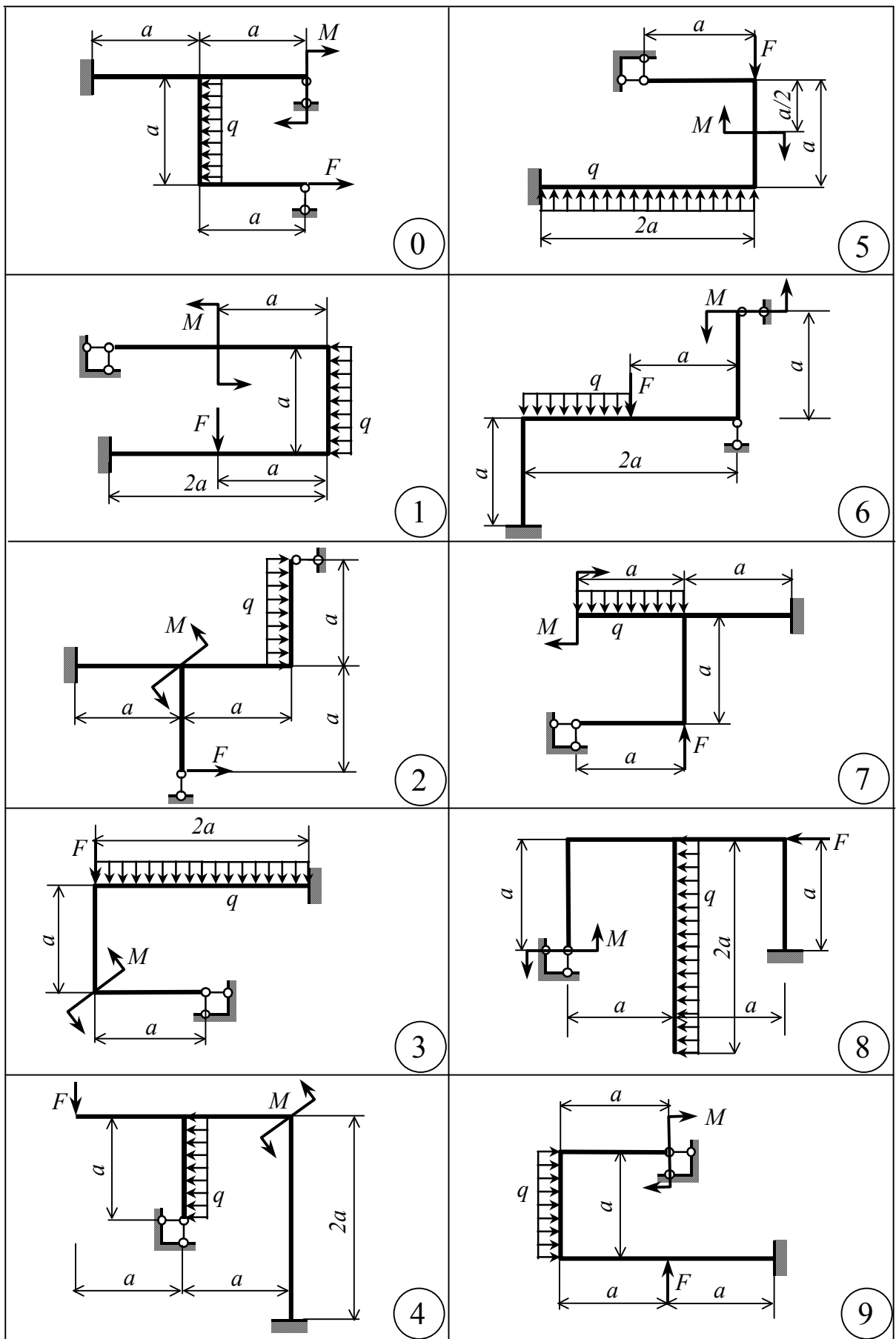


Рисунок 5

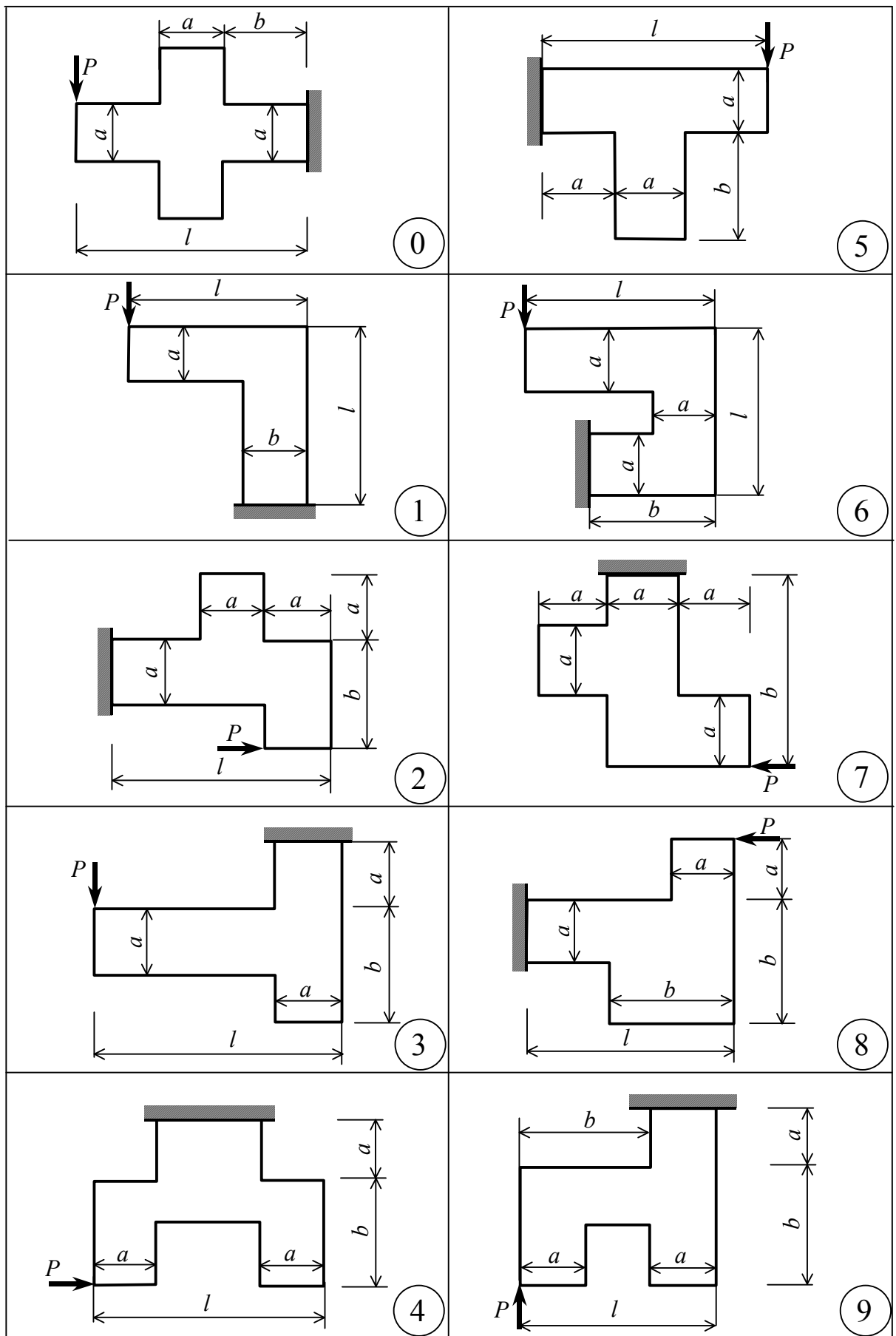


Рисунок 6

**ЗАДАЧА 7. Розрахунок пластини.**

Визначити прогини й напруження в пластині (рисунок 7, а, б, табл. 7).  
Матеріал пластини – сталь, товщина пластини  $h = 0.02 \text{ м}$ .

Таблиця 7

Параметр	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, \text{кН/м}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20
$P, \text{кН}$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0
$x_p, \text{м}$	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.5	0.4	0.3	0.2	0.4
$y_p, \text{м}$	0.2	0.3	0.3	0.1	0.4	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2
$a, \text{м}$	0.3	0.4	0.5	0.6	0.4	1.0	0.8	0.6	0.4	0.8
$b, \text{м}$	0.4	0.6	0.5	0.3	0.8	1.2	1.0	0.8	0.5	0.6
$d, \text{м}$	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2	0.4	0.5	0.4	0.3	0.2
$D, \text{м}$	0.8	0.7	0.5	0.4	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4

**ЗАДАЧА 8. Розрахунок осесиметричної оболонки.**

Для заданої осесиметричної оболонки (рисунок 8, табл. 8) визначити напруження і дібрати товщини. Матеріал оболонки – сталь.

Таблиця 8

Параметр	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$H_1, \text{м}$	1	1.2	1.5	1.8	2	2.2	2.5	2.7	3	3.2
$H_2, \text{м}$	2	2.2	2.4	2.6	2.8	3	3.2	3.4	3.6	3.8
$H_3, \text{м}$	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1	0.2	0.3	0.4	0.6
$H_4, \text{м}$	0.5	0.6	0.8	1	1.2	1.6	0.5	0.6	0.8	1
$p_0, \text{МПа}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
$\gamma, \text{кН/м}^3$	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8
$D_1, \text{м}$	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
$D_2, \text{м}$	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2
$D_3, \text{м}$	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2

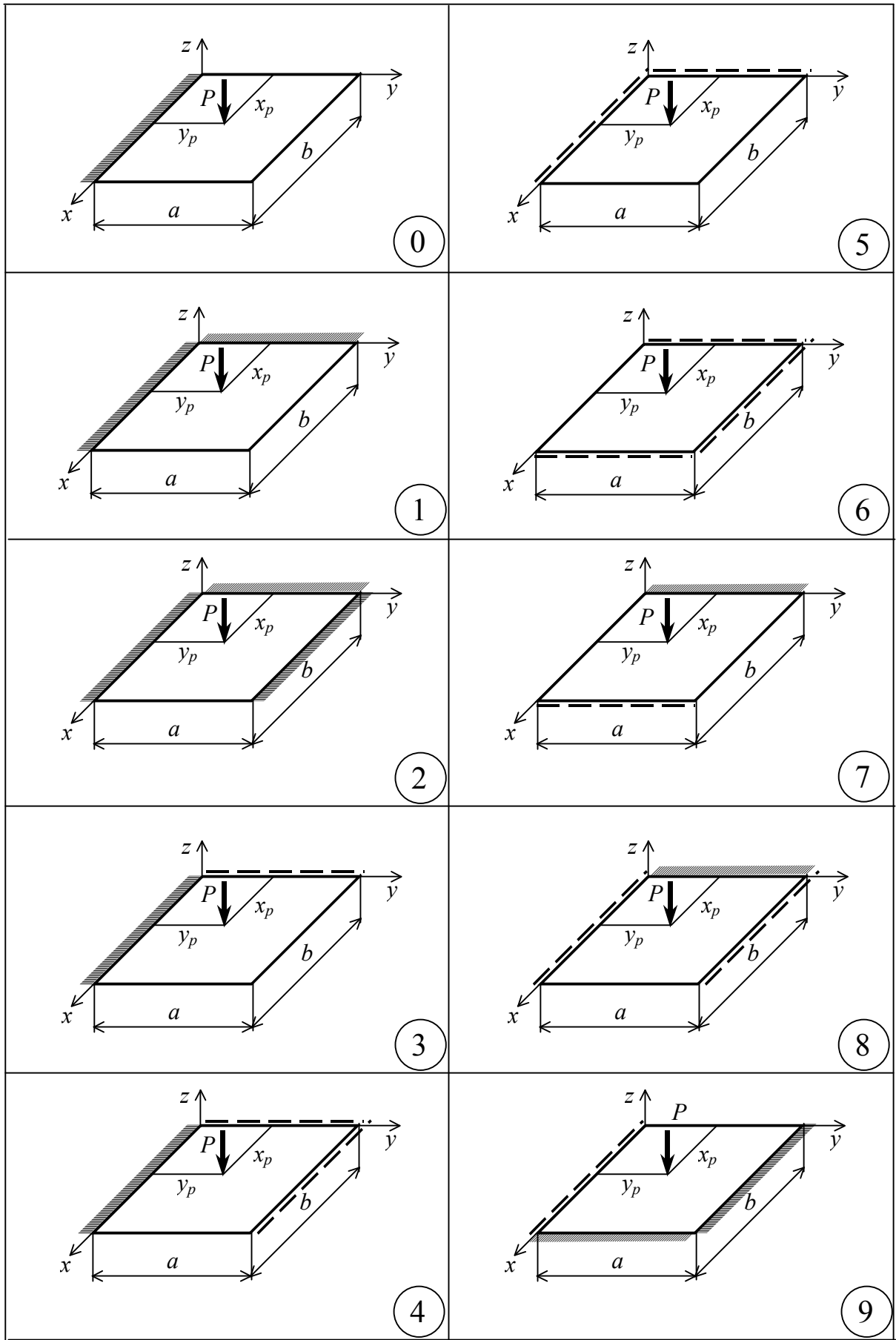


Рисунок 7а

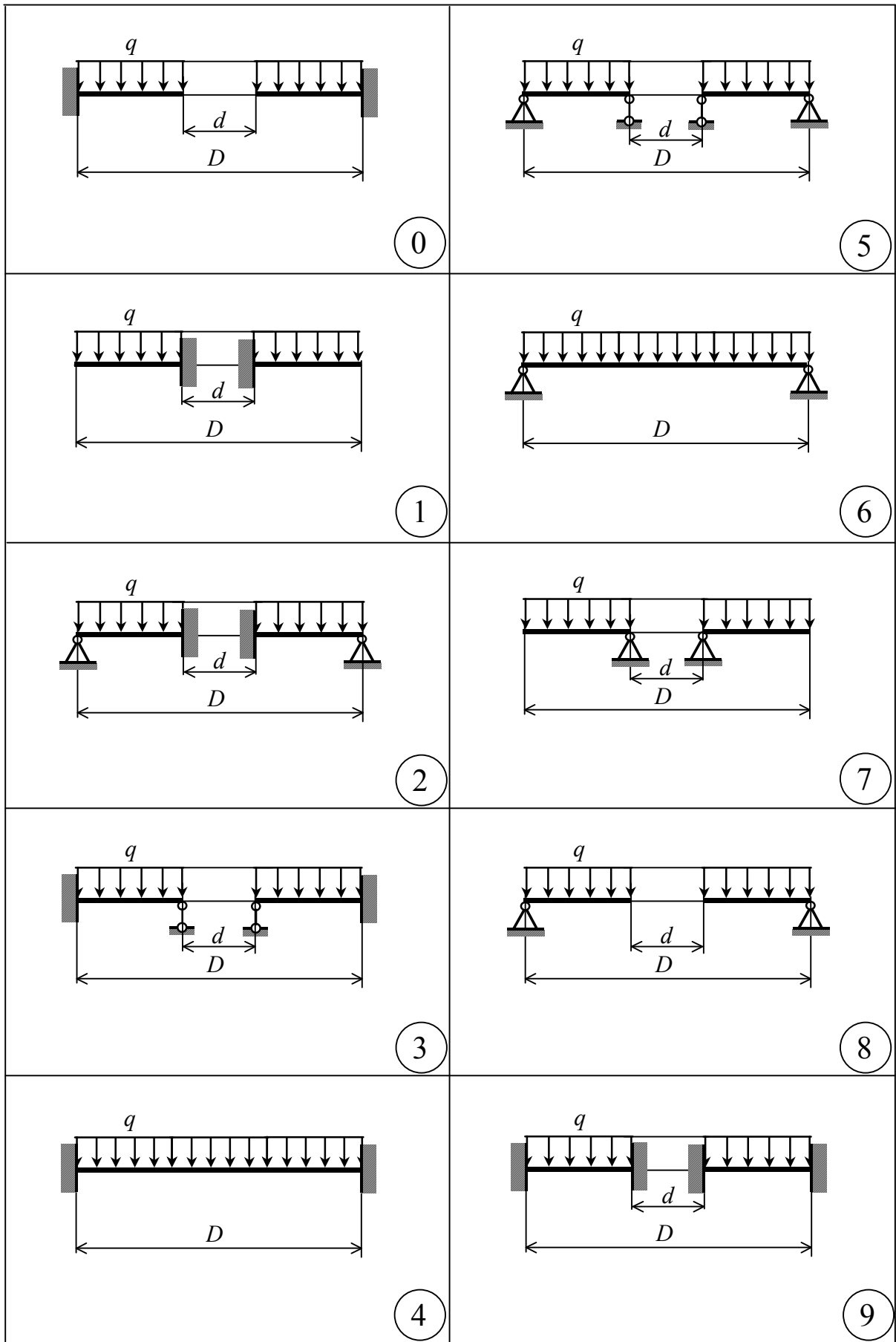


Рисунок 76

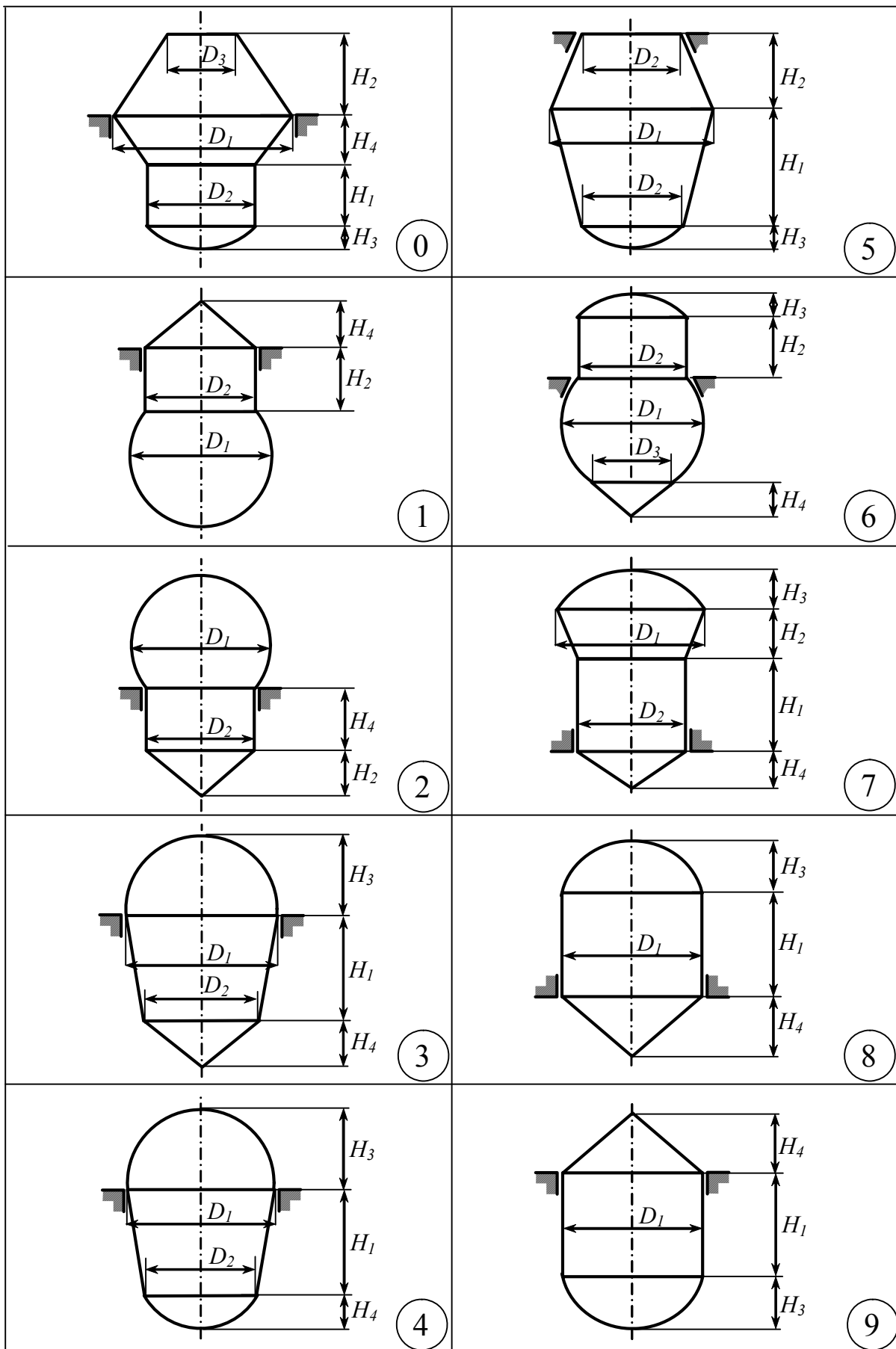


Рисунок 8

**ЗАДАЧА 9. Визначення критичної сили.**

Визначити найменшу критичну силу для стояка трубчастого перерізу (рисунок 9, табл. 9). Матеріал елементів – сталь.

Таблиця 9

Параметр	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$a, м$	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0	2.0	2.2	2.8	3.0	3.2
$b, м$	2.5	2.5	2.0	2.5	3.0	2.5	2.8	3.0	2.8	3.0
$c, м$	2.5	3.0	2.5	3.0	2.5	2.8	3.0	3.2	2.5	2.8
$D_1, м$	0.10	0.12	0.14	0.16	0.20	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
$D_2, м$	0.08	0.08	0.10	0.12	0.18	0.10	0.10	0.12	0.14	0.15
$D_3, м$	0.06	0.08	0.08	0.10	0.16	0.08	0.06	0.10	0.08	0.12
$d/D_i$	0.92	0.90	0.92	0.94	0.94	0.90	0.94	0.92	0.92	0.94

**ЗАДАЧА 10. Визначення власних частот.**

Для системи, що складається із сталюгого вала АВ, з яким жорстко з'єднаний ламаний стержень того ж діаметра (рисунок 10, табл.10), визначити граничне число обертів ( $l = 0.5 м, \sigma_{adm} = 100 МПа$ ).

Таблиця 10

Параметр	Номер варіанту									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$d, см$	1	1.5	2	2.5	3.0	3.5	4	4.5	3.0	5.0
$k$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$m$	1.0	0.5	0.8	0.7	0.1	1.0	0.6	0.4	0.3	0.2

План розв'язання.

1. Побудувати скінченно-елементну модель рами.
2. Визначити перші дві власні частоти коливань.
3. Визначити критичні числа обертів рами, які відповідають власним частотам.

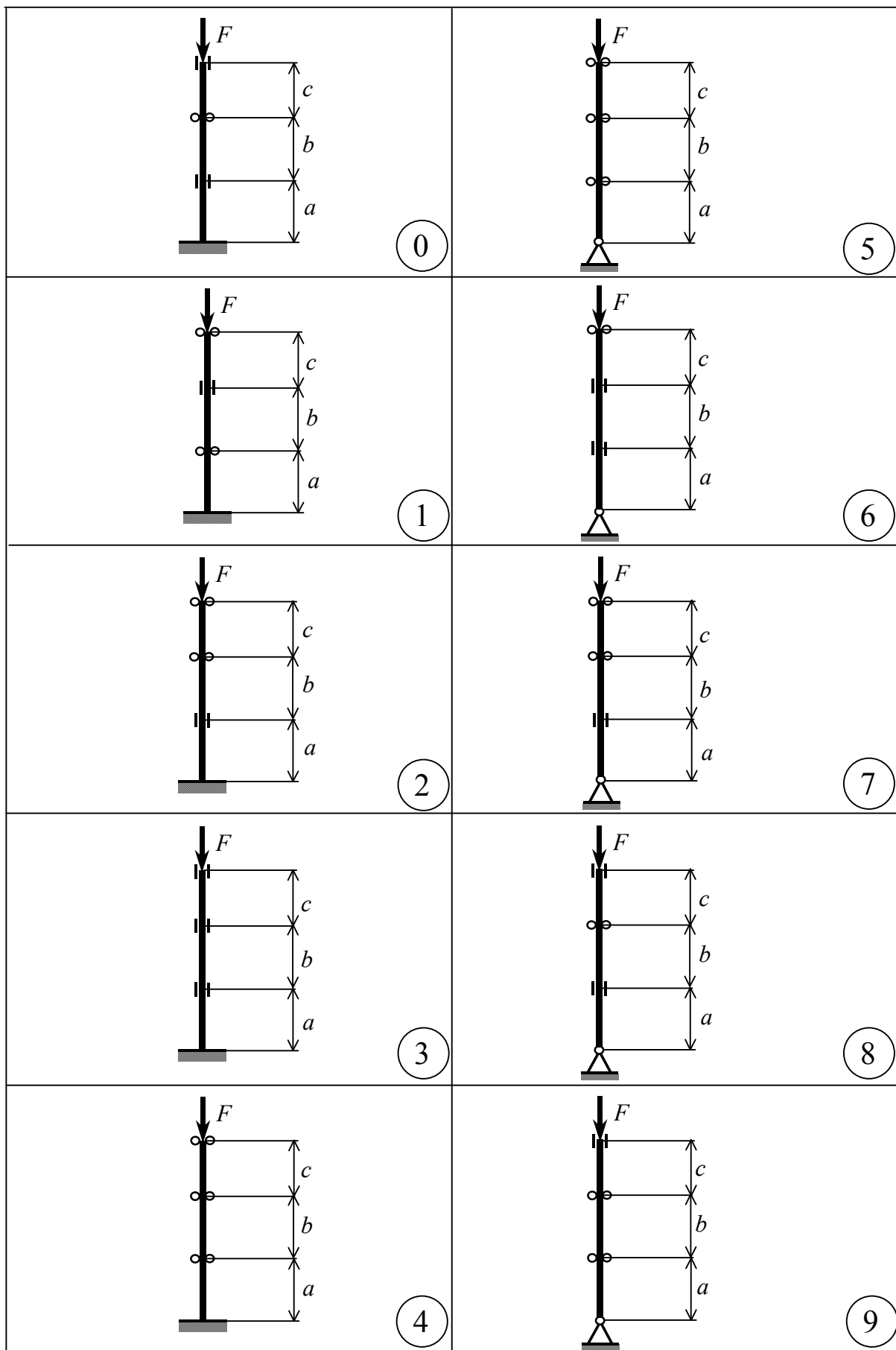


Рисунок 9



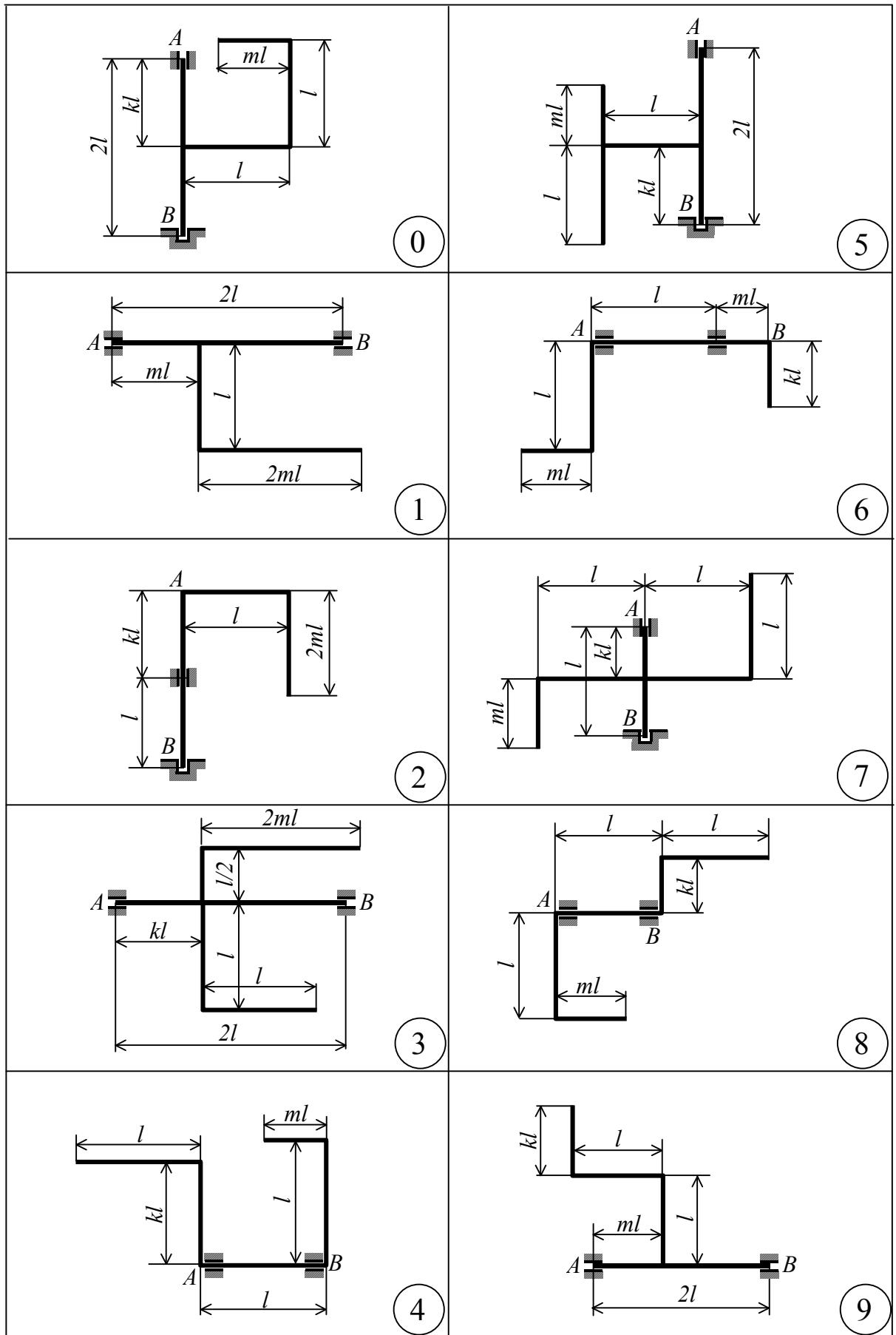


Рисунок 10

### ЗАДАЧА 11. Визначення напружень при крученні.

Визначити напруження при крученні вала з перерізом складної форми.

**Примітка.** Не задані в таблиці розміри вибрати самостійно.

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$R, \text{мм}$	100	120	130	140	150	160	170	180	190	200
$r, \text{мм}$	75	90	72	105	112	120	125	135	140	150

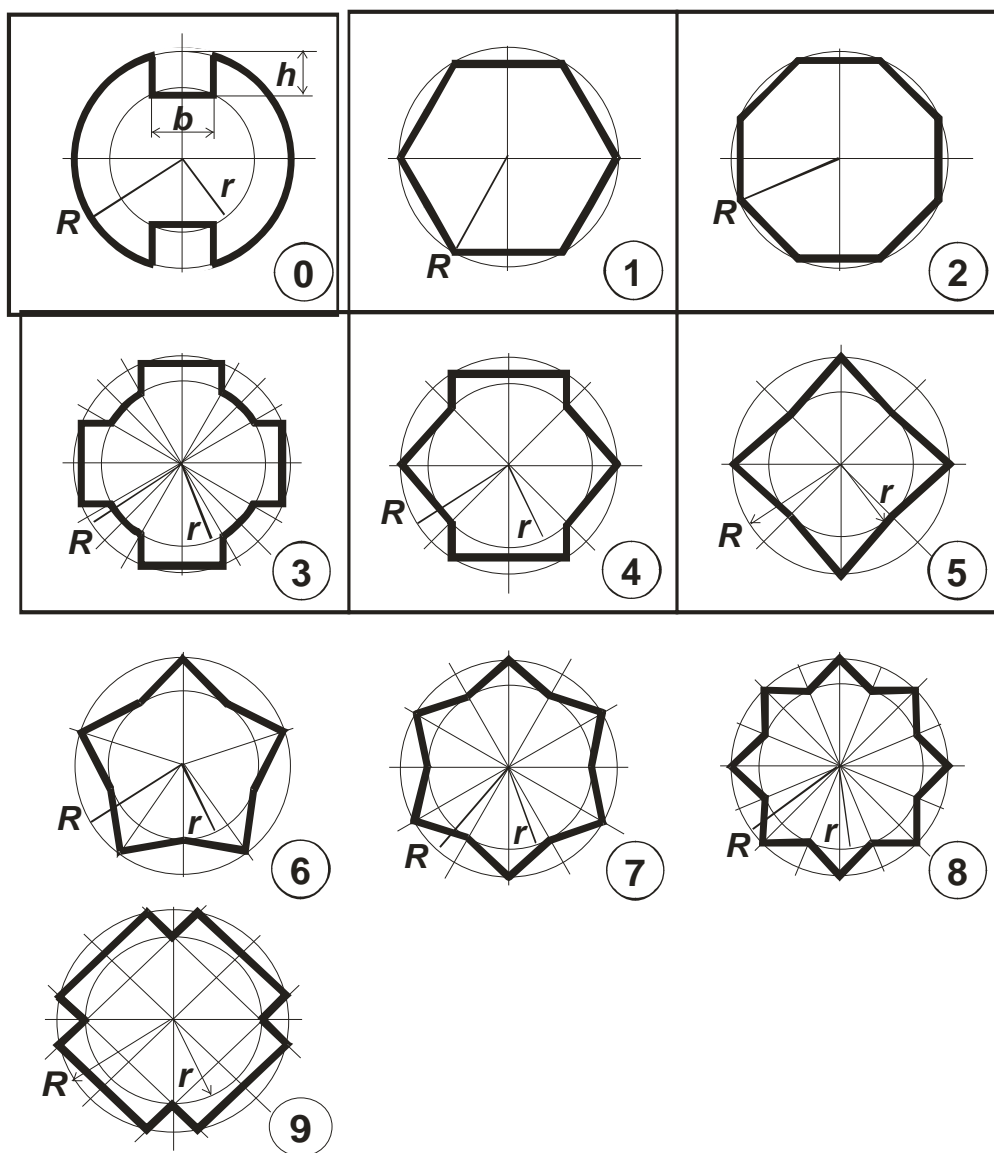


Рисунок 11