

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ
З ДИСЦИПЛІНИ “ОПР МАТЕРІАЛІВ”

для студентів усіх спеціальностей
денної та вечірньої форм навчання

Частина I

Затверджено
на засіданні кафедри динаміки,
міцності машин та опору матеріалів
Протокол №14 від 24.06.98 р.

Київ НТУУ “КПІ” 1998

Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни "Опір матеріалів" для студентів усіх спеціальностей денної та вечірньої форм навчання. Частина I / Укл. А.Є. Бабенко, Б.І. Ковальчук, В.В. Хильчевський, Д.Ю. Шпак, С.М. Шукаєв. – К.: НТУУ "КПІ", 1998. - 48с.

Укладачі: Бабенко А.Є.,
Ковальчук Б.І.,
Хильчевський В.В.,
Шпак Д.Ю.,
Шукаєв С.М..

Відповідальний редактор М.І. Бобир

Рецензенти: О.О. Боронко
Ф.Ф. Гігіняк

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Опір матеріалів – одна з базових загально-технічних дисциплін, що відіграє важливу роль у підготовці інженерних кадрів. Значне місце в практичній діяльності інженерів займають розрахунки на міцність та жорсткість – основні задачі опору матеріалів.

При вивченні курсу опору матеріалів найбільш ефективним методом навчання прийомом розв'язування задач є самостійна робота студентів. Тому програмами курсів опору матеріалів для студентів НТУУ "КПІ" всіх спеціальностей передбачено виконання протягом навчального року курсової роботи.

Мета курсової роботи – закріпити та поглибити знання, набуті студентами при вивченні курсу з опору матеріалів, засвоїти методики розрахунків на міцність і жорсткість елементів конструкцій з вибором відповідного матеріалу і розрахункової схеми, придбати навички користування довідковою літературою.

Курсова робота складається з двох частин і охоплює найбільш типові для практики задачі, що відповідають усім основним розділам опору матеріалів.

При укладанні завдань для курсової роботи був використаний багаторічний досвід колективу кафедри [1-7].

Розрахункові схеми і числові дані до задач підібрані так, щоб забезпечити не менше 100 варіантів кожної задачі, однакових за змістом і складністю.

При необхідності задачі можуть бути спрощені шляхом зменшення кількості або спрощення розрахункової схеми (за вказівкою викладача).

ВИБІР ВАРІАНТА ЗАВДАННЯ

Варіант розрахункової схеми і числові дані вибираються студентом відповідно до його шифру, що встановлюється викладачем. Шифр визначається двозначним числом, перша цифра якого вказує номер розрахункової схеми, друга - номер рядка або стовпця в таблиці з числовими даними до задачі.

При складанні умов задачі у відповідності з одержаним шифром студенту слід мати на увазі:

1. Якщо в таблиці навантаження подано з від'ємним знаком, то на рисунку слід змінити його напрям на протилежний і надалі знак "-" не брати до уваги.
2. З таблиці слід виписувати значення тільки тих величин /навантажень, розмірів/, які вказані на відповідній шифру розрахунковій схемі.

ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

1. Робота виконується на папері стандартного формату А4. Справа і зліва залишаються поля 3 см /для закріплення обкладинки і для зауважень рецензента/.
2. Обкладинка робиться з щільного креслярського паперу. На титульній сторінці вказуються назва і номер роботи, назва дисципліни, прізвище, ім'я та по-батькові студента, його шифр, назва факультету, групи, прізвище та ініціали викладача /див. додаток/.
3. Кожну задачу слід починати з нової сторінки. Перед розв'язком задачі вказати її номер, назву, переписати повністю умову задачі, числові дані, навести розрахункову схему.
4. Розв'язок задачі необхідно супроводжувати короткими поясненнями, кресленнями і ескізами.
5. Креслення і графіки виконуються на білому папері того самого формату /А4/ з обов'язковим додержанням масштабу і всіх вимог стандарту. На

кресленні повинні бути вказані буквені позначення і числові значення всіх величин, використаних у розрахунку.

6. При розв'язанні задач шукану величину слід спочатку одержати в алгебраїчному виді, а потім в остаточну формулу підставити числові значення величин. У відповіді обов'язково вказати одиниці одержаної величини.

ЗАДАЧА № 1

РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ СТУПІНЧАСТОГО СТЕРЖНЯ ПРИ РОЗТЯГУ - СТИСКУ

А. Спроекувати ступінчастий стержень з круглим поперечним перерізом. Власну вагу стержня не враховувати /рис. 1.1, табл. 1.1/. Взяти $l = 2\text{ м}$.

Таблиця 1.1

Варіант	$P_1, \text{кН}$	$P_2, \text{кН}$	$P_3, \text{кН}$	$a, \text{м}$	$b, \text{м}$	Матеріал
0	10	-50	30	0,1	0,6	Сталь 10
1	-20	40	-20	0,2	0,7	Сталь 20
2	30	-30	10	0,3	0,8	Бронза Бр010
3	-40	20	-50	0,4	0,9	Сталь 25
4	50	-10	40	0,5	1,0	Сталь 30
5	-10	50	-30	0,1	1,1	ЛМц 58-2
6	20	-40	20	0,2	1,2	Сталь 35
7	-30	30	-10	0,3	1,3	Сталь 40
8	40	-20	50	0,4	1,4	Бронза Бр А5
9	-50	10	-40	0,5	1,5	Сталь 45

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

1. Зобразити розрахункову схему.
2. Побудувати епюру поздовжніх сил N .
3. Обчислити діаметри стержня на всіх ділянках з умови міцності. Накреслити ескіз стержня і проставити розміри.
4. Визначити абсолютні деформації окремих ступенів Δl_i і всього стержня Δl і побудувати епюру переміщень λ .

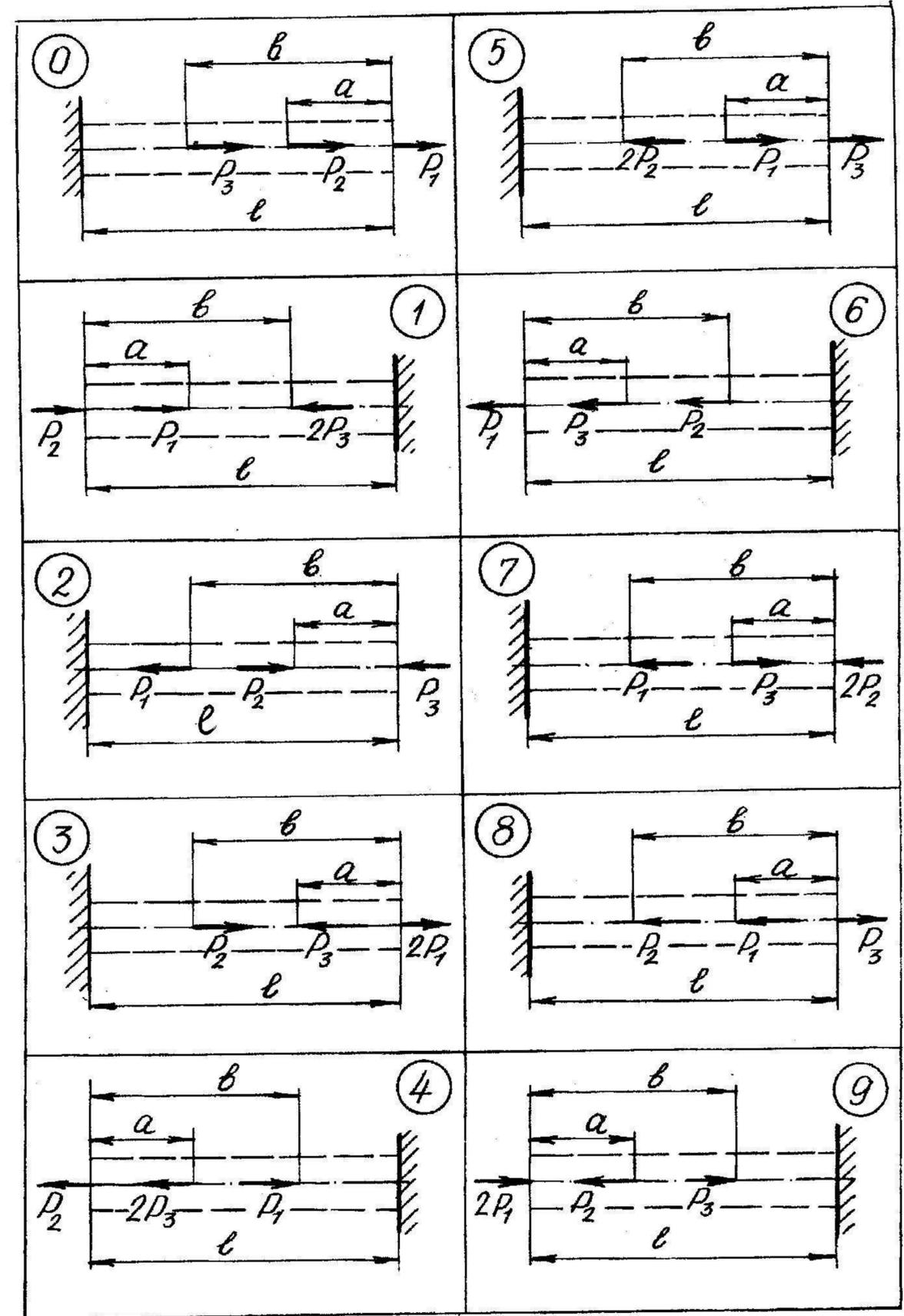


Рис. 1.1

Б. Перевірити міцність ступінчастого сталевго стержня /рис. 1.2,

табл. 1.2/ і визначити повну його деформацію, якщо $F_1 = 10 \text{ см}^2$; $F_2 = 2F_1$;

$l = 2 \text{ м}$.

Таблиця 1.2

Варіант	P_1 , кН	P_2 , кН	P_3 , кН	a , м	b , м	Матеріал
0	25	-10	5	1,0	0,5	Сталь 40
1	20	-12	8	1,1	0,6	Сталь 20Г
2	15	-20	10	1,2	0,5	Сталь 45Х
3	12	-10	25	1,3	1,7	Сталь 40ХН
4	10	20	15	1,4	1,8	Сталь 10
5	-18	15	20	1,5	1,9	Сталь 50Г
6	-20	15	-10	1,6	1,0	Сталь 20Х
7	25	-20	15	1,7	1,1	Сталь 30ХНЗА
8	30	5	12	1,0	0,4	Сталь 30ХГСА
9	-35	15	5	1,1	0,3	Сталь 50

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

1. Накреслити розрахункову схему відповідно до табличних даних.
2. Побудувати епюру поздовжніх сил N без врахування власної ваги стержня.
3. Обчислити напруження σ на кожній ділянці стержня і побудувати епюру σ . Перевірити міцність стержня. У випадку невиконання умови міцності дати рекомендації щодо зміни поперечного перерізу.
4. Визначити деформацію кожної ділянки і повну деформацію всього стержня.

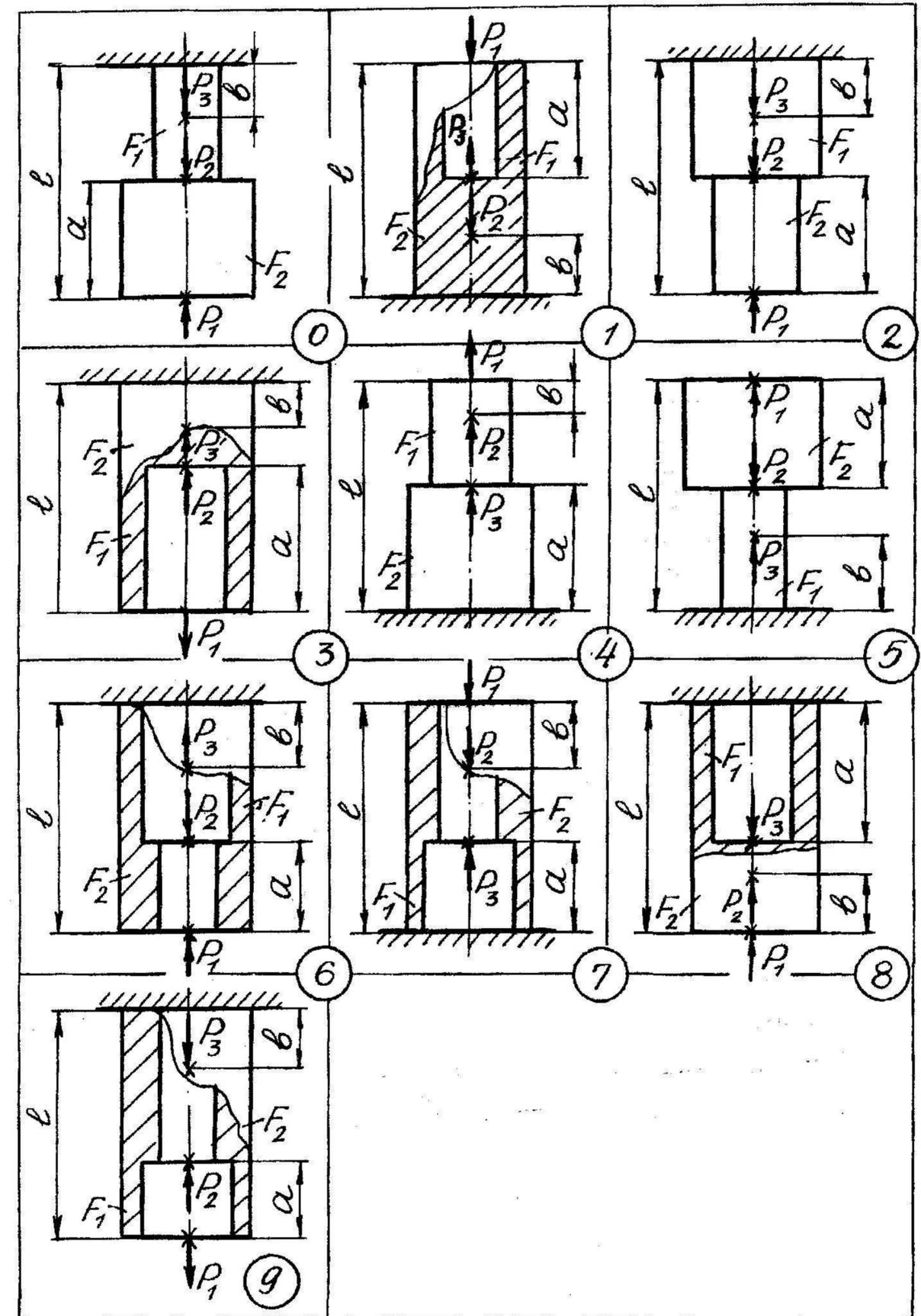


Рис. 1.2

ЗАДАЧА № 2

РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ ШАРНІРНО-СТЕРЖНЕВОЇ СИСТЕМИ ПРИ РОЗТЯГУ - СТИСКУ

Обчислити розміри поперечних перерізів сталевих стержнів АВ і ВС заданої стержневої системи, навантаженої силою P /рис. 2, табл. 2/, і визначити вертикальне переміщення вузла В. Взяти: $l = 1$ м; $[\sigma] = 160$ МПа.

Таблиця 2

Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P , кН	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
α , град	15	20	25	30	20	30	15	20	25	30
β , град	25	30	35	40	45	45	30	40	40	45

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

1. Визначити зусилля в стержнях АВ і ВС з рівнянь рівноваги вузла В.
2. Обчислити площі поперечних перерізів стержнів з умови міцності.
3. Знайти розміри перерізів відповідно до заданої форми.
4. Визначити абсолютні деформації стержнів і вертикальне переміщення вузла В.

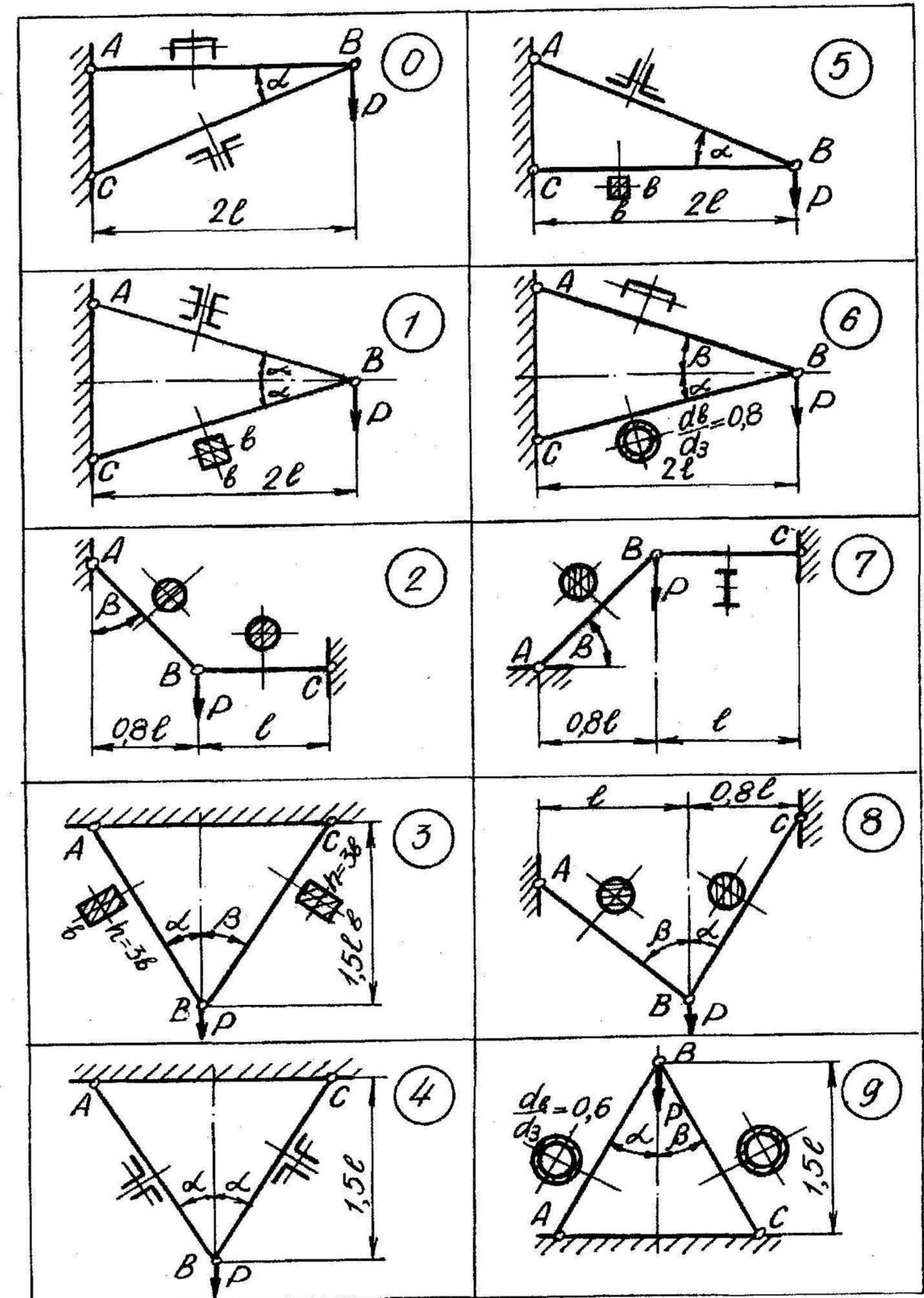


Рис. 2

ЗАДАЧА № 3

РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ СТАТИЧНО-НЕВИЗНАЧНОГО СТЕРЖНЯ ПРИ РОЗТЯГУ - СТИСКУ

Ступінчастий стержень, що складається зі сталевих і мідних частин, зацемлений обома кінцями і навантажений зосередженими силами (рис. 3, табл. 3). Після прикладання навантаження температура стержня змінюється. Визначити напруження на всіх ділянках стержня до і після зміни температури і перевірити його на міцність в обох випадках, вказати ступінь недовантаження або перевантаження %/ на кожній ділянці. Побудувати епюри поздовжніх сил N , напружень σ і переміщень λ . Взяти: $l = 3$ м; $F_{СТ} = F$; $F_M = 2F$, для сталі $\sigma_T = 240$ МПа, для міді $\sigma_T = 120$ МПа.

Таблица 3

Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P_1 , кН	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
P_2 , кН	65	70	75	80	85	90	95	100	120	150
F , см ²	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
a , м	0,5	1,0	1,5	0,5	1,0	1,5	0,5	1,0	1,5	0,5
b , м	1,5	2,0	2,6	1,5	2,0	2,5	1,5	2,0	2,5	1,5
Δt , °C	-30	50	25	-20	70	40	-30	60	80	-50

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

1. Скласти рівняння рівноваги.
2. Скласти рівняння сумісності деформацій.
3. Записати фізичні рівняння, які виражають видовження ділянок стержня через зусилля, що виникають до зміни його температури.
4. Розв'язати систему рівнянь пп. 1-3 і визначити реакції опор.
5. Побудувати епюру поздовжніх сил.
6. Визначити напруження на кожній ділянці стержня, побудувати епюру напружень.
7. Визначити абсолютні видовження кожної ділянки стержня. Обчислити переміщення перерізів, які є межами ділянок, і побудувати епюру переміщень λ .
8. Вважаючи, що зовнішні сили відсутні, виконати всі обчислення і побудови згідно пп. 1 - 7 для стержня після зміни його температури.
9. Побудувати сумарні епюри N , σ , λ , склавши результати обчислень пп. 5, 6, 7 відповідно.

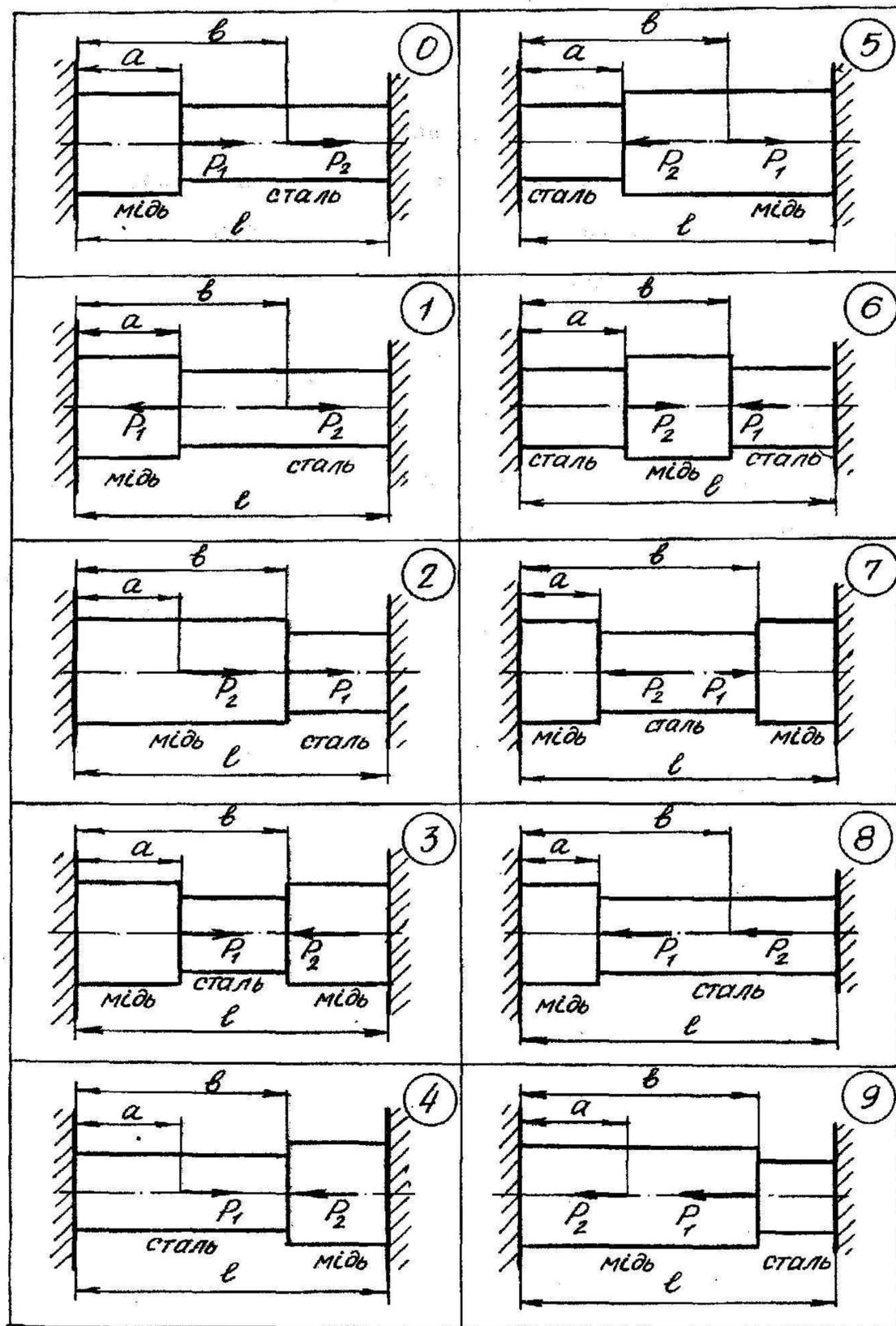


Рис. 3

ЗАДАЧА № 4

РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧНОЇ СТЕРЖНЕВОЇ СИСТЕМИ ПРИ РОЗТЯГУ - СТИСКУ

Для заданої стержневої системи /рис. 4, табл. 4/ визначити діаметри стержнів 1 і 2, якщо відомі співвідношення площ і величина діючого навантаження. Стержень АВ вважати абсолютно жорстким. Взяти коефіцієнти запасу: за границею текучості $n_T = 1,5$; за границею міцності $n_b = 2,5$.

Таблиця 4

Варіант	P_1 , кН	P_2 , кН	P_3 , кН	α	$F_1:F_2$	Матеріал
0	40	0	0	1,25	1:1	Сталь 45
1	0	40	0	1	2:1	Бронза Бр010
2	0	0	40	1,5	1:2	Латунь Л68
3	50	0	0	2	1:3	Сталь 20
4	0	50	0	0,8	3:1	Сталь 50
5	0	0	50	0,25	1:1	Бронза БрА5
6	30	0	0	0,75	2:1	Сталь 35
7	0	30	0	1,25	1:2	Сталь 45
8	0	0	30	1,75	2:3	Сталь 20
9	50	0	0	2	3:1	Сталь 50

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

1. Скласти рівняння рівноваги стержня АВ.
2. Зобразити передбачуваний вигляд системи після деформації стержнів. Перевірити, щоб напрям сил, з якими стержні 1, 2 діють на стержень АВ, був протилежний напрямку їх деформацій. Скласти рівняння сумісності деформацій, що встановлює співвідношення між абсолютними деформаціями стержнів.
3. Записати фізичні рівняння, виражаючи видовження стержнів через діючі в них зусилля згідно з законом Гука.
4. Розв'язати систему рівнянь пп. 1, 2, 3 і визначити зусилля в стержнях 1 і 2.
5. Порівняти напруження в стержнях і підібрати перерізи стержнів з умови міцності для більш напруженого стержня, дотримуючись заданого співвідношення $F_1 : F_2$

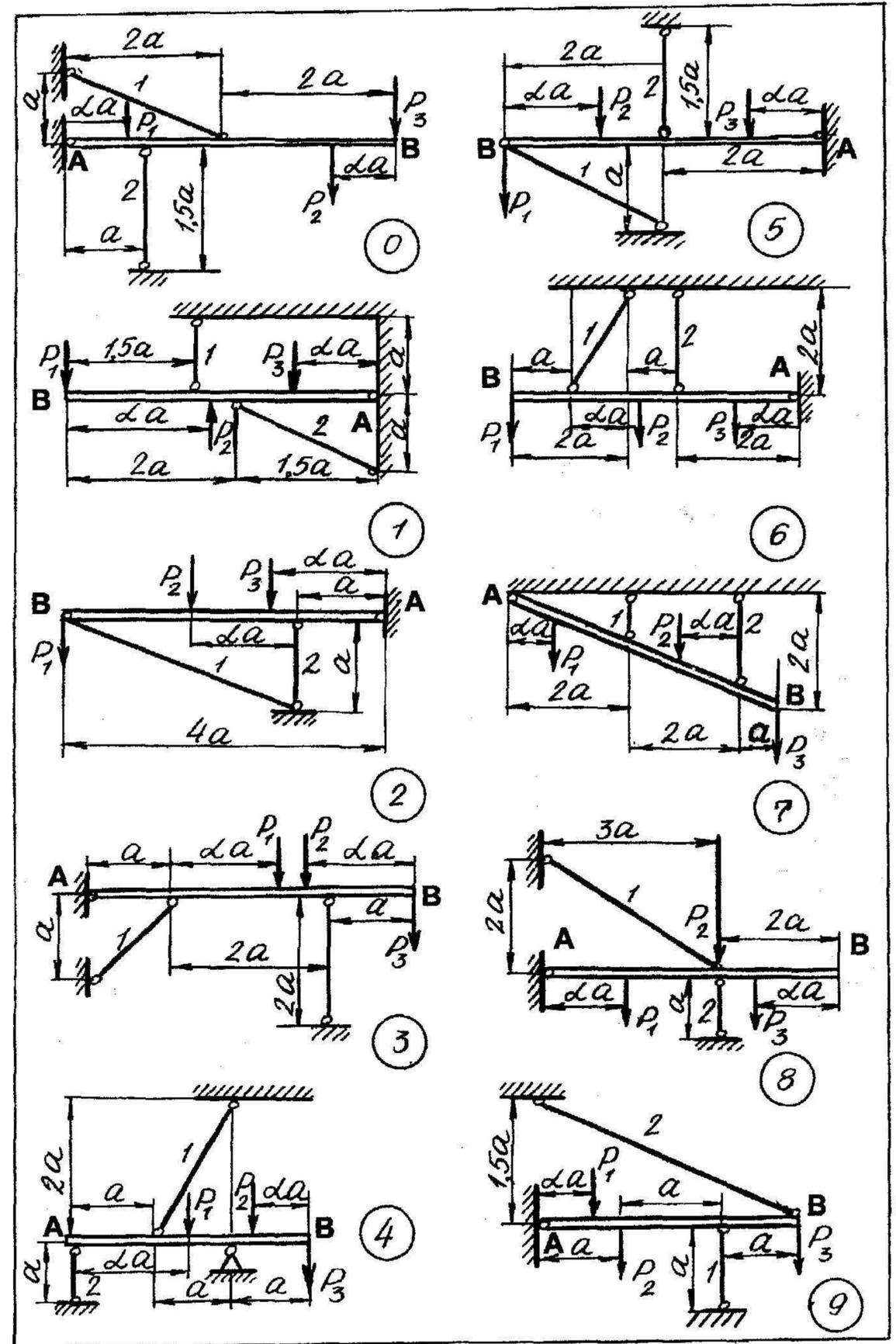


Рис. 4

ЗАДАЧА № 5

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ

Для елемента, що знаходиться в плоскому напруженому стані /рис. 5, табл. 5/, визначити:

головні напруження і положення головних площадок;

головні деформації і об'ємну деформацію;

лінійну деформацію у напрямку відрізка АВ, нахилоного під кутом α до горизонталі.

Перевірити елемент на міцність за вибраною теорією міцності. Взяти коефіцієнти запасу міцності $n_T = 1,5$; $n_b = 2,5$.

Таблиця 5

Варіант	$\sigma_{гор}$, МПа	$\sigma_{верт}$, МПа	τ_α , МПа	α , град	Матеріал
0	10	20	30	15	Сталь 45
1	20	30	40	30	Латунь Л68
2	20	30	60	45	Бронза БрА5
3	40	40	60	60	Сталь 20
4	30	50	70	75	Дуралюмін Д1
5	80	30	40	90	Сталь 35
6	50	20	90	30	Бронза Бр010
7	100	40	60	45	Сталь 50
8	40	30	80	60	Дуралюмін Д6
9	20	20	30	75	Латунь Л68

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

1. Накреслити елемент за числовими даними шифру. Виписати із довідників необхідні характеристики матеріалу.
2. Позначити задані напруження через σ_α , σ_β , τ_α , τ_β , приймаючи $\sigma_\alpha > \sigma_\beta$.
3. Обчислити значення головних напружень і визначити їх напрям. Зобразити в середині заданого елемента головні площадки і головні напруження.
4. Обчислити головні деформації $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ і об'ємну деформацію ε_V .
5. Знайти кут α_1 між нормаллю n_{α_1} до площадки АВ і напруженням σ_1 і обчислити напруження в напрямку нормалі n_{α_1} і перпендикулярному до нього $\sigma_{\alpha_1}, \sigma_{\beta_1}, \tau_{\alpha_1}, \tau_{\beta_1}$.
6. Визначити деформацію ε_{β_1} в напрямку відрізка АВ.
7. Вибрати відповідно до матеріалу теорію міцності і перевірити елемент на міцність.

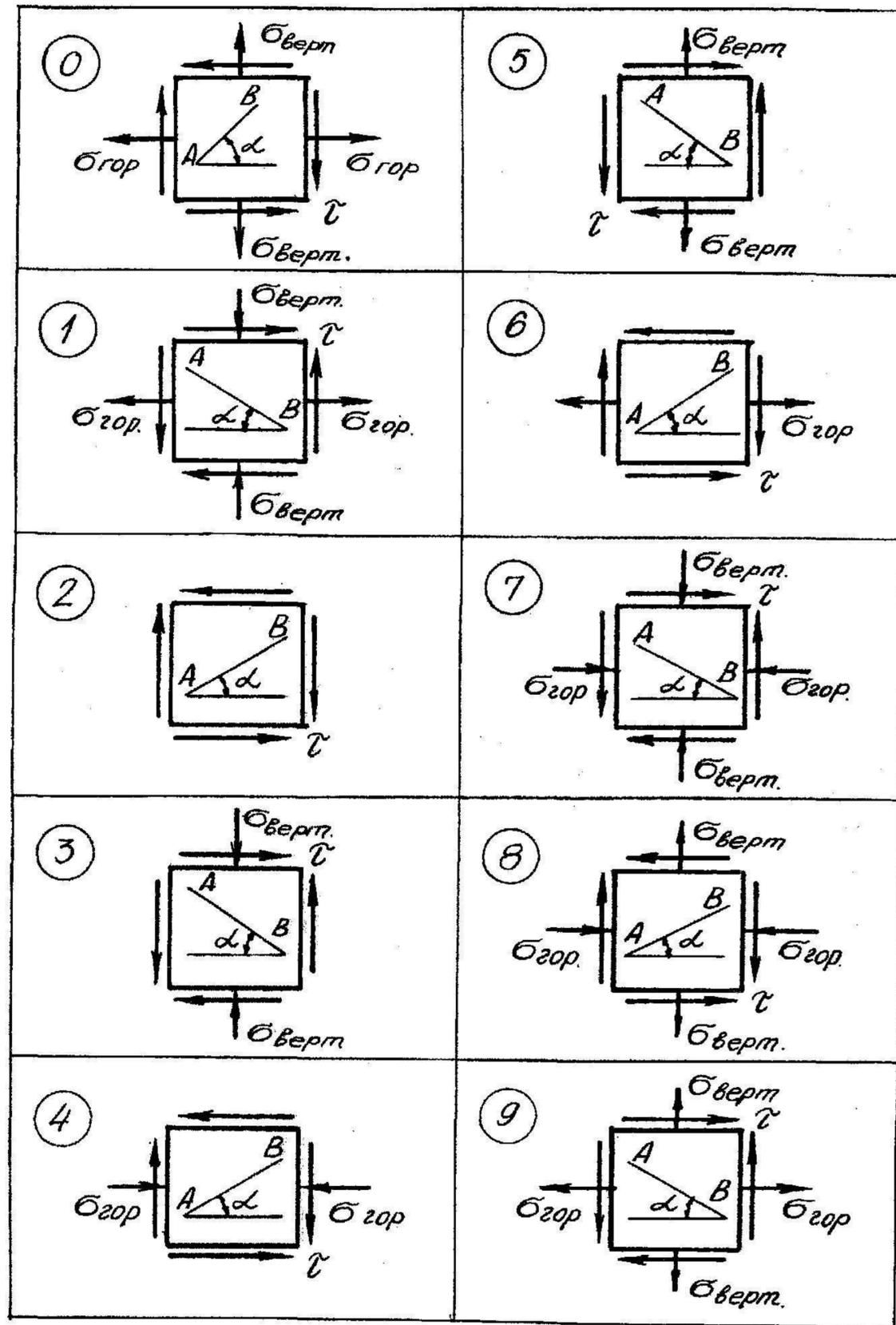


Рис. 5

ЗАДАЧА № 6

РОЗРАХУНОК ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Розрахувати зварне з'єднання, виконане валиковими швами, визначивши з умови рівної міцності елементів, що розтягуються, і зварного шва довжини зварних швів /рис. 6, табл. 6/. Висоту швів прийняти рівною товщині накладок з листа або товщині полиці прокатного профілю. При розрахунках взяти $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$; $[\tau_e] = 80 \text{ МПа}$; K_{Δ} - двосторонній шов.

Таблиця 6

Варіант	Номер двотавра	Номер швелера	Розміри листа $b \times t$, мм	Номер кутника нерівнобокого /рівнобокого/	Товщина кутника, мм
0	45	36	400x10	25/16 /16/	12
1	36	30	400x10	20/12,5 /16/	12
2	30а	24а	330x10	18/11 /12,5/	10
3	24	20	260x8	16/10 /10/	10
4	22	18	220x8	12,5/8 /12,5/	10
5	20	16	200x6	11/7 /8/	8
6	16	14	180x5	10/6,3 /8/	8
7	27	22	280x8	16/10 /12,5/	10
8	14	12	160x5	9/5,6 /8/	6
9	12	10	150x5	8/5 /6,3/	6

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

1. Визначити значення допустимого навантаження P з розрахунку на розтяг зварних елементів.
2. Використовуючи значення допустимої сили P , з розрахунку на міцність зварних швів визначити їх довжину.

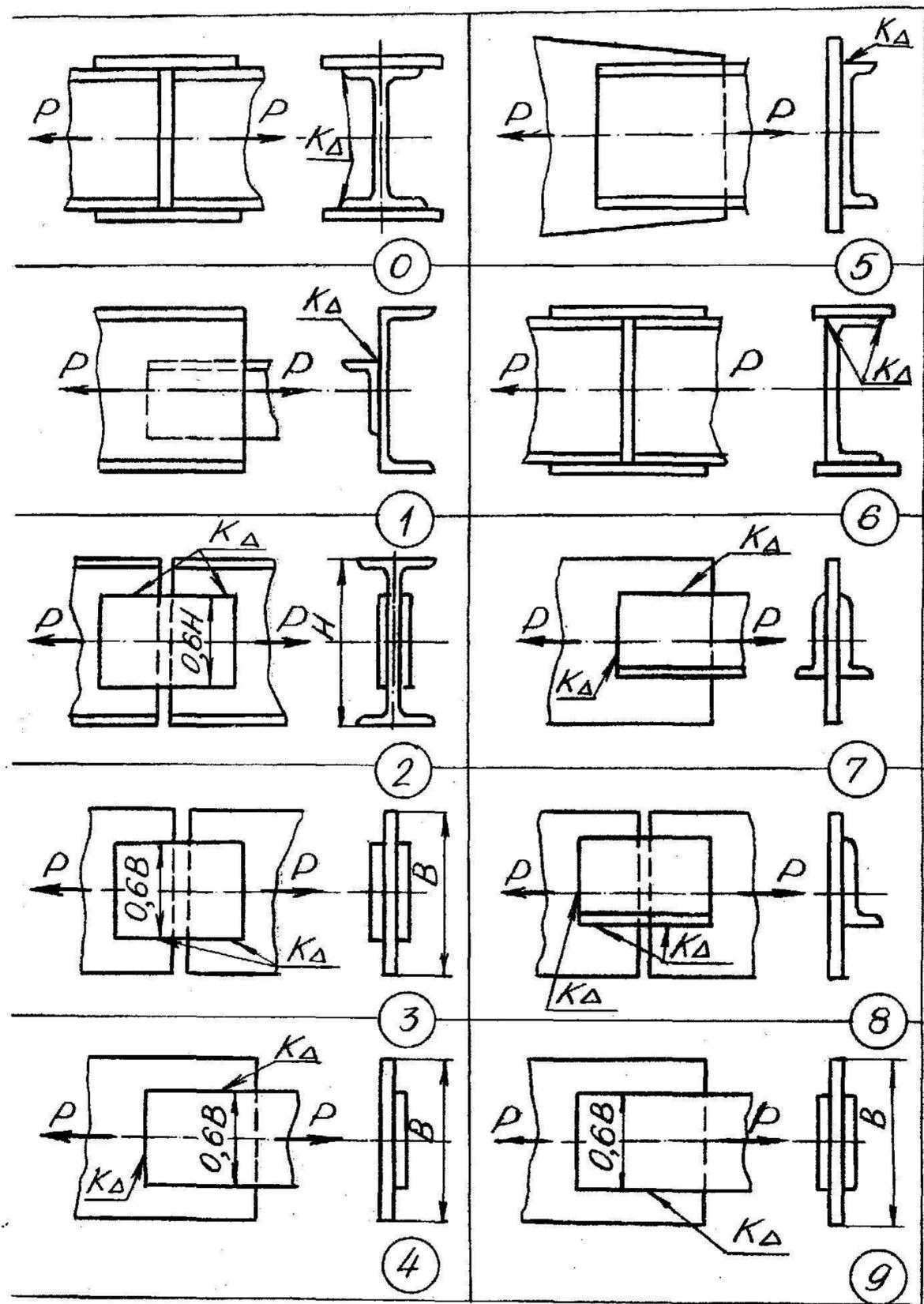


Рис. 6

ЗАДАЧА № 7

РОЗРАХУНОК ВАЛА НА КРУЧЕННЯ

Для заданого вала /рис. 7, табл. 7/ визначити його розміри на кожній ділянці. Побудувати епюру кутів повороту перерізів вала. Прийняти $a = 0,5$ м; $[\theta] = 0,5$ град/м. Визначити також розміри поперечного перерізу вала на третій (III) ділянці, вважаючи, що він виконаний квадратним і трубчастим з відношенням діаметрів d_8/d_3 . Порівняти витрати матеріалу на один метр довжини вала різного профілю.

Таблиця 7

Варіант	N_1 , кВт	N_2 , кВт	N_3 , кВт	ω , рад/с	Матеріал
0	15	25	30	10	Сталь 40
1	10	20	40	20	Сталь 45
2	20	10	45	10	Сталь 40Х
3	40	30	20	30	Сталь 40ХН
4	30	10	40	20	Сталь 20Х
5	35	25	50	50	Сталь 50Г
6	15	15	25	10	ЭИ 734
7	10	40	60	75	Сталь 50
8	40	25	45	60	Сталь 40ХН
9	50	15	35	40	Сталь 45Х

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

- З умови рівномірного обертання вала, нехтуючи тертям в підшипниках, визначити потужність на шківу N_0 .
- Користуючись формулою $M_k = N \text{ кВт} / \omega \text{ с}^{-1}$ (кН·м), обчислити

крутні моменти і побудувати епюру крутних моментів $M_{кр}$.

3. Обчислити діаметри окремих ділянок вала з умови міцності і жорсткості, округливши одержані величини до стандартних значень у більшу сторону.
4. Визначити величину кутів закручування окремих ділянок і всього вала.
5. Побудувати за цими даними епюру кутів повороту перерізів, приймаючи за нерухомий переріз один із кінців вала.
6. Визначити з умови міцності та жорсткості розміри квадратного вала на третій (III) ділянці.
7. Підібрати з умови міцності та жорсткості розміри трубчастого вала з відношенням діаметрів $d_6/d_3=0,5$ на третій (III) ділянці.
8. Порівняти витрати матеріалу на 1 м для круглого суцільного, трубчастого і квадратного валів.

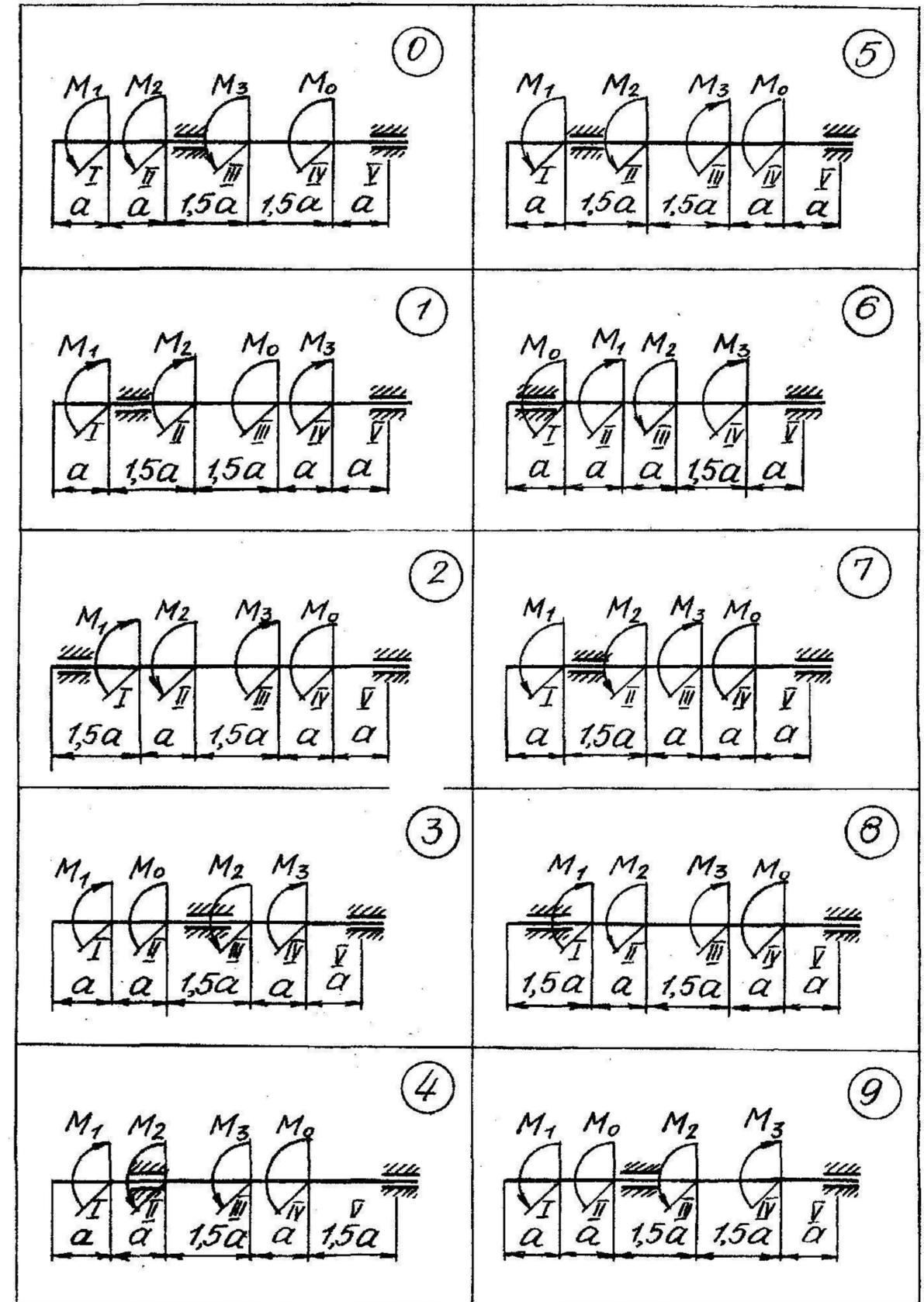


Рис. 7

ЗАДАЧА № 8

РОЗРАХУНОК ГВИНТОВИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПРУЖИН

Перевірити міцність заданої статично невизначної системи пружин /рис. 8, табл. 8/ і визначити переміщення точки, що знаходиться посередині довжини відповідної пружини /номер вказано в таблиці/, якщо відомі середні діаметри пружин $D_1 = 5$ см, $D_2 = 10$ см, $D_3 = 15$ см і діаметри дроту кожної з пружин $d_1 = 5$ мм, $d_2 = 10$ мм, $d_3 = 15$ мм. Всі пружини сталеві, $[\tau] = 300$ МПа.

Таблиця 8

Варіант	P , кН	n_1	n_2	n_3	Номер пружини
0	1,2	20	18	12	1
1	1,5	10	8	6	2
2	0,8	20	16	12	3
3	2,5	30	20	10	1
4	2,2	20	20	10	2
5	1,2	25	20	15	3
6	0,7	30	20	20	1
7	2,0	35	30	20	2
8	1,8	40	35	30	3
9	1,0	15	15	10	1

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

1. Визначити ступінь статичної невизначності системи.
2. Записати необхідні рівняння статyki.
3. Скласти рівняння сумісності деформацій і виразити деформації пружин через зусилля.
4. Розв'язати сукупно рівняння статyki і рівняння сумісності деформації і визначити навантаження кожної пружини.
5. Знайти напруження в кожній пружині і, визначивши найбільш напружену пружину, перевірити її на міцність.
6. Визначити переміщення вказаної точки.

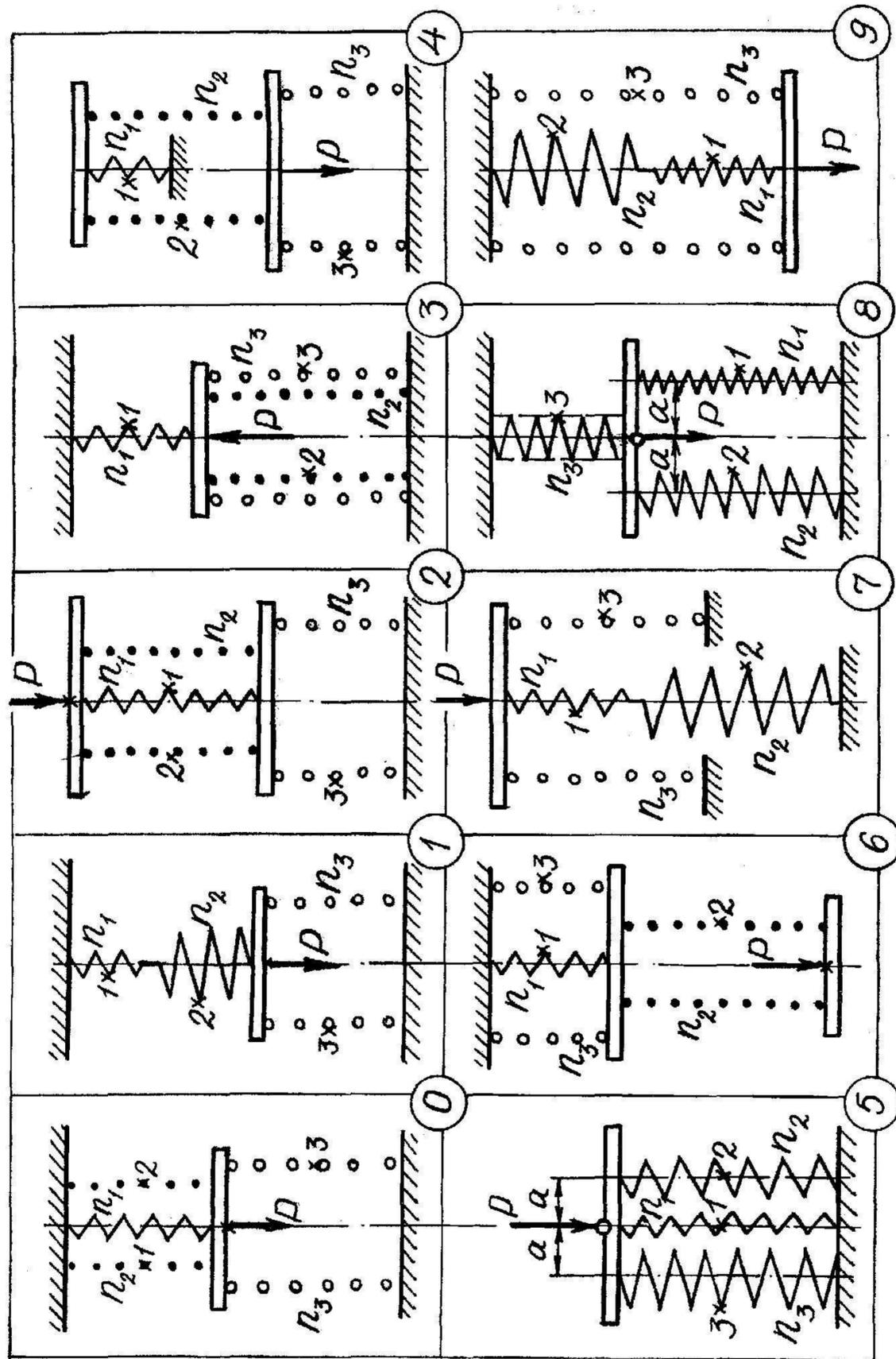


Рис. 8

ЗАДАЧА № 9

РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ КОНСОЛЬНИХ БАЛОК

Для заданої сталеві балки (рис. 9, табл. 9) побудувати епюри поперечних сил і згинальних моментів, підібрати круглий, прямокутний (з відношенням $h/b = 2$) і двотавровий перерізи. Порівняти вагу одного метра довжини кожного профілю. Довжина балки $l = 2$ м. Взяти коефіцієнт запасу міцності $n_T = 1,5$.

Таблиця 9

Варіант	$q, \frac{kH}{m}$	P, kH	M, kHm	n	Матеріал
0	10	20	40	0,25	Сталь 10
1	-10	30	30	0,5	Сталь 20
2	15	40	-20	0,75	Сталь 20Г
3	-15	25	50	0,25	Сталь 25
4	20	15	60	0,5	Сталь 30
5	25	-30	45	0,75	Сталь 30Г
6	-20	-35	-60	0,25	Сталь 40
7	30	-40	-50	0,5	Сталь 45
8	-30	-50	-40	0,75	Сталь 50
9	35	-50	-20	0,25	Сталь 60

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

1. Записати вирази $Q(x)$ і $M(x)$ для кожної ділянки консольної балки та побудувати епюру поперечних сил Q і згинальних моментів M . Перевірити побудовані епюри за допомогою диференціальних залежностей.
2. Використовуючи основну умову міцності при згині, визначити необхідне значення моменту опору.
3. Підібрати розміри круглого, прямокутного та двотаврового перерізів.
4. Порівняти вагу одного метра довжини кожного профілю, вважаючи, що матеріал для всіх профілів однаковий.

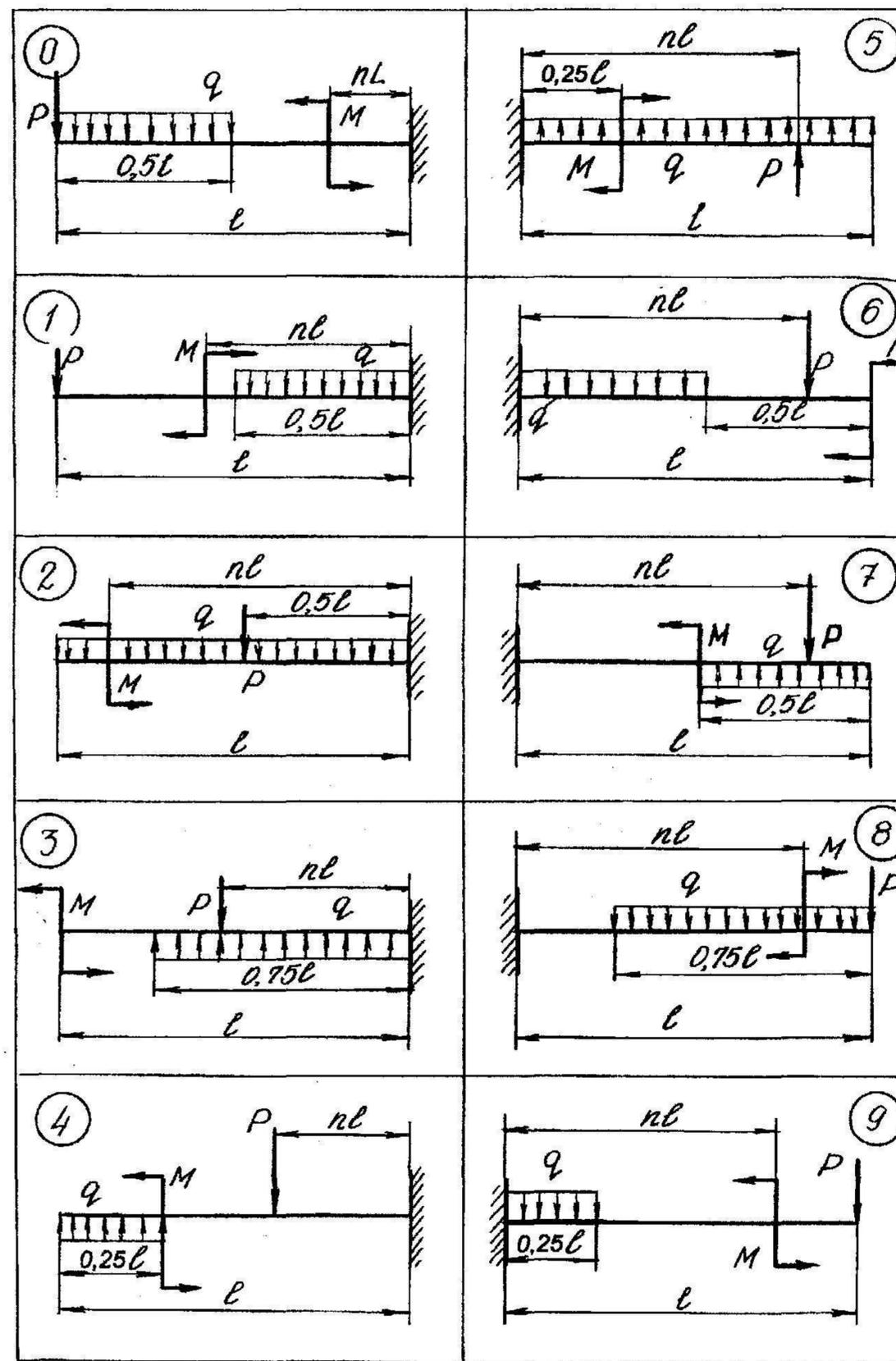


Рис. 9

ЗАДАЧА № 10

РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ ШАРНІРНО-ОПЕРТИХ БАЛОК

Для заданої сталеві балки (рис. 10, табл. 10) побудувати епюри поперечних сил і згинальних моментів. Перевірити балку на міцність. Відстань між опорами $l = 4$ м. Взяти коефіцієнт запасу міцності $n_T = 1,5$. Складений переріз працює як одне ціле.

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

1. Скласти рівняння рівноваги та визначити опорні реакції.
2. Записати вирази $Q(x)$ і $M(x)$ для кожної ділянки балки та побудувати епюру поперечних сил Q і згинальних моментів M . Перевірити побудовані епюри за допомогою диференціальних залежностей.
3. Обчислити моменти опору заданого перерізу відносно головних центральних осей та раціонально розташувати переріз.
4. Перевірити міцність балки за основною умовою міцності при згині; вказати ступінь недовантаження або перевантаження балки (%).
5. Дати рекомендації щодо раціонального номера профілей поперечного перерізу.

Таблиця 10

Варіант	q , $\frac{kH}{m}$	P , кН	M , кНм	n	Форма перерізу	Двогавр, №	Швелер, №	Полоса	Матеріал
0	10	30	20	0,75		-	20	20x220	Сталь 30
1	20	10	25	0,25		20	24	-	Сталь 40
2	-20	40	30	0,5		22	20	-	Сталь 45
3	-10	-20	35	0,75		-	16	20x180	Сталь 30Г
4	30	50	40	0,25		-	22	30x240	Сталь 25
5	40	-40	-40	0,5		18	-	15x200	Сталь 20
6	30	-50	10	0,75		16	-	-	Сталь 50
7	20	60	50	0,25		30	-	10x200	Сталь 60
8	-30	-30	-20	0,5		24	27	-	Сталь 10
9	-40	-10	-10	0,75		-	18	-	Сталь 20Г

ЗАДАЧА № 11

РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ КОНСОЛЬНИХ РАМ

Для заданої сталеві рами (рис. 11, табл. 11) побудувати епюри поздовжніх сил і згинальних моментів. Підібрати переріз вказаної форми з розрахунку на згин. Взяти коефіцієнт запасу міцності $n_T = 1,5$, $a = 2$ м. Складаний переріз працює як одне ціле.

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

1. Записати вирази $N(x)$ для кожної ділянки рами та побудувати епюру поздовжніх сил N .
2. Записати вирази $M(x)$ для кожної ділянки рами та побудувати епюру згинальних моментів M .
3. Використовуючи основну умову міцності при згині, визначити необхідне значення моменту опору.
4. Підібрати поперечний переріз вказаної форми.

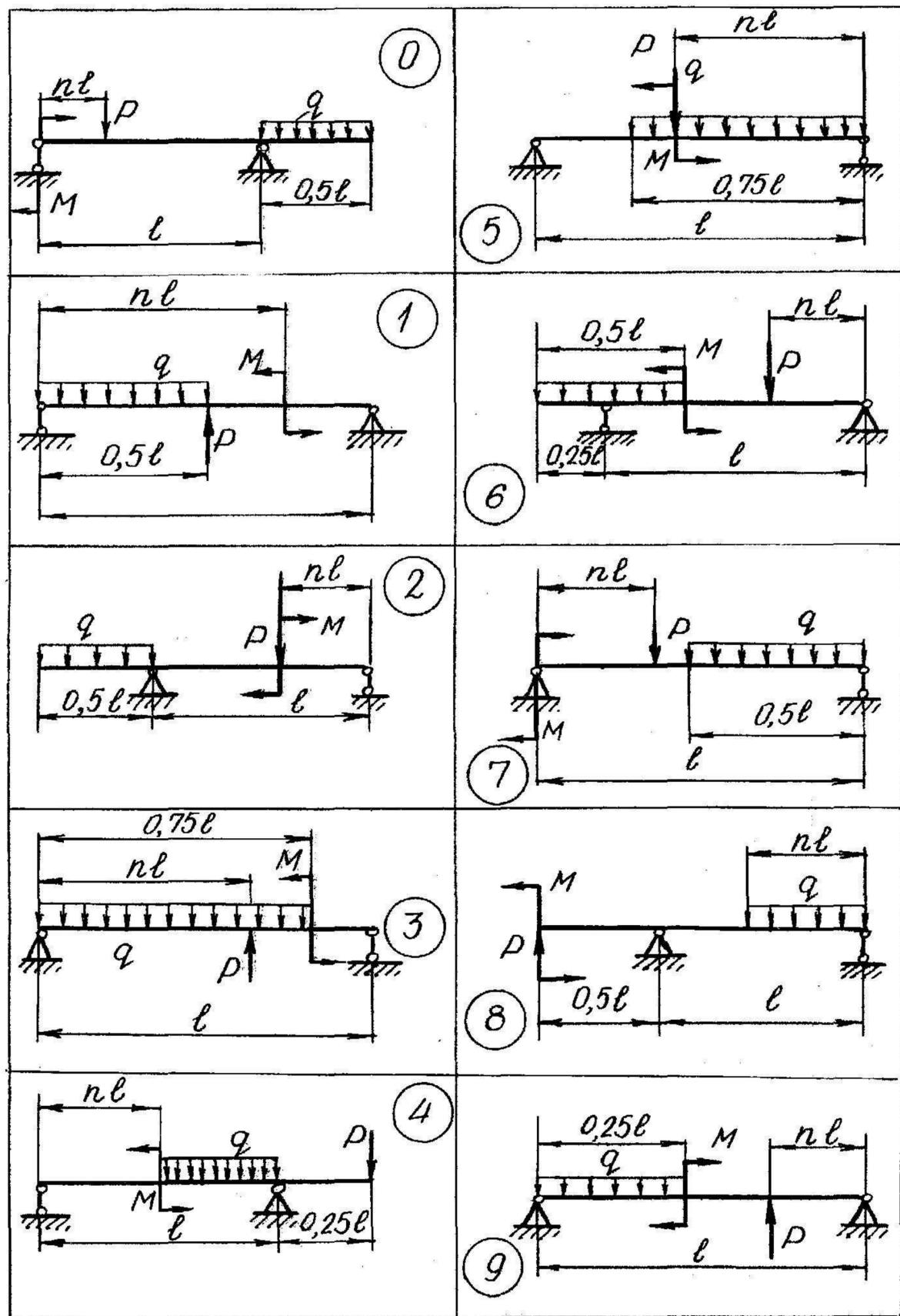


Рис. 10

Варіант	q , $\frac{kH}{m}$	P , кН	M , кНм	n	k	Форма перерізу	Матеріал
0	40	25	40	0,8	0,5		Сталь 60
1	-40	40	30	0,5	0,25		Сталь 20Г
2	20	50	-20	0,75	0,2		Сталь 25
3	-20	-50	10	0,25	0,25		Сталь 10
4	30	-25	-10	0,2	0,6		Сталь 50
5	-30	30	20	0,6	0,2		Сталь 30
6	25	-40	-30	0,5	0,4		Сталь 30Г
7	-25	20	-40	0,25	0,5		Сталь 20
8	10	-30	50	0,4	0,25		Сталь 45
9	-10	-20	-50	0,75	0,4		Сталь 40

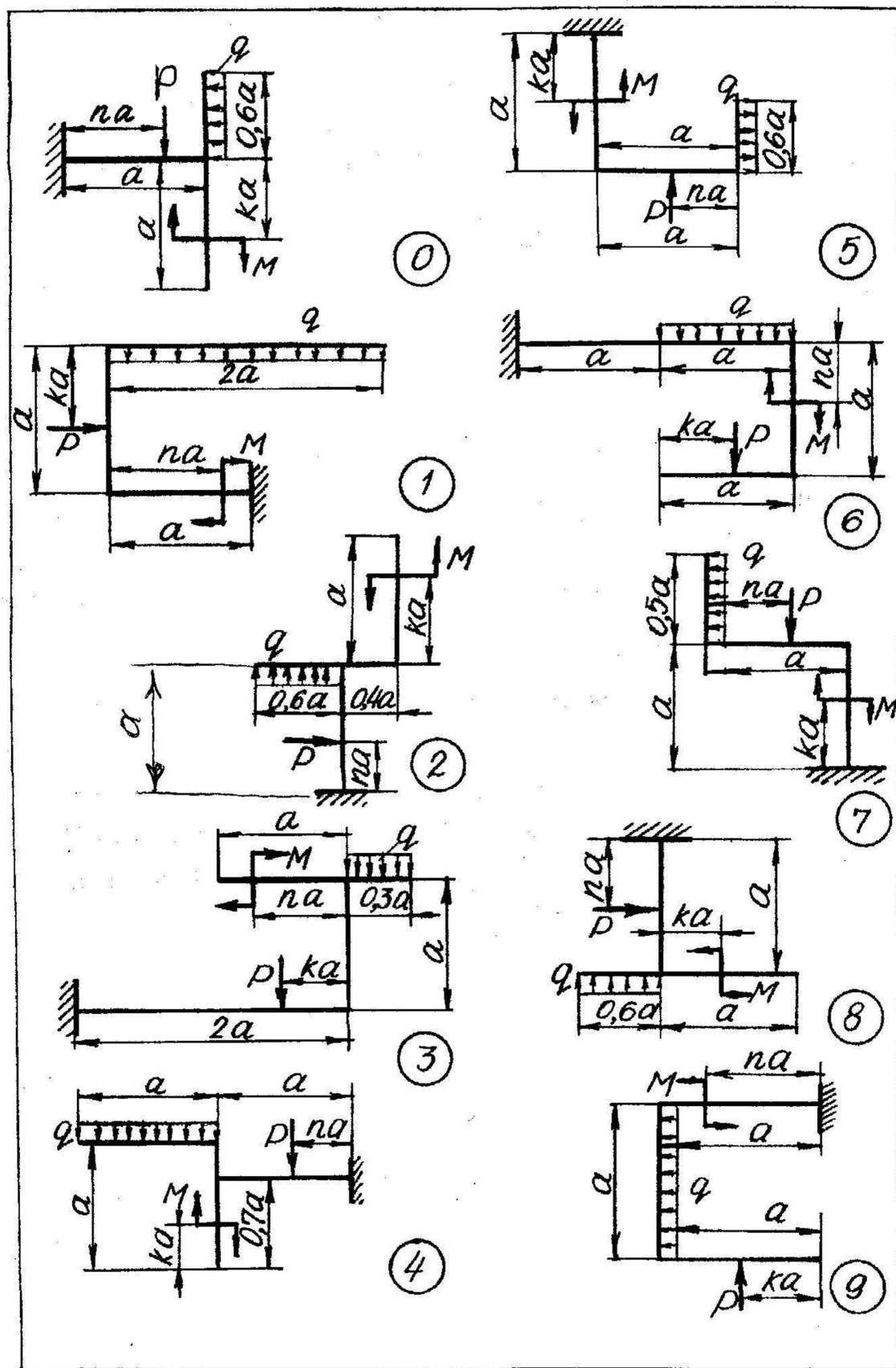


Рис. 11

ЗАДАЧА № 12

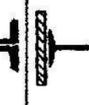
РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ ШАРНІРНО-ОПЕРТИХ РАМ

Для заданої сталеві рами (рис. 12, табл. 12) побудувати епюри поздовжніх сил і згинальних моментів. Перевірити раму на міцність при згині. Матеріал – сталь 20. Взяти коефіцієнт запасу міцності $n_T = 1,5$, $a = 2$ м. Складений переріз працює як одне ціле.

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

1. Скласти рівняння рівноваги рами та визначити реакції опор.
2. Записати вирази $N(x)$ для кожної ділянки рами та побудувати епюру поздовжніх сил N .
3. Записати вирази $M(x)$ для кожної ділянки рами та побудувати епюру згинальних моментів M .
4. Визначити моменти опору перерізів відносно головних центральних осей та раціонально їх розташувати.
5. Перевірити міцність у небезпечному перерізі за основною умовою міцності при згині; вказати ступінь недовантаження або перевантаження рами (%).
6. Дати рекомендації щодо раціонального номера профілей поперечного перерізу.

Таблиця 12

Варіант	q , $\frac{kH}{m}$	P , кН	M , кНм	n	k	Форма перерізу	Двотавр, №	Швелер, №	Полоса, мм
0	20	40	-10	0,75	0,25		16	-	-
1	-20	-40	20	0,25	0,5		24	27	-
2	25	-10	-25	0,25	0,75		18	-	15x200
3	-25	10	30	0,75	0,5		22	20	-
4	-10	-20	-30	0,5	0,25		-	16	20x180
5	10	25	-20	0,25	0,75		-	22	30x240
6	30	-20	40	0,5	0,25		-	20	20x220
7	20	30	-40	0,75	0,5		22	20	-
8	-30	25	-10	0,5	0,75		-	18	-
9	-20	-30	25	0,25	0,25		30	-	10x200

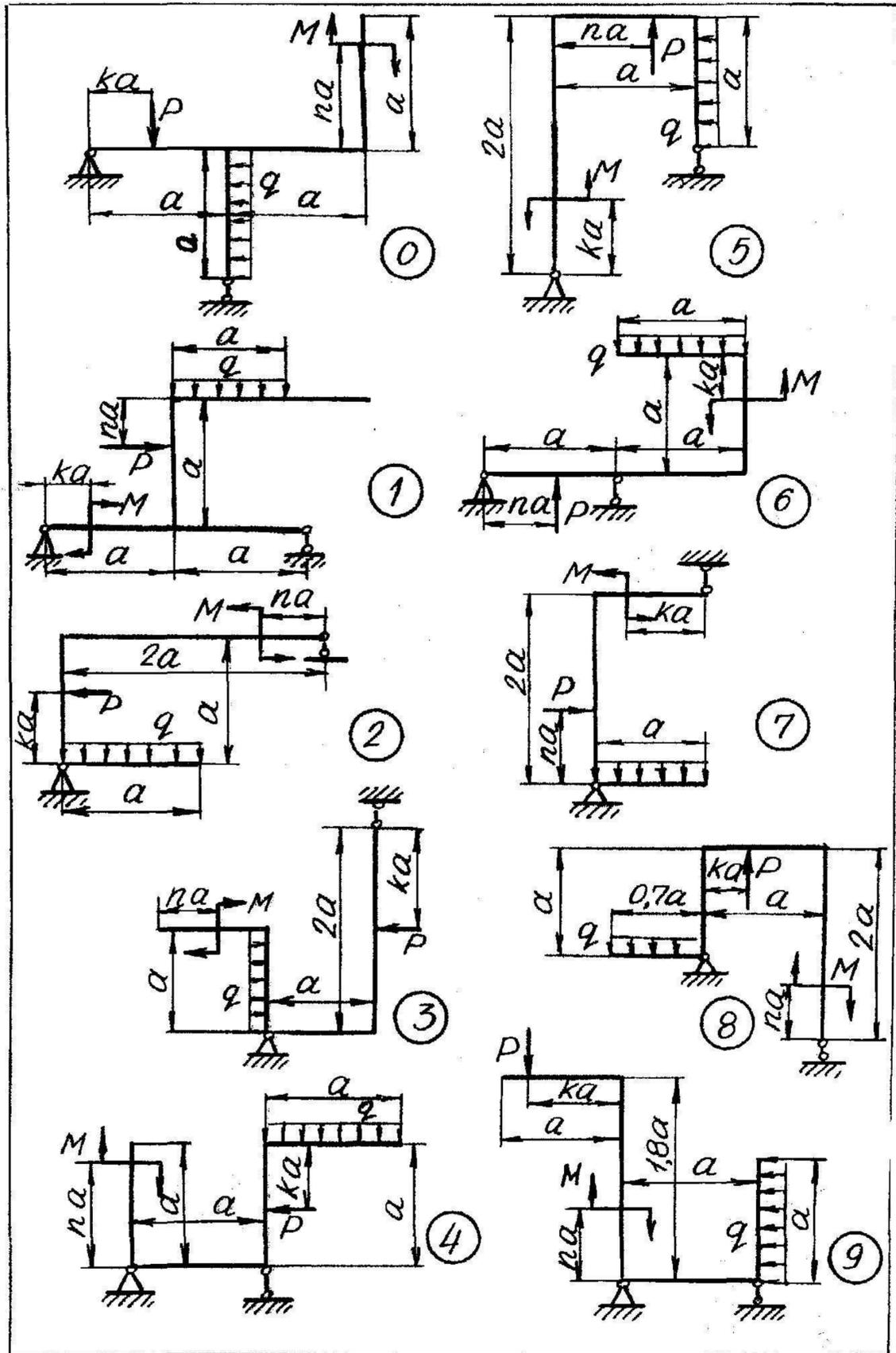


Рис. 12

ЗАДАЧА № 13

РОЗРАХУНОК ДОПУСТИМОГО НАВАНТАЖЕННЯ БАЛКИ НА ПРУЖИННІЙ ОПОРІ

Двотаврова балка довжиною 3 м опирається на шарнірно-нерухому опору і систему з двох гвинтових циліндричних пружин /рис. 13, табл. 13/. Визначити допустиме значення сили P , що не спричиняє в балці і пружинах напружень, які б перевищували допустимі $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$ /для матеріалу балки/ і $[\tau] = 200 \text{ МПа}$ /для матеріалу пружин/. Обчислити деформацію пружин. Пружини виготовлені з дроту діаметром $d = 20 \text{ мм}$, середні діаметри пружин D_1 і D_2 , кількість витків n_1 і n_2 .

Таблиця 13

Параметр	Варіант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Двотавр №	16	10	12	14	18a	18	24	20a	22	20
$D_1, \text{ см}$	12	10	8	14	12	8	15	15	10	14
$D_2, \text{ см}$	18	15	14	20	20	15	20	24	16	24
n_1	10	15	20	18	12	16	14	12	15	20
n_2	15	10	15	25	20	12	20	25	30	30

ПЛАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

1. Визначити реакції, що діють на балку, і побудувати епюру згинальних моментів.
2. Використовуючи основну умову міцності при згині, обчислити допустиме значення сили P .
3. Визначити навантаження, що діє на кожну пружину:
 - а) з умов статички для статично визначної системи пружин;
 - б) із системи рівнянь, що відповідають статичному, геометричному і фізичному боку задачі, для статично невизначних систем.
4. Обчислити допустиме значення сили з розрахунку на міцність кожної пружини.
5. З трьох допустимих значень сили P вибрати те, що задовольняє всі три умови міцності.
6. Обчислити деформацію пружин.

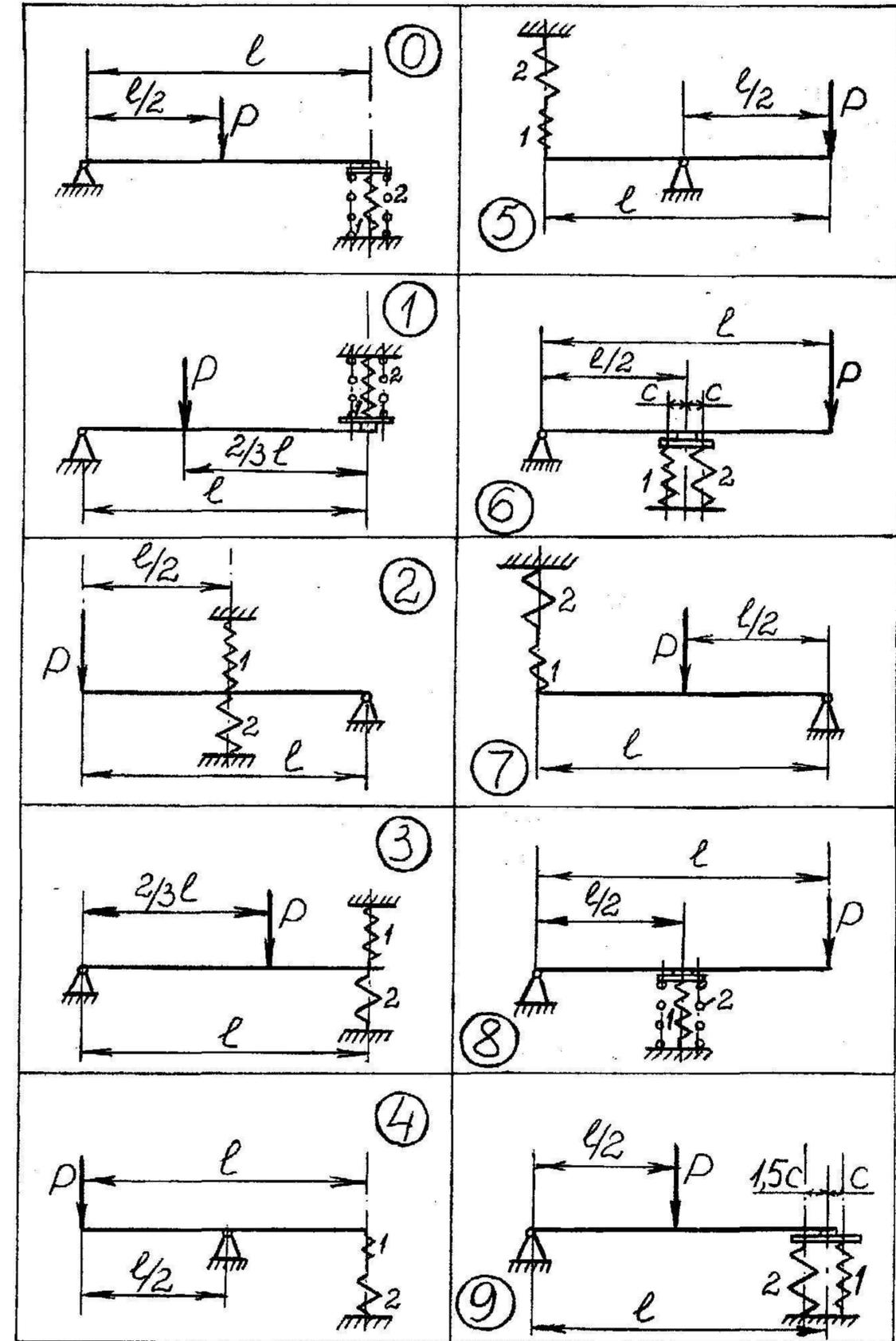


Рис. 13

І НАУКИ

Додаток

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

КАФЕДРА ДИНАМІКИ, МІЦНОСТІ МАШИН ТА ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ

КУРСОВА РОБОТА
З ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ

Факультет механіко-машинобудівний

Група МТ-11

Студент Петренко Микола Іванович

Шифр 78

Викладач /Осадчук В.Г./

КИЇВ - 1998

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Расчетно-графические задания / В.В. Хильчевский, Н.А. Венцель, Л.А. Тютюнник: Учеб. пособие по курсу “Сопротивление материалов”: Ч. I. – К.: КПИ, 1968.
2. Методические указания по расчетно-графическим заданиям. / Сост.: Н.А. Венцель, Л.А. Тютюнник, В.В. Хильчевский: Ч. I. – К.: КПИ, 1973.
3. Методические указания по расчетно-проектным работам / Сост. В.А. Бородавко. – К.: КИИГА, 1977.
4. Методические указания к расчетно-проектировочным заданиям по дисциплине «Сопротивление материалов» / Сост.: Г.Е. Зубанева, Л.В. Рогозина, В.В. Хильчевский. – К.: КПИ, 1984.
5. Методические указания к расчетно-проектировочным заданиям по дисциплине «Сопротивление материалов» / Сост.: Г.Е. Визерская, Л.В. Рогозина, В.В. Хильчевский и др. – К.: КПИ, 1991.
6. Методичні вказівки до розрахунково-проектувальних завдань з дисципліни “Опір матеріалів”. Ч. I. / Укл.: Г.Є. Візерська, Л.В. Рогозіна, Б.І. Ковальчук та інші. – К.: КПІ, 1993.
7. Методичні вказівки до розрахунково-проектувальних завдань з дисципліни “Опір матеріалів”. Ч. II. / Уклад.: Г.Є. Візерська, Л.В. Рогозіна, Б.І. Ковальчук та інші. – К.: КПІ, 1993.

ЗМІСТ.

Загальні положення	3
Вибір варіанта завдання	4
Оформлення курсової роботи	4
Задача № 1 Розрахунок на міцність ступінчастого стержня при розтягу – стиску	6
Задача № 2 Розрахунок на міцність шарнірно-стержневої системи при розтягу – стиску	10
Задача № 3 Розрахунок на міцність статично-невизначного стержня при розтягу – стиску	12
Задача № 4 Розрахунок на міцність статично невизначної стержневої системи при розтягу – стиску	15
Задача № 5 Аналіз напружено-деформованого стану	18
Задача № 6 Розрахунок зварних з'єднань	21
Задача № 7 Розрахунок вала на кручення	23
Задача № 8 Розрахунок гвинтових циліндричних пружин	26
Задача № 9 Розрахунок на міцність консольних балок	29
Задача № 10 Розрахунок на міцність шарнірно-опертих балок	32
Задача № 11 Розрахунок на міцність консольних рам	35
Задача № 12 Розрахунок на міцність шарнірно-опертих рам	38
Задача № 13 Розрахунок допустимого навантаження балки на пружинній опорі	41

Для нотаток

Навчальне видання

Методичні вказівки до курсової роботи
з дисципліни “Опір матеріалів”
для студентів всіх спеціальностей
денної та вечірньої форм навчання

Частина I

Укладачі:

Бабенко Андрій Єлисейович
Ковальчук Борис Іванович
Хильчевський Володимир Васильович
Шпак Дмитрій Юхимович
Шукаєв Сергій Миколайович

Відповідальний редактор:

М.І. Бобир

Рецензенти:

О.О. Боронко
Ф.Ф. Гігіняк

Редактор

Н.В. Коваль

Комп'ютерна верстка:

Ю. І. Гнатюк

Підп. до друку 15.07.98 р.
Формат 60x84^{1/16}. Ум. друк. арк. 3.
Тираж 300 прим.

Видавничий відділ КЛТКМ
м.Київ, вул. Борщагівська, 124