



Національний університет
водного господарства та
природокористування

Міністерство освіти і науки України

**Національний університет водного господарства та
природокористування**

Кафедра опору матеріалів і будівельної механіки

084-3

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання контрольних робіт
з навчальної дисципліни “Опір матеріалів”
для студентів заочної форми навчання за напрямками
підготовки:**

“Будівництво”

“Гідротехніка (водні ресурси)”

“Машинобудування”

“Автомобільний транспорт”

“Гідроенергетика”

“Теплоенергетика”

“Гірництво”

Рекомендовано
методичною комісією за
напрямом підготовки
„Будівництво”
Протокол № 3
від 24.11.2010 р.

Рівне – 2010



Національний університет

водного господарства
та природокористування

Методичні вказівки до виконання контрольних робіт з навчальної дисципліни “Опір матеріалів” для студентів заочної форми навчання за напрямками підготовки: “Будівництво”, “Гідротехніка (водні ресурси)”, “Машинобудування”, “Автомобільний транспорт”, “Гідроенергетика”, “Теплоенергетика”, “Гірництво”/ Гуртовий О.Г., Андрушков В.І., Тинчук С.О. – Рівне: НУВГП, 2010 – с. 45.

Видання третє, перероблене та доповнене.

Упорядники: Гуртовий О.Г., к.т.н., доцент
Андрушков В.І., к.т.н., доцент
Тинчук С.О., ст. викладач

Відповідальний за випуск: Трач В.М., доктор техн. наук,
професор, завідувач кафедри
опору матеріалів і будівельної
механіки.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

© Гуртовий О.Г., Андрушков В.І.,
Тинчук С.О., 2010
© НУВГП, 2010



1.1. Студент розв'язує задачі, які входять до складу контрольних робіт, користуючись таблицею 1.1.

Таблиця 1.1.

Напрямок	Назва спеціальності	Номера задач
„Будівництво”	ПЦБ, ГТБ, ТГВ, МБГ, ТБК, АДА	КР №1: 1, 2, 3, 4(5), 6 КР №2: 7(8), 9(10), 12, 13, 16
„Машинобудування”	ПТМ, ОХВ	2, 3, 4, 6, 9, 11, 13, 15
„Автомобільний транспорт”	ААГ	2, 3, 4(5), 6, 11, 12(14), 13, 15
„Теплоенергетика”	ТЕП	1, 3, 5, 6, 10, 13, 16
„Гідротехніка (водні ресурси)”	ГМ, ВіВ	1, 3, 5, 6, 10, 13
„Гірництво”	РРКК	1, 3, 5, 6

1.2. Для кожної задачі є таблиця з числовими показниками. Студент вибирає дані до задач відповідно до свого шифру. Шифром студента є букви, які входять до його прізвища.

Розглянемо приклад вибору даних для виконання 1-ї задачі.

Прізвище студента Кравчук. В таблиці 3.1 числові значення величин вибираються відповідно в рядках позначених буквами К, Р, А, В, Ч, У, К.

Дані будуть такі: схема № 3, $A = 11 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$, $a = 1,1 \text{ м}$, $b = 1,25 \text{ м}$, $c = 1,45 \text{ м}$, $F = 1,1 \text{ кН}$.

Якщо в групі є декілька студентів з одним прізвищем, то перший за списком вибирає дані за прізвищем, другий – по імені, третій – по батькові.

Якщо кількість букв прізвища недостатня для вибору даних для задачі, то прізвище треба написати ще раз.

1.3. При розв'язанні задач всі арифметичні обчислення вести, зберігаючи не більш трьох значущих цифр.



1.4. Необхідно вказувати розмірність одержаних величин і підкреслювати ці величини.

На кресленнях, схемах чи графіках треба вказувати в числах основні величини, які зустрічаються в розрахунках.

1.5. Контрольні роботи оформляти в зошитах.

1.6. Роботи, які виконані з порушенням пунктів 1.1,... , 1.5 не рецензуються.

2. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ТЕРМІНИ

Опір матеріалів – наука про інженерні методи розрахунку на міцність, жорсткість та стійкість (розділ механіки твердого деформовного тіла).

Міцність – здатність витримувати навантаження не руйнуючись.

Жорсткість – здатність деформуватися в заданих межах.

Стійкість – здатність зберігати початкову форму рівноваги.

Об'єкт вивчення – реальне тверде тіло, що здатне деформуватися (суцільне та однорідне, ізотропне чи анізотропне, пружне чи пружно-пластичне).

Конструктивні форми: брус, пластина, оболонка, масивне тіло.

Зовнішні сили – результат дії інших сил на дане тіло.

Навантаження – сукупність поверхневих та об'ємних, активних та реактивних, постійних та тимчасових, статичних чи динамічних сил, що діють на тіло.

Внутрішні сили – сили опору, що додатково виникають в тілі внаслідок навантаження.

Метод перерізів – метод визначення внутрішніх сил (внутрішні сили, що діють на залишену частину тіла).

Механічна напруга (нормальна, дотична, повна, допустима) – міра інтенсивності внутрішніх сил.

Деформація (пружна, пластична) – зміна форми та розмірів тіла під навантаженням.

Будівельний матеріал (пластичний чи крихкий) – речовина із певними природними властивостями.

Пластичний матеріал – матеріал, у якого пластичні деформації перед руйнуванням значно перевищують пружні.

Крихкий матеріал – матеріал, у якого пластичні деформації перед руйнуванням не перевищують пружних.



Механічні характеристики міцності матеріалів: границя пропорційності, границя пружності, границя текучості, границя міцності.

Механічні характеристики пластичності матеріалів: відносне залишкове подовження при руйнуванні, відносне залишкове зсування при руйнуванні.

Методи розрахунків в опорі матеріалів: метод допустимих напруг; метод руйнівних навантажень; метод граничних станів.

Типи задач опору матеріалів: перевірний розрахунок, визначення допустимих навантажень, проектний розрахунок.

Статично невизначні задачі – задачі, розв’язок яких неможливо одержати за допомогою одних лише умов рівноваги сил, що діють на тіло.

Прості деформації: розтяг (стиск), зсув, згин, кручення.

Стержень (стрижень) – брус, що розтягується чи стискається.

Балка – брус, що згинається.

Вал – брус, що закручується.

Епюри внутрішніх сил – графіки, що визначають зміну внутрішніх сил (подовжніх сил N , поперечних сил Q , згинних моментів M , крутних моментів T) вздовж бруса.

Небезпечний переріз бруса – переріз, у якому виникає найбільша нормальна σ_{max} чи дотична τ_{max} напруга.

Моменти інерції поперечного перерізу бруса – геометричні характеристики опірності перерізу згинові та крученню (осьові моменти інерції, полярний момент інерції, відцентровий момент інерції).

Моменти опору перерізу бруса (осьовий та полярний) – відношення відповідного моменту інерції до відстані до найвіддаленішої точки (від осі чи полюса) перерізу.

Складний опір – вид деформування, при якому одночасно мають місце кілька видів простих деформацій (основні види складного опору: навскісний згин, просторовий згин, згин з розтягом чи стиском, позацентровий розтяг чи стиск, одночасна дія згину та кручення, загальний випадок складного опору).

Критична сила прямого стиснутого стержня (стрижня) – найменша стискуюча сила, при якій прямолінійна форма рівноваги стає нестійкою.

Види динамічних задач: врахування сил інерції при сталих



прискореннях, коливання, ударне навантаження.

Втомне руйнування – руйнування внаслідок розвитку тріщин при повторно-змінних навантаженнях.

Границя витривалості – найбільша повторно-змінна напруга, при якій не буде втомного руйнування.

3. ОСНОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ І ОДИНИЦІ ВИМІРУ ВЕЛИЧИН

F зосереджена зовнішня сила, H

T_e зовнішній скручувальний момент, Hm

N внутрішня поздовжня сила, H

Q_y, Q_z внутрішні поперечні сили, H

M_y, M_z внутрішні згинні моменти, Hm

T внутрішній крутний момент, Hm

$M_{tot} = \sqrt{M_z^2 + M_y^2}$ результуючий згинний момент, Hm

M_r розрахунковий момент згідно з прийнятою теорією міцності, Hm

A площа поперечного перерізу бруса, m^2

I_z, I_y осьові моменти інерції поперечного перерізу бруса, m^4

I_ρ полярний момент інерції поперечного перерізу бруса, m^4

S_z, S_y статичні моменти плоского перерізу, m^3

W_z, W_y осьові моменти опору поперечного перерізу бруса, m^3

W_ρ полярний момент опору поперечного перерізу бруса, m^3

σ нормальна механічна напруга, Pa



τ_{adm}	дотична механічна напруга, $Па$
σ_{adm}^t	допустима напруга розтягу, $Па$
σ_{adm}^c	допустима напруга стиску, $Па$
τ_{adm}	допустима напруга зсуву, $Па$
σ_{adm}^{con}	допустима контактна напруга, $Па$
E	модуль пружності матеріалу, $Па$
G	модуль зсуву матеріалу, $Па$
R	розрахунковий опір, $Па$
σ_{cr}	критична напруга, $Па$
ν, f	прогин балки в довільному і визначеному перерізах, m

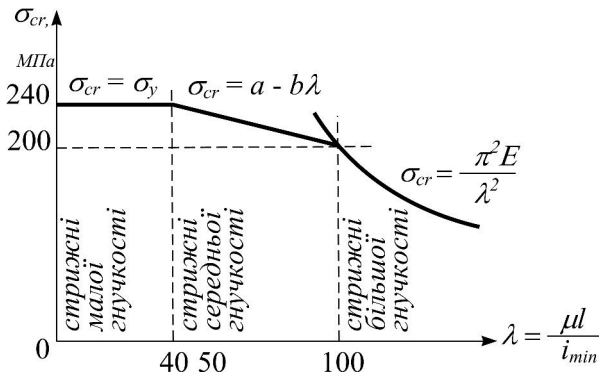


θ кут повороту поперечного перерізу
бруса, $рад$; $град/м$

ϵ відносна лінійна деформація

γ відносна кутова деформація

Розрахунок стійкості стиснутого сталевго стержня (стрижня) (повний графік критичних напруг)





Національний університет
водного господарства
та природокористування



Національний університет
водного господарства
та природокористування

4. ОСНОВНІ ЗАЛЕЖНОСТІ ПРИ СТАТИЧНИХ РОЗРАХУНКАХ

Таблиця 2.1

Вид деформації	Внутрішні сили опору	Геометричні хар-ки опору	Напруга	Умови міцності	Деформації (закон Гука)	Умови жорсткості
Розтяг (стиск)	N	A	$\sigma = \frac{N}{A}$	$\frac{N}{A} \leq \sigma_{adm}$	$\sigma = E\varepsilon; \varepsilon = \Delta l/l$ $\Delta l = Nl/EA$	-
Зсув	Q	A	$\tau = \frac{Q}{A}$	$\frac{Q}{A} \leq \tau_{adm}$	$\tau = G\gamma; \gamma = \Delta S/a$ $\Delta S = Qa/GA$	-
Зімяття	N^{con}	A^{con}	$\sigma^{con} = N^{con}/A^{con}$	$N^{con}/A^{con} \leq \sigma_{adm}^{con}$	-	-
Прямий згин	M_z, Q_y	$I_z = I_{H.O.};$ $W_z = W_{H.O.} = \frac{I_{H.O.}}{y_{max}}$	$\sigma = \frac{M_z \cdot y}{I_z}; \tau = \frac{Q_y \cdot S_z}{b_{(y)} I_z}$	$\frac{M_z^{max}}{W_z} \leq \sigma_{adm}$ $\frac{Q_y^{max} \cdot S_z^{max}}{b \cdot I_z} \leq \tau_{adm}$	Кривизна балки: $\frac{1}{\rho} = \frac{M_z}{EI_z}$	$f_{max} \leq f_{adm}$
Кручення круглих валів	T	$I_p;$ $W_p = I_p/0,5d$	$\tau = T \cdot \rho / I_p$ ρ – полюсна відстань	$\frac{T^{max}}{W_p} \leq \tau_{adm}$	Відносний кут закручування $\theta = T/GI_\rho$	$\theta_{max} \leq \theta_{adm}$
Навскісний згин	M_z, M_y Q_z, Q_y	I_z, I_y W_z, W_y	$\sigma = \frac{M_z \cdot y}{I_z} + \frac{M_y \cdot z}{I_y}$	$\frac{M_z}{W_z} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_{adm}$	Прогин: $f = \sqrt{f_y^2 + f_z^2}$	$f_{max} \leq f_{adm}$
Позацентричний розтяг (стиск)	N, M_z, M_y	$A; i_z = \sqrt{I_z/A}$ $i_y = \sqrt{I_y/A}$	$\sigma = \pm \frac{N}{A} \left(1 + \frac{z_p \cdot z}{i_y^2} + \frac{y_p \cdot y}{i_z^2} \right)$	$\sigma_{max}^t \leq \sigma_{adm}^t$ $\sigma_{max}^c \leq \sigma_{adm}^c$	-	-
Згин з крученням	M_z, M_y T, Q_z, Q_y	$W_{H.O.}$	-	$\frac{M_r}{W_{H.O.}} \leq \sigma_{adm}$	-	-



Умова стійкості:

$$\frac{F}{A} \leq \varphi \sigma_{adm},$$

φ – коефіцієнт поздовжнього згину (коефіцієнт зменшення допустимої напруги).

Розрахунки бруса при динамічних навантаженнях:

$$\sigma_d = \sigma_{st} \cdot k_d; \Delta_d = \Delta_{st} \cdot k_d;$$

$$k_d = 1 + \frac{a}{g}, \quad a = const \text{ – при сталих пришвидшеннях};$$

$$k_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\delta_{st}}} \text{ – при ударному навантаженні};$$

$$k_d = 1 + \frac{H}{F} \beta \text{ – при коливаннях.}$$

H – максимальне значення збурюючої сили;

F – стале навантаження;

$$\beta = \frac{1}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_o}\right)^2} \text{ – коефіцієнт зростання коливань};$$

ω – колова частота збурюючої сили;

ω_o – колова частота власних коливань.

5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Задача № 1

Сталевий брус (рис.3.1, питома вага сталі $\gamma = 7,6 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^3$, модуль пружності $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$) знаходиться під дією поздовжньої сили F і власної ваги.

Потрібно:

1. Побудувати епюру поздовжніх сил.
2. Побудувати епюру нормальних напруг.
3. Визначити переміщення перерізу I-I.

Дані взяти із таблиці 3.1.

Л і т е р а т у р а: [1] §15, 36; [2] §1.14; [3] §24; [4] §7.2



Таблиця 3.1 (дані до задач 1; 2)

Букви алфавіту	Схема	$A, 10^{-4} \text{ м}^2$	a	b	c	$F, \text{ кН}$
			м			
А	1	11	1,10	1,15	1,20	1,10
Б	2	12	1,15	1,20	1,25	1,15
В	3	13	1,20	1,25	1,30	1,20
Г	4	14	1,25	1,30	1,35	1,25
Д	5	15	1,30	1,35	1,40	1,35
Е	6	16	1,35	1,40	1,45	1,40
Є	7	17	1,40	1,45	1,50	1,45
Ж	8	18	1,45	1,50	1,55	1,50
З	9	19	1,50	1,55	1,60	1,60
И	10	20	1,55	1,60	1,65	1,70
І, Ії	1	19	1,60	1,65	1,70	1,80
Й	2	18	1,65	1,70	1,75	1,90
К	3	17	1,70	1,75	1,80	2,00
Л	4	16	1,75	1,80	1,85	1,90
М	5	15	1,80	1,85	1,90	1,80
Н	6	14	1,85	1,90	1,95	1,70
О	7	13	1,90	1,95	2,00	1,60
П	8	12	1,70	1,80	1,90	1,50
Р	9	11	1,60	1,70	1,80	1,40
С	10	10	1,55	1,65	1,75	1,30
Т	1	11	1,35	1,45	1,55	1,20
У	2	12	1,25	1,35	1,45	1,10
Ф	3	13	1,15	1,25	1,35	1,15
Х	4	14	1,10	1,20	1,30	1,25
Ц	5	15	1,05	1,15	1,25	1,35
Ч	6	16	1,25	1,35	1,45	1,45
Ш	7	17	1,45	1,55	1,65	1,55
Щ	8	18	1,65	1,75	1,85	1,65
Ю	9	19	1,75	1,85	1,95	1,75
Я	10	20	1,80	1,90	2,00	1,80
Ь	1	25	2,00	2,00	2,20	1,90

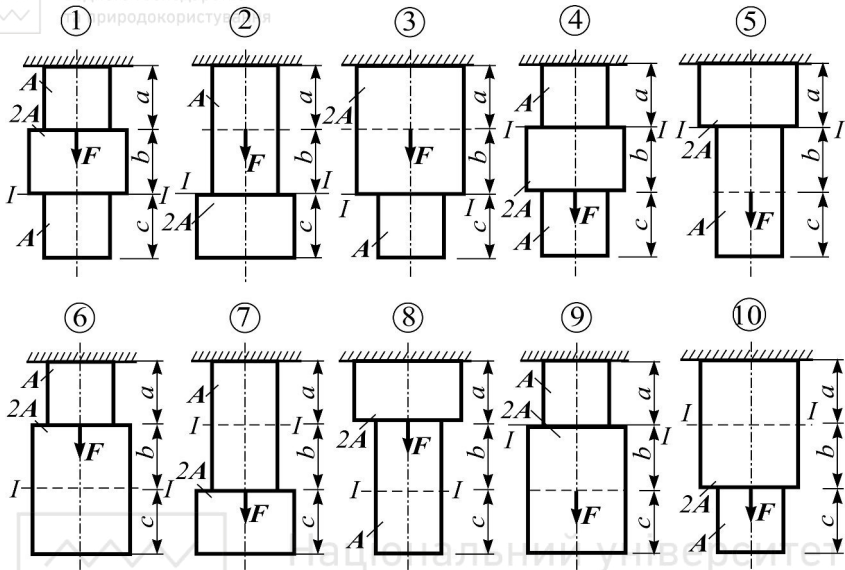


Рис 3.1. Схема бруса

Задача № 2

Абсолютно жорсткий брус спирається на шарнірно-нерухому опору і прикріплений до двох стержнів за допомогою шарнірів (рис.3.2).

Потрібно:

1. Знайти зусилля і напруги в стержнях, виразивши їх через силу Q .

2. Знайти допустиме навантаження Q_{adm} . Більшу із напруг в двох стержнях прирівняти до допустимої напруги $\sigma_{adm} = 160$ МПа.

3. Знайти граничну вантажопідйомність системи Q_u і допустиме навантаження Q_{adm} , якщо границя текучості $\sigma_y = 240$ МПа і запас міцності $n = 1,5$.

4. Порівняти величини Q_{adm} , які були одержані при розрахунках за допустимою напругою (п.2) і допустимим навантаженням (п.3).

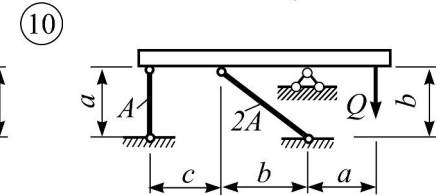
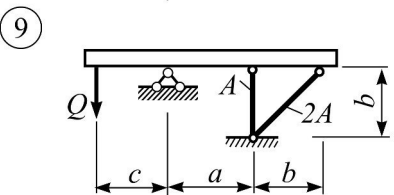
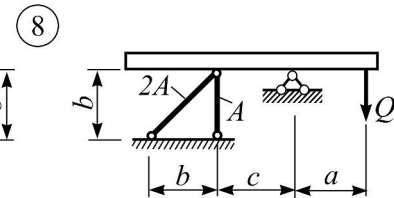
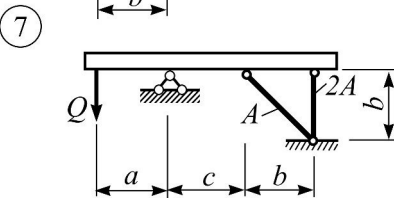
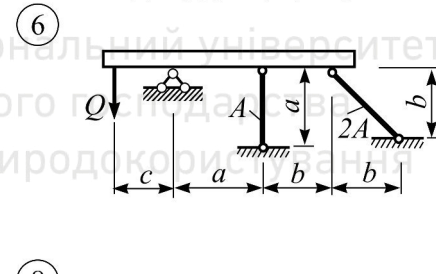
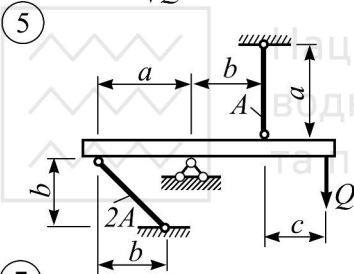
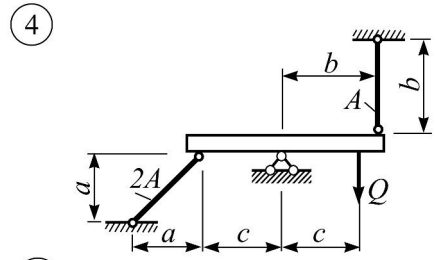
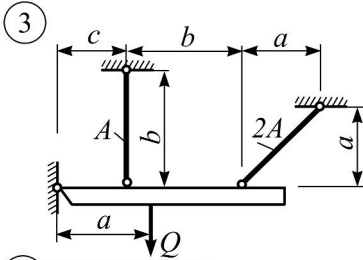
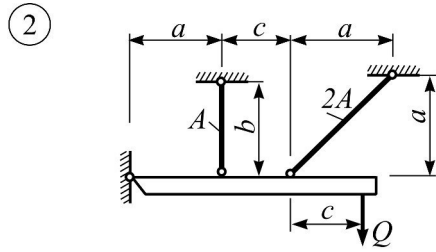
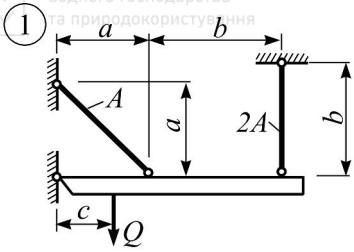


Рис.3.2. Схема закріплення жорсткого бруса



Дані взяти із таблиці 3.1 і рис. 3.2.

В к а з і в к а. Для визначення двох невідомих зусиль в стержнях потрібно скласти одне рівняння рівноваги і одне рівняння сумісності деформацій.

Для відповіді на третє питання потрібно мати на увазі, що в одному із стержнів напруга буде більшою ніж в другому; умовно назвемо цей стержень першим. При збільшенні навантаження напруга в першому стержні досягне границі текучості раніше ніж у другому. Коли це відбудеться, напруга в першому стержні деякий час не буде зростати, якщо навантаження буде зростати. Система, таким чином, стає статично визначною, навантаженою силою Q (поки що невідомою) і зусиллям в першому стержні:

$$N_1 = \sigma_y \cdot A_1 \quad (\text{С})$$

При подальшому збільшенні навантаження напруга і в другому стержні досягне границі текучості:

$$N_2 = \sigma_y \cdot A_2 \quad (\text{Д})$$

Складемо рівняння рівноваги і підставляємо в нього значення зусиль (С) і (Д). З одержаного рівняння визначасмо граничну вантажопідйомність Q_u .

Л і т е р а т у р а: [1] §15, 36, 37; [2] §1.14-15; [3] §18, 24; [4] §7.2; 9.2.

З а д а ч а № 3

Для заданого сталевого вала трубчастого поперечного перерізу (рис. 3.3) потрібно:

1. Визначити величину моменту Te_5 з умови рівноваги вала.
2. Побудувати епюру крутних моментів.
3. Визначити зовнішній і внутрішній діаметри вала, виходячи з

умови міцності. Відношення $\frac{d_1}{d_2} = 0,8$. Одержані розміри округлити

до 5 мм. Наприклад: $d = 30, 35, 40, 45, 50$ і т.д.

4. Визначити кут закручування вала на кожній ділянці; модуль пружності зсуву для сталі $G = 8 \cdot 10^4$ МПа.

5. Побудувати епюру кутів закручування вала.

6. Визначити найбільший відносний кут закручування вала (на 1 пог. м).

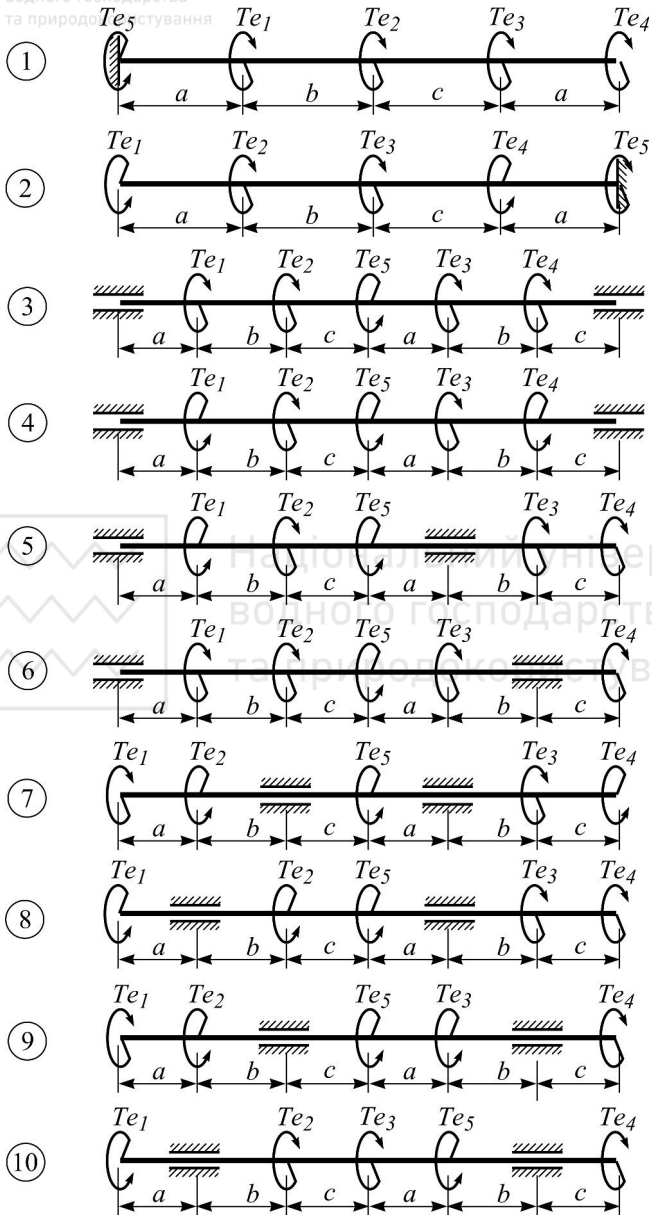


Рис. 3.3. Розрахункова схема вала



7. Визначити діаметр вала d (суцільного перерізу) з умови міцності.
8. Порівняти площі перерізів трубчастого і суцільного валів. Дані взяти з табл. 3.2 і рис. 3.3.

Література: [1] § 3.16; [2] § 6.4; [3] § 47-50; [4] § 4.6.

Таблиця 3.2 (дані до задачі 3)

Букви алфавіту	Схема	Довжина , м			Моменти , кН·м				σ_{adm} МПа
		a	b	c	Te_1	Te_2	Te_3	Te_4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	1	1,1	1,1	2,0	1,1	0,6	2,0	1,5	30
Б	2	1,2	1,2	1,9	1,2	0,7	1,9	1,4	35
В	3	1,3	1,3	1,8	1,3	0,8	1,8	1,3	40
Г	4	1,4	1,4	1,7	1,4	0,9	1,7	1,2	45
Д	5	1,5	1,5	1,6	1,5	1,0	1,6	1,1	50
Е	6	1,6	1,6	1,5	1,6	1,1	1,5	1,0	55
Є	7	1,7	1,7	1,4	1,7	1,2	1,4	0,9	60
Ж	8	1,8	1,8	1,3	1,8	1,3	1,3	0,8	65
З	9	1,9	1,9	1,2	1,9	1,4	1,2	0,7	70
И	10	2,0	2,0	1,1	2,0	1,5	1,1	0,6	75
І	1	1,1	1,9	2,0	1,1	0,6	2,0	0,5	80
Ї	2	1,2	1,8	1,9	1,2	0,7	1,9	1,5	85
Й	3	1,3	1,7	1,8	1,3	0,8	1,8	1,4	30
К	4	1,4	1,6	1,7	1,4	0,9	1,7	1,3	35
Л	5	1,5	1,8	1,6	1,5	1,0	1,6	1,2	40
М	6	1,6	1,4	1,5	1,6	1,1	1,5	1,1	45
Н	7	1,7	1,3	1,4	1,7	1,2	1,4	1,0	50
О	8	1,8	1,2	1,3	1,8	1,3	1,3	0,9	55
П	9	1,9	1,1	1,2	1,9	1,4	1,2	0,8	60
Р	10	2,0	1,5	1,1	2,0	1,5	1,1	0,7	65
С	1	1,1	1,6	2,0	1,1	0,6	2,0	0,6	70
Т	2	1,2	1,7	1,9	1,2	0,7	1,9	1,5	75
У	3	1,3	1,8	1,8	1,3	0,8	1,8	1,4	80
Ф	4	1,4	1,9	1,7	1,4	0,9	1,7	1,3	85



Продовження таблиці 3.2 (дані до задачі 3)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	5	1,5	2,0	1,6	1,5	1,0	1,6	1,2	30
Ц	6	1,6	1,9	1,8	1,6	1,1	1,5	1,1	35
Ч	7	1,7	1,8	1,4	1,7	1,2	1,4	1,0	40
Ш	8	1,8	1,7	1,3	1,8	1,3	1,3	0,9	45
Щ	9	1,9	1,6	1,2	1,9	1,4	1,2	0,8	50
Ю	10	2,0	1,5	1,1	2,0	1,5	1,1	0,7	55
Я	1	1,1	1,4	2,0	1,9	1,6	2,0	0,6	60
Б	2	1,2	1,3	1,9	1,8	1,7	1,9	0,5	65

Задача №4

Для заданого складеного перерізу (рис.3.4, табл.3.3) визначити положення головних центральних осей і величини головних центральних моментів інерції. Побудувати еліпс інерції.

Порядок розв'язування задачі

1. Виписати потрібні дані із таблиць сортаменту.
2. Накреслити переріз в масштабі на листі формату А₄, де показати всі розміри.
3. Вибрати допоміжні координатні осі і визначити положення центра ваги складеного перерізу.
4. Провести центральні осі складеного перерізу (паралельні осям прокатних профілів). Обчислити значення осьових і відцентрового моментів інерції перерізу відносно центральних осей.
5. Визначити положення головних центральних осей і обчислити значення головних центральних моментів інерції.
6. Визначити головні радіуси інерції і побудувати еліпс інерції.

Л і т е р а т у р а : [1] § 2-10; [2] глава 4; [3] § 69-70; [4] глава 5.



Таблиця 3.3 (дані до задачі 4; 5)

Букви алфавіту	Схема	Швелер	Двотавр	Кутник рівнобічний	Кутник нерівнобічний	<i>a/b</i>
1	2	3	4	5	6	7
А	1	27	27	8	12,5/8	0,25
Б	2	30	30	9	14/9	0,1
В	3	33	33	10	16/10	0,2
Г	4	36	36	11	18/11	0,3
Д	5	40	40	12,5	20/12,5	0,4
Е	6	36	45	11	14/9	0,5
Є	7	33	30	10	25/16	0,6
Ж	8	30	33	9	11/7	0,4
З	9	27	40	8	12,5/8	0,3
И	10	30	36	9	14/9	0,2
І, І	1	33	33	10	16/10	0,1
Й	2	36	30	11	18/11	0,2
К	3	40	27	12,5	20/12,5	0,25
Л	4	36	30	11	25/16	0,3
М	5	33	33	10	11/7	0,4
Н	6	30	36	9	12,5/8	0,5
О	7	27	40	8	14/9	0,6
П	8	30	27	9	16/10	0,5
Р	9	33	30	10	18/11	0,4
С	10	36	36	11	20/12,5	0,3
Т	1	40	40	12,5	25/16	0,25
У	2	36	33	11	11/7	0,2
Ф	3	33	33	10	12,5/8	0,1
Х	4	30	30	9	14/9	0,2
Ц	5	27	27	8	16/10	0,25
Ч	6	30	30	9	18/11	0,3
Ш	7	33	33	10	20/12,5	0,4
Щ	8	36	36	11	25/16	0,5
Ю	9	40	40	12,5	11/7	0,4
Я	10	36	33	11	14/9	0,3
Ь	1	33	30	10	18/11	0,2

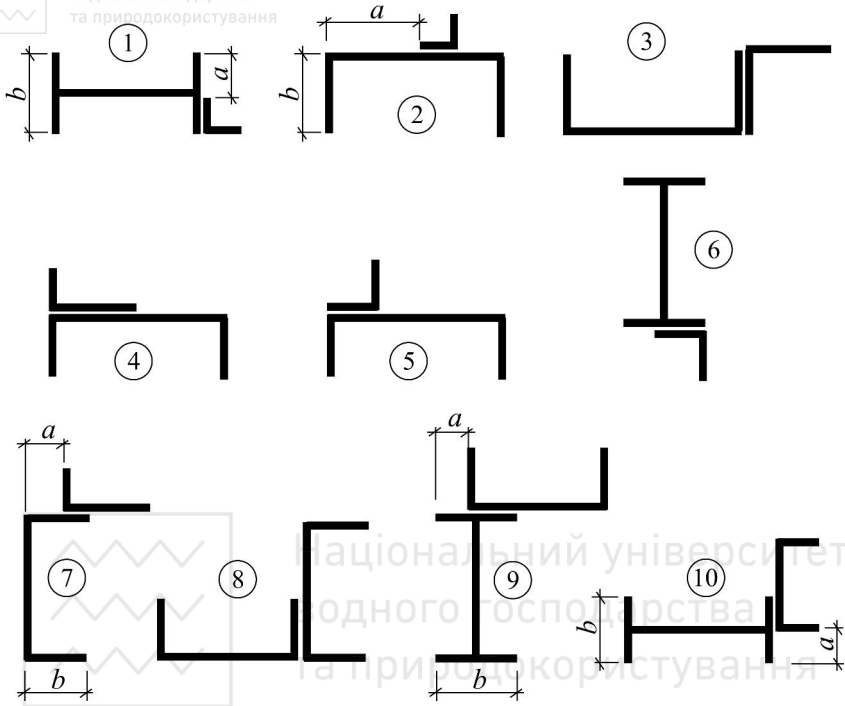


Рис. 3.4. Схема складеного перерізу

З а д а ч а № 5

Для заданого складеного перерізу (рис. 3.5, табл. 3.3) визначити головні центральні моменти інерції.

Порядок розв'язування задачі

1. Виписати потрібні дані із таблиць сортаменту.
2. Накреслити переріз в масштабі.
3. Вибрати допоміжні координатні осі і визначити положення центра ваги складеного перерізу.

П р и м і т к а. За одну із допоміжних координатних осей вибрати вісь симетрії перерізу.



4. Через центр ваги складеного перерізу провести головні центральні осі і обчислити значення головних центральних моментів інерції.

Література: [1] § 2-10; [2] глава 4; [3] § 69-70; [4] глава 5.

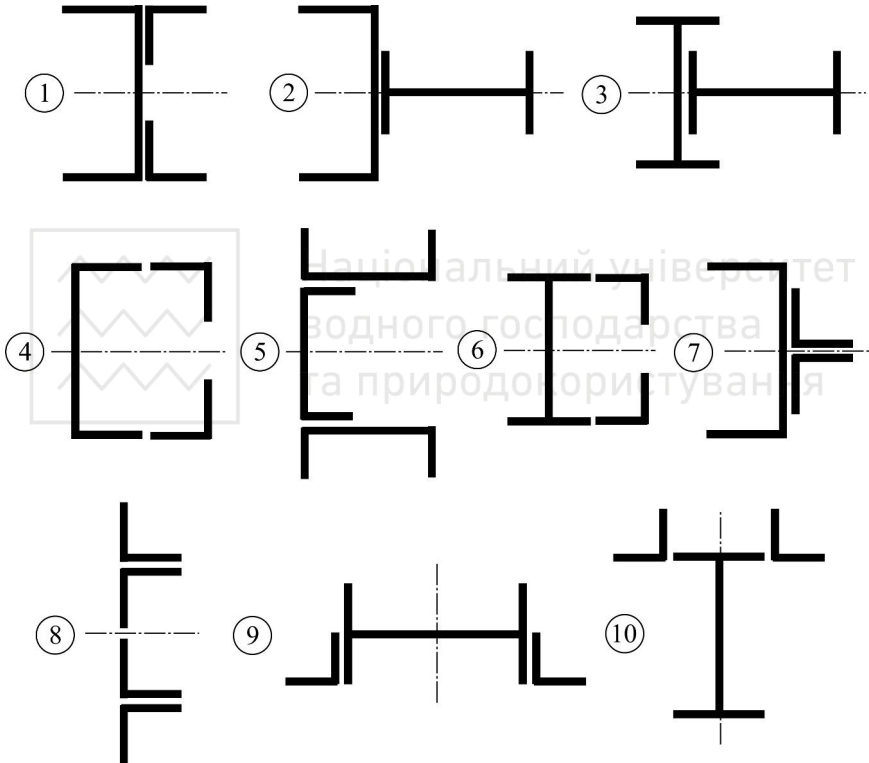


Рис. 3.5. Схема складеного перерізу



Задача № 6

Для заданих двох схем балок побудувати епюри поперечних сил і згинних моментів, визначити M_{max} і підібрати розміри поперечного перерізу:

а) для схеми (а) діаметр круглого перерізу дерев'яної балки. При розрахунках прийняти $\sigma_{adm} = 10 \text{ МПа}$;

б) для схеми (б) номер профіля двотавра. При розрахунках прийняти $\sigma_{adm} = 160 \text{ МПа}$.

Дані взяти з табл. 3.4 і рис. 3.6.

Порядок розв'язування задачі

1. Визначити опорні реакції.
2. Поділити кожен балку на ділянки і вказати границі ділянок.
3. Записати вирази $M(x)$ і $Q(x)$ для кожної ділянки і обчислити величини $M(x)$ і $Q(x)$ в характерних перерізах кожної ділянки.
4. Побудувати епюри поперечних сил і згинних моментів.
5. Підібрати поперечні перерізи балок.

Л і т е р а т у р а : [1] § 17-21, 60; [2] § 7.1-7.8; [3] § 58, 64; [4] § 4.7-7.7

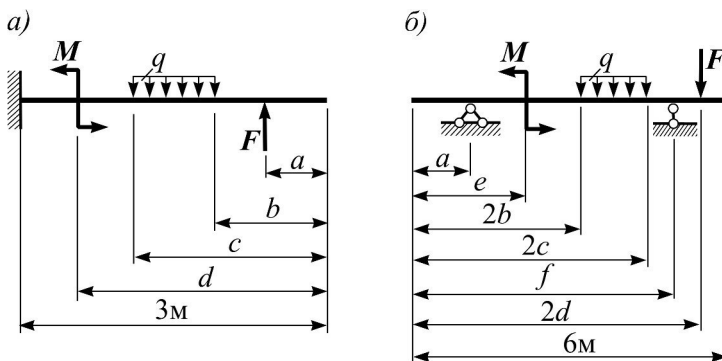


Рис. 3.6. Розрахункова схема балки



Таблиця 3.4 (дані до задачі 6)

Букви алфа- віту	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>F</i> , кН	<i>q</i> , кН/м	<i>M</i> , кН·м
	м								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	0	0	2	0	1	4	50	30	50
Б	1	1	3	1	2	5	45	25	60
В	2	0	2	2	3	6	40	20	70
Г	0	1	3	0	4	4	35	15	80
Д	1	0	2	1	5	5	30	10	90
Е	2	1	3	2	6	6	25	15	100
Є	0	0	2	0	1	4	20	20	95
Ж	1	1	3	1	2	5	15	25	90
З	2	0	2	2	3	6	10	30	85
И	0	1	3	0	4	4	15	10	80
І, І́	1	0	2	1	5	5	20	15	75
Й	2	1	3	2	6	6	25	20	70
К	0	0	2	0	1	4	30	25	65
Л	1	1	3	1	2	5	35	20	60
М	2	0	2	2	3	6	40	10	55
Н	0	1	3	0	4	4	45	15	50
О	1	0	2	1	5	5	50	20	55
П	2	1	3	2	6	6	55	25	60
Р	0	0	2	0	1	4	60	30	65
С	1	1	3	1	2	5	55	10	70
Т	2	0	2	2	3	6	50	15	75
У	0	1	3	0	4	4	45	20	80
Ф	1	0	2	1	5	5	40	25	85
Х	2	1	3	2	6	6	35	30	90
Ц	0	0	2	0	1	4	30	10	30
Ч	1	1	3	1	2	5	25	15	40
Ш	2	0	2	2	3	6	20	20	50
Щ	0	1	3	0	4	4	15	25	60
Ю	1	0	2	1	5	5	10	20	70
Я	2	1	3	2	6	6	20	30	80
Ь	0	0	2	0	1	4	35	15	50



Задача 7

Для заданої балки побудувати епюри поперечних сил і згинних моментів і підібрати двотавровий поперечний переріз. При розрахунках прийняти $\sigma_{adm} = 160$ МПа.

Побудувати епюру прогинів, вирахувавши дві ординати в прольоті балки і одну на консолі. Модуль пружності $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Дані взяти з табл. 3.5, рис. 3.7.

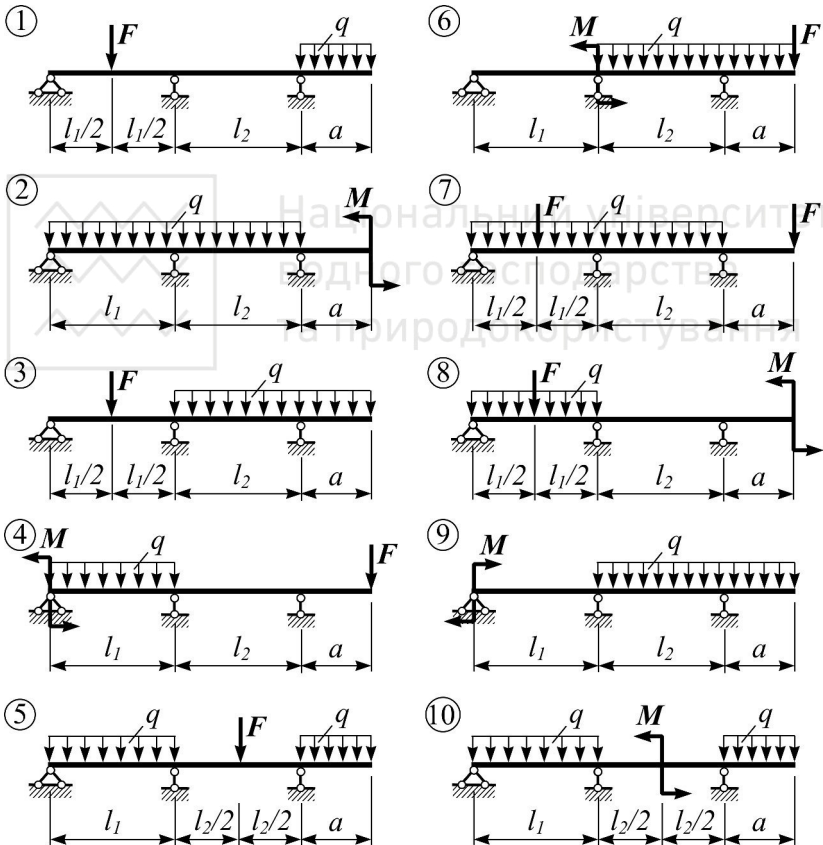


Рис.3.7. Розрахункова схема балки



Порядок розв'язування задачі

1. Вибрати основну систему методу сил.
2. Побудувати епюру згинних моментів M від зовнішніх сил і вирахувати площі цих епюр.
3. Визначити опорні моменти, використовуючи „рівняння трьох моментів”.
4. Визначити опорні реакції.
5. Побудувати епюри згинних моментів M і поперечних сил Q .
6. Підібрати поперечний переріз балки.
7. Методом початкових параметрів визначити прогин в двох перерізах (в прольоті балки і на кінці консолі).

Л і т е р а т у р а : [1] § 63, 93; [2] § 9.8; [3] § 116, 117; [4] § 18.7.

Таблиця 3.5 (дані до задачі 7)

Букви алфавіту	Схема балки	F , кН	q , кН/м	l_1 , м	l_2 , м	a , м	M , кН·м
1	2	3	4	5	6	7	8
А	1	20	8	2	2	1,0	10
Б	2	24	10	3	3	2,0	20
В	3	28	12	4	4	3,0	25
Г	4	32	14	5	5	4,0	30
Д	5	36	16	6	6	1,2	35
Е	6	40	18	7	7	2,4	40
Є	7	44	20	8	8	3,6	45
Ж	8	48	22	2	2	4,8	50
З	9	52	24	3	3	1,0	55
И	10	56	26	4	4	2,0	60
І, І	1	60	28	5	5	3,0	65
Й	2	64	30	6	6	4,0	70
К	3	68	28	7	7	1,4	75
Л	4	72	26	8	8	2,2	80
М	5	76	24	2	2	3,4	85
Н	6	80	22	3	3	4,6	90



Продовження таблиці 3.5 (дані до задачі 7)

1	2	3	4	5	6	7	8
О	7	76	20	4	4	1,0	80
П	8	72	18	5	5	2,0	70
Р	9	68	16	6	6	3,0	65
С	10	64	14	7	7	4,0	60
Т	1	60	12	8	8	1,4	55
У	2	56	10	2	2	2,6	50
Ф	3	52	8	3	3	3,8	45
Х	4	48	30	4	4	4,2	40
Ц	5	44	28	5	5	1,0	35
Ч	6	40	26	6	6	2,0	30
Ш	7	36	24	7	7	3,0	25
Щ	8	32	22	8	8	4,0	20
Ю	9	28	20	4	4	1,0	15
Я	10	24	18	6	6	2,0	10
Ь	1	32	10	4	7	3,0	25



Задача 8

Дерев'яна балка (рис. 3.8) прямокутного поперечного перерізу навантажена вертикальною силою F в точці A і горизонтальною силою F в точці B (обидві точки розташовані на осі балки). На опорах балки виникають як вертикальні, так і горизонтальні реакції.

Потрібно:

1. Побудувати епюри згинних моментів в вертикальній площині $M_{верт.}$, горизонтальній площині $M_{гор.}$ і визначити положення небезпечного перерізу;

2. Підібрати розміри поперечного перерізу h і b , якщо допустима напруга $\sigma_{adm} = 8 \text{ МПа}$;

3. Визначити положення нейтральної лінії в небезпечному перерізі балки і побудувати для цього перерізу епюру нормальних напруг в аксонометрії.

Дані взяти з табл. 3.6, рис. 3.8.

Література: [1] § 75; [2] § 8.1; [3] § 120; [4] § 19.

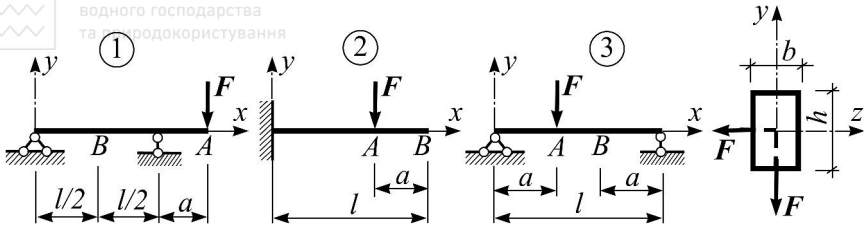


Рис.3.8. Розрахункова схема балки

Таблиця 3.6 (дані до задачі 8)

Бук- ви ал- фа- віту	Схема	F , кН	l	a	$\frac{h}{b}$	Бук- ви ал- фа- віту	Схема	F , кН	l	a	$\frac{h}{b}$
			М						М		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
А	1	1,0	1,1	0,2	1,6	Н	2	7,0	1,3	0,4	1,2
Б	2	2,0	1,2	0,3	1,7	О	3	8,0	1,2	0,3	1,3
В	3	3,0	1,3	0,4	1,8	П	1	9,0	1,1	0,2	1,4
Г	1	4,0	1,4	0,5	1,9	Р	2	10,0	1,0	0,3	1,5
Д	2	5,0	1,5	0,4	2,0	С	3	9,0	1,1	0,4	1,6
Е	3	6,0	1,6	0,3	1,1	Т	1	8,0	1,2	0,5	1,7
Є	1	7,0	1,7	0,2	1,2	У	2	7,0	1,3	0,4	1,8
Ж	2	8,0	1,8	0,3	1,3	Ф	3	6,0	1,4	0,3	1,9
З	3	9,0	1,9	0,4	1,4	Х	1	5,0	1,5	0,2	2,0
И	1	10,0	2,0	0,5	1,5	Ц	2	4,0	1,6	0,3	1,1
І	2	1,0	1,9	0,4	1,6	Ч	3	3,0	1,7	0,4	1,2
Ї	3	2,0	1,8	0,3	1,7	Ш	1	2,0	1,8	0,5	1,3
Й	1	3,0	1,7	0,2	1,8	Щ	2	1,0	1,9	0,4	1,4
К	2	4,0	1,6	0,3	1,9	Ю	3	2,0	2,0	0,3	1,5
Л	3	5,0	1,5	0,4	2,0	Я	1	3,0	1,9	0,2	1,6
М	1	6,0	1,4	0,5	1,1	Ь	2	4,0	1,8	0,3	1,7



З а д а ч а № 9

Короткий брус заданого поперечного перерізу (рис.3.9) стиснутий силою F , яка діє паралельно осі бруса і прикладена в точці K . Потрібно:

1. Побудувати епюру нормальних напруг в поперечному перерізі.
2. Визначити допустиме навантаження F_{adm} , якщо задані допустимі напруги на розтяг σ_{adm}^t і стиск σ_{adm}^c .
3. Побудувати ядро поперечного перерізу.
Дані взяти з табл. 3.7, рис.3.9.

Порядок розв'язування задачі

1. Визначити положення центра ваги і головних центральних осей інерції перерізу, а також координати полюса (точки прикладання сили) відносно головних центральних осей.
2. Визначити площу перерізу, головні моменти інерції, квадрати головних радіусів інерції перерізу.
3. Вирахувати відрізки, які відтинає нейтральна лінія на осях координат, і показати положення нейтральної лінії.
4. Визначити координати небезпечних точок в розтягнутій і стиснутій зонах перерізу.
5. З умов міцності на розтяг і стиск вирахувати значення допустимих навантажень. Менше з них прийняти за F_{adm} .
6. Записати формулу для напруги в довільній точці. Вирахувати найбільшу розтягуючу і стискаючу напруги в поперечному перерізі та побудувати епюру напруг.
7. Визначити координати граничних (контурних) точок ядра перерізу. Побудувати ядро перерізу, вказавши на кресленні положення головних центральних осей, нейтральної лінії і полюса.

Л і т е р а т у р а : [1] § 76; [2] § 8.2; [3] § 123–124; [4] § 2.94;
3.9.



Таблиця 3.7 (дані до задачі 9)

Букви алфавіту	Схема	a	b	σ_{adm}^c	σ_{adm}^t
		м		МПа	
І	2	3	4	5	6
А	1	0,20	0,20	160	20
Б	2	0,25	0,25	155	22
В	3	0,30	0,30	150	24
Г	4	0,35	0,35	145	25
Д	5	0,40	0,40	140	26
Е	6	0,45	0,35	135	28
Є	7	0,50	0,30	130	30
Ж	8	0,55	0,35	125	32
З	9	0,60	0,40	120	34
И	10	0,65	0,35	115	35
І, Ії	1	0,70	0,30	110	36
К	2	0,75	0,25	105	38
Л	3	0,80	0,20	100	40
М	4	0,85	0,25	95	42
Н	5	0,90	0,30	90	44
О	6	0,95	0,35	85	45
П	7	1,00	0,40	80	46
Р	8	0,95	0,35	85	48
С	9	0,90	0,30	90	50
Т	10	0,85	0,25	95	52
У	1	0,80	0,20	100	54
Ф	2	0,75	0,25	105	55
Х	3	0,70	0,30	110	56
Ц	4	0,65	0,35	115	58
Ч	5	0,60	0,40	120	60
Ш	6	0,55	0,35	125	62
Щ	7	0,50	0,30	130	64
Ю	8	0,45	0,25	135	65
Я	9	0,40	0,20	140	68
Ь	10	0,35	0,25	145	70

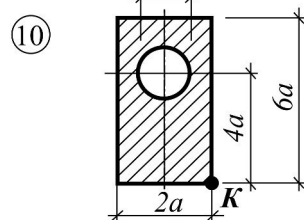
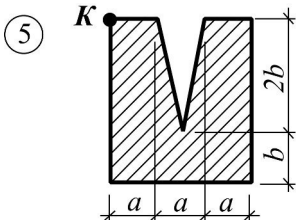
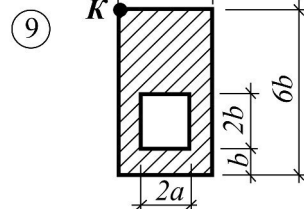
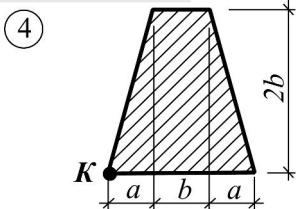
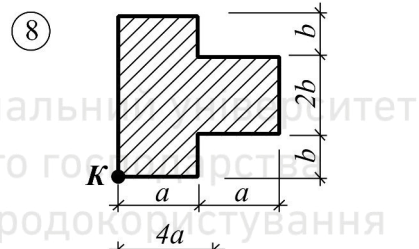
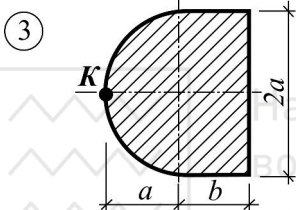
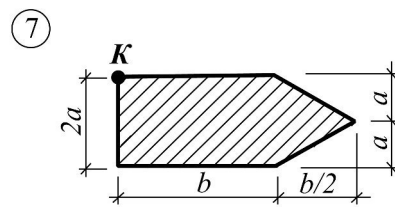
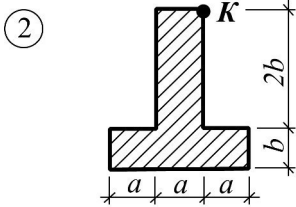
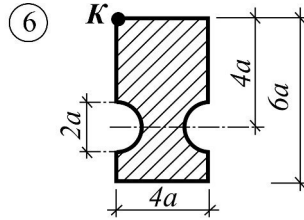
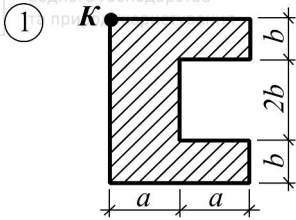


Рис. 3.9. Поперечний переріз бруса



Задача № 10

Бетонна гребля висотою H навантажена тиском води та власною вагою (рис. 3.10). Визначити максимальну та мінімальну напруги і побудувати епюри нормальних напруг в небезпечному перерізі $m-n$. Довжину греблі прийняти рівною 1 м. Необхідні для розв'язку задачі дані взяти з таблиці 3.8.

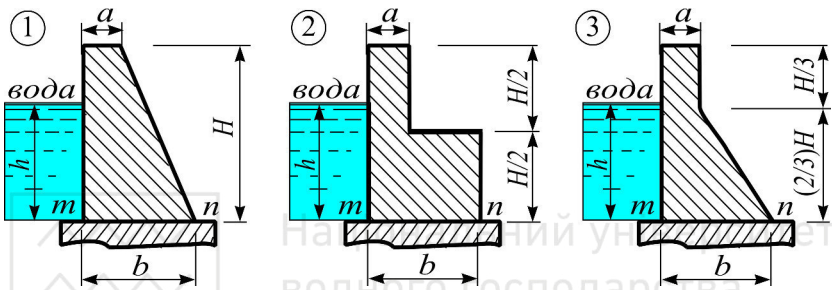


Рис. 3.10. Вертикальний переріз греблі

Послідовність розв'язку задачі

1. Вертикальний переріз греблі поділити на прості фігури та визначити їх площу.
2. Знайти рівнодійну тиску води на греблю та власну вагу окремих її частин. Показати напрямок всіх діючих навантажень на вертикальному розрізі греблі.
3. На основі принципу незалежності дії сил визначити найбільшу та найменшу нормальні напруги в поперечному перерізі $m-n$ як алгебраїчну суму напруг від дії кожного окремого навантаження.
4. Побудувати епюру розподілу напруг в перерізі $m-n$.



Таблиця 3.8 (дані до задачі 10)

Букви алфа- віту	Схема вертикального перерізу греблі	H	h	b	a	Середня питома вага бетону γ (кН/м ³)
		М				
1	2	3	4	5	6	7
А	1	7,0	4,0	4,0	1,0	18,0
Б	2	6,9	4,1	4,1	1,1	18,5
В	3	6,8	4,2	4,2	1,2	19,0
Г	1	6,7	4,3	4,3	1,3	19,5
Д	2	6,6	4,4	4,4	1,4	20,0
Е	3	6,5	4,5	4,5	1,5	20,5
Є	1	6,4	4,6	4,6	1,6	21,0
Ж	2	6,3	4,7	4,7	1,7	21,5
З	3	6,2	4,8	4,8	1,8	22,0
И	1	6,1	4,9	4,9	1,9	22,5
І, І̇	2	6,0	5,0	5,0	2,0	22,0
Й	3	6,1	4,9	5,1	2,1	21,5
К	1	6,2	4,8	5,2	2,2	21,0
Л	2	6,3	4,7	5,3	2,3	20,5
М	3	6,4	4,6	5,4	2,4	20,0
Н	1	6,5	4,5	5,5	2,5	19,5
О	2	6,6	4,4	5,4	2,4	19,0
П	3	6,7	4,3	5,3	2,3	18,5
Р	1	6,8	4,2	5,2	2,2	18,0
С	2	6,9	4,1	5,1	2,1	18,5
Т	3	7,0	4,0	5,0	2,0	19,0
У	1	6,9	4,1	4,9	1,9	19,5
Ф	2	6,8	4,2	4,8	1,8	20,0
Х	3	6,7	4,3	4,7	1,7	20,5
Ц	1	6,6	4,4	4,6	1,6	21,0
Ч	2	6,5	4,5	4,5	1,5	21,5
Ш	3	6,4	4,6	4,4	1,4	21,0
Щ	1	6,3	4,7	4,3	1,3	22,5
Ю	2	6,2	4,8	4,2	1,2	22,0
Я	3	6,1	4,9	4,1	1,1	21,5
Ь	1	6,0	5,0	4,0	1,0	21,0



Задача № 11

На вал круглого поперечного перерізу насаджено три шків: ведучий, діаметром D_1 і два ведені, діаметром D_2 . Частота обертання ведучого шків n обертів на хвилину. При цьому він передає потужність P (кВт). Кожний ведений шків передасть потужність $P_2 = P/2$.

Паси ведучого шків розташовані у вертикальній площині, ведених у горизонтальній і направлені в один бік.

Визначити діаметр вала d , виходячи з третьої або четвертої теорій міцності, якщо допустима напруга $\sigma_{adm} = 80$ МПа.

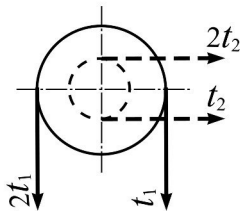
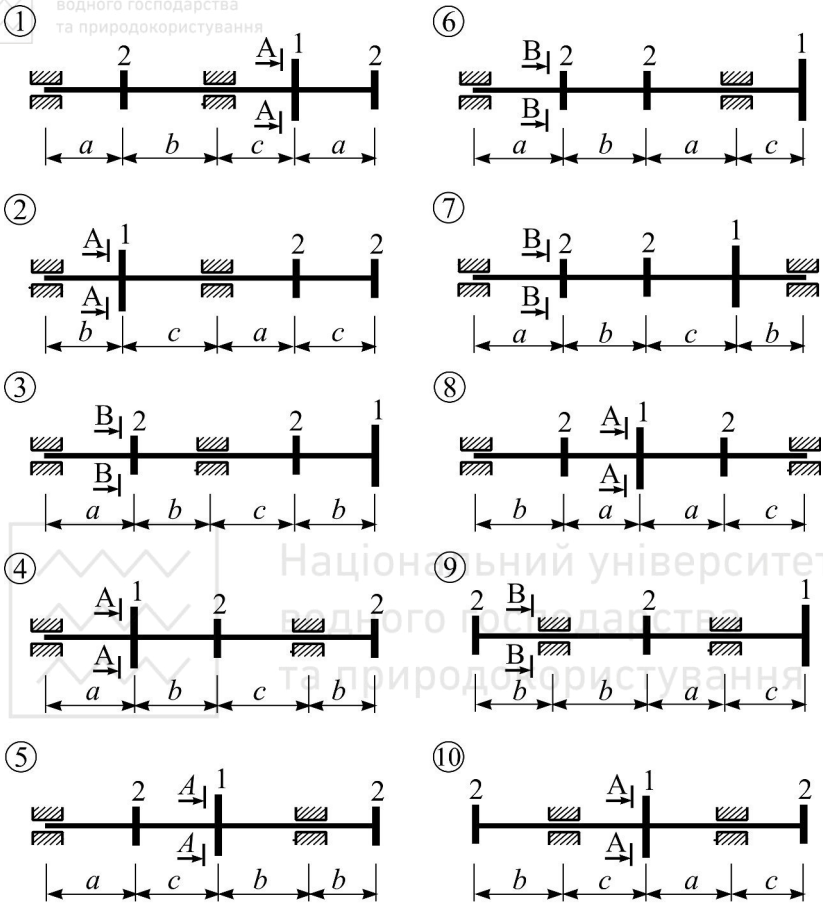
Дані взяті з табл. 3.9 і рис. 3.11.

Послідовність розв'язку задачі

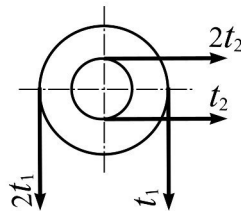
1. Визначити діючі на вал скручувальні моменти.
2. Побудувати епюру крутних моментів T .
3. Визначити сили t_1 і t_2 , що діють на шків, і сили, які згинають вал.
4. Побудувати епюру згинних моментів від сил, що діють у вертикальній площині (власну вагу не враховувати).
5. Побудувати епюру згинних моментів від сил, що діють в горизонтальній площині.
6. Побудувати сумарну епюру згинних моментів M_{tot} .
7. Аналізуючи епюри T (п.2) і M_{tot} (п.6), знайти небезпечний переріз і визначити діаметр вала.

Одержану з розрахунку величину заокруглити до найближчої більшої, що відповідно дорівнює: 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 140, 160, 180, 200 мм.

Література: [1] § 77; [2] § 8.4; [3] § 125, 126; [4] § 4.9.



Переріз А - А



Переріз В - В

Рис. 3.11. Розрахункова схема вала



Таблиця 3.9 (дані до задачі 11)

Букви алфа- віту	Схе- ма	P , кВт	N , об/хв	a , м	b , м	c , м	D_1 , м	D_2 , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
А	1	10	100	0,6	1,1	1,1	1,3	1,3
Б	2	15	150	0,7	1,2	1,2	1,4	1,4
В	3	20	200	0,8	1,3	1,3	1,5	1,5
Г	4	25	250	0,9	1,4	1,4	0,6	0,6
Д	5	30	300	1,0	1,5	1,5	0,7	0,7
Е	6	32	350	1,1	1,6	1,6	0,8	0,8
Є	7	34	400	1,2	1,7	1,7	0,9	0,9
Ж	8	36	450	1,3	1,8	1,8	1,0	1,0
З	9	38	500	1,4	1,5	1,0	1,1	1,1
И	10	40	550	0,6	1,0	1,1	1,2	1,2
І, І	1	42	600	0,7	1,1	1,2	1,3	1,3
Й	2	44	650	0,8	1,2	1,3	1,4	1,4
К	3	45	700	0,9	1,3	1,4	1,5	1,5
Л	4	46	750	1,0	1,4	1,5	1,6	1,6
М	5	48	800	1,1	1,5	1,6	1,7	1,7
Н	6	50	850	1,2	1,6	1,7	0,6	0,6
О	7	52	900	1,3	1,7	1,8	0,7	0,7
П	8	54	950	1,4	1,8	1,0	0,8	0,8
Р	9	55	1000	0,6	1,5	1,1	0,9	0,9
С	10	56	950	0,7	1,0	1,2	1,0	1,0
Т	1	58	900	0,8	1,1	1,3	1,1	1,1
У	2	60	850	0,9	1,2	1,4	1,2	1,2
Ф	3	65	800	1,0	1,3	1,5	1,3	1,3
Х	4	70	750	1,1	1,4	1,6	1,4	1,4
Ц	5	75	700	1,2	1,5	1,7	1,5	1,5
Ч	6	80	600	0,6	1,6	1,8	1,6	1,6
Ш	7	85	500	0,7	1,7	1,0	1,0	1,0
Щ	8	90	400	0,8	1,8	1,1	1,2	1,2
Ю	9	95	300	0,9	1,5	1,2	0,8	0,8
Я	10	100	200	1,0	1,0	1,3	0,6	0,6
Ь	1	10	150	0,6	1,2	1,0	1,2	1,4



З а д а ч а 12

На рис. 3.12 зображена в аксонометрії вісь ламаного стержня круглого поперечного перерізу, що знаходиться в горизонтальній площині. В точках *B* і *D* кути прями. На стержень діє вертикальне навантаження.

Потрібно:

1. Побудувати в аксонометрії окремо епюри згинних і крутних моментів.
2. Визначити місце розташування небезпечного перерізу і вирахувати для нього величину розрахункового моменту за четвертою теорією міцності.

Л і т е р а т у р а : [1] § 77; [2] § 8.4; [3] § 125, 126; [4] § 4.9.

Таблиця 3.10 (дані до задачі 12)

Букви алфа- віту	Схе- ма стер- жня	α	Букви алфа- віту	Схе- ма стер- жня	α	Букви алфа- віту	Схе- ма стер- жня	α
1	2	3	1	2	3	1	2	3
А	1	1,1	Ї	2	1,2	У	3	1,3
Б	2	1,2	Й	3	1,3	Ф	4	1,4
В	3	1,3	К	4	1,4	Х	5	1,5
Г	4	1,4	Л	5	1,5	Ц	6	0,6
Д	5	1,5	М	6	0,6	Ч	7	0,7
Е	6	0,6	Н	7	0,7	Ш	8	0,8
Є	7	0,7	О	8	0,8	Щ	9	0,9
Ж	8	0,8	П	9	0,9	Ю	10	1,0
З	9	0,9	Р	10	1,0	Я	1	1,1
И	10	1,0	С	1	1,1	Ь	2	1,2
І	1	1,1	Т	2	1,2			

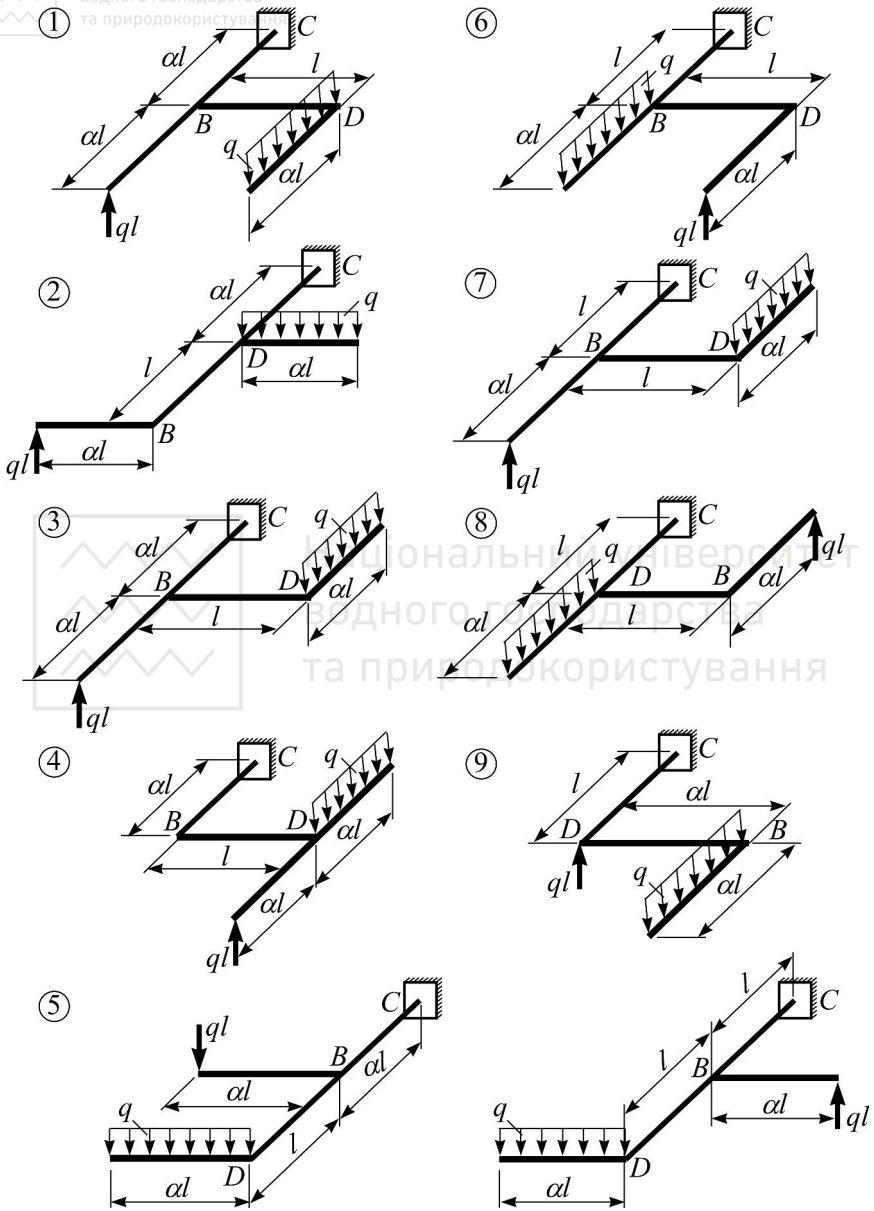


Рис.3.12. Розрахункова схема стержня



З а д а ч а 13

Сталевий стержень довжиною l стискається силою F (рис. 3.13). Потрібно:

1. Визначити розміри поперечного перерізу, якщо допустима напруга на стиск $\sigma_{adm}^c = 160 \text{ МПа}$ (розрахунок вести послідовними наближеннями: для першого наближення коефіцієнт ϕ прийняти рівним 0,5).

2. Визначити величину критичної сили і коефіцієнт запасу стійкості.

Дані взяти з табл. 3.11 і рис. 3.13.

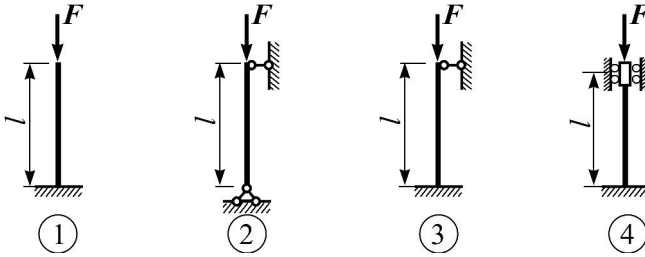
Л і т е р а т у р а: [1] § 118-120; [2] § 11.4; [3] глава XXVII ; [4] § 4.13.

Таблиця 3.11 (дані до задачі 13)

Букви алфавіту	Схема закріплення кінців стержня	Форма перерізу	F , кН	l , м	Букви алфавіту	Схема закріплення кінців стержня	Форма перерізу	F , кН	l , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	1	1	100	2,1	Н	1	7	100	2,7
Б	2	2	200	2,2	О	2	8	200	2,8
В	3	3	300	2,3	П	3	9	300	2,9
Г	4	4	400	2,4	Р	4	10	400	3,0
Д	1	5	500	2,5	С	1	1	500	2,1
Е	2	6	600	2,6	Т	2	2	600	2,2
Є	3	7	700	2,7	У	3	3	700	2,3
Ж	4	8	800	2,8	Ф	4	4	800	2,4
З	1	9	900	2,9	Х	1	5	900	2,5
И	2	10	800	3,0	Ц	2	6	800	2,6
І	3	1	700	2,1	Ч	3	7	700	2,7
Ї	4	2	600	2,2	Ш	4	8	600	2,8
Й	1	3	500	2,3	Щ	1	9	500	2,9
К	2	4	400	2,4	Ю	2	10	400	3,0
Л	4	5	300	2,5	Я	3	1	300	2,1
М	3	6	200	2,6	Ь	4	2	200	2,2



а) Схема закріплення стержня



б) Форма перерізу стержня

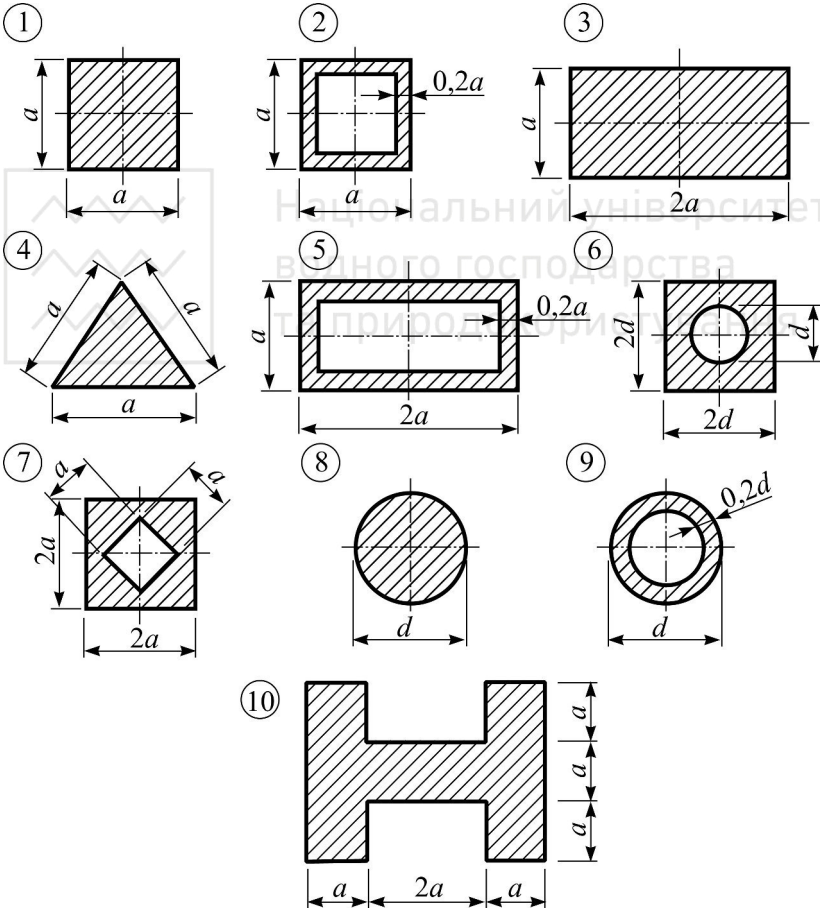


Рис.3.13 Схема закріплення стержня і його форма перерізу

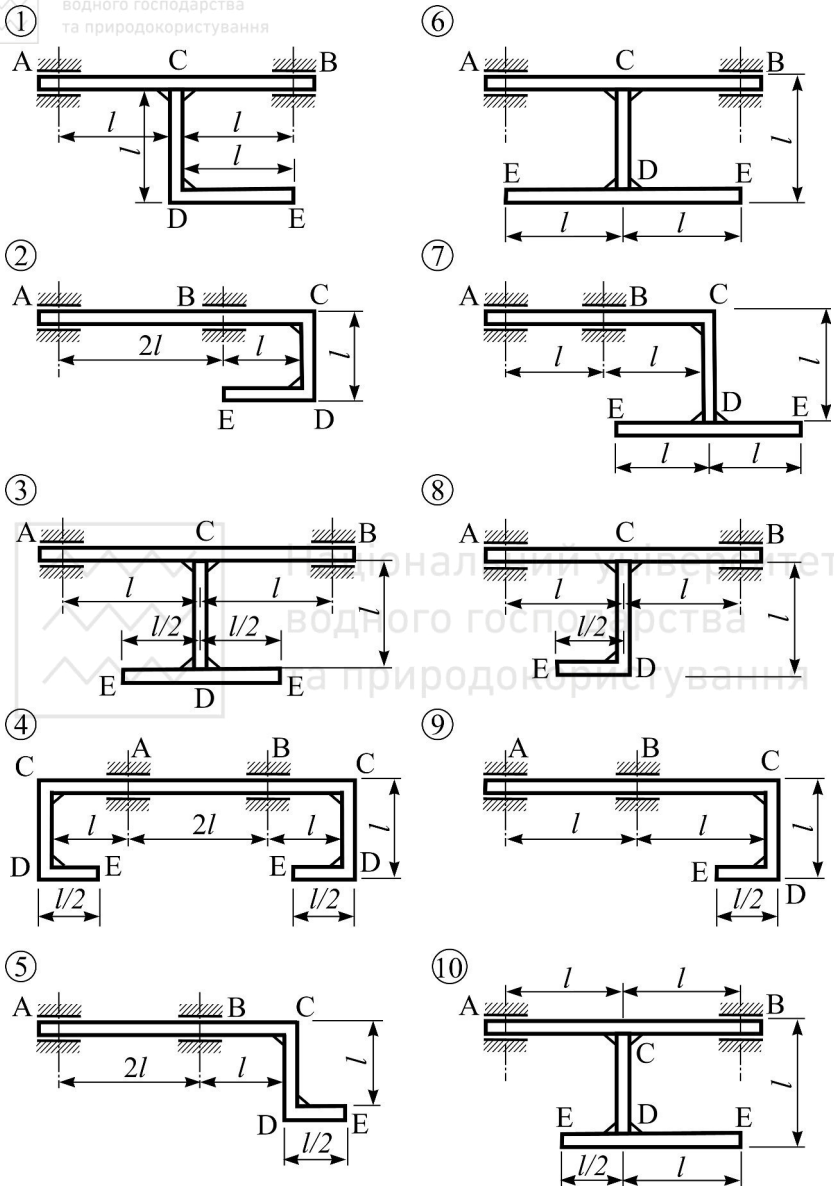


Рис. 3.14. Вал і жорстко з'єднаний з ним ламаний стержень



Таблиця 3.12 (дані до задачі 14)

Букви алфавіту	Схема	l , см	d , мм	σ_{adm} , МПа	ρ , кг/м ³
1	2	3	4	5	6
А	1	15	20	160	7850
Б	2	16	21	158	7800
В	3	18	22	156	7750
Г	4	20	23	155	7700
Д	5	22	24	154	7650
Е	6	24	25	152	7600
Є	7	25	26	150	7550
Ж	8	26	27	148	7500
З	9	28	28	146	7450
И	10	30	29	145	7400
І, І	1	32	30	144	7350
Й	2	34	31	142	7300
К	3	35	32	140	7250
Л	4	36	33	138	7200
М	5	38	34	136	7150
Н	6	40	35	135	7150
О	7	42	36	134	7050
П	8	44	37	132	7000
Р	9	45	38	130	6950
С	10	46	39	128	6900
Т	1	48	40	126	6850
У	2	50	41	125	6800
Ф	3	52	42	124	6750
Х	4	54	43	122	6700
Ц	5	55	44	120	6650
Ч	6	56	45	118	6600
Ш	7	58	46	116	6550
Щ	8	60	47	115	6500
Ю	9	62	48	114	6450
Я	10	64	49	112	6400
Ь	1	65	50	110	6350



Задача № 14

Вал і жорстко з'єднаний з ним ламаний стержень круглого поперечного перерізу діаметром d рівномірно обертаються навколо осі AB (рис.3.14).

Потрібно:

1. Побудувати епюру згинних моментів від дії сил інерції, що виникли на вертикальній (CD) і горизонтальній (DE) ділянках ламаного стержня; сили інерції вала не враховувати.

2. Визначити допустиме число обертів вала за хвилину, якщо задані допустима напруга σ_{adm} і густина матеріалу стержня ρ .

Дані взяти з табл. 3.12, рис. 3.14.

Література: [3] § 2.14.



Задача № 15

Рис. 3.15. Розрахункова схема балки

На двох балках двотаврового перерізу встановлено двигун вагою Q (рис.3.15), що робить n обертів за хвилину. Відцентрова сила, що виникає за рахунок нерівноваженості частин, які обертаються, дорівнює N . Власну вагу балки і сили опору не враховувати.

Потрібно визначити:

1. Частоту власних коливань ω_o .
2. Частоту зміни збуджуючої сили ω .

3. Коефіцієнт зростання коливань $\beta = \frac{1}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_o}\right)^2}$,



(якщо коефіцієнт β , визначений за формулою, буде від'ємним, то в подальших розрахунках потрібно врахувати його абсолютну величину).

4. Динамічний коефіцієнт $k_d = 1 + \frac{f_H}{f_Q} \beta = 1 + \frac{H}{Q} \beta$.

5. Найбільшу нормальну напругу в балках $\sigma_d = k_d \cdot \sigma$.

Якщо динамічна напруга буде більшою за допустиму ($\sigma_{adm} = 160$ МПа), то потрібно змінити номер двотаврова, підтвердивши вірність вибору відповідним розрахунком.

Дані взяти з табл. 3.13, рис. 3.15.

Література: [1] § 127; [2] § 14.ІІІ; [3] § 171; [4] § 5.14.

Таблиця 3.13 (дані до задачі 15)

Букви алфа- віту	Схема	Номер дво- тавра	l		Q , кН	$\frac{H}{Q}$	n , об/хв
			м				
1	2	3	4	5	6	7	8
А	1	14	1,2	0,40	10	0,50	400
Б	2	16	1,4	0,45	12	0,55	450
В	3	18	1,6	0,50	14	0,60	500
Г	1	18а	1,8	0,55	16	0,20	550
Д	2	20	2,0	0,60	18	0,25	600
Е	3	20а	2,2	0,65	20	0,30	650
Є	1	22	2,4	0,60	22	0,35	700
Ж	2	22а	2,6	0,55	24	0,40	750
З	3	24	2,8	0,50	26	0,45	800
И	1	24а	3,0	0,45	28	0,50	850
І, І'	2	27	2,8	0,40	30	0,55	800
Й	3	27а	2,4	0,45	28	0,60	750
К	1	14	2,2	0,40	26	0,20	700
Л	2	16	2,0	0,45	24	0,25	650
М	3	18	1,8	0,50	22	0,30	600



1	2	3	4	5	6	7	8
Н	1	18a	1,6	0,55	20	0,35	550
О	2	20	1,4	0,60	18	0,40	500
П	3	20a	1,2	0,55	16	0,45	450
Р	1	22	1,4	0,50	14	0,50	400
С	2	22a	1,6	0,45	12	0,55	450
Т	3	24	1,8	0,50	10	0,60	500
У	1	24a	2,0	0,55	18	0,20	550
Ф	2	27	2,2	0,60	20	0,25	600
Х	3	27a	2,4	0,55	22	0,30	650
Ц	1	16	2,4	0,50	24	0,35	700
Ч	2	18	2,2	0,45	22	0,40	650
Ш	3	18a	2,0	0,40	20	0,45	600
Щ	1	20	1,8	0,45	18	0,50	550
Ю	2	22	1,6	0,50	16	0,55	500
Я	3	24	1,4	0,55	14	0,60	450
Ь	1	27	1,2	0,60	12	0,30	400

З а д а ч а № 16

Визначити динамічну нормальну напругу, яка виникає в небезпечному перерізі балки, а також стрілу динамічного прогину від удару по балці вантажу масою m , що падає з висоти H /рис. 3.16/.

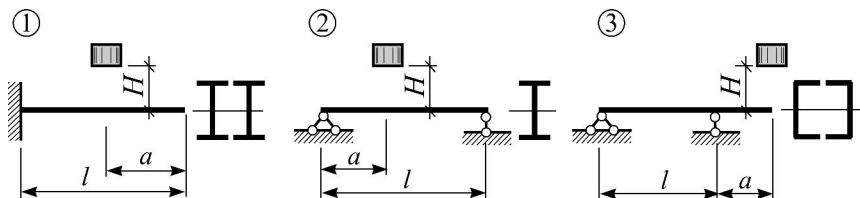


Рис.3.16. Розрахункова схема балки

Порядок розв'язування задачі.

1. Для заданої балки, вважаючи, що навантаження діє статично, побудувати епюру згинних моментів і визначити



максимальну статичну напругу.

2. Від статичної дії навантаження визначити максимальний прогин балки та прогин балки в перерізі, де прикладений вантаж масою m .

3. Визначити динамічний коефіцієнт.

4. Визначити максимальну нормальну напругу та стрілу прогину балки при динамічній дії навантаження.

Дані взяти з табл. 3.14, рис.3.16.

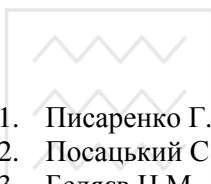
Л і т е р а т у р а : [1] § 140, [2] §14.3; [3] §173-175 ; [4] § 3.14.

Таблица 3.14 (дані до задачі 16)

Букви алфа- віту	Схема	Шве- лер	Дво- тавр	m , кг	l	a	H , см
					М		
1	2	3	4	5	6	7	8
А	1	16	30	50	2,0	0,4	5
Б	2	18	30а	55	2,2	0,45	5,5
В	3	18а	33	60	2,4	0,5	6,0
Г	1	20	20	65	2,6	0,55	6,5
Д	2	20а	20а	70	2,8	0,60	7,0
Е	3	22	22	75	3,0	0,65	7,5
Є	1	22а	22а	80	3,2	0,60	8,0
Ж	2	24	24	85	3,4	0,55	8,5
З	3	24а	24а	90	3,6	0,50	9,0
И	1	27	27	95	3,8	0,45	9,5
І, І̇	2	30	27а	100	4,0	0,40	10
Й	3	33	30	95	4,2	0,45	9,5
К	1	16	33	90	4,6	0,50	9,0
Л	2	16а	36	85	4,8	0,55	8,5
М	3	18	22а	80	5,0	0,60	8,0
Н	1	18а	24	75	4,8	0,65	7,5
О	2	20	24а	70	4,6	0,60	7,0
П	3	20а	27	65	4,4	0,55	6,5
Р	1	22	27а	60	4,2	0,50	6,0
С	2	22а	30	55	4,0	0,45	5,5



1	2	3	4	5	6	7	8
Т	3	24	30а	50	3,8	0,40	5,0
У	1	24а	33	55	3,6	0,45	5,5
Ф	2	27	36	60	3,4	0,50	6,0
Х	3	30	20а	65	3,2	0,55	6,5
Ц	1	33	22а	70	3,0	0,60	7,0
Ч	2	16	24а	75	2,8	0,65	7,5
Ш	3	18	27а	80	2,6	0,70	8,0
Щ	1	20	30а	85	2,4	0,75	8,5
Ю	2	22	33	90	2,2	0,70	9,0
Я	3	24	36	95	2,0	0,65	9,5
Ь	1	27	40	100	2,5	0,60	10



6. ЛІТЕРАТУРА

1. Писаренко Г.С. „Опір матеріалів”, К. 1993.
2. Посацький С.Л. „Опір матеріалів”, Л. 1973.
3. Беляев Н.М. „Сопротивление материалов”, М. 1976.
4. Дарков А.В. , Шпиро Г.С. „Сопротивление материалов”, М. 1989.
5. Писаренко Г.С. „Справочник по сопротивлению материалов”, К. 1975.
6. Методичні вказівки та завдання з курсу „Опір матеріалів” для студентів всіх спеціальностей денної та вечірньої форм навчання. Шифр 084-1.- Рівне: УПВГ, 1991.
7. Методичні вказівки до виконання контрольних робіт з опору матеріалів студентами заочної форми навчання за напрямками: „Будівництво” (0921), „Інженерна механіка” (0902), „Водні ресурси” (0926). Шифр 084-3.- Рівне: РДТУ, 2001.



З М І С Т

	Стор.
I Вказівки до порядку виконання робіт	3
2 Основні поняття та терміни	4
3 Основні позначення і одиниці виміру величин ...	6
4 Основні залежності при статичних розрахунках..	8
5 Завдання до контрольних робіт	9
З а д а ч а № 1	9
З а д а ч а № 2	11
З а д а ч а № 3	13
З а д а ч а № 4	16
З а д а ч а № 5	18
З а д а ч а № 6	20
З а д а ч а № 7	22
З а д а ч а № 8	24
З а д а ч а № 9	26
З а д а ч а № 10	29
З а д а ч а № 11	31
З а д а ч а № 12	34
З а д а ч а № 13	36
З а д а ч а № 14	40
З а д а ч а № 15	40
З а д а ч а № 16	42
6 ЛІТЕРАТУРА	44