

Міністерство освіти і науки України
Мирогощанський аграрний фаховий коледж

ІНСТРУКЦІЙНА КАРТА

Для проведення лабораторно-практичних занять

3 курсу - Технічна механіка

Тема заняття - Згин

Робоче місце - Практична робота № 5

Назва роботи - Розрахунки на міцність при згині

Тривалість заняття 80 хв

Викладач _____ Корнелюк А.І.

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічних дисциплін

Протокол № ____ від “ ____ ” _____ 20__ р.

Голова комісії _____ Мельник О.М.

Практична робота 5

Розрахунки на міцність при згині

Мета. Виробити уміння і навички побудови епюри згинаючих моментів та розрахунку балки на міцність при прямому згині.

Навчально-методичне забезпечення: інструкційна картка.

Матеріально-технічне обладнання: олівець, лінійка, схеми балок.

Література: Ердеді О.О. та ін. Технічна механіка. - К.: Вища школа, 1983. -С. 172-194.

http://www.tsatu.edu.ua/tm/wp-content/uploads/sites/14/3.mu_z-mmk-4-5_zhyn-balok.pdf

Зміст і послідовність виконання роботи

1. Зобразити балку з діючими на неї навантаженнями.
2. Звільнити балку від зв'язків і замінити їх дію реакціями. Зобразити розрахункову схему.
3. Визначити реакції опор з умов рівноваги.
4. Записати вирази функцій $Q(Z)$ і $M_{зг}(Z)$ для кожної ділянки та знайти значення на границях ділянок.
5. За одержаними даними побудувати епюри $Q(Z)$ і $M_{зг}(Z)$ на кожній ділянці.
6. Знайти $M_{зг.max}$.
7. Підібрати необхідний діаметр балки з умов міцності.
8. Висновок.
9. Відповісти на контрольні запитання.

Студенту необхідно знати:

- які внутрішні силові фактори виникають при деформації прямого згину;
- правила та методи побудови епюр поперечних сил і згинаючих моментів;
- умови міцності при згині та основні розрахункові формули.

Необхідно вміти:

- визначати реакції опор балки;
- знаходити значення Q і $M_{зг}$ на кожній із ділянок та на їх межах;
- будувати епюри згинаючих моментів;
- проводити розрахунки балки на міцність при деформації згину.

Теоретичні відомості

Поперечну силу знаходять як алгебраїчну суму зовнішніх сил, що діють ліворуч або праворуч вибраного перерізу перпендикулярно до осі бруса. "Ліві" сили, направлені вгору, вважаються додатними. Для "правих" сил знаки протилежні. Згинаючий момент визначають як алгебраїчну суму

моментів зовнішніх сил, взятих відносно перерізу. Моменти "лівих" сил вважаються додатними, якщо вони направлені за годинниковою стрілкою. Для моментів "правих" сил знаки протилежні.

Правило знаків для згинаючих моментів іноді називають "правилом дощу" (маючи на увазі, що у випадку випуклості вниз утворюється впадина, в якій затримується вода і навпаки). Графічно це зображено на рис. 5.1.



Рис. 5.1

Розрахунки на згин повинні в першу чергу забезпечити міцність і жорсткість бруса. Для цього потрібно вміти будувати епюри поперечних сил Q і згинаючих моментів $M_{зг}$, обчислювати величину напружень.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{зг, \max}}{W_x} \leq [\sigma] \quad - \quad \text{умова міцності при деформації згину}$$

$M_{зг, \max}$ - найбільший згинаючий момент

W_x - осьовий момент опору перерізу

Задача

Задана двохопорна балка на яку діють : зосереджена сила F , пара сил з моментом M , рівномірно розподілене навантаження q .

Побудувати епюри Q і $M_{зг}$ аналітичним методом і визначити необхідний з умов міцності діаметр круглого поперечного перерізу. Вихідні дані та схему вибрати згідно з своїм варіантом (табл. 5.1).

Розв'язок задачі

1. Зображаємо балку з діючими на неї навантаженнями.
2. Розглядаємо балку , як вільне тіло, звільнивши її від зв'язків і замінивши їх дію реакціями. Зображаємо розрахункову схему.
3. Визначаємо реакції опор з умов рівноваги

$$\sum_{i=1}^n M_B(F_i) = 0$$

$$\sum_{i=1}^n M_A(F_i) = 0$$

$$\sum_{i=1}^n F_{iy} = 0$$

Перевірка:

4. Записуємо вирази функцій $Q(Z)$ і $M_{зг}(Z)$ для кожної ділянки і знаходимо значення на границях ділянок.

Балка має чотири ділянки.

I ділянка

$0 < Z <$

$$Q_1 =$$

$$M_{зг\ 1} =$$

II ділянка

$< Z <$

$$Q_2 =$$

$$M_{зг\ 2} =$$

III ділянка

$< Z <$

$$Q_3 =$$

$$M_{зг\ 3} =$$

IV ділянка

$< Z <$

$$Q_4 =$$

$$M_{зг\ 4} =$$

5. За одержаними даними будуюмо епюри, враховуючи характер функцій $Q(Z)$ і $M_{зг}(Z)$ на кожній ділянці.

6. Знаходимо $M_{зг\ max} =$

7. Підбираємо необхідний діаметр балки (чи профіль двотаврового перерізу) з умов міцності

$$\sigma_{max} = \frac{M_{зг\ max}}{W} \leq [\sigma]$$

$$W_x = \frac{M_{max}}{[\sigma]} =$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32W}{\pi}}$$

$$W_x \approx 0,1d^3$$

Висновок: Приймаємо балку відповідних поперечних розмірів d або S перерізу двотавра і N профілю.

Приклад розв'язку

Для балки, схема якої зображена на рис. 5.2, побудувати епюри Q і M аналітичним методом і визначити необхідний з умови міцності діаметр круглого поперечного перерізу $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$.

Розв'язання

1. Зображаємо балку з діючими на неї навантаженнями (рис. 5.2).
2. Звільняємо балку від зв'язків і замінюємо їх дію реакціями. Зображаємо розрахункову схему (рис. 5.2).
3. Визначаємо реакції опор з умов рівноваги:

$$\sum_{i=1}^n M_B(F_i) = 0$$

$$-R_A \cdot 4 + q \cdot 2 \cdot 3 - M = 0$$

$$R_A = \frac{-4 + 3 \cdot 2 \cdot 1}{4} = 3,5 \text{ кН}$$

$$\sum_{i=1}^n M_A(F_i) = 0$$

$$R_B \cdot 4 - M - q \cdot 2 \cdot 1 = 0$$

$$R_B = \frac{4 + 3 \cdot 2 \cdot 1}{4} = 2,5 \text{ кН}$$

$$\sum_{i=1}^n F_{iy} = 0$$

$$3,5 + 2,5 - 3 \cdot 2 = 0$$

Реакції знайдено правильно.

4. Записуємо вирази функцій $Q(z)$, $M(z)$ для кожної ділянки і знаходимо значення функцій на границях ділянок.

Балка має три ділянки.

I. $0 \leq z \leq 2\text{ м}$

$Q^I = R_A - qz = 3,5 - 3z$ - рівняння прямої;

$Q_{(z=0)} = 3,5 \text{ кН}$; $Q_{(z=2)} = 3,5 - 3 \cdot 2 = -2,5 \text{ кН}$

$M^I = R_A \cdot z - q \frac{z^2}{2} = 3,5z - 1,5z^2$ - рівняння параболи.

$M_{(z=0)} = 0$; $M_{(z=2)} = 3,5 \cdot 2 - 1,5 \cdot 2^2 = 1 \text{ кН м}$

II. $2 \leq z \leq 3\text{ м}$

$Q^{II} = R_A - q \cdot 2 = 3,5 - 3 \cdot 2 = -2,5 \text{ кН} = \text{const}$

$M^{II} = R_A \cdot z - q \cdot 2(z - 1) = 3,5z - 6(z - 1)$ - рівняння прямої.

$M_{(z=2)} = 3,5 \cdot 2 - 6(2 - 1) = 1 \text{ кН м}$;

$M_{(z=3)} = 3,5 \cdot 3 - 6(3 - 1) = 1,5 \text{ кН м}$

III. $3 \leq z \leq 4\text{ м}$

$Q^{III} = -R_B = -2,5 \text{ кН} = \text{const}$ - рівняння прямої;

$M^{III} = R_B(4 - z) = 2,5(4 - z)$ - рівняння прямої;

$M_{(z=3)} = 2,5(4 - 3) = 2,5 \text{ Н м}$; $M_{(z=4)} = 0$

5. За одержаними даними будуємо епюри, враховуючи характер функцій $Q(z)$, $M(z)$ на кожній ділянці.

6. В перерізі z_0 , де $Q=0$, епюра M має максимум.

Знайдемо абсцису z_0 з рівняння $Q^I = 0$;

$$3,5 - 3z_0 = 0, \text{ звідси } z_0 = 1,17 \text{ м}$$

Знайдемо значення максимального моменту на першій ділянці

$$M_{\max} = M^I_{(z_0)} = 3,5z_0 - 1,5z_0^2 = 3,5 \cdot 1,17 - 1,5 \cdot 1,17^2 = 2,05 \text{ кНм}$$

7. Підбираємо необхідний з умови міцності діаметр круглого перерізу.

Небезпечним є переріз, де виникає найбільший за величиною момент

$$M_{\max} = 2,5 \text{ Нм}$$

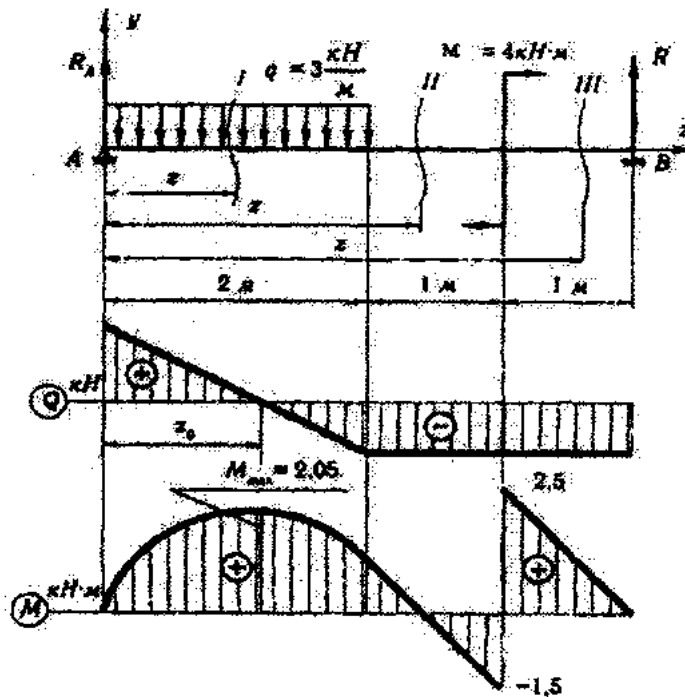


Рис 5.2

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\text{зг. max}}}{W} \leq [\sigma] \quad W_x \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{160} = 1,56 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 = 15,6 \text{ см}^3$$

$$W = \frac{\pi d^3}{32} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{32W}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 15,6}{\pi}} = 5,4 \text{ см}$$

Розмірність: $M_{\max}$ - МНм; $[\sigma]$ -МПа.

Приймаємо балку діаметром $d=54$ мм.

Варіанти завдань

Таблиця 5.1

Но ме р	F , кН	m , кНм	q , кН/м	a ,	b ,	c ,	d ,	Допустиме напруження, МПа
				м				$[\sigma]$
0	10	20	10	0,6	0,8	1,0	1,2	200
1	9	18	12	1,2	1,0	0,8	0,6	195
2	8	16	14	1,0	0,8	0,6	1,2	190
3	7	14	16	0,8	0,6	1,2	1,0	185
4	6	12	18	1,2	0,6	1,0	0,8	180
5	5	10	14	1,2	0,8	0,6	1,0	165
6	6	8	16	1,0	0,6	0,8	1,2	160
7	7	6	18	1,0	1,2	0,8	0,6	155
8	8	4	20	0,8	1,0	1,2	0,6	150
9	9	2	22	0,6	1,2	0,8	1,0	145

Контрольні запитання

1. Який згин називається прямим?
2. Які правила знаків для поперечних сил і згинаючих моментів?
3. Що називають епюрою і для чого їх будують?
4. Скільки і які методи застосовують для побудови епюр при деформації згину?:
5. Записати умову міцності при деформації згину

Розрахункові
схеми
балок

