

Міністерство освіти і науки України
Мирогощанський аграрний фаховий коледж

ІНСТРУКЦІЙНА КАРТА

Для проведення лабораторно-практичних занять
З курсу Інженерна механіка
Тема заняття Плоска система сил
Робоче місце Практична робота №2
Назва роботи Визначення опорних реакцій балки.
Тривалість заняття 80 хв

Викладач _____ Альона Корнелюк

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічних дисциплін

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

Голова комісії _____ Ольга Мельник

Практична робота 2

Визначення опорних реакцій балки.

Мета. Закріпити теоретичні знання при вивченні методики розв'язку задач. Набути навичок виконання розрахунково-графічної роботи по визначенню реакцій опор заданої двохопорної балки.

Навчально-методичне забезпечення: інструкційна картка.

Матеріально-технічне обладнання: лінійка, олівець, додаткові таблиці.

Література: Ердеді О.О. та ін. Технічна механіка. – К.: Вища школа, 1983. – С. 29-33.

Зміст та послідовність виконання роботи

1. Вибрати згідно із своїм варіантом вихідні дані та схему до задачі.
2. Зобразити балку з діючим на неї навантаженням. Вибрати систему координат $xу$.
3. Звільнити балку від її зв'язків та замінити їх дію реакціями. Силу F розкласти на складові. Рівномірно розподілене навантаження q замінити на зосереджену силу Q .
4. Зобразити розрахункову схему.
5. Скласти рівняння рівноваги для отриманої системи згідно із запропонованим варіантом.
6. Визначити невідомі реакції опор балки.
7. Перевірити правильність отриманих результатів.
8. Написати відповідь.
9. Зробити висновок.
10. Дати відповідь на контрольні запитання.

Студенту необхідно знати:

- опори балок та їх реакцію;
- рівняння рівноваги плоскої системи довільно розміщених сил;
- визначення моменту сили відносно точки та правило знаків.

Необхідно вміти:

- замінювати зв'язки їх реакціями;
- розкласти силу на складові за заданими напрямками;
- спроектувати силу на вісь;
- замінювати розподілене навантаження зосередженою силою;
- обчислювати момент сили відносно точки;
- складати та вирішувати рівняння рівноваги.

Теоретичні відомості

Плоска система довільно розміщених сил в загальному випадку еквівалентна одній силі (головному вектору $R_{\text{гол}}$) та одній парі (момент якої називається головним моментом $M_{\text{гол}}$) і намагається надати тілу поступального та обертового рухів одночасно. Розглянуті раніше система збіжних сил та система пар – окремі випадки довільної системи сил. Рівновага тіла буде забезпечена у випадку рівності нулю і головного вектора $R_{\text{гол}} = 0$, і головного моменту $M_{\text{гол}} = 0$ системи.

Аналітичною умовою рівноваги плоскої системи довільних сил є рівність нулю алгебраїчних сум проекцій сил системи на дві довільні взаємно перпендикулярні осі та алгебраїчної суми моментів сил системи відносно будь-якої точки площини:

$$\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0 \quad ; \quad \sum_{i=1}^n F_{iy} = 0 \quad , \quad \sum_{i=1}^n M_0(F_i) = 0$$

В деяких випадках рівняння рівноваги зручно застосовувати в такому вигляді:

1) $\sum_{i=1}^n F_{ix} = 0$; $\sum_{i=1}^n M_A(F_i) = 0$; $\sum_{i=1}^n M_B(F_i) = 0$ (вісь x не може бути перпендикулярна відрітку AB);

2) $\sum_{i=1}^n M_A(F_i) = 0$; $\sum_{i=1}^n M_B(F_i) = 0$; $\sum_{i=1}^n M_C(F_i) = 0$ (А, В і С не повинні лежати на одній прямій).

Для рівноваги плоскої системи паралельних сил необхідно і достатньо, щоб дорівнювали нулю алгебраїчна сума всіх $\sum_{i=1}^n F_i = 0$ і алгебраїчна сума моментів всіх сил

відносно довільної точки площини дії сил $\sum_{i=1}^n M_0(F_i) = 0$, або в іншому вигляді:

$\sum_{i=1}^n M_A(F_i) = 0$; $\sum_{i=1}^n M_B(F_i) = 0$ (пряма AB не повинна бути паралельною силам).

При складанні рівнянь рівноваги слід звернути особливу увагу на раціональний вибір напрямку координатних осей та положення центру моментів: координатну вісь доцільно проводити перпендикулярно одній з невідомих сил.

Приклад розв'язку

Для заданої двохопорної балки (рис. 1) визначити опорні реакції. Балка навантажена зосередженою силою $F = 20$ кН, нахиленою до осі балки під кутом $\alpha = 30^\circ$, рівномірно розподіленим навантаженням $q = 1$ кН/м, парою сил з моментом $M = 10$ кН.

1.Зображуємо балку AD з діючими на неї навантаженнями

2.Зображуємо осі координат x і y .

3.Розглядаємо балку AD як вільне тіло, звільнивши її від зв'язків (шарнірні опори А і D) і замінивши їх дію реакціями. Реакцію шарнірно нерухомої опори А зображаємо складовими R_{Ax} та R_{Ay} . Реакція R_D шарнірно рухомої опори D напрямлена по нормалі до опорної поверхні. Силу F розкладаємо на складові за напрямками осей x і y :

$F_x = F \cos \alpha = 20 \cos 30^\circ = 17,32$ кН та $F_y = F \sin \alpha = 20 \sin 30^\circ = 10$ кН.

Рівномірно розподілене навантаження q замінюємо зосередженою силою $Q = q \cdot CD = 1 \cdot 2 = 2$ кН, яку прикладаємо посередині відрізка CD – в точці К. Розрахункова схема зображена на рис. 1.

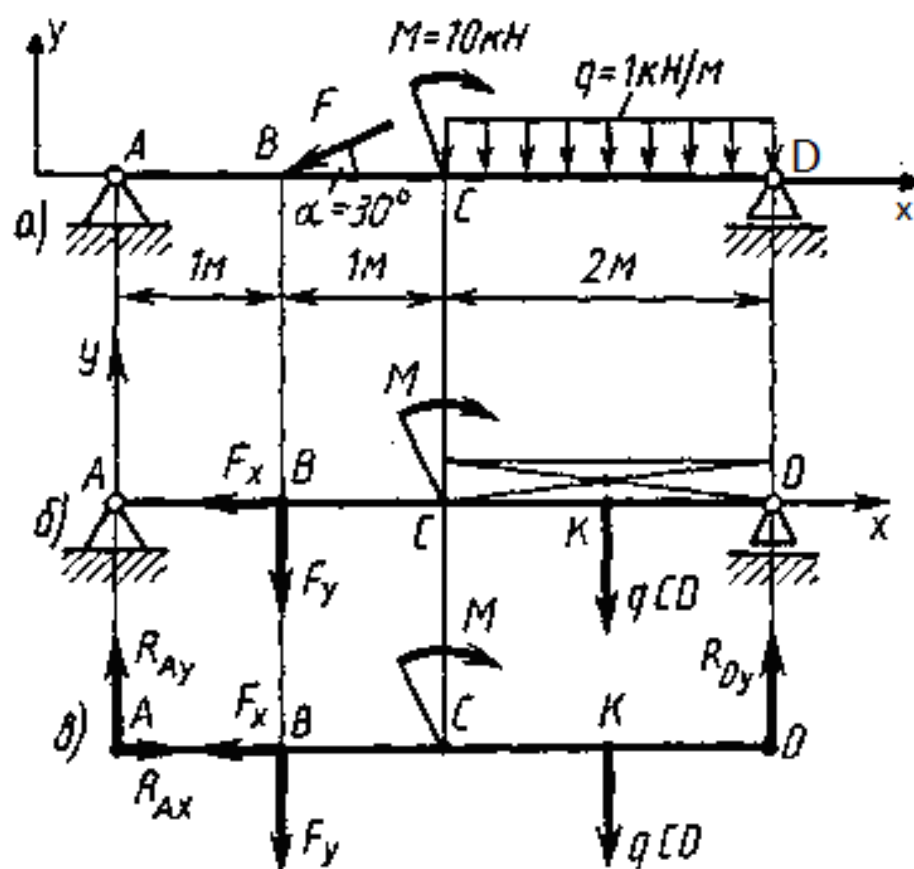


Рис. 1

4. Для отриманої системи довільно розміщених сил складаємо рівняння рівноваги, вибравши за центри моментів точки А і D (точки прикладання невідомих реакцій зв'язків):

$$\sum_{i=1}^n M_A(F_i) = -F_y \cdot AB - M - q \cdot CD \cdot AK + R_D \cdot AD = 0$$

$$\sum_{i=1}^n M_D(F_i) = -R_{Ay} \cdot AD + F_y \cdot BD - M + q \cdot CD \cdot DK = 0$$

$$\sum_{i=1}^n F_{ix} = R_{Ax} - F_x = 0$$

5. Визначаємо невідомі реакції опор:

$$R_{Dy} = \frac{F_y \cdot AB + M + q \cdot CD \cdot AK}{AD} = \frac{10 \cdot 1 + 10 + 2 \cdot 3}{4} = 6,5 \text{ кН}$$

$$R_{Ay} = \frac{F_y \cdot BD - M + q \cdot CD \cdot DK}{AD} = \frac{10 \cdot 3 - 10 + 2 \cdot 1}{4} = 5,5 \text{ кН}$$

$$R_{Ax} = F_x = 17,32 \text{ кН}$$

6. Перевіряємо правильність отриманих результатів:

$$\sum_{i=1}^n F_{iy} = R_{Ay} - F_y - q \cdot CD + R_{Dy} = 5,5 - 10 - 2 + 6,5 = 0$$

Умова рівноваги виконується, отже, реакції опор визначено вірно.

Відповідь : $R_{Ay} = 5,5 \text{ кН}$; $R_{Ax} = 17,32 \text{ кН}$; $R_{Dy} = 6,5 \text{ кН}$

<https://www.youtube.com/watch?v=ahktG8Yhnpc>

Задача 1

Варіант _____

Задана двохопорна балка на яку діють:

зосереджена сила $F =$ _____, нахилена до осі балки під кутом $\beta =$ _____,
пара сил з моментом $M =$ _____, рівномірно розподілене навантаження $q =$ _____.

Визначити реакції опор даної двохопорної балки. Вагою балки знехтувати. Вихідні дані та схему вибрати згідно зі своїм варіантом (табл.1).

Розв'язок задачі

1. Зображаємо балку з діючим на неї навантаженням. Вибираємо систему координат x, y .
2. Розглядаємо балку як вільне тіло, звільнивши її від в'язей і замінивши їх дію реакціями. Силу F розкладаємо на складову $F_x =$ _____ та $F_y =$ _____.
Рівномірно розподілене навантаження q замінюємо зосередженою силою $Q =$ _____
3. Зображаємо розрахункову схему.
4. Складаємо рівняння рівноваги для отриманої системи, згідно із запропонованим варіантом.

$$\sum_{i=1}^n F_{xi} = 0, \quad \sum_{i=1}^n F_{yi} = 0, \quad \sum_{i=1}^n M_A(F_i) = 0$$

або: $\sum_{i=1}^n F_{yi} = 0, \quad \sum_{i=1}^n M_A(F_i) = 0, \quad \sum_{i=1}^n M_B(F_i) = 0$

5. Визначаємо невідомі реакції опор балки $R_A=$, $R_B=$

6. Перевіряємо правильність отриманих результатів.

7. Записуємо відповідь:

8. Робимо висновок: якщо умова рівноваги виконується, то реакції опор визначено правильно:

Варіанти завдань

Таблиця 1

Варіант вихідних даних	Сила F, Н	Розподіле не навантаже ння q , Н/м	Момент M , Нм	Кут нахилу α , град.	Відстані, м		
					a	b	c
1	40	5	10	30	9	4	3
2	25	2	20	45	3	3	6
3	16	10	14	25	5	5	8
4	50	3	15	50	4	7	2
5	45	8	40	40	6	9	1
6	20	15	25	20	5	6	4
7	30	4	22	60	2	8	3
8	18	12	18	35	7	3	2
9	35	9	12	55	6	5	4
10	12	14	50	25	8	2	5
11	30	6	15	35	8	5	6
12	25	3	25	40	2	6	5
13	26	12	15	20	4	7	5
14	20	4	16	55	3	8	6
15	35	6	45	45	5	9	6
16	40	14	20	25	4	6	7
17	50	5	20	65	1	5	6
18	48	12	10	30	6	4	5
19	55	10	10	50	5	5	6
20	32	12	55	20	7	3	8
21	50	6	15	40	8	4	7
22	26	4	25	35	4	3	8
23	76	12	15	45	3	4	5
24	80	5	16	40	2	5	7
25	49	7	46	40	7	7	1
26	28	16	26	40	6	8	7
27	37	7	26	50	5	9	8
28	17	15	16	45	7	5	2
29	36	8	16	45	8	6	5

30	15	18	56	45	9	7	6
----	----	----	----	----	---	---	---

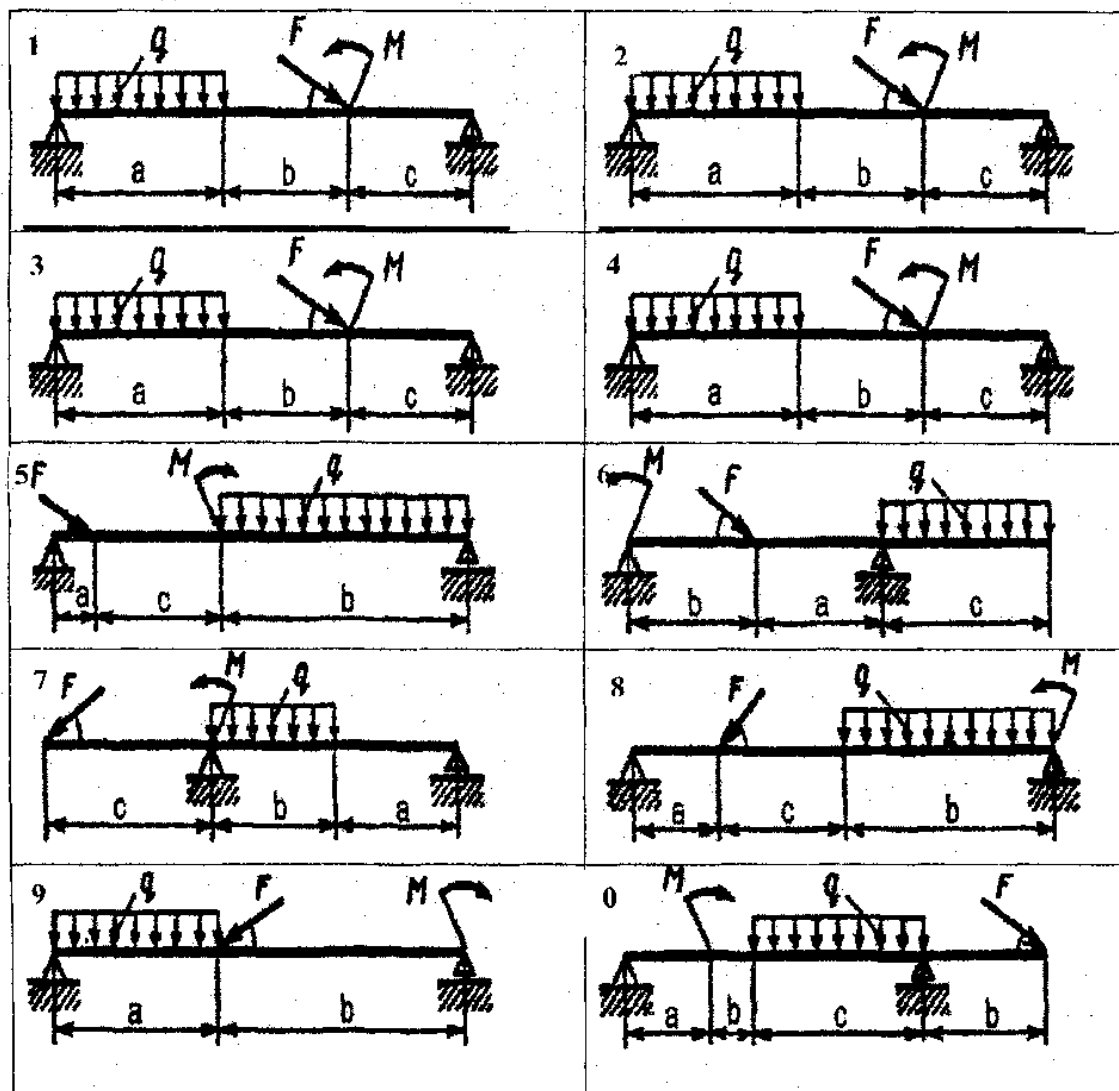


Рис. 2

Контрольні запитання

1. Що називається парою сил? Як діє пара сил на тіло?
2. Яким приладом вимірюється момент сили відносно точки, момент пари сил?
3. Що називається плоскою системою довільно розміщених сил?
4. Як спроектувати сили на вісь?
5. Записати рівняння рівноваги довільної плоскої системи сил.