



Міністерство освіти і науки України

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
імені ПЕТРА ВАСИЛЕНКА**

**Навчально-науковий інститут
переробних і харчових виробництв**

Кафедра фізики і теоретичної механіки

ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА

**СТАТИКА.
РІВНОВАГА СКЛАДЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ**

**Методичні вказівки
до виконання практичних робіт**

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальностей
133 Галузеве машинобудування
208 Агроінженерія
274 Автомобільний транспорт**

**Харків
2021**

Міністерство освіти і науки України
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
імені ПЕТРА ВАСИЛЕНКА

Навчально-науковий інститут переробних і харчових
виробництв

Кафедра фізики і теоретичної механіки

**ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА
СТАТИКА.
РІВНОВАГА СКЛАДЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ**

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форм навчання зі спеціальностей
133 Галузеве машинобудування
208 Агроінженерія
274 Автомобільний транспорт

Затверджено рішенням
Науково-методичної ради
ННІ ПХВ ХНТУСГ
Протокол №
від . . 2020 р.

Харків
2021

УДК 531/534 (075.8)

Схвалено на засіданні кафедри фізики і теоретичної механіки
протокол № _____ від _____ 2021 р.

Теоретична механіка. Статика. Рівновага складеної конструкції: методичні вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальностей 133 Галузеве машинобудування, 208 Агроінженерія, 274 Автомобільний транспорт; Харків. нац. техн. у-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка ; уклад.: В. В. Бурлака, В. П. Ольшанський, М. В. Сліпченко. – Харків : [б. в.], 2021.–20с.

Методичні вказівки призначені для отримання навичок при виконанні практичної роботи з навчальної дисципліни «Теоретична механіка».

В методичних вказівках наведено алгоритм розв'язку задач на визначення опорних реакцій у складених конструкціях. Для розуміння вказаного алгоритму наведено розв'язок задач, з його застосуванням. З метою вдосконалення та закріплення набутих навичок запропоновано задачі для самостійного розв'язку.

Методичні вказівки призначені для студентів вищих навчальних закладів технічних спеціальностей.

Рецензенти:

О. І. Завгородній, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри вищої математики Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка

М. Л. Шуляк, д-р техн. наук, доц., в. о. професора кафедри тракторів і автомобілей Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка

Відповідальний за випуск: М. В. Сліпченко, к.т.н., доцент

© Бурлака В. В., Ольшанський В. П., Сліпченко М. В., 2021

© ХНТУСГ, 2021

РІВНОВАГА СКЛАДЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Зміст

1. Порядок розв'язування задач на рівновагу системи тіл.
2. Приклади розв'язування задач.
3. Задачі для самостійного розв'язку

1. Порядок розв'язування задач на рівновагу системи тіл

У практиці часто зустрічаються задачі на рівновагу системи тіл, тобто з'єднаних між собою декількох тіл.

В'язі, що з'єднують тіла між собою, називаються *внутрішніми*, а в'язі, що з'єднують систему тіл з опорами, називаються *зовнішніми*.

При розв'язуванні задач на рівновагу системи сил може виявитися, що число рівнянь рівноваги складеної конструкції в цілому менше ніж число невідомих сил. В цьому випадку додатково розглядають рівновагу одного або декількох тіл, що входять до системи.

Другий спосіб розв'язування подібних задач полягає в тому, що конструкцію зразу розчленяють на окремі тіла і розглядають рівновагу кожного з цих тіл. При цьому реакції внутрішніх в'язей системи будуть зовнішніми по відношенню до окремих тіл. Вони будуть попарно рівними за модулем і протилежними за напрямом.

Задачі на рівновагу складеної конструкції розв'язуються в наступному порядку:

1. До складеної конструкції прикласти всі зовнішні сили.
2. З'ясувати характер зовнішніх в'язей і показати можливі напрями їх реакцій.

3. Якщо число невідомих реакцій в'язей більша ніж число рівнянь рівноваги, які можна скласти для отриманої системи сил, складену конструкцію розчленяють на окремі складові, замінюючи внутрішні в'язі відповідними реакціями.
4. Кожне з тіл, що входять до складу конструкції, розглядають як вільне, що знаходиться під дією заданих сил і реакцій зовнішніх і внутрішніх в'язей.
5. Порівнюють загальне число невідомих величин і число усіх рівнянь рівноваги сил, які можна скласти після розчленення конструкції на складові. З'ясовують, чи є задача *статично визначеною*, тобто розв'язується з використанням тільки умов рівноваги статички.
6. Складають рівняння рівноваги сил, що прикладені до об'єктів рівноваги.
7. Якщо задача є статично визначеною, то отриману систему рівнянь розв'язують в найбільш зручній послідовності і визначають усі невідомі величини.

5.2. Приклади розв'язування задач

Задача №1

Конструкція складається з двох балок AD і DC з'єднаних циліндричним шарніром в точці D (рис.1). На конструкцію діють зосереджена сили \bar{F} і рівномірно розподілене навантаження інтенсивністю \bar{q} .

Визначити реакції опор A, B, C і шарніра D , якщо $F = 4$ кН; $q = 2$ кН/м.

Розв'язування. Конструкція знаходиться в рівновазі під дією сили \bar{F} , розподіленого навантаження інтенсивністю

\bar{q} та реакцій опор A , B і C . Опора A – шарнірно-нерухома. Напрямок реакції \bar{R}_A невідомий, тому розкладемо її на складові \bar{R}_{Ax} і \bar{R}_{Ay} за осями обраної системи координат.

Опири B і C – шарнірно-рухомі. Реакції \bar{R}_B і \bar{R}_C напрямлені перпендикулярно до опорних поверхонь, тобто вертикально.

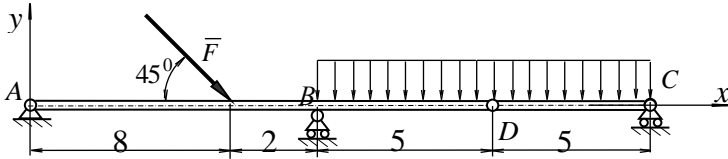


Рис. 1.

Взаємодія між балками AD і DC буде мати місце в шарнірі D , який їх з'єднує. Одна з цих внутрішніх сил конструкції прикладена до балки AD , а друга, рівна їй за модулем, але протилежно напрямлена, прикладена до балки DC . Якщо розглядати всю конструкцію як тверде тіло, то ці сили враховувати не треба, оскільки вони прикладені до одного тіла і взаємно зрівноважуються.

Якщо скласти три умови рівноваги для всієї конструкції в цілому, то в них крім зовнішніх сил, що діють на конструкцію, увійдуть і чотири невідомих реакції \bar{R}_{Ax} , \bar{R}_{Ay} , \bar{R}_B і \bar{R}_C .

Оскільки кількість рівнянь рівноваги менша, чим число невідомих, то визначити величину невідомих реакцій з складеної системи не можна.

При розчлененні конструкції по шарніру D , на балку AD буде діяти з боку балки DC реакція \bar{R}_D , а на балку DC рівна їй за модулем, але протилежно напрямлена реакція R'_D , з боку балки AD .

Реакції \bar{R}_D і \bar{R}'_D розкладаються на складові, які напрямляються вздовж осей Ax і Ay , причому:

$$\begin{aligned}\bar{R}_{Dx} &= -\bar{R}'_{Dx}; & \bar{R}_{Dy} &= -\bar{R}'_{Dy}; \\ R_{Dx} &= R'_{Dx}; & R_{Dy} &= R'_{Dy}.\end{aligned}$$

Таким чином, при розчлененні конструкції додаються ще дві невідомі реакції \bar{R}_{Dx} та \bar{R}_{Dy} , і число невідомих величин збільшується до шести: \bar{R}_{Ax} , \bar{R}_{Ay} , \bar{R}_B , \bar{R}_C , \bar{R}_{Dx} , \bar{R}_{Dy} .

Якщо розглянути рівновагу балки DC , то можна скласти ще три рівняння рівноваги, і загальне число рівнянь буде дорівнювати шести, що дозволить визначити всі невідомі величини.

Рівновага балки DC , а не AD , розглядається тому, що на неї діє менше число сил і рівняння рівноваги будуть більш простими.

Розглянемо рівновагу конструкції в цілому (рис.2).

Спочатку заміavimo рівномірно розподілене

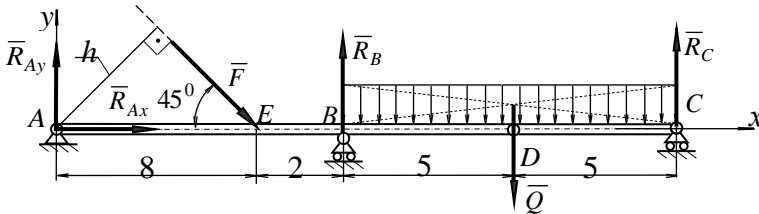


Рис. 2.

навантаження з інтенсивністю \bar{q} зосередженою силою \bar{Q} :

$$Q = q \cdot (BC) = 2 \cdot 10 = 20 \text{ кН},$$

яку прикладемо до середини відрізка BC , тобто в точці D .

Запишемо умови рівноваги:

$$\sum F_{kx} = 0; \quad \sum F_{ky} = 0; \quad \sum m_A(\bar{F}_k) = 0.$$

Складемо ці рівняння:

$$\sum F_{kx} = R_{Ax} + F \cos 45^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = R_{Ay} - F \sin 45^\circ + R_B - Q + R_C = 0;$$

$$\sum m_A(F_k) = -4 \cdot h + R_B(AB) - Q(AD) + R_C(AC) = 0,$$

де $h = (AE) \sin 45^\circ = 8 \cdot 0,707 = 5,65 \text{ м}$.

З урахуванням числових значень величин рівняння рівноваги набудуть вигляду:

$$1. \sum F_{kx} = R_{Ax} + 4 \cdot 0,707 = 0;$$

$$2. \sum F_{ky} = R_{Ay} - 4 \cdot 0,707 + R_B - 20 + R_C = 0;$$

$$3. \sum m_A(F_k) = -4 \cdot 5,65 + 10R_B + 20 \cdot 15 + R_C \cdot 20 = 0$$

З рівняння (1) дістанемо величину реакції \bar{R}_{Ax} :

$$R_{Ax} = -4 \cdot 0,707 = -2,83 \text{ кН}.$$

Оскільки в рівняння (2) і (3) входять три невідомі величини, причому, в кожному не менше двох, то розв'язати ці рівняння і визначити невідомі не можна. Тому, розглянемо рівновагу балки DC і складемо додаткові рівняння рівноваги.

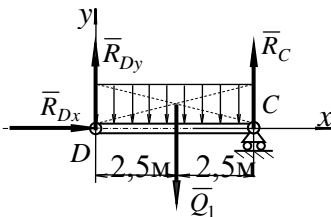


Рис. 3.

Балка DC (рис.3) знаходиться в рівновазі під дією розподіленого навантаження \bar{q} на частині DC , реакції опори C і реакції шарніра D . Напрямок реакції

\bar{R}_C вже заданий. Реакцію \bar{R}_D розкладемо на дві складові \bar{R}_{Dx} і \bar{R}_{Dy} за осями обраної системи координат $Dxу$.

Сила \bar{Q}_1 , що замінює дію рівномірно розподіленого навантаження, прикладена посередині відрізка DC і за модулем дорівнює:

$$Q_1 = q(DC) = 2 \cdot 5 = 10 \text{ кН.}$$

Складемо рівняння рівноваги для балки DC :

$$4. \sum F_{kx} = R_{Dx} = 0;$$

$$5. \sum F_{ky} = R_{Dy} - Q_1 + R_C = 0;$$

$$6. \sum m_D(\bar{F}_k) = -Q_1 \cdot \frac{(DC)}{2} + R_C \cdot (DC) = 0.$$

З рівняння (4) випливає, що $R_{Dx} = 0$.

Реакцію R_C знайдемо з рівняння (6):

$$R_C = \frac{Q_1 \cdot (DC)}{2 \cdot (DC)} = \frac{10}{2} = 5 \text{ кН.}$$

З рівняння (5) дістанемо реакцію R_{Dy} :

$$R_{Dy} = Q_1 - R_C = 10 - 5 = 5 \text{ кН.}$$

Підставивши в рівняння (3) значення R_C знайдемо R_B :

$$R_B = \frac{4 \cdot 5,65 + 20 \cdot 15 - 5 \cdot 20}{10} = 22,2 \text{ кН.}$$

Розв'язавши рівняння (2), дістанемо реакцію R_{Ay} :

$$R_{Ay} = 4 \cdot 0,707 - R_B + 20 - R_C = 2,8 + 20 - 5 = -4,4 \text{ кН.}$$

Відповідь: $R_{Ax} = -2,83$ кН; $R_{Ay} = -4,4$ кН; $R_{Dx} = 0$;
 $R_{Dy} = 5$ кН; $R_C = 5$ кН; $R_B = 22,2$ кН.

Задача №2

Два однорідних стержня AB і CD вагою $P_1 = 100$ Н і $P_2 = 200$ Н. Стержень AB закріплений нерухомим шарніром в точці A і спирається на горизонтальну поверхню в точці B . Горизонтальний стержень CD закріплений нерухомим шарніром в точці D і спирається на стержень AB .

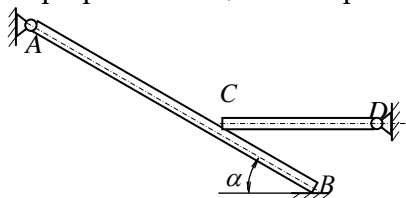


Рис. 4.

Визначити реакції в шарнірі A і в точці C , де стержень CD спирається на стержень AB , якщо: $AB=2$ м, $CD=1$ м, $CB=0,5$ м, $\alpha=30^\circ$ (рис.4).

Розв'язування. В даній задачі потрібно визначити реакції в шарнірно-нерухомій опорі A (R_A) і в точці C (R_C), де стержні дотикаються. Реакція \bar{R}_C є силою взаємодії між стержнями AB і CD . Якщо розглядати рівновагу конструкції в цілому, то сила R_C , як внутрішня сила, не буде входити в систему сил, що діють на об'єкт рівноваги і повністю розв'язати задачу буде неможливо.

Але, якщо розглядати рівновагу кожного стержня окремо, то на кожен з стержнів сила \bar{R}_C буде діяти як зовнішня. В точці C на стержень AB діє стержень CD , а на стержень CD з рівною за модулем і протилежною за напрямом силою діє стержень AB .

Оскільки обидві точки A і C , реакції в яких треба визначити, належать стержню AB , то розглянемо його рівновагу.

На стержень AB діють наступні сили (рис.5): вага \bar{P}_1 , що прикладена до середини стержня AB в точці E ; нормальна реакція горизонтальної поверхні, що прикладена до точки B ; реакція шарніра A , яку розкладемо на складові \bar{R}_{Ax} і \bar{R}_{Ay} за осями обраної системи координат; невідома за величиною сила тиску \bar{R}_C стержня CD , що прикладена до точки C і напрямлена перпендикулярно до стержня AB .

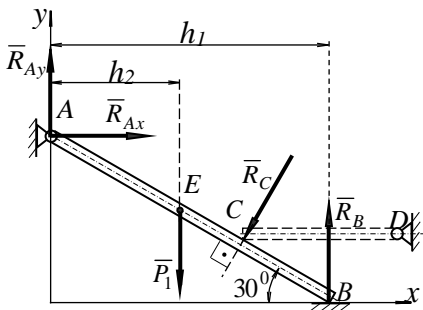


Рис. 5.

Складемо рівняння рівноваги стержня AB :

$$\sum F_{kx} = R_{Ax} - R_C \cos 60^\circ = 0;$$

$$\sum F_{ky} = R_{Ay} - P_1 - R_C \sin 60^\circ + R_B = 0;$$

$$\sum m_A(\bar{F}_k) = R_B \cdot h_1 - P_1 \cdot h_2 - R_C \cdot (AC) = 0,$$

де h_1, h_2, AC - плечі сил $\bar{R}_B, \bar{P}_1, \bar{R}_C$ відносно точки A ;

$$h_1 = (AB) \cos 30^\circ = 2 \cdot 0,866 = 1,73 \text{ м};$$

$$h_2 = (AE) \cos 30^\circ = \frac{(AB)}{2} \cos 30^\circ = 1 \cdot 0,866 = 0,866 \text{ м};$$

$$AC = AB - CB = 2 - 0,5 = 1,5 \text{ м}.$$

З урахуванням числових значень рівняння рівноваги набудуть вигляду:

$$1. \sum F_{kx} = R_{Ax} - R_C \cdot 0,5 = 0;$$

$$2. \sum F_{ky} = R_{Ay} - 100 - R_C \cdot 0,866 + R_B = 0;$$

$$3. \sum m_A(\bar{F}_k) = R_B \cdot 1,73 - 100 \cdot 0,866 - R_C \cdot 1,5 = 0.$$

Таким чином, при розгляді рівноваги стержня AB , маємо чотири невідомих: R_{Ax} , R_{Ay} , R_C , і R_B . Оскільки, складених рівнянь рівноваги три, то задача статично невизначена.

Розглянемо рівновагу стержня CD (рис.6).

Стержень CD знаходиться в рівновазі під дією наступних сил: ваги стержня P_2 , що прикладена до середини

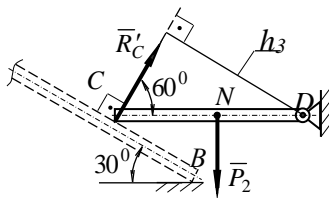


Рис. 6.

стержня CD в точці N ; реакції \bar{R}'_C , рівної за величиною R_C і напрямленої в протилежний бік від вектора \bar{R}_C ; реакції \bar{R}_D , що прикладена до точки D (оскільки її величину за умовою задачі визначити не треба то на рис 6 не показана).

Для визначення величини реакції \bar{R}'_C досить взяти суму моментів усіх сил відносно точки D , оскільки момент від невідомої реакції \bar{R}_D відносно цієї точки буде дорівнювати нулю:

$$4. \sum m_D(\bar{F}_k) = -R'_C h_3 + P_2 \cdot (ND) = 0,$$

де h_3 і ND - плечі сил \bar{R}'_C і \bar{P}_2 відносно точки D ;

$$h_3 = (CD) \sin 60^\circ = 1 \cdot 0,866 = 0,866 \text{ м};$$

$$ND = \frac{1}{2}(CD) = 0,5 \text{ м.}$$

Підставимо в рівняння (4) числові дані і визначимо \bar{R}'_C :

$$-R'_C \cdot 0,866 + 200 \cdot 0,5 = 0; \quad R'_C = \frac{200 \cdot 0,5}{0,866} = 115,5 \text{ Н.}$$

Розв'язавши послідовно рівняння (1), (3) і (2) визначимо величини інших реакцій:

$$R_{Ax} - 115,5 \cdot 0,5 = 0; \quad R_{Ax} = 57,7 \text{ Н;}$$

$$R_B = \frac{100 \cdot 0,866 + R_C \cdot 1,5}{1,73} = \frac{86,6 + 115,5 \cdot 1,5}{1,73} = 150 \text{ Н;}$$

$$R_{Ay} = 100 + R_C \cdot 0,866 - R_B = 100 + 115,5 \cdot 0,866 - 150 = 50 \text{ Н.}$$

Реакція в шарнірі A дорівнює:

$$R_A = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2} = \sqrt{57,7^2 + 50^2} = 76,34 \text{ Н.}$$

Відповідь: $R_A = 76,34 \text{ Н;}$ $R_{Ax} = 57,7 \text{ Н;}$
 $R_{Ay} = 50 \text{ Н;}$ $R_C = 115,5 \text{ Н.}$

Задача №3

Конструкція складається з жорсткого кутника AEC і стержня BL , що спирається на кутник. Конструкція утримується в рівновазі шарнірно-нерухомими опорами A та B і шарнірно-рухомою опорою D (рис.7).

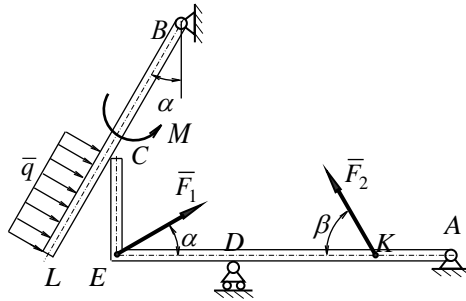


Рис. 7.

Конструкція навантажена: парою сил з моментом $M=60\text{кНм}$, рівномірно розподіленим навантаженням інтенсивністю $q = 20\text{кН/м}$ на частині стержня LC ; зосередженими силами $F_1 = 30\text{кН}$ і $F_2 = 50\text{кН}$, що прикладені в точках E і K під кутами $\alpha = 30^\circ$ та $\beta = 60^\circ$, відповідно.

Визначити реакції в'язей в точках A , B , C і D , що викликаються заданими навантаженнями, якщо: $AE=1,5\text{м}$; $KA = KD = 0,35\text{м}$; $CE=0,4\text{м}$; $BL=1\text{м}$; $BC=0,6\text{м}$.

Розв'язування. Дана задача на рівновагу системи тіл, що знаходяться під дією плоскої системи сил. При її розв'язуванні можна розглянути рівновагу всієї системи в цілому, а потім – рівновагу одного з тіл системи, зобразивши його окремо, або зразу ж розчленувати систему на складові та розглянути рівновагу кожного з тіл окремо.

Розчленимо систему і розглянемо рівновагу стержня L (рис.8).

На стержень BL діють: рівномірно розподілене навантаження інтенсивністю \bar{q} , дію якого замінимо зосередженою силою \bar{Q} , що прикладена до середини ділянки CL і за модулем дорівнює: $Q = q(CL) = 20 \cdot 0,4 = 8\text{кН}$;

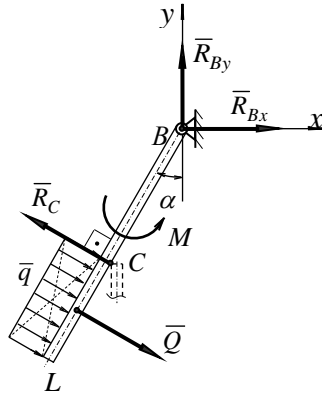


Рис. 8.

реакція шарнірно-нерухомої опори B , яку розкладемо на складові \bar{R}_{Bx} і \bar{R}_{By} за осями обраної системи координат Bxu ; реакція \bar{R}_C кутника AEC , яку спрямуємо перпендикулярно до поверхні стержня BL ; пара сил з моментом M .

Складемо умови рівноваги для плоскої системи сил, що діє на стержень BL :

$$\begin{aligned} \sum F_{kx} &= R_{Bx} - R_C \cos 30^0 + Q \cos 30^0 = 0; \\ \sum F_{ky} &= R_{By} + R_C \sin 30^0 - Q \sin 30^0 = 0; \\ \sum m_B(\bar{F}_k) &= M - R_C \cdot (BC) + Q(DC + \frac{LC}{2}) = 0. \end{aligned}$$

Підставимо в складені рівняння числові значення заданих величин:

1. $\sum F_{kx} = R_{Bx} - R_C \cdot 0,866 + 8 \cdot 0,866 = R_{Bx} - 0,866R_C + 6,92 = 0;$
2. $\sum F_{ky} = R_{By} + R_C \cdot 0,5 - 8 \cdot 0,5 = R_{By} + 0,5R_C - 4 = 0;$
3. $\sum m_B(\bar{F}_k) = 60 - R_C \cdot 0,6 + 8(0,6 + 0,4/2) = 60,8 - 0,6R_C = 0.$

З рівняння (3) знайдемо величину реакції \bar{R}_C :

$$R_C = \frac{60,8}{0,6} = 10,12 \text{ кН.}$$

Підставивши знайдене значення R_C в рівняння (1) і (2) дістанемо:

$$R_{Bx} = 0,866R_C - 6,92 = 0,866 \cdot 10,12 - 6,92 = 1,83 \text{ кН;}$$

$$R_{By} = 4 - 0,5R_C = 4 - 0,5 \cdot 10,12 = -1,06 \text{ кН.}$$

Знак мінус перед значенням R_{By} вказує на те, що дійсний напрям реакції в протилежний бік від обраного на рис.8.

Розглянемо рівновагу кутника AEC (рис.9).

На кутник діють: сила тиску стержня \bar{R}'_C , яка напрямлена протилежно \bar{R}_C ; активні сили \bar{F}_1 і \bar{F}_2 , що прикладені до точок E і K ; реакція \bar{R}_D шарнірно-рухомої опори D , яка напрямлена перпендикулярно до EA ; реакція шарнірно-нерухомої опори A , яку розкладаємо на складові \bar{R}_{Ax} і \bar{R}_{Ay} за осями обраної системи координат Axy .

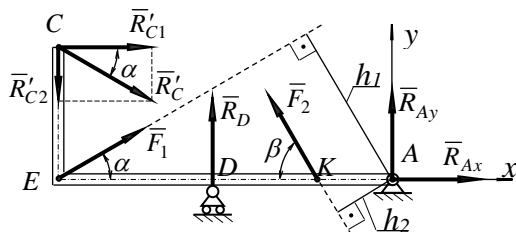


Рис. 9.

Силу \bar{R}'_C , для якої важко визначити плече в рівнянні моментів відносно центра A , розкладаємо на складові за осями обраної системи координат (рис.9):

$$R'_{C1} = R'_C \cos \alpha ; \quad R'_{C2} = R'_C \sin \alpha .$$

Запишемо умови рівноваги для довільної плоскої системи сил, що діє на кутник:

$$\sum F_{kx} = R'_{C2} + F_1 \cos \alpha - F_2 \cos \beta + R_{Ax} = 0;$$

$$\sum F_{ky} = -R'_{C1} + F_1 \sin \alpha + F_2 \sin \beta + R_D + R_{Ay} = 0;$$

$$\sum m_A(\bar{F}_k) = R'_{C2}(EA) - R'_{C1}(CE) - F_1 h_1 - R_D(AD) - F_2 h_2 = 0,$$

де

$$h_1 = (EA) \sin \alpha = 1,5 \sin 30^\circ = 0,75 \text{ м};$$

$$h_2 = (AK) \sin \beta = 0,35 \sin 60^\circ = 0,3 \text{ м}.$$

З урахуванням числових даних дістанемо:

$$\begin{aligned} 4. \sum F_{kx} &= 10,12 \cos 30^\circ + 30 \cos 30^\circ - 50 \cos 60^\circ + R_{Ax} = \\ &= 10,12 \cdot 0,866 + 30 \cdot 0,866 - 50 \cdot 0,5 + R_{Ax} = R_{Ax} + 9,65 = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \sum F_{ky} &= -10,12 \sin 30^\circ + 30 \sin 30^\circ + 50 \sin 60^\circ + R_D + R_{Ay} = \\ &= -10,12 \cdot 0,5 + 30 \cdot 0,5 + 50 \cdot 0,866 + R_D + R_{Ay} = R_D + R_{Ay} + \\ &\quad + 53,2 = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6. \sum m_A(\bar{F}_k) &= 5,06 \cdot 1,5 - 8,75 \cdot 0,4 - 30 \cdot 0,75 - R_D \cdot 0,8 - 50 \cdot \\ &\quad \cdot 0,3 = -0,8R_D - 33,4 = 0. \end{aligned}$$

З рівняння (4) випливає: $R_{Ax} = -9,65 \text{ кН}$.

З рівняння (6) знаходимо:

$$R_D = -33,4/0,8 = -41,7 \text{ кН}.$$

Підставивши R_D в рівняння 5, дістанемо:

$$R_{Ay} = -R_D - 53,2 = -(-41,7) - 53,2 = -11,5 \text{ кН.}$$

Від'ємні значення величин реакцій R_{Ax} , R_{Ay} і R_D вказують на те, що дійсні напрями цих реакцій в протилежні боки від показаних на рис.5.9.

Абсолютні значення реакцій \bar{R}_A і \bar{R}_B дорівнюють:

$$R_A = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2} = \sqrt{(-9,65)^2 + (-11,5)^2} = 14,7 \text{ кН;}$$

$$R_B = \sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2} = \sqrt{1,83^2 + (-1,06)^2} = 2,12 \text{ кН.}$$

Відповідь: $R_A = 14,7 \text{ кН;}$ $R_B = 2,12 \text{ кН;}$
 $R_C = 10,12 \text{ кН;}$ $R_D = 41,7 \text{ кН.}$

3. Задачі для самостійного розв'язку

Задача № 1

Визначити реакції опор, зображених на рис. 10, за умови, що: $F = 10 \text{ Н;}$ $q = 2 \text{ кН/м.}$

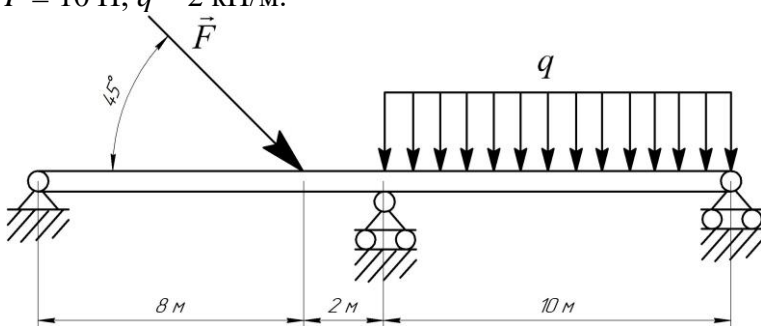


Рис. 10

Задача № 2

Міст складається з двох частин, поєднаних шарніром C та приєднаних до опор, розміщених на березі шарнірами A та B . Маса кожної з частин мосту 20 тон, положення центрів мас половин вказано на рис. 11. На лівій частині мосту розташовано вантаж P , масою 10 тон. Визначити опорні реакції A та B , а також силу, що діє на шарнір C .

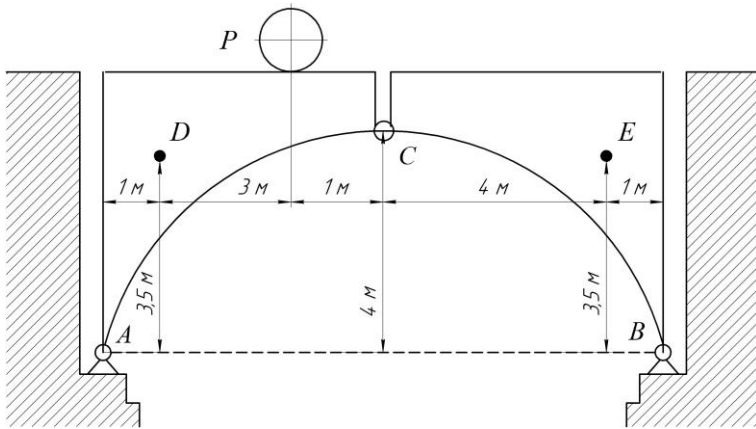


Рис. 11

Література:

1. Бурлака В.В., Ольшанський В.П., Сліпченко М.В.. Теоретична механіка. Статика. В'язі: методичні вказівки до виконання практичних робіт для студентів денної та заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальностей 133 Галузеве машинобудування, 208 Агроінженерія, 274 Автомобільний транспорт. Харків: ХНТУСГ, 2020. 20 с.
2. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике, М.: Наука, 1973.
3. Кучеренко С.І., Бурлака В.В., Тіщенко Л.М. Теоретична механіка. Курс лекцій. Харків, 2013. 544с.
4. Бурлака В.В., Сліпченко М.В., Тіщенко Л.М. Теоретична механіка: Збірник задач для курсових робіт. Навчальний посібник. Харків: Міськдрук, 2016. 309 с.
5. Кучеренко С.І., Бурлака В.В., Тіщенко Л.М. Теоретична механіка. Навчальний посібник / за ред. С.І. Кучеренка. Харків, 2012. 568с

Навчальне видання

ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА

СТАТИКА.

РІВНОВАГА СКЛАДЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт

Укладачі

БУРЛАКА Володимир Васильович,
ОЛЬШАНСЬКИЙ Василь Павлович,
СЛПЧЕНКО Максим Володимирович

Формат 60x84\16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
Ум. друк. арк. 1,25
Наклад 30 пр.

Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44