



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.

РОЗРАХУНОК ЗУСИЛЬ В СТЕРЖНЯХ ФЕРМИ

**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.
РОЗРАХУНОК ЗУСИЛЬ В СТЕРЖНЯХ ФЕРМИ**

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 . . . 2021 р.

Харків

2021

УДК 531/534 (075.8)

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

Теоретична механіка. Статика. Розрахунок зусиль в стержнях ферми: 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.–24с.

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 реакцій у стержнях ферми. Для розв'язку задачі запропоновано два методи: вирізання вузлів та метод Ріттера. Наведено приклад розв'язку та запропоновано завдання для самостійної роботи.

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., завідувач 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

РОЗРАХУНОК ЗУСИЛЬ В СТЕРЖНЯХ ФЕРМИ

Зміст

1. Прості ферми.
2. Визначення зусиль в стержнях ферми.
3. Порядок розв'язування задач.
4. Приклади розв'язування задач.
5. Задачі для самостійного розв'язку

1. Прості ферми

Фермою називається конструкція, що складається з стержнів, з'єднаних між собою на кінцях шарнірами, які утворюють геометрично незмінну систему (рис.1).

Шарніри, що з'єднують стержні між собою називаються **вузлами ферми**. Стержні, що розташовані всередині контура ферми, утворюють її решітку. Якщо всі стержні, що утворюють ферму, розташовані в одній площині, то така ферма називається **плоскою**.

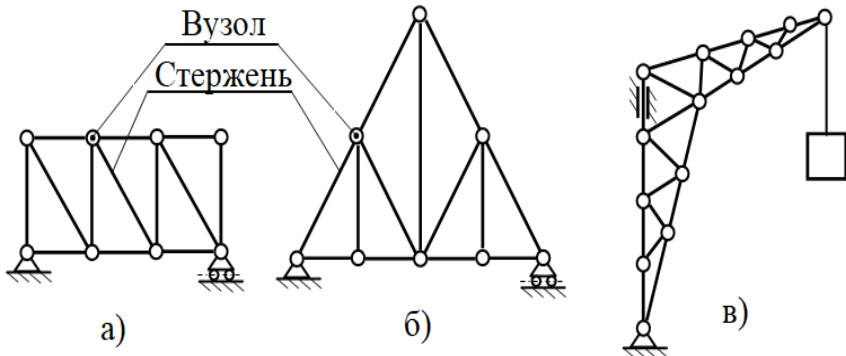


Рис. 1

При розрахунку ферм приймається, що вагою стержнів можна знехтувати і шарніри розташовані на кінцях стержнів. Оскільки навантаження, що діють на ферму, передаються в шарнірах, то кожен стержень буде сприймати зусилля, яке напрямлене вздовж осі стержня, тобто буде або розтягнутий або стиснутий.

Серед різноманітних типів ферм розрізняють два основних вида:

1. Ферми без зайвих стержнів.
2. Ферми, в яких є зайві стержні.

В подальшому будемо розглядати прості плоскі ферми, які будуються наступним чином: до основного стержневого трикутника двома стержнями приєднується новий шарнір (вузел), до нього другий і т.д.

За своїм призначенням ферми поділяються в основному на мостові, кроквені і кранові (рис.1 а,б,в).

Залежність між числом стержнів m і числом вузлів n для ферми без зайвих стержнів має вигляд:

$$m = 2n - 3.$$

Якщо $m < 2n - 3$, то число стержнів є недостатнім для забезпечення геометричної незмінності ферми. Якщо ж $m > 2n - 3$, то ферма має зайві стержні.

Під час розрахунку ферм припускається, що виконуються наступні умови:

1. Усі стержні ферми - прямолінійні.
2. Тертя в шарнірах відсутнє.
3. Сили, що діють на ферму, лежать в площині цієї ферми і прикладені тільки до її вузлів.
4. Власна вага кожного стержня ферми настільки мала в порівнянні з силами прикладеними до вузлів ферми, що нею можна знехтувати.

Основною задачею розрахунку простих ферм є визначення зусиль в стержнях ферми, які являють собою внутрішні сили, що виникають в стержнях під дією зовнішніх сил.

6.2. Визначення зусиль в стержнях ферми

Обмежимося двома аналітичними способами визначення зусиль в стержнях простих ферм:

1. Спосіб вирізання вузлів.
2. Спосіб перетинів (метод Ріттера).

Спосіб вирізання вузлів – полягає в тому, що кожен вузол вирізають з ферми і розглядають окремо в рівновазі під дією прикладених до нього зовнішніх сил і зусиль розрізаних стержнів.

Спосіб Ріттера – дозволяє визначити зусилля в будь-якому стержні ферми незалежно від зусиль в інших стержнях і полягає в тому, що ферма розсікається на дві частини таким чином, щоб в перетину було не більше трьох стержнів з невідомими зусиллями.

Деякі часткові випадки визначення зусиль в стержнях ферми

Визначення зусиль в стержнях ферм спрощується, якщо при розгляді рівноваги вузла зустрічаються наступні випадки.

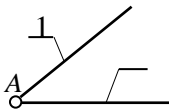


Рис. 2.

1. *Ненавантажений двостержневий вузол ферми* (рис.2).

В цьому випадку зусилля в кожному з стержнів дорівнює нулю, оскільки інакше рівновага вузла була б неможлива.

1. До двостержневого вузла ферми за віссю одного з стержнів прикладена сила \bar{F} (рис.3).

Реакція стержня, з віссю якого збігається напрям сили, за модулем дорівнює, а за напрямом протилежна силі \bar{F} . Зусилля в другому стержні дорівнює нулю.

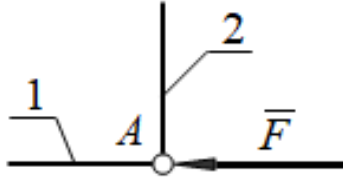


Рис. 3

2. Тристержневий ненавантажений вузол ферми, осі двох стержнів якого напрямлені вздовж прямої (рис.4).

В цьому випадку зусилля в третьому стержні дорівнює нулю, а в кожному з перших двох або теж дорівнюють нулю, або рівні між собою за величиною і напрямлені в протилежні боки, тобто ці стержні або не зазнають навантажень, або обидва стиснуті (розтягнуті) з однаковими силами.

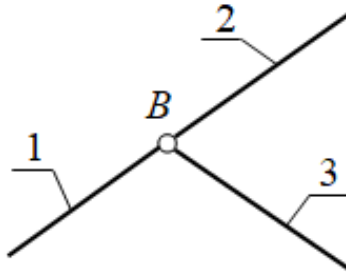


Рис. 4

3. Тристержневий вузол ферми, у якого осі двох стержнів напрямлені вздовж однієї прямої, а за напрямом осі третього стержня прикладена сила \bar{F} (рис.5).

В цьому випадку реакція третього стержня за величиною дорівнює, а за напрямом протилежна силі \bar{F} . Зусилля в перших двох стержнях або дорівнюють нулю, або рівні між собою за величиною і напрямлені в протилежні боки.

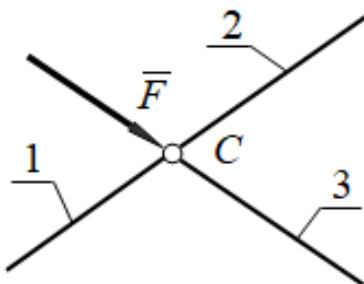


Рис. 5

4. До тристержневого вузла ферми за віссю одного з стержнів прикладена сила \bar{F} , а зусилля в одному з двох інших стержнів дорівнює нулю (рис.6).

В цьому випадку реакція стержня, вісь якого збігається з лінією дії сили \bar{F} , за величиною рівна, а за напрямом протилежна силі \bar{F} . Зусилля в другому та третьому стержнях дорівнюють нулю.

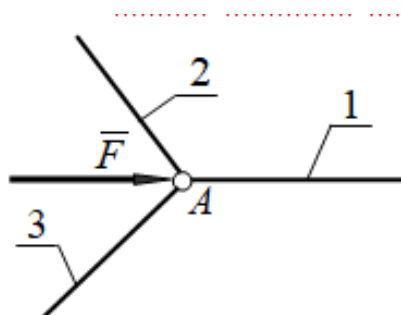


Рис. 6

5. *Ненавантажений чотиристержневий вузол ферми, в якому осі стержнів попарно розташовані за однією прямою (рис.7).*

В цьому випадку зусилля або:

- а) дорівнюють нулю в кожному стержні;
- б) дорівнюють нулю тільки в двох стержнях, що розташовані за однією прямою, а в двох інших рівні за модулем і протилежні за напрямом;
- в) для кожної пари стержнів, що розташовані за однією прямою, рівні між собою за модулем і протилежні за напрямом.

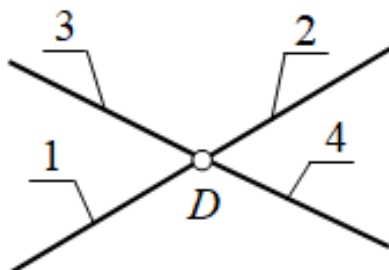


Рис. 7

3. Порядок розв'язування задач

1. Виділити ферму, рівновагу якої треба розглянути для знаходження невідомих величин.
2. Прикласти активні сили, що діють на об'єкт рівноваги.
3. Відкинути в'язі і замінити їх дію реакціями.
4. Розглянути рівновагу ферми, як твердого тіла, під дією активних сил і реакцій в'язей.
5. Визначити реакції опор.
6. Вирізати вузол, до якого сходяться два стержня і розглянути його рівновагу під дією активних сил і реакцій розрізаних стержнів. (При обранні напрямку

реакції стержня, краще приймати що він розтягнутий, тобто напрямляти реакцію від вузла стержня).

7. Користуючись умовами рівноваги плоскої системи збіжних сил, визначити реакції розрізаних стержнів.
8. Рухаючись по фермі від вузла до вузла, аналогічно розглядається рівновага кожного вузла. При цьому, в кожному наступному вирізаному вузлі повинно бути тільки два стержня, реакції в яких невідомі.

Спосіб перетинів (метод Ріттера)

1. Визначити опорні реакції, розглядаючи рівновагу ферми як твердого тіла, що знаходиться під дією плоскої системи сил.
2. Уявно розрізати ферму, до якої прикладені всі зовнішні сили, на дві частини таким чином, щоб число розрізаних стержнів не було більше трьох.
3. Відкинути одну з частин ферми і замінити її дію реакціями розрізаних стержнів. (Рекомендується приймати, що всі стержні розтягнуті).
4. Розглянути рівновагу обраної частини ферми під дією активних сил і реакцій розрізаних стержнів. (При складанні умов рівноваги краще керуватися тим, щоб в кожне рівняння входила одна невідома реакція. Для цього, за центр моментів обирають точку де перетинаються лінії дії двох невідомих реакцій і у випадку, якщо два розрізаних стержня паралельні, складають рівняння проєкцій на вісь, що перпендикулярна до цих стержнів).
5. Розв'язати складену систему рівнянь, визначити невідомі зусилля в стержнях.

4. Приклади розв'язування задач

Реакція \bar{R}_A шарнірно-рухомої опори A напрямлена перпендикулярно до опорної поверхні, тобто вертикально. Оскільки всі активні сили і реакція \bar{R}_A перпендикулярні до осі Ax , то і реакція шарнірно-нерухомої опори B теж буде перпендикулярна до осі Ax .

Складемо рівняння рівноваги для системи сил, що діє на ферму:

$$1. \sum F_{ky} = -R_A - F_1 - F_2 - F_3 - F_4 + R_B = 0;$$

$$2. \sum m_A(\bar{F}_k) = F_2 \frac{(AC)}{2} - F_3(AD) - F_4(AB) + R_B(AB) = 0,$$

де $CE = (CB) \sin 30^\circ$;

$$CD = (CE) \sin 30^\circ = (CB) \sin^2 30^\circ = 2 \cdot (0,5)^2 = 0,5 \text{ м};$$

$$AD = AC + CD = 2 + 0,5 = 2,5 \text{ м};$$

$$AB = AC + CB = 2 + 2 = 4 \text{ м}.$$

З другого рівняння дістанемо R_B :

$$R_B = \frac{F_2 \cdot 0,5(AC) + F_3(AD) + F_4(AB)}{AB} =$$

$$\frac{2 \cdot 1 + 2 \cdot 2,5 + 1 \cdot 4}{4} = 2,75 \text{ кН}.$$

З першого рівняння знайдемо R_A :

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 - R_B = 1 + 2 + 2 + 1 - 2,75 = 3,25 \text{ кН}.$$

Після визначення реакцій опор перейдемо до визначення зусиль в стержнях. Для цього треба розглянути рівновагу кожного вузла ферми окремо, уявно відкинувши всі

стержні, що сходяться до нього, і замінивши їх дію на вузел реакціями.

Першими треба розглядати вузли, до яких прикладені тільки дві невідомі сили. У даній задачі таким вимогам відповідають два вузла A і B . Розрахунок можна починати з будь якого із цих вузлів.

Почнемо з вузла A . Вузел A знаходиться в рівновазі під дією реакції \bar{R}_A , активної сили \bar{F}_1 і невідомих реакцій \bar{S}_1 і \bar{S}_5 стержнів 1 і 5 (рис.9).

Реакції стержнів напрямимо від вузла, припускаючи, що стержні розтягнуті.

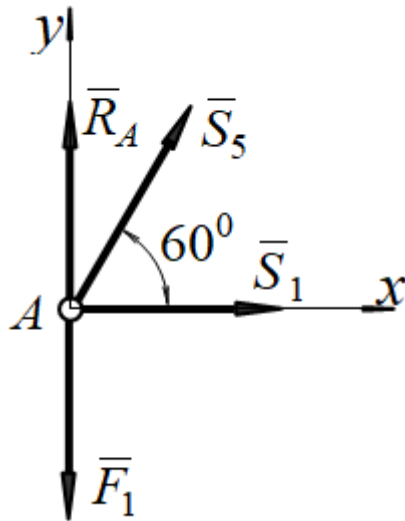


Рис. 9

Через точку A проводимо осі Ax і Ay та складаємо рівняння рівноваги плоскої системи збіжних сил:

$$3. \sum F_{kx} = S_1 + S_5 \cos 60^\circ = 0;$$

$$4. \sum F_{ky} = R_A + S_5 \sin 60^\circ - F_2 = 0.$$

Розв'язавши послідовно рівняння (4) і (3), дістанемо:

$$S_5 = \frac{F_1 - R_A}{\sin 60^\circ} = \frac{1 - 3,25}{0,866} = -2,6 \text{ кН};$$

$$S_1 = -S_5 \cos 60^\circ = -(-2,6) \cdot 0,5 = 1,3 \text{ кН}.$$

Від'ємне значення реакції S_5 вказує на те, що дійсний її напрям в протилежний бік від показаного на рис.9. Стержень 5 не розтягнутий, а стиснутий. Стержень же 1 – розтягнутий.

Наступним розглянемо вузол N , оскільки до вузла C буде прикладено три невідомих реакції \bar{S}_2, \bar{S}_7 і \bar{S}_6 , а до вузла N – тільки дві \bar{S}_6 і \bar{S}_4 , зусилля ж в 5 стержні цього вузла вже визначено.

Вузол N знаходиться в рівновазі під дією: активної сили \bar{F}_2 ; відомої реакції \bar{S}'_5 , яка за величиною дорівнює реакції S_5 , що прикладена до вузла A , але напрямлена в протилежний бік; невідомих реакцій \bar{S}_6 і \bar{S}_4 , стержнів 4 і 6 (рис.6.10).

Проведемо через точку N осі координат і складемо рівняння рівноваги вузла

$$5. \sum F_{kx} = -S'_5 \cos 60^\circ + S_4 \cos 30^\circ + S_6 \cos 60^\circ = 0;$$

$$6. \sum F_{ky} = -F_2 - S'_5 \sin 60^\circ - S_4 \sin 30^\circ - S_6 \sin 60^\circ = 0;$$

З рівняння (5) виразимо S_4 :

$$S_4 = \frac{S_5' \cos 60^\circ - S_6 \cos 60^\circ}{\cos 30^\circ} = \frac{-2,6 \cdot 0,5 - S_6 \cdot 0,5}{0,866} =$$

$$= -1,5 - 0,577 S_6.$$

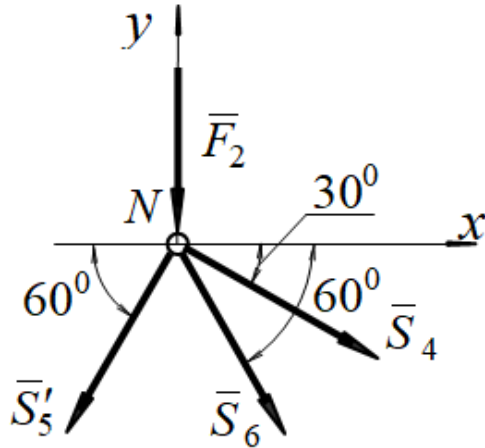


Рис. 10

Підставимо вираз для S_4 в (6) і знайдемо S_6 :

$$-F_2 - S_5' \sin 60^\circ - (-1,5 - 0,577 S_6) \sin 30^\circ - S_6 \sin 30^\circ = 0;$$

$$-2 - (-2,6 \cdot 0,866) + 1,5 \cdot 0,5 + 0,577 \cdot 0,5 \cdot S_6 - 0,866 \cdot S_6 = 0;$$

$$S_6 = \frac{-2 + 2,25 + 0,75}{0,578} = 1,73 \text{ кН.}$$

Тоді:

$$S_4 = -1,5 - 0,577 \cdot 1,73 = -2,5 \text{ кН.}$$

Таким чином, стержень 6 розтягнутий, як і припускалось, а стержень 4 – стиснутий.

Наступним вирізаємо вузол С.

До вузла прикладені: дві невідомі реакції \bar{S}_7 і \bar{S}_2 стержнів 7 і 2; дві відомі реакції \bar{S}'_6 і \bar{S}'_1 , стержнів 6 і 1, які за величинами дорівнюють реакціям \bar{S}_6 і \bar{S}_1 , що прикладені відповідно до вузлів N і A , але напрямлені в протилежні боки (рис.11).

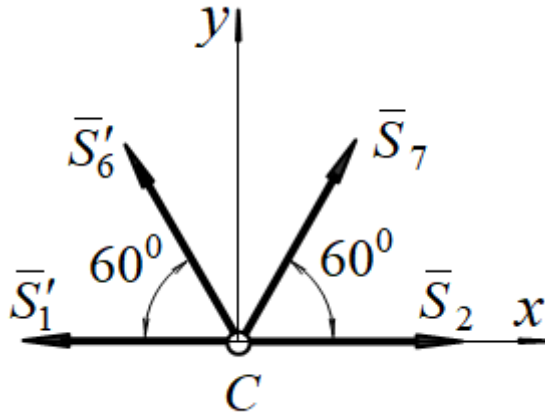


Рис. 11

Проводимо через точку C координатні осі та складаємо рівняння рівноваги вузла C :

$$7. \sum F_{kx} = -S'_1 - S'_6 \cos 60^\circ + S_7 \cos 60^\circ + S_2 = 0;$$

$$8. \sum F_{ky} = S_6 \sin 60^\circ + S_7 \sin 60^\circ = 0;$$

З рівняння (8) дістанемо :

$$S_7 = -S'_6 = -1,73 \text{ кН.}$$

З рівняння (7) знаходимо S_2 :

$$S_2 = S_1' + (S_6' - S_7) \cos 60^\circ = 1,3 + (1,73 - (-1,73)) \cdot 0,5 = 3,03 \text{ кН.}$$

Таким чином, стержень 2 розтягнутий, а стержень 7 – стиснутий.

Розглянемо рівновагу вузла E (рис. 12).

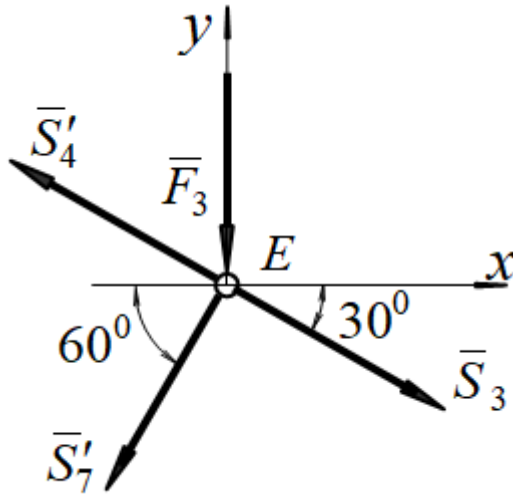


Рис. 12

На вузел діють: невідома реакція \bar{S}_3 стержня 3; активна сила \bar{F}_3 ; відома реакція 4 стержня \bar{S}_4' , яка за модулем дорівнює реакції \bar{S}_4 , що прикладена до вузла N , але протилежно напрямлена; відома реакція 7 стержня \bar{S}_7' , яка за модулем дорівнює реакції \bar{S}_7 , що прикладена до вузла C , але протилежно напрямлена.

Через точку E проводимо осі координат Ex і Ey . Оскільки на вузел E діє тільки одна невідома сила S_3 , то достатньо скласти тільки одне рівняння рівноваги:

$$9. \sum F_{kx} = -S'_4 \cos 30^\circ - S'_7 \cos 60^\circ + S_3 \cos 30^\circ = 0;$$

Звідси:

$$S_3 = S_4 + S'_7 \frac{\cos 60^\circ}{\cos 30^\circ} = -2,5 + (-1,73) \frac{0,5}{0,866} = -3,5 \text{ кН.}$$

Стержень 3 стиснутий.

Таким чином, визначені зусилля в усіх стержнях ферми. З'ясовано, що стержні 1, 2, 6 – розтягнуті, а стержні 3, 4, 5 і 7 – стиснуті.

Розгляд рівноваги вузла B , дозволяє перевірити правильність розрахунку ферми. (рис. 13).

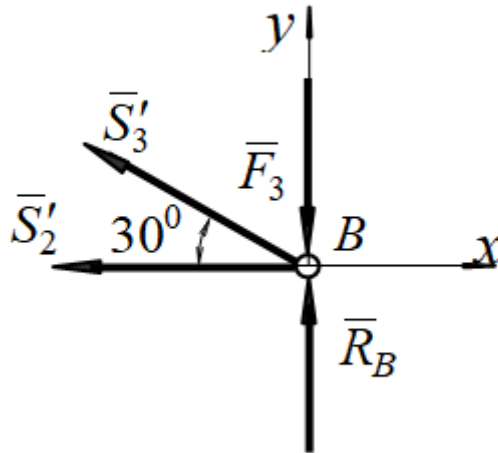


Рис. 13

Рівняння рівноваги для вузла B :

$$10. \sum F_{kx} = -S'_2 - S'_3 \cos 30^\circ = 0;$$

$$11. \sum F_{ky} = R_B - F_4 + S'_3 \sin 30^\circ = 0.$$

Підставимо в ці рівняння числові дані:

$$-3,03 - (-3,5) \cdot 0,866 = -3,03 + 3,03 = 0;$$

$$2,75 - 1 + (-3,5) \cdot 0,5 = 1,75 - 1,75 = 0.$$

Рівняння (10) і (11) перетворюються в тотожності, що вказує на правильність виконаного розрахунку.

Перевіримо, наскільки вірно визначені зусилля в окремих стержнях ферми методом перетинів (методом Ріттера).

Для визначення зусиль в стержнях 1, 6, 4 розсічемо ферму перетином $a-a$ на дві частини таким чином, щоб в перетин потрапило не більше трьох стержнів, зусилля в яких невідомі (рис.14).

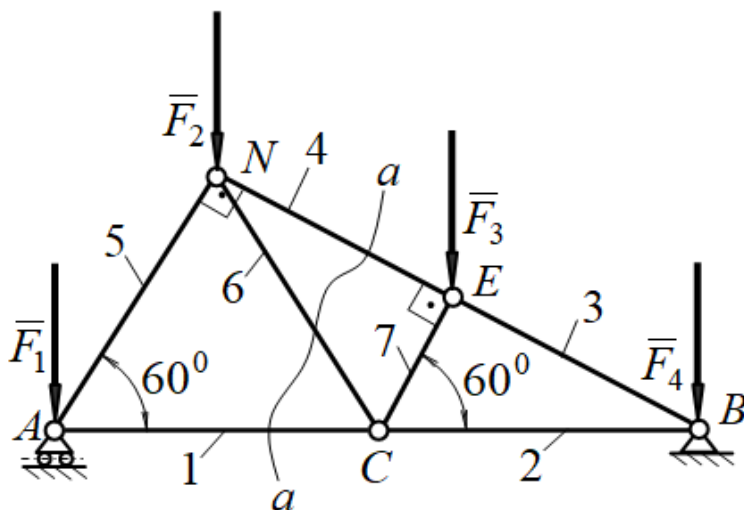


Рис. 14

Відкинемо праву частину ферми, замінивши її дію реакціями стержнів \bar{S}_4 , \bar{S}_6 і \bar{S}_1 . Реакції стержнів напрямимо від вузлів A і N , уявивши, що всі стержні розтягнуті (рис.15).

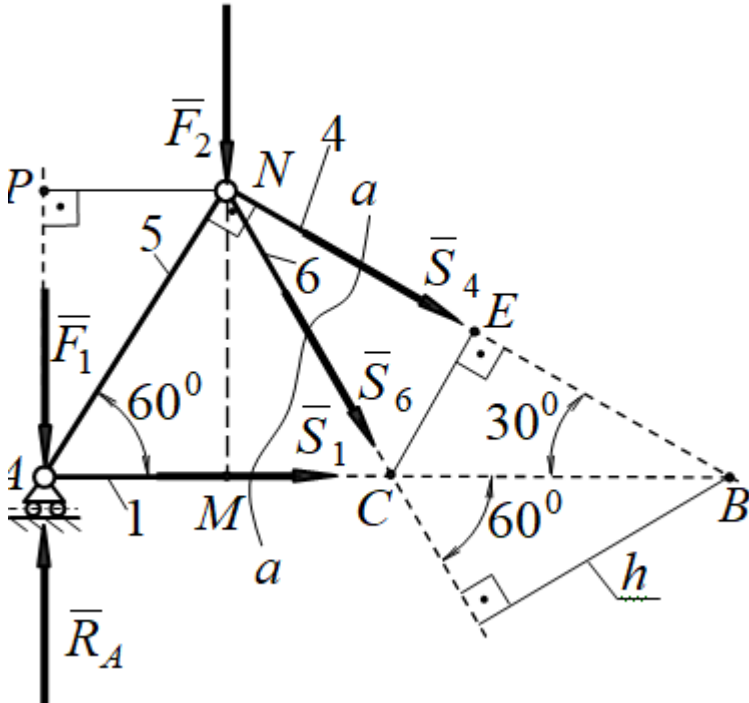


Рис. 15

Таким чином, ліва частина ферми буде знаходитись в рівновазі під дією реакції опори \bar{R}_A , активних сил \bar{F}_1 , \bar{F}_2 та реакцій стержнів \bar{S}_1 , \bar{S}_4 , \bar{S}_6 .

Складемо рівняння рівноваги для лівої частини ферми.

Скористаємося моментною формою умов рівноваги для довільної плоскої системи сил: *для рівноваги довільної плоскої системи сил необхідно і достатньо щоб суми моментів усіх сил відносно трьох довільних центрів, що не лежать на одній прямій дорівнювали нулю:*

$$\sum m_A(\bar{F}_k) = 0; \sum m_B(\bar{F}_k) = 0; \sum m_C(\bar{F}_k) = 0.$$

Оберемо за центри моментів точки: C , де перетинаються лінії дії невідомих реакцій \bar{S}_1 і \bar{S}_6 ; B , де перетинаються лінії дії невідомих реакцій і \bar{S}_4 ; N , де перетинаються лінії дії невідомих реакцій \bar{S}_6 і \bar{S}_4 .

$$12. \sum m_C(\bar{F}_k) = -S_4(CE) + F_1 \cdot (AC) - R_A \cdot (AC) + F_2 \cdot (MC) = 0;$$

$$13. \sum m_B(\bar{F}_k) = S_6 \cdot h + F_2 \cdot (MB) + F_1 \cdot (AB) - R_A \cdot (AB) = 0;$$

$$14. \sum m_N(\bar{F}_k) = S_1 \cdot (MN) - R_A \cdot (NP) + F_1 \cdot (NP) = 0.$$

З рівняння (12) визначимо реакцію S_4 :

$$S_4 = \frac{(F_1 - R_A)(AC) + F_2(MC)}{(CE)} = \frac{(1 - 3,25) \cdot 2 + 2 \cdot 1}{1} = -2,5 \text{ кН},$$

де $CE = (DC) \sin 30^\circ = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ м}$ - плече реакції \bar{S}_4 відносно центра C ;

$AC = 2 \text{ м}$ - плече сил \bar{F}_1 і \bar{R}_A відносно центра C ;

З рівняння (13) дістанемо:

$$S_6 = \frac{(R_A - F_1)(AB) - F_2 \cdot (MB)}{h} = \frac{(3,25 - 1) \cdot 4 - 2 \cdot 3}{1,732} = 1,73 \text{ кН},$$

де $AB = 4 \text{ м}$ - плече сил \bar{F}_1 і \bar{R}_A відносно центра B ;

$MB = CB + \frac{AB}{2} = 3 \text{ м}$ - плече сили \bar{F}_2 відносно центра B ;

$h = (NB) \sin 30^\circ = (AB) \cos 30^\circ = 4 \cdot 0,866 \cdot 0,5 = 1,73 \text{ м}$ - плече реакції \bar{S}_6 відносно центра B .

З рівняння (14) знайдемо:

$$S_1 = \frac{(R_A - F_1) \cdot (NP)}{NM} = \frac{(3,25 - 1) \cdot 1}{1,73} = 1,3 \text{ кН},$$

де $NP = \frac{AC}{2} = 1 \text{ м}$ - плече сил \bar{F}_1 і \bar{R}_A відносно центра N ;

$NM = (AM) \cdot \text{tg} 60^\circ = 1 \cdot 1,73 = 1,73 \text{ м}$ - плече реакції S_1 відносно центра N .

Таким чином, при визначенні зусиль в стержнях ферми методом перетинів, дістали: $S_1 = 1,3 \text{ кН}$; $S_4 = -2,5 \text{ кН}$; $S_6 = 1,73 \text{ кН}$, що повністю збігається з результатами, які знайдені методом вирізання вузлів.

Відповідь: $S_1 = 1,3 \text{ кН}$; $S_2 = 3,03 \text{ кН}$; $S_3 = -3,5 \text{ кН}$;
 $S_4 = -2,5 \text{ кН}$; $S_5 = -2,6 \text{ кН}$; $S_6 = 1,73 \text{ кН}$;
 $S_7 = -1,73 \text{ кН}$.

5. Задачі для самостійного розв'язку

Задача 1

Визначити опорні реакції та зусилля в стержнях крану, розрахункова схема якого надана на рис. 16, при умові що кран розрахований на підйом вантажу масою 8 т. При розв'язуванні задачі вагою стержнів знехтувати.

Задача 2.

Визначити опорні реакції та зусилля в стержнях кроквяної ферми. Значення та місце прикладення сил зображено на рис. 17. Вагою стержнів знехтувати.

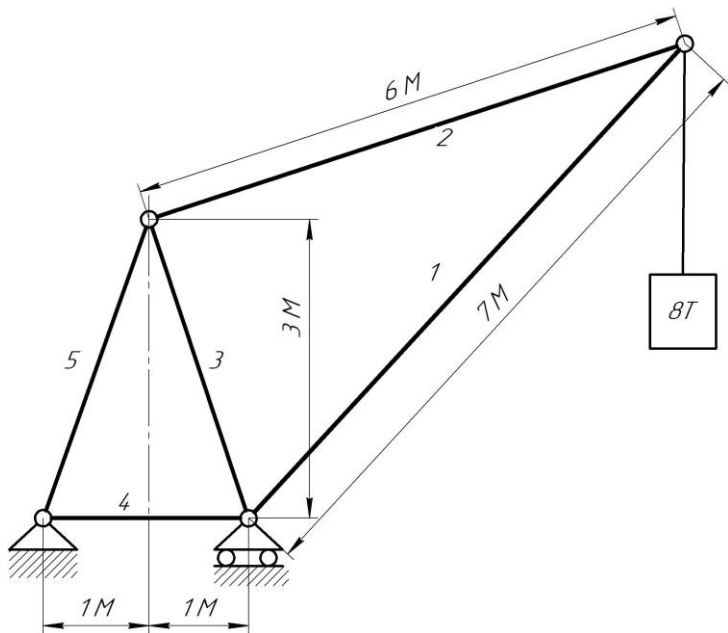


Рис. 16

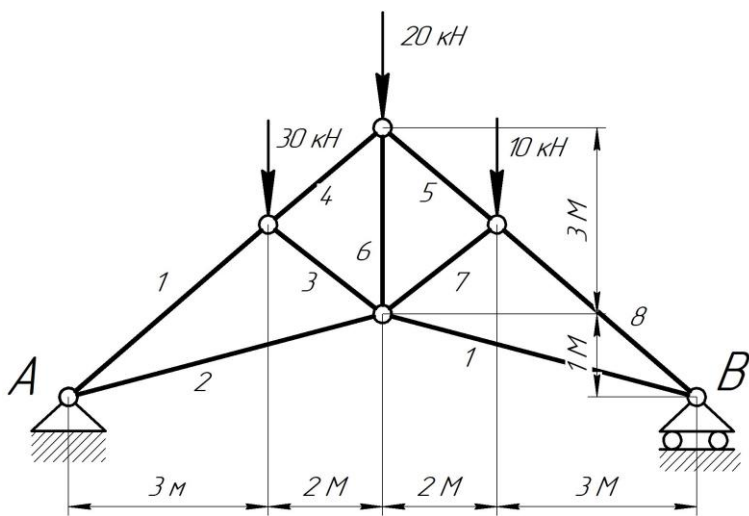


Рис. 17

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.

РОЗРАХУНОК ЗУСИЛЬ В СТЕРЖНЯХ ФЕРМИ

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. 1,5
Наклад 30 пр.

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