

Виберіть форму подання навчального матеріалу

[Докладне подання](#)



[Скорочене подання](#)

## 8. Ферми

### Зміст глави

[Метод вирізання вузлів](#)

[Метод наскрізних перерізів](#)

[Спосіб сумісних перерізів](#)

[Запитання для самоперевірки](#)

Фермами називають геометрично незмінювані розрахункові моделі, утворені із прямолінійних стержнів, які поєднані між собою крайніми точками у шарнірні вузли, та з навантаженням у вигляді вузлових зосереджених сил. В елементах такої розрахункової схеми (ненавантажених стержневих дисках з двома шарнірними поєднаннями до інших об'єктів), виходячи із першої аксіоми статyki, виникає лише поздовжня сила. Така ідеалізація можлива завдяки великій гнучкості стержнів реальних решітчастих конструкцій та конструктивного вирішення передачі корисного навантаження у місця поєднання окремих стержнів. Прийнята ідеалізація значно спрощує розрахунок цього класу конструкцій без особливих втрат у достовірності отриманих результатів.

Розглядатимемо лише плоскі ферми, всі елементи яких належать одній площині, в якій діє навантаження на ферму. Просторові решітчасті конструкції також легко приводяться до плоских моделей. Основними елементами плоскої ферми (рис.8.1) є пояса – стержні, розміщені на зовнішньому контурі ( $CD$  – верхній та  $AB$  – нижній пояси), та обришівка – сукупність стержнів, які поєднують пояси. Вертикальні стержні обришівки називаються стійками (стиснуті) або підвісками (розтягнуті). Похилі стержні носять назву „підкоси”, або „розкоси”.



У першому випадку система сил, які діють на один вузол, є збіжною (рис.8.2,б), умова рівноваги якої записується двома рівняннями проекцій сил на координатні осі. З двох рівнянь можна визначити дві невідомі величини внутрішніх зусиль. На цьому базується алгоритм послідовного вирізання вузлів, при якому щоразу "перерізаються" лише два стержня з невідомими зусиллями, значення яких визначаються способом проекцій. Простота обчислення величин внутрішніх зусиль в стержнях досягається почерговим проєцируванням збіжної системи сил на осі, перпендикулярні кожній із двох невідомих (на рис.8.2,б осі  $x$  та  $y$ ). Зусилля в інших „розрізаних” стержнях, що примикають до вирізаного вузла, мають бути відомими. За цим алгоритмом неможливо визначити внутрішнє зусилля в будь-якому стержні одразу – до нього потрібно „дійти”, послідовно вирізаючи ряд вузлів, починаючи з двостержневого (вузли  $E, C, A$  на рис.8.2,б).

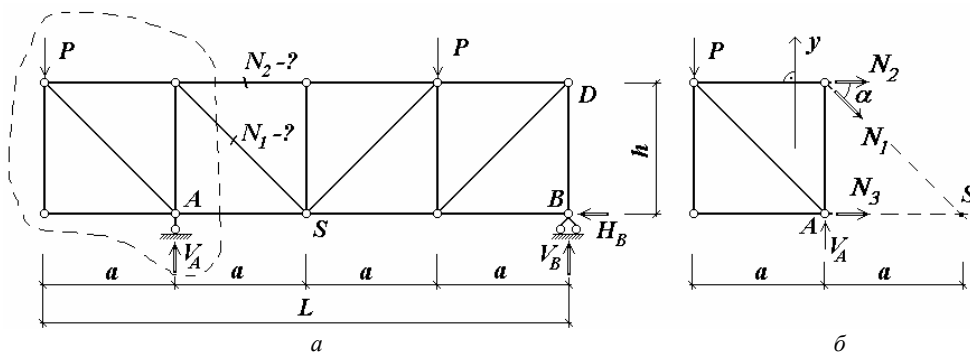


Рис.8.3

У **методі наскрізних перерізів** для виділеного фрагмента складаються рівняння моментів відносно моментних точок (точок Ріттера) або рівняння проекцій на координатні осі.

Спосіб моментної точки використовується тоді, коли є змога розділити ферму на два диски, розрізавши при цьому три стержня, осі яких не перетинаються в одній точці (рис.8.3,а). З умов рівноваги одного із отриманих дисків можна визначити будь-яке із трьох невідомих зусиль у розрізаних стержнях. Для цього слід скористатись сумою моментів всіх сил, що діють на диск, відносно моментної точки (місця перетину осей двох інших розрізаних стержнів), як то  $S$  для визначення  $N_2$  на рис.8.3,б. Якщо ж моментна точка розташована на нескінченності, то потрібно спроециувати всі сили на вісь перпендикулярну до цих двох стержнів – вісь  $y$  для визначення  $N_1$  на рис.8.3,б.

У деяких простих фермах щоб визначити внутрішнє зусилля у стержні ( $N_1$ , рис.8.4) потрібно скористатись двома перерізами: наскрізним перерізом і вирізати вузол. Такий алгоритм називається **способом сумісних перерізів**.

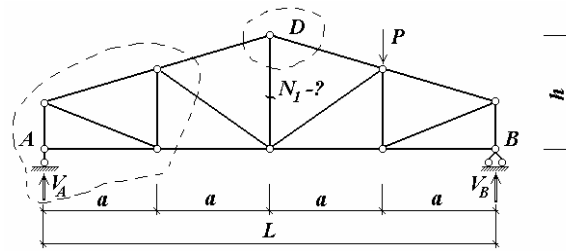


Рис.8.4

Виходячи з алгоритму вирізання вузлів зусилля в деяких стержнях ферми є очевидними. На рис.8.5,а-д деякі стержні мають нульові значення зусиль. Такі стержні позначені штриховою лінією. Це твердження доводиться у кожному випадку проєцируванням збіжної системи сил, що діють на вузол, на осі  $x$  та  $y$ . З тих же умов можна стверджувати, що зусилля в стержнях, вздовж яких діють навантаження (рис.8.8,в,д), дорівнюють цьому навантаженню. Також окремим випадком рівноваги чотирьох стержневих не навантаженого вузла (рис.8.5,в) є рівність зусиль у стержнях, що розташовані вздовж кожної прямої.

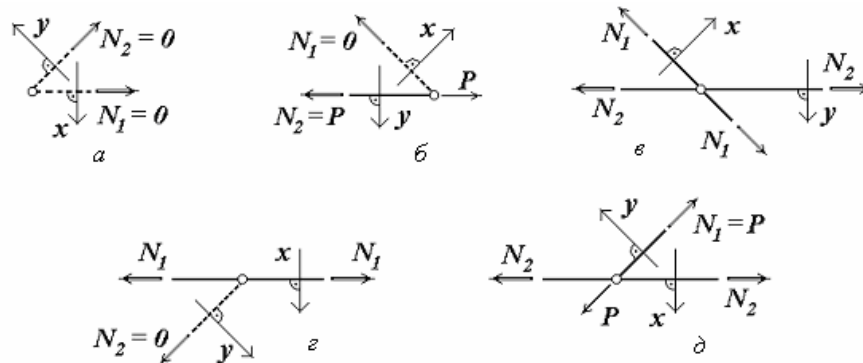


Рис.8.5

Крім простих ферм, утворених методом діади, існують стержневі конструкції більш складної структури. Вони можуть бути утворені шляхом перестановки стержнів у простих фермах при якій не порушується геометрична незмінюваність. Такі ферми називаються складними (рис.8.6, а). Зусилля в стержнях складних ферм можна визначити **способом заміни стержнів**.

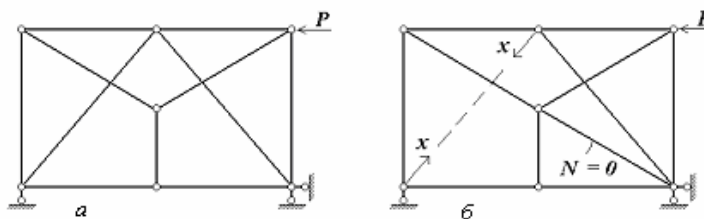


Рис.8.6

Цей спосіб полягає в тому, що не порушуючи геометричної незмінюваності розрахункової моделі, вона перестановкою одного стержня перетворюється на просту ферму. При цьому між

вузлами, котрі в складній фермі поєднував відкинутий стержень, підбирається величини сил  $x$ , які разом із зовнішнім навантаження на ферму повністю розвантажує додатково поставлений стержень простої ферми (рис.8.6, б). Цей підбір реалізується за допомогою рівняння

$$N_P + x \cdot N_1 = 0, \quad (8.1)$$

де:  $N_P$  – зусилля у новому стержні простої ферми від дій зовнішнього навантаження,  $N_1$  – зусилля в новому стержні від дії одиничної сили по напрямку невідомих сил  $x$ .

У такому стані зусилля у стержнях простої ферми будуть такі ж, як і у стержнях складної ферми.