

Лекція 6.

8. Визначення опорних реакцій балок

Зосереджені сили та розподілені навантаження

Зосереджене навантаження – це вид зовнішнього навантаження, яке прикладено до деякої точки тіла. Ми розглядали сили, які були представлені у вигляді вектора, прикладеного до точки. Проте у природі існує велика кількість взаємодій тіл, які здійснюються не в точці і які не можна уявити у вигляді вектора, прикладеного до точки.

Такими силовими факторами є сили тиску рідини або газу на поверхню твердих тіл, сили тяжіння, як масові сили, електромагнітні сили тощо. А тому у теоретичній механіці вводять поняття про розподілені сили, які діляться на поверхневі та об'ємні.

Поверхневі сили діють на деяку поверхню тіла. Об'ємні сили діють на кожний елемент об'єму тіла, яке розглядається. Прикладом таких сил є сила тяжіння.

У теоретичній механіці розглядають дію на тіло тільки зосереджених сил, які прикладені до абсолютно твердих тіл. А тому розподілене навантаження необхідно замінити його рівнодією, тобто зосередженою силою. Введемо декілька загальних положень.

Розподілене навантаження – навантаження, яке безперервно діє на деякій площі тіла; характеризується його інтенсивністю q , тобто величиною сили, яка припадає на одиницю об'єму тіла (у випадку об'ємних сил), на одиницю площі (у випадку поверхневих сил) та на одиницю довжини (якщо поверхню, на яку діє навантаження, можна вважати лінією, тобто шириною поверхні можна знехтувати). В останньому випадку розподілене навантаження має назву плоского, на силових схемах його зображують у вигляді епюри, тобто графіка інтенсивності навантаження, прикладеного до лінійного контуру тіла.

У загальному випадку розподілене навантаження зображується у вигляді певної кривої, що відображає цей закон зміни інтенсивності навантаження на ділянці тіла (рис.1). Напрямок дії навантаження показують стрілками.

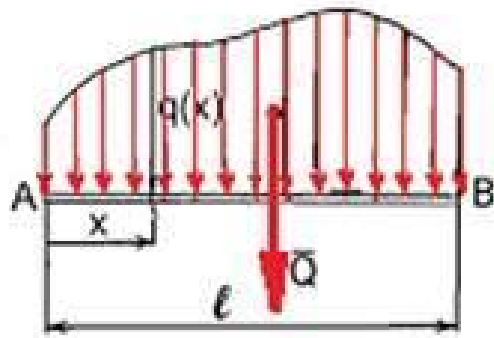


Рис.1

Спочатку розглядатимемо тільки рівномірно розподілене навантаження та навантаження, розподілене за лінійним законом. Замінюємо розподілене навантаження зосередженою силою.

Розглянемо ці два випадки:

1) *рівномірно розподілене навантаження* (або навантаження, розподілене за законом прямокутника) показують на схемах у вигляді прямокутника, розміри якого такі: висота – це інтенсивність навантаження, q , довжина – це довжина l ділянки тіла, на якій діє навантаження. Стрілки показують напрямок дії навантаження (рис.2). Для того щоб замінити це навантаження рівнодієюною силою Q , треба визначити її. У такому випадку:

$$Q = q \cdot l,$$

де q – інтенсивність навантаження, $[H / м]$;

l – довжина ділянки тіла, на якій прикладене навантаження, $[м]$.

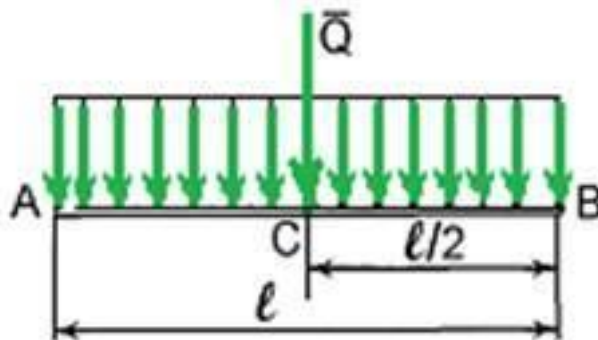


Рис.2

Точка C прикладання рівнодієюної сили Q розміщується посередині ділянки тіла, на якій діє навантаження. Тобто $AC = l/2$, а напрямок збігається з напрямком розподіленого навантаження.

2) *навантаження розподілене за лінійним законом* (тобто за законом трикутника). У цьому випадку (рис.3) інтенсивність розподіленого навантаження на ділянці l змінюється від 0 до максимального значення

$q_{\max}$. Рівнодійна сила Q від цього навантаження за величиною дорівнює:

$$Q = \frac{1}{2} q_{\max} \cdot l$$

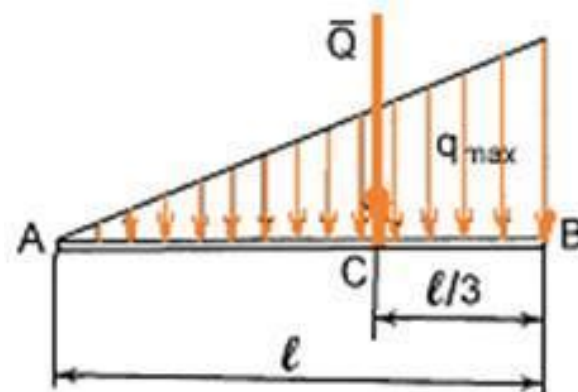


Рис.3

Точка С прикладання рівнодійної Q розташована на відстані $AC = \frac{2}{3} \cdot l$ або $BC = \frac{1}{3} \cdot l$, а напрямок збігається з напрямком навантаження.

Види опор балок.

З технічного погляду опори конструкцій досить різноманітні. Під час формування розрахункової схеми все різноманіття існуючих опорних пристроїв схематизується у вигляді ряду основних типів опор, з яких найбільше часто зустрічаються:

шарнірно-рухлива опора (можливі позначення для неї представлено на рис.4а),

шарнірно-нерухлива опора (рис.4b) і

жорстке защемлення або закладення (рис.4c).

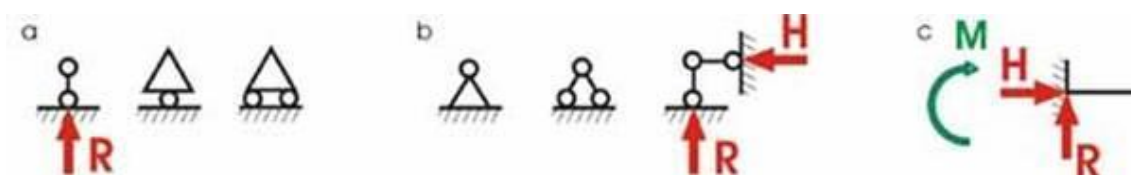


Рис. 4

У шарнірно-рухливій опорі виникає одна опорна реакція, перпендикулярна опорній площині. Така опора позбавляє опорний переріз одного ступеня волі, тобто перешкоджає зсуву в напрямку опорної площини, але допускає переміщення в перпендикулярному напрямку й поворот опорного перерізу.

У шарнірно-нерухливій опорі виникають вертикальна й горизонтальна реакції. Тут неможливі переміщення за напрямками опорних стрижнів, але допускається поворот опорного перерізу.

У жорсткому защемленні виникають вертикальна й горизонтальна реакції й опорний (реактивний) момент. При цьому опорний переріз не може зміщатися й повертатися.

Методика визначення опорних реакцій балок

Для розв'язування задач на рівновагу плоскої довільної системи сил необхідно скласти розрахунково-силову схему задачі. Прикласти до осі балки задані активні сили. Далі умовно звільнити балку від в'язей і замінити їх відповідними реакціями в'язей. Таким чином, балка знаходитиметься у рівновазі під дією плоскої системи довільних сил. Для розв'язання задачі потрібно використати умови рівноваги, скласти рівняння рівноваги і розв'язати їх.

9. В'язі з тертям

Тертям називають опір, що виникає під час переміщення одного тіла по поверхні іншого. Залежно від характеру цього переміщення розрізняють два види тертя : тертя ковзання і тертя кочення.

Тертям ковзання називають опір, що виникає під час ковзання одного тіла по поверхні іншого.

Основною причиною тертя є те, що поверхні стичних тіл не абсолютно гладкі, а в тій чи іншій мірі шорсткі. Тому під час переміщення одного тіла по поверхні іншого потрібна деяка сила для подолання опору, що чинять мікроскопічні нерівності поверхонь.

Машення тертьових поверхонь значно зменшує тертя, оскільки масло заповнює всі нерівності і безпосереднє тертя поверхонь замінюється ковзанням їх по маслу і ковзанням шарів між собою.

Силу тертя, що виникає за відносного спокою тіла, називають тертям спокою, а силу тертя, що діє під час ковзання тіла, називають тертям руху.

Якщо позначити через F максимальну величину сили тертя спокою, а через R_n нормальну реакцію опорної поверхні, то на підставі цього закону матимемо:

$$F = f R_n$$

де: f – коефіцієнт пропорційності, що називається *коефіцієнтом тертя ковзання*.

*Опір, що виникає під час кочення одного тіла по іншому, називають **тертям кочення***. Цей опір зумовлено деформаціями цих тіл. Тому точка прикладання нормальної реакції зміщується так, що виникає пара сил, яку називають парою тертя кочення.

Максимальну величину плеча цієї пари, що залежить від матеріалу заданих тіл, називають *коефіцієнтом тертя кочення*, який має розмірність довжини. Максимальна величина моменту пари тертя кочення дорівнює:

$$M_k = kN,$$

де N – нормальна реакція;

k – коефіцієнт тертя кочення.