



ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з навчально-методичної роботи
ЗНТ «Дніпровський професійний технологічний
коледж»

Сергій ГОРДІЄНКО

«26» серпня 2026 р.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ З ДИСЦИПЛІНИ «ОПР МАТЕРІАЛІВ»

Практичне заняття №1. ТЕМА: Застосування методу перерізів. Побудова епюр поздовжніх сил (N) та нормальних напружень (σ).

Тривалість заняття: 2 академічні години (1 пара).

1. Мета та завдання практичного заняття

Освітня (когнітивна) мета: Трансформувати теоретичні знання про метод перерізів у стійкі практичні навички (РН 11). Навчити слухачів алгоритмічно правильно розбивати конструкцію на вантажні ділянки, складати аналітичні рівняння рівноваги та розраховувати напруження.

Праксеологічна мета: Сформувати просторову уяву та навички графічної репрезентації внутрішніх силових факторів — навчити будувати епюри N та σ у строгій відповідності до правил будівельного креслення.

Розвиваюча мета: Розвинути здатність до абстрактного інженерного аналізу (ЗК 3), навички самоконтролю та перевірки отриманих математичних результатів на адекватність (фізичний зміст).

2. Короткий теоретичний екскурс (Актуалізація знань)

Для розв'язання задач на центральний розтяг-стиск ми використовуємо універсальний інструмент опору матеріалів — **метод перерізів (метод РОЗУ: Розрізати, Відкинути, Замінити, Урівноважити)**. При центральному завантаженні в поперечному перерізі виникає лише один внутрішній силовий фактор — поздовжня сила N .

Фундаментальне правило статички: Поздовжня сила N у довільному перерізі чисельно дорівнює алгебраїчній сумі всіх зовнішніх сил, прикладених до відсіченої (залишеної) частини стрижня по один бік від перерізу.

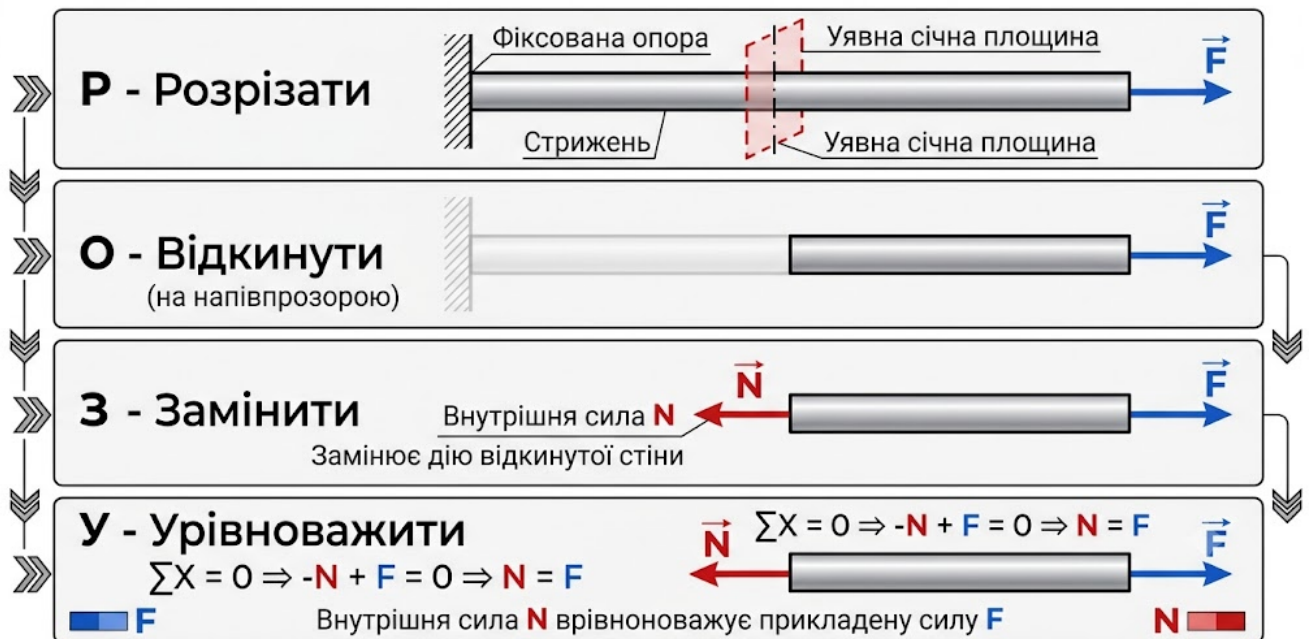
Правило знаків для N :

$N > 0$ (+), якщо зовнішня сила прагне **відірвати** (розтягнути) відсічену частину (спрямована від перерізу).

$N < 0$ (-), якщо зовнішня сила прагне **стиснути** відсічену частину (спрямована до перерізу).

Після знаходження поздовжньої сили N , нормальне напруження σ у цьому ж перерізі обчислюється за формулою: $\sigma = N/A$, де A — площа поперечного перерізу на даній ділянці. Знак напруження збігається зі знаком поздовжньої сили.

[МЕТОД ПЕРЕРІЗІВ (РОЗУ)]



3. Універсальний алгоритм розв'язання задач

Для уникнення хаосу та мінімізації арифметичних помилок інженер повинен суворо дотримуватися такого алгоритму:

1. Нарисувати розрахункову схему в масштабі. Записати вихідні дані.
2. (Опціонально) Якщо стрижень жорстко защемлений з обох боків, задача є статично невизначуваною (потребує складання рівнянь переміщень). Якщо стрижень має один вільний кінець (консоль), опорну реакцію в защемленні можна *не визначати*, якщо завжди відкидати закріплену частину і розглядати рівновагу лише вільної частини (йти з вільного кінця). Це значно спрощує розрахунок!
3. Розбити вісь стрижня на **вантажні ділянки**. Межами ділянок є: місця прикладення зосереджених сил, початок або кінець розподіленого навантаження, місця зміни площі поперечного перерізу. Ділянки нумеруються з вільного кінця (I, II, III...).
4. Для кожної ділянки застосувати метод перерізів: провести довільний переріз на відстані x (в межах ділянки) від початку координат.
5. Скласти рівняння рівноваги відсіченої частини та вивести функцію $N(x)$.
6. Обчислити значення N на краях ділянки.
7. Знайти площі A для кожної ділянки і обчислити напруження $\sigma = N/A$.
8. Побудувати епюри N та σ строго під розрахунковою схемою (зберігаючи проєкційний зв'язок).

Заштрихувати епюри лініями, перпендикулярними до осі стрижня, поставити знаки в кружечках та вказати екстремальні значення на ординатах.

4. Задача №1 (Детальний розбір розв'язання)

Умова задачі:

Сталевий ступінчастий стрижень круглого поперечного перерізу жорстково защемлений правим кінцем і навантажений трьома зосередженими силами.

Дано:

$F_1 = 30$ кН; $F_2 = 50$ кН; $F_3 = 90$ кН.

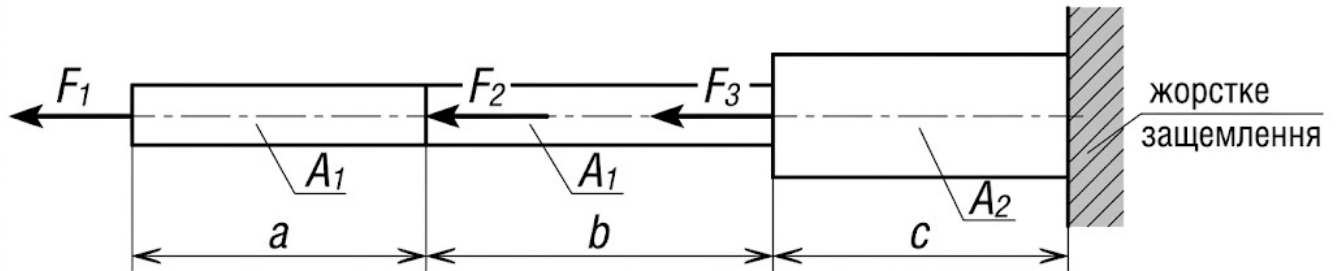
Площі поперечних перерізів: на першій і другій ділянці $A_1 = 2$ см², на третій ділянці (потовщення)

$A_2 = 4$ см².

Довжини ділянок: $a = 0.5$ м, $b = 0.6$ м, $c = 0.4$ м.

Знайти: Побудувати епюри поздовжніх сил (N) та нормальних напружень (σ).

[РОЗРАХУНКОВА СХЕМА ЗАДАЧІ № 1]



_____ N , кН

_____ σ , МПа

Крок 1. Розбиття на ділянки та вибір напрямку обходу

Оскільки правий кінець жорстко заземлений, щоб не визначати опорну реакцію в стіні (що потребувало б складання додаткового рівняння статки), застосуємо раціональний підхід: **будемо йти від вільного лівого кінця до заземленого правого**. У кожному перерізі будемо відкидати праву (закріплену) частину і розглядати рівновагу лівої (вільної) частини. Межі ділянок визначаються точками прикладення сил і місцем зміни перерізу. Маємо три ділянки: **I ділянка:** від вільного торця до сили F_2 (довжина $a = 0.5$ м).

II ділянка: від сили F_2 до сили F_3 та місця зміни площі (довжина $b = 0.6$ м).

III ділянка: від сили F_3 до заземлення (довжина $c = 0.4$ м).

Крок 2. Побудова епюри поздовжніх сил N

Розглядаємо I ділянку. Проводимо уявний переріз 1-1 на довільній відстані x_1 від лівого торця ($0 \leq x_1 \leq 0.5$ м). Відкидаємо праву частину стрижня. Розглядаємо рівновагу лівої частини. На неї діє лише зовнішня сила F_1 , спрямована вліво (від перерізу).

Щоб ліва частина була в рівновазі, внутрішня сила N_1 має бути спрямована вправо (від перерізу). Оскільки сила F_1 розтягує ділянку, записуємо з плюсом:

$$N_1 = +F_1 = +30 \text{ кН}$$

Значення не залежить від координати x_1 , отже на всій першій ділянці поздовжня сила є постійною.

Графік (епюра) — це пряма лінія, паралельна осі.

Розглядаємо II ділянку. Проводимо переріз 2-2 на довільній відстані x_2 від лівого торця ($0.5 \leq x_2 \leq 1.1$ м). Розглядаємо рівновагу всієї лівої відсіченої частини. Тепер по лівий бік від перерізу діють дві сили: F_1 (розтягує, знак "+") та F_2 (стискає, бо спрямована до перерізу, знак "-").

$$N_2 = F_1 - F_2 = 30 - 50 = -20 \text{ кН}$$

Отримали від'ємне значення. Це означає, що сумарно друга ділянка працює на **стиск** із силою 20 кН.

На епюрі значення відкладається вниз від осі.

Розглядаємо III ділянку. Проводимо переріз 3-3 на ділянці потовщення ($1.1 \leq x_3 \leq 1.5$ м). У полі зору (ліворуч від перерізу) опиняються вже три сили: F_1 (розтяг, "+"), F_2 (стиск, "-") та F_3 (спрямована вліво, отже відтягує від перерізу — розтяг, "+").

$$N_3 = F_1 - F_2 + F_3 = 30 - 50 + 90 = +70 \text{ кН}$$

Третя ділянка працює на розтяг із зусиллям 70 кН.

Правило самоконтролю для епюри N : Перевірте себе візуально! У місці прикладення зовнішньої зосередженої сили на епюрі N обов'язково має бути різкий вертикальний **стрибок**, величина якого точно дорівнює значенню цієї зовнішньої сили.

Наприклад, на межі 1-ї та 2-ї ділянок епюра стрибає з +30 кН до -20 кН. Розмах стрибка: $30 - (-20) = 50$ кН, що точно дорівнює прикладеній силі F_2 . Розрахунок виконано вірно!

Крок 3. Побудова епюри нормальних напружень σ

Отримані значення поздовжніх сил (в кН) необхідно перевести в напруження (в МПа), розділивши їх на відповідні площі перерізів.

Для коректного розрахунку нагадаємо правило переведення розмірностей:

$$1 \text{ кН} / 1 \text{ см}^2 = 10^3 \text{ Н} / 10^{-4} \text{ м}^2 = 10 \cdot 10^6 \text{ Па} = 10 \text{ МПа}.$$

Отже, щоб отримати результат відразу в Мегапаскалях (МПа), достатньо значення сили в кН поділити на площу в см^2 і результат **помножити на 10**.

Для I ділянки:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} \cdot 10 = \frac{+30}{2} \cdot 10 = +150 \text{ МПа} \quad (\text{розтяг})$$

Для II ділянки:

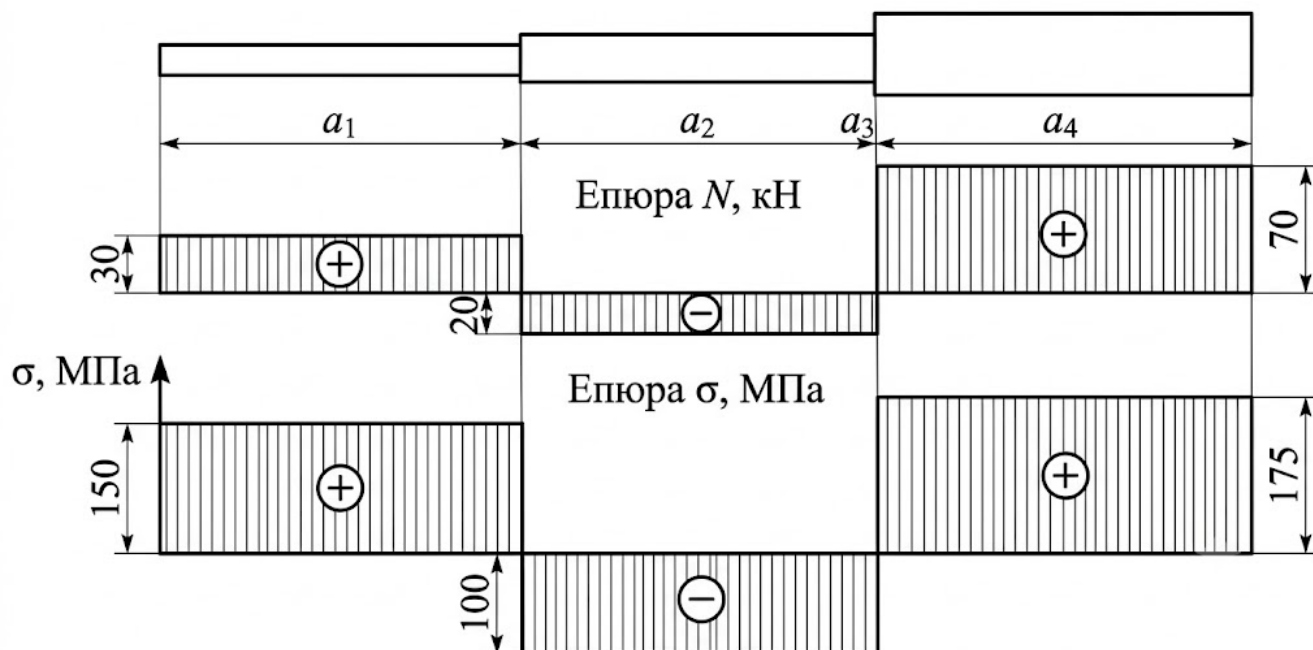
$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_1} \cdot 10 = \frac{-20}{2} \cdot 10 = -100 \text{ МПа} \quad (\text{стиск})$$

Для III ділянки:

$$\sigma_3 = \frac{N_3}{A_2} \cdot 10 = \frac{+70}{4} \cdot 10 = +175 \text{ МПа} \quad (\text{розтяг})$$

Епюра напружень має такий же ступінчастий вигляд, як і епюра внутрішніх сил. Аналіз епюри σ показує, що **найнебезпечнішим перерізом** (де матеріал працює з максимальним навантаженням) є вся третя ділянка, де напруження досягають +175 МПа. Якщо б задача вимагала перевірки міцності, ми б порівнювали саме це значення з допустимим напруженням сталі $[\sigma]$ (яке зазвичай для Ст3 становить 160 МПа, тобто в нашому випадку спостерігається невелике перенапруження).

[ЕПЮРИ N ТА σ ДО ЗАДАЧІ 1]



5. Задача №2. Урахування власної ваги конструкції (Розподілене навантаження)

У масивних інженерних спорудах (бетонні фундаментні колони, цегляні димарі, глибоководні палі) власна вага матеріалу створює навантаження, яке може бути співмірним, а іноді й більшим за зовнішнє корисне навантаження. Власна вага є **рівномірно розподіленим навантаженням** по всьому об'єму (або довжині) стрижня.

Умова задачі:

Вертикальна бетонна колона постійного прямокутного перерізу закріплена на міцному фундаменті (жорстке защемлення знизу). На верхній вільний торець колони тисне зосереджена сила $F = 200$ кН (вага даху).

Дано:

Висота колони $L = 5$ м.

Площа перерізу $A = 0.1 \text{ м}^2$.

Питома вага бетону $\gamma = 24 \text{ кН/м}^3$.

Знайти: Побудувати епюру поздовжніх сил та нормальних напружень. Визначити напруження в найнебезпечнішому перерізі (біля фундаменту).

Алгоритм розв'язання

Оскільки колона зашце́плена знизу, ми застосуємо метод перерізів, **рухаючись зверху вниз** (від вільного торця). Введемо координатну вісь y , початок якої збігається з верхнім торцем і яка спрямована вниз уздовж осі колони ($0 \leq y \leq L$).

Проведемо переріз на довільній глибині y . Відкинемо нижню (закріплену) частину.

Розглянемо рівновагу верхньої відсіченої частини. На неї діють дві сили, спрямовані вниз (стискають переріз, тому беремо зі знаком мінус):

Зовнішня зосереджена сила F .

Власна вага відсіченого шматка колони довжиною y . Її можна знайти як добуток об'єму цього

шматка ($A \cdot y$) на питому вагу матеріалу (γ): $G(y) = \gamma \cdot A \cdot y$.

Тоді функція поздовжньої сили набуває вигляду рівняння прямої лінії:

$$N(y) = -F - \gamma \cdot A \cdot y$$

Ця формула показує, що поздовжня сила вже не є константою! Вона зростає за лінійним законом у міру заглиблення.

Обчислимо значення на краях колони:

На верхньому торці (при $y = 0$): $N_{\text{top}} = -200 - 24 \cdot 0.1 \cdot 0 = -200 \text{ кН}$.

На рівні фундаменту (при $y = L = 5 \text{ м}$): $N_{\text{bot}} = -200 - 24 \cdot 0.1 \cdot 5 = -200 - 12 = -212 \text{ кН}$.

Епюра N являє собою похилу пряму (трапецію), всі значення якої від'ємні (стиск).

Напруження

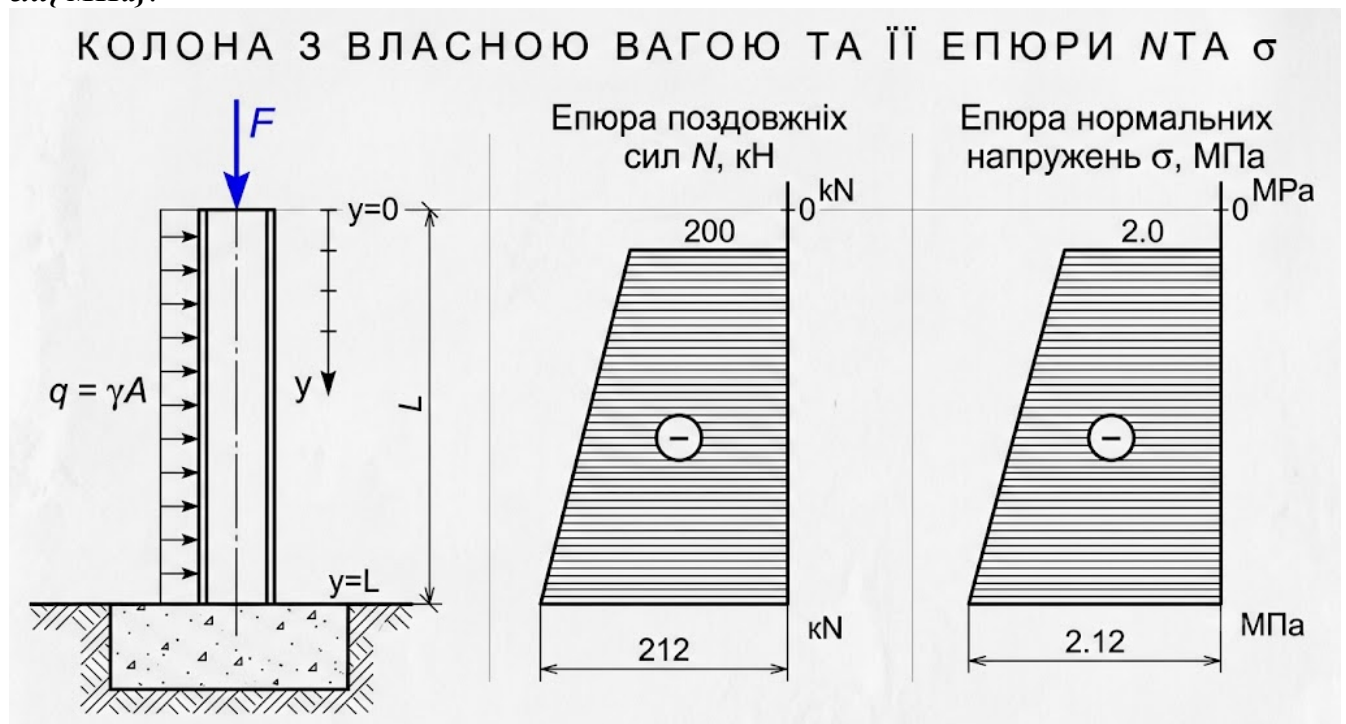
Оскільки площа A є постійною ($A = 0.1 \text{ м}^2 = 1000 \text{ см}^2$), функція напружень також буде лінійною:

$$\sigma(y) = \frac{N(y)}{A} = - \frac{F}{A} - \gamma \cdot y$$

(Зверніть увагу: напруження від власної ваги залежить лише від питомої ваги матеріалу та висоти, і не залежить від площі перерізу!)

На верхньому торці: $\sigma_{\text{top}} = \frac{-200}{1000} \cdot 10 = -2.0 \text{ МПа}$.

На нижньому торці (небезпечний переріз): $\sigma_{\text{bot}} = \frac{-212}{1000} \cdot 10 = -2.12 \text{ МПа}$.



6. Завдання для самостійного розв'язання (Тренінг)

Для успішного формування компетенцій СК4 (здатність виконувати розрахунок конструкцій) здобувач повинен самостійно виконати аналогічний алгоритм. Викладач виступає модератором процесу, допомагаючи локалізувати помилки.

Індивідуальне завдання (Варіант А):

Стрижень має два жорстких защемлення на кінцях (затиснутий між двома абсолютно жорсткими стінами). До стрижня прикладена одна зосереджена сила $F = 100$ кН точно посередині (асиметрії немає).

Завдання: Враховуючи, що система статично невизначувана, застосувати логічне міркування (з міркувань симетрії), знайти опорні реакції стін. Розбити на ділянки, скласти рівняння для N та побудувати епюру поздовжніх сил. Вказати, яка ділянка працює на розтяг, а яка на стиск.

7. Контрольні запитання для самоперевірки (Рефлексія)

1. У чому полягає сутність принципу Сен-Венана і чому епюра σ поблизу місця прикладення зосередженої сили насправді не є рівномірною?
2. Який знак (за правилом будівельної механіки) має поздовжня сила, що спричиняє розтяг стрижня?
3. Чому при розрахунку вертикальних глибоководних паль напруження від їх власної ваги не залежить від товщини палі (площі перерізу)?
4. Яке правило дозволяє візуально контролювати правильність побудови епюри N у місцях прикладення зовнішніх зосереджених сил?

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ №2

З ДИСЦИПЛІНИ «ОПІР МАТЕРІАЛІВ»

ТЕМА: Розрахунки на міцність при розтягу-стиску (проектний та перевірочний).

Тривалість заняття: 2 академічні години (1 пара).

1. Мета та завдання практичного заняття

Освітня (когнітивна) мета: Навчити здобувачів фахової передвищої освіти застосовувати умову міцності при центральному розтягу-стиску для розв'язання трьох класичних типів інженерних задач: перевірки міцності, підбору перерізу (проектування) та визначення несучої здатності.

Праксеологічна мета: Сформувати стійкі навички роботи з одиницями вимірювання (кН, МПа, см², мм²), закріпити вміння будувати епюри та працювати з державними стандартами (нормативними значеннями допустимих напружень).

Розвиваюча мета: Розвинути критичне мислення при оцінці отриманих результатів (аналіз перевитрати матеріалу та раціональності проекту), виховувати відповідальність за прийняті конструктивні рішення.

2. Короткий теоретичний екскурс (Базовий алгоритм)

Для забезпечення надійної і безпечної роботи будь-якої деталі, що працює на розтяг або стиск, необхідно, щоб максимальне робоче напруження ($\sigma_{\max}$) не перевищувало допустимого напруження ($[\sigma]$), регламентованого нормами для даного матеріалу.

Фундаментальна умова міцності:

$$\sigma_{\max} = (N_{\max} / A) \leq [\sigma]$$

Де $N_{\max}$ — найбільша (за модулем) поздовжня сила в перерізі; A — площа поперечного перерізу.

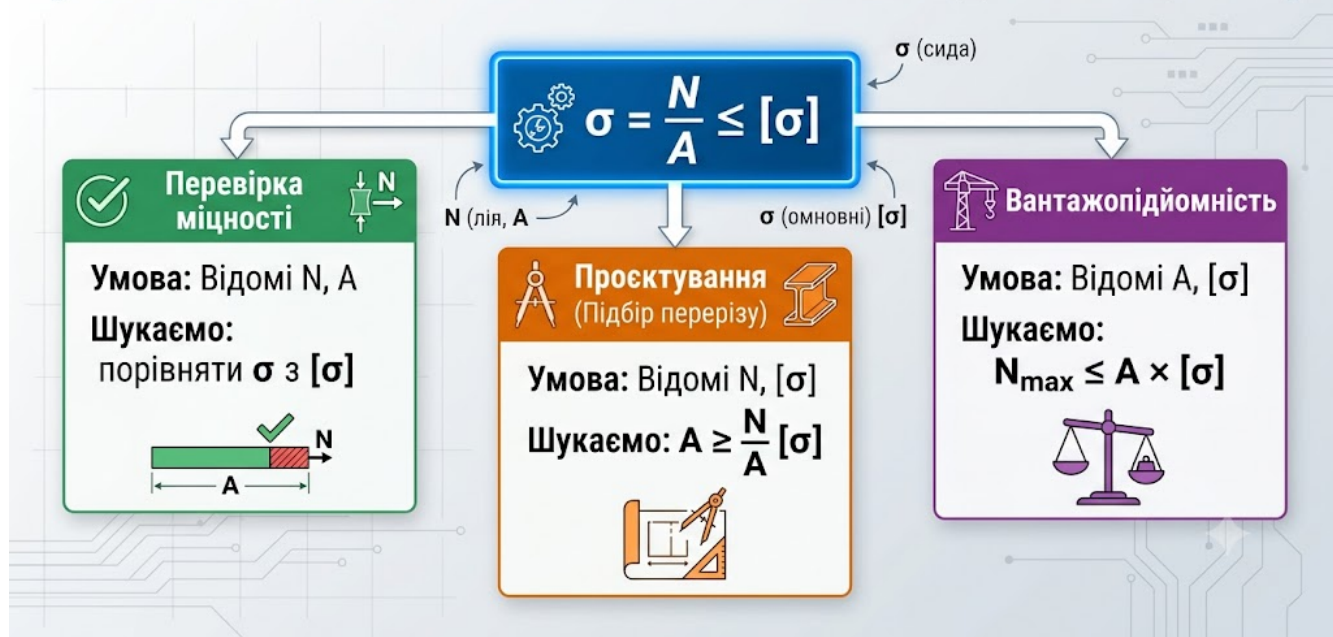
З цієї нерівності математично виводяться три типи практичних задач: **Перевірочний розрахунок (Перевірка міцності):** Задані $N_{\max}$ та A . Знаходимо $\sigma_{\max}$ і порівнюємо з $[\sigma]$. Допускається невелике перенапруження конструкції (до 5%), тобто умова $\sigma_{\max} \leq 1.05 \cdot [\sigma]$ вважається прийнятною в інженерній практиці через дискретність стандартного металопрокату.

Проектний розрахунок (Підбір перерізу): Задані $N_{\max}$ та матеріал ($[\sigma]$).

Визначаємо необхідну площу: $A_{\text{req}} \geq N_{\max} / [\sigma]$. Після цього за геометричними формулами знаходимо діаметр стрижня або підбираємо стандартний профіль за ГОСТ/ДСТУ.

Визначення вантажопідйомності: Задані геометрія (A) та матеріал ($[\sigma]$). Визначаємо найбільшу безпечну внутрішню силу: $N_{\max} \leq A \cdot [\sigma]$, а з неї знаходимо допустиме зовнішнє навантаження F .

[DIAGRAM PROMPT: ТРИ ТИПИ ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ НА МІЦНІСТЬ]



3. Практичний розбір інженерних кейсів

ЗАДАЧА №1: Перевірочний розрахунок ступінчастого стрижня

Умова задачі 1:

Сталевий ступінчастий стрижень перебуває під дією трьох зовнішніх зосереджених сил. Лівий кінець стрижня вільний, правий — жорстко зацвмлений у стіні.

Дано:

Зовнішні сили: $F_1 = 40$ кН (розтягує лівий торець); $F_2 = 110$ кН (стискає, прикладена між першою і другою ділянкою); $F_3 = 50$ кН (розтягує, прикладена між другою і третьою ділянкою).

Площі поперечних перерізів: $A_1 = 4$ см² (для першої ділянки); $A_2 = A_3 = 6$ см² (для другої і третьої ділянок).

Допустиме напруження для сталі: $[\sigma] = 160$ МПа.

Знайти: Побудувати епюри N і σ , виявити небезпечний переріз та перевірити міцність стрижня.

Оцінити раціональність використання матеріалу (відсоток недонапруження).

Крок 1. Розбиття на ділянки та визначення поздовжніх сил N (метод перерізів)

Оскільки правий кінець закріплений, розглядаємо стрижень з вільного лівого кінця, відкидаючи праву частину. Маємо три ділянки.

I ділянка: Переріз між лівим торцем і силою F_2 .

На відсічену ліву частину діє лише F_1 , спрямована від перерізу (розтяг).

$$N_1 = +F_1 = +40 \text{ кН.}$$

II ділянка: Переріз між силами F_2 і F_3 .

На ліву частину діють F_1 (розтяг) і F_2 (стиск, спрямована до перерізу).

$$N_2 = F_1 - F_2 = 40 - 110 = -70 \text{ кН. (Ділянка працює на стиск).}$$

III ділянка: Переріз між силою F_3 і зацвмленням.

На ліву частину діють F_1 (розтяг), F_2 (стиск) і F_3 (розтяг, спрямована вліво від перерізу).

$$N_3 = F_1 - F_2 + F_3 = 40 - 110 + 50 = -20 \text{ кН. (Ділянка працює на стиск).}$$

Крок 2. Обчислення робочих напружень σ

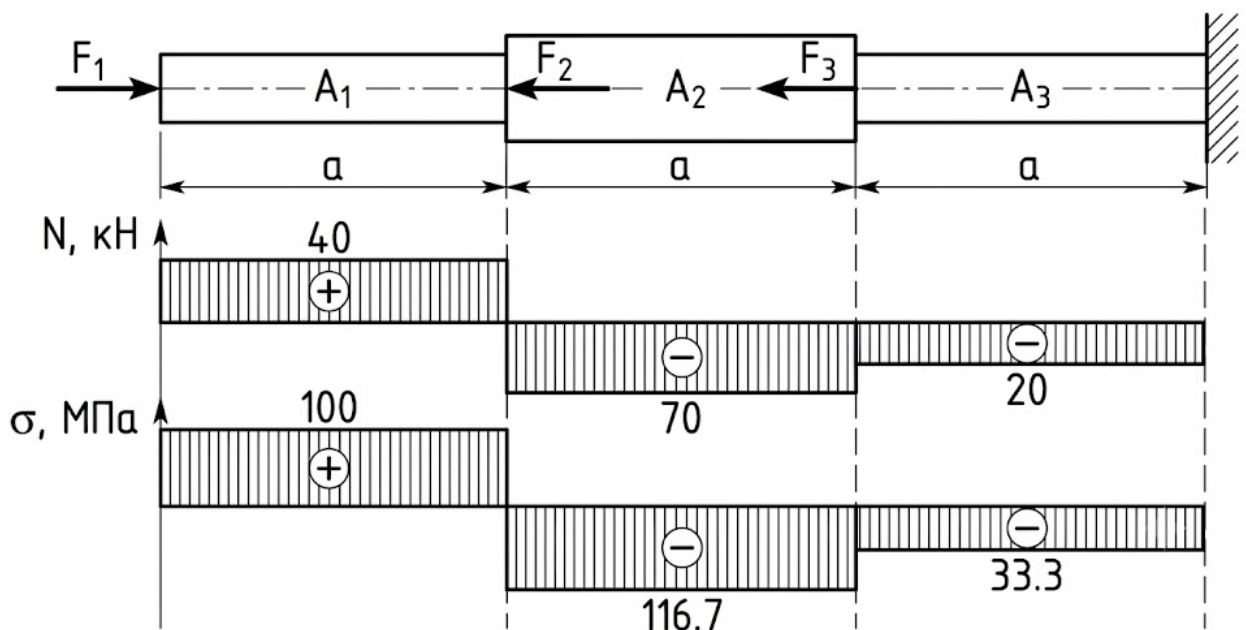
Для переведення сил у кН та площ у см² безпосередньо в Мегапаскалі (МПа) використовуємо коефіцієнт 10: $\sigma = (N / A) \cdot 10$.

I ділянка: $\sigma_1 = (+40 / 4) \cdot 10 = +100$ МПа. (Розтяг).

II ділянка: $\sigma_2 = (-70 / 6) \cdot 10 = -116.7$ МПа. (Стиск).

III ділянка: $\sigma_3 = (-20 / 6) \cdot 10 = -33.3$ МПа. (Стиск).

ЕПЮРИ N ТА σ ДО ЗАДАЧІ 1



Крок 3. Перевірка міцності та аналіз раціональності

Аналізуючи епюру напружень, бачимо, що найбільше за модулем напруження виникає на другій ділянці: $|\sigma_{\max}| = |-116.7| = 116.7$ МПа. Ця ділянка є **небезпечним перерізом**. Перевіряємо умову міцності: $\sigma_{\max} = 116.7 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 160 \text{ МПа}$.

Висновок: Умова міцності виконується із значним запасом, конструкція є надійною.

Оцінка раціональності (економічності) проєкту:

Знайдемо відсоток недонапруження матеріалу в небезпечному перерізі:

$$\Delta = \frac{[\sigma] - \sigma_{\max}}{[\sigma]} \cdot 100\% = \frac{160 - 116.7}{160} \cdot 100\% = 27.1\%$$

У машинобудуванні та будівництві оптимальним вважається недонапруження не більше 10-15%. Значення 27.1% свідчить про те, що стрижень є занадто масивним. Ми маємо суттєву перевитрату сталі. Для оптимізації проєкту площу A_2 (і відповідний діаметр) можна було б зменшити.

ЗАДАЧА №2: Проєктний розрахунок (Підбір діаметра вантажної тяги)

Умова задачі 2:

Кругла сталева тяга підтримує балконну плиту. На тягу діє розтягуюче зусилля $F = 150$ кН. Враховуючи відповідальність конструкції, допустиме напруження для сталі задано на рівні $[\sigma] = 140$ МПа.

Знайти: Необхідний безпечний діаметр тяги d та округлити його до найближчого стандартного значення.

Крок 1. Визначення необхідної площі перерізу

З умови міцності $\sigma = F/A \leq [\sigma]$ виражаємо мінімально необхідну площу поперечного перерізу. Щоб уникнути помилок з розмірностями, підставимо силу в Ньютонах ($150 \cdot 10^3$ Н), а напруження в МПа (140 Н/мм^2). Тоді площу отримаємо відразу в квадратних міліметрах (мм^2).

$$A_{\text{req}} \geq \frac{F}{[\sigma]} = \frac{150 \cdot 10^3}{140} = 1071.4 \text{ мм}^2$$

Крок 2. Визначення теоретичного діаметра

Площа круга обчислюється за формулою $A = \frac{\pi d^2}{4}$. Звідси виражаємо діаметр:

$$d_{\text{req}} = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{\text{req}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1071.4}{3.1415}} = \sqrt{1364.1} = 36.93 \text{ мм}$$

Крок 3. Інженерна стандартизація розміру

Теоретичний розмір 36.93 мм неможливо використовувати в реальному виробництві (прокатні заводи не випускають прутки з такими дробовими діаметрами). Згідно з правилами проєктування, отримане значення необхідно **округлити в більшу сторону** до найближчого парного або кратного 5 цілого числа, або до значення з рядів лінійних розмірів (ДСТУ). Округлення в більшу сторону створює додатковий гарантійний запас надійності.

Приймаємо стандартний діаметр: $d = 38$ мм (або 40 мм, залежно від наявного сортаменту).



ЗАДАЧА №3: Визначення вантажопідйомності конструкції

Умова задачі 3:

Сталева стійка квадратного поперечного перерізу має розмір сторони $a = 50$ мм. Вона підтримує технологічну платформу. Допустиме напруження матеріалу на стиск становить $[\sigma_{cm}] = 150$ МПа. (Втрату стійкості (поздовжній згин) у цій задачі не враховуємо, вважаємо стійку короткою).

Знайти: Яке максимальне стискаюче зусилля $F_{\max}$ може безпечно прийняти ця стійка?

Розв'язання:

1. Обчислюємо фактичну площу поперечного перерізу (у квадратних міліметрах):

$$A = a \cdot a = 50 \cdot 50 = 2500 \text{ мм}^2$$

2. З базової умови міцності $F / A \leq [\sigma_{cm}]$ виражаємо максимальну безпечну силу.

Підставляючи напруження в МПа (Н/мм²), ми отримаємо силу в Ньютонах:

$$F_{\max} \leq A \cdot [\sigma_{cm}] = 2500 \text{ мм}^2 \cdot 150 \text{ Н/мм}^2 = 375000 \text{ Н}$$

3. Переводимо результат у кілоньютони для зручності: $F_{\max} = 375$ кН.

Висновок: Дана стійка здатна безпечно витримати навантаження до 375 кН (що еквівалентно вазі приблизно 38 тонн). Перевищення цього навантаження призведе до пластичного розминання металу.

4. Завдання для самостійної роботи здобувачів (Тренінг)

Документ містить ознайомчий фрагмент (стор. 1–10). Повна версія доступна в електронній бібліотеці закладу після входу в особистий кабінет студента