



ЗАТВЕРДЖУЮ

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

Сергій ГОРДІЄНКО

« 29 » серпня 2026 р.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СЛУХАЧІВ

Дисципліна: Теоретична механіка (ОК7)

Цільова аудиторія: Слухачі (галузь знань: G19 «Архітектура та будівництво» / Спеціалізація: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»; освітньо-професійний ступінь: «фаховий молодший бакалавр»)

Тема СРС 1.1: Ідеалізація в'язей та складання розрахункових схем. Співставлення реальних будівельних вузлів з ідеалізованими моделями.

Обсяг часу: 4 академічні години | **Максимальна оцінка:** 2 бали (1 тест – 0.5 бали)

1. Мета та методологічне підґрунтя

Фундаментальною передумовою будь-якого інженерного розрахунку є вміння абстрагуватися від несуттєвих деталей реального об'єкта. Метою даної самостійної роботи є глибоке концептуальне розуміння процесу переходу від реальних промислових конструкцій (вузлів кріплення сталевих колон, опорних частин мостів, шарнірів важільних механізмів) до їх математичних моделей — розрахункових схем. Робота спрямована на закріплення здатності до абстрактного мислення (ЗК 3) та формування спеціальної фахової компетентності щодо визначення навантажень та реакцій (СК 4).

Процес навчання побудований з урахуванням принципів безбар'єрності та адаптивності, що забезпечує комфортне занурення в аналітичну механіку. Виконання завдань потребує зосередженості, проте не обмежується жорсткими аудиторними часовими рамками, що сприяє глибокому осмисленню фізичної суті конструктивних вузлів, які застосовуються на сучасних підприємствах.

2. Теоретико-аналітичний базис: Від реальності до абстракції

У будівельній та машинобудівній інженерії жодне фізичне тіло не є абсолютно жорстким. Усі матеріали деформуються під навантаженням: болти згинаються, зварні шви мають мікроскопічну пружність, а бетонні фундаменти дають осадку. Проте, у межах класичної статистики ми використовуємо метод наукової абстракції, нехтуючи мікродеформаціями і розглядаючи елементи як **абсолютно тверді тіла**.

Взаємодія тіла з оточуючим середовищем здійснюється через **в'язі** — обмежувачі руху. Аксиома звільнення від в'язей постулює: будь-яке невільне тіло можна умовно вважати вільним, якщо відкинути в'язі, замінивши їхню механічну дію відповідними реакціями. Реакція завжди спрямована протилежно тому напрямку, в якому в'язь забороняє переміщення.

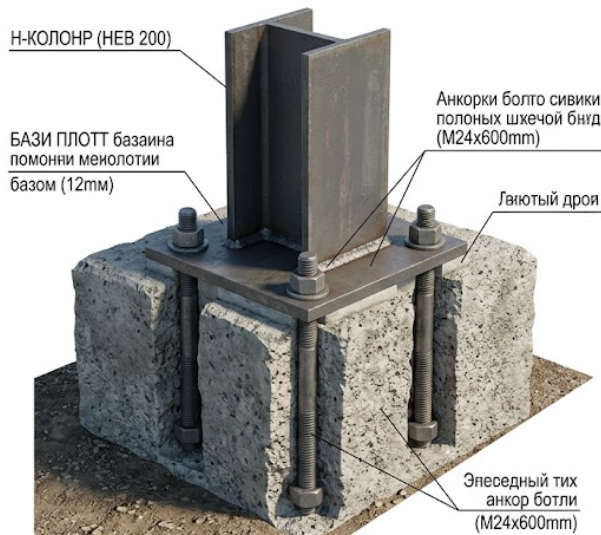
2.1. Жорстке заземлення (Анкерне кріплення)

У реальному будівництві жорстке заземлення найчастіше реалізується у вигляді масивного зварного або болтового з'єднання бази колони з фундаментом. Наприклад, сталеві колони сучасних цехів чи роботизованих зварювальних комплексів фіксуються до масивних залізобетонних плит за допомогою анкерних болтів великого діаметра, а простір між базою і фундаментом замонолічується спеціальним розчином.

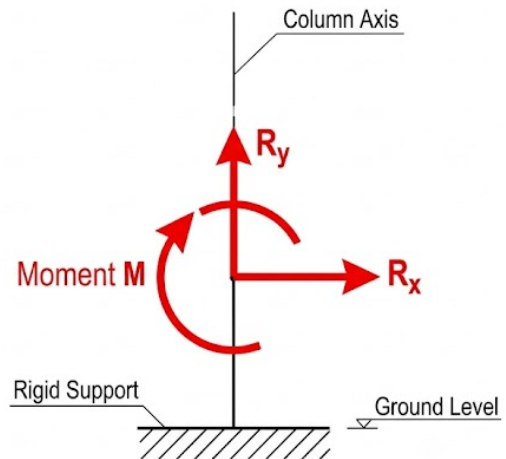
Ідеалізована модель **жорсткого заземлення** (на площині) ліквідує всі три ступені свободи тіла: воно забороняє зсув по вертикалі, зсув по горизонталі та поворот. Відповідно, при побудові розрахункової схеми ми відкидаємо фундамент і прикладаємо три невідомі реактивні фактори: вертикальну силу **R_y** , горизонтальну силу **R_x** та реактивний момент заземлення **M_A** .

РЕАЛЬНИЙ БУДІВЕЛЬНИЙ ВУЗОЛ

3D-ВІЗУАЛІЗАЦІЯ БАЗИ КОЛОНИ (ДВОТАВР НА БЕТОН)



ТЕОРЕТИЧНИЙ МЕХАНІКСЕДІЛ



2.2. Шарнірно-нерухома опора (Циліндричний шарнір)

Цей вузол конструктивно дозволяє елементу вільно обертатися навколо осі з'єднання, але повністю блокує його лінійний зсув у просторі. Яскравим прикладом є вузли з'єднання елементів важких кроквяних ферм, де стрижні сходяться на фасонці (металевій пластині) і фіксуються болтами високої міцності або зварюванням. У розрахунковій практиці (якщо навантаження прикладено у вузлах) такий вузол ідеалізується як шарнір, що не передає згинальних моментів.

Математична модель **шарнірно-нерухомої опори** на площині блокує два ступені свободи. При відкиданні такої в'язі прикладаються дві невідомі реакції: вертикальна R_y та горизонтальна R_x . Момент дорівнює нулю.

БОЛТОВИЙ ШАРНІР ФЕРМИ



СХЕМА ТЕОРЕТИЧНОЇ МЕХАНІКИ

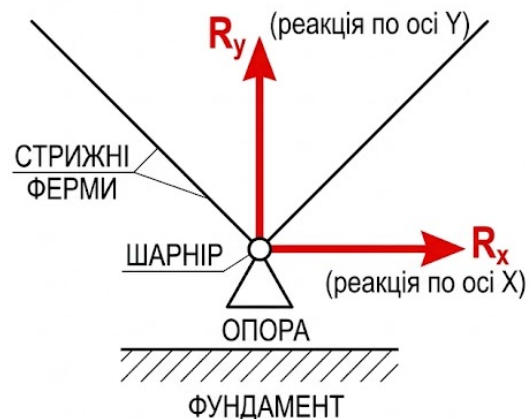


Рис. 3.2а. РЕАЛЬНИЙ БОЛТОВИЙ ВУЗОЛ.

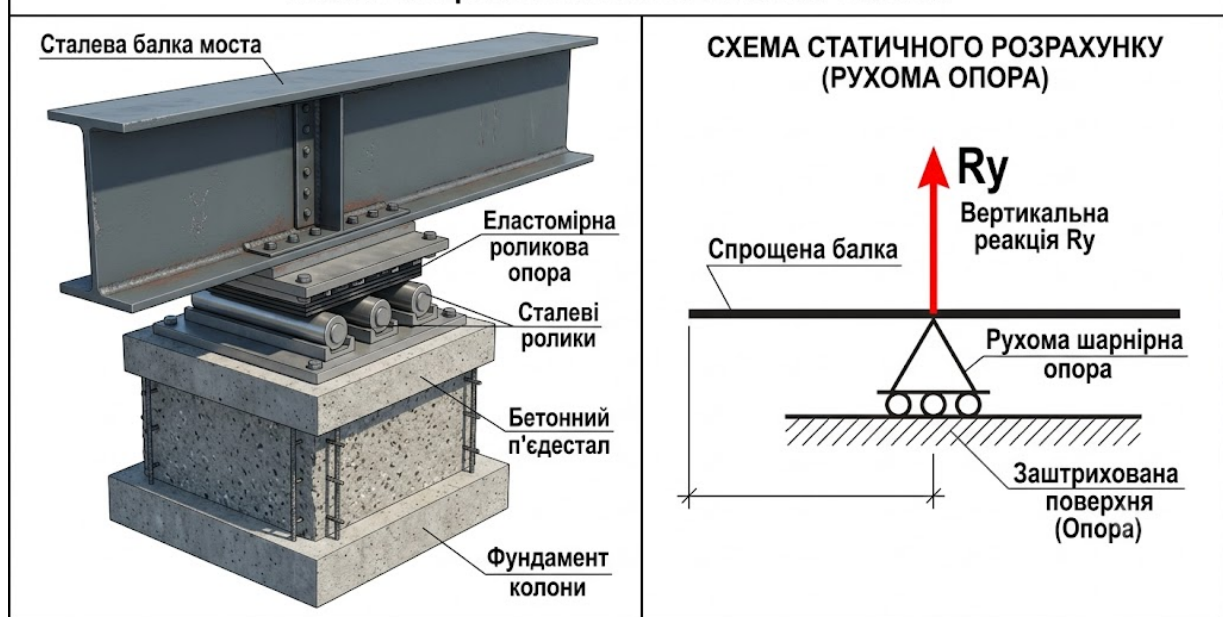
Рис. 3.2б. РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ ОПОРИ.

2.3. Шарнірно-рухома опора (Коток / Ковзна опора)

Щоб уникнути руйнівних внутрішніх напружень від температурних деформацій металу або бетону, один з кінців великопрольотних конструкцій (наприклад, мостів або ферм перекриттів) роблять рухомим. На практиці це реалізується за допомогою спеціальних коткових підшипників, фторопластових чи еластомірних прокладок, які дозволяють балці "ковзати" в одному напрямку.

Модель **шарнірно-рухомої опори** обмежує лише один ступінь свободи — переміщення перпендикулярно до опорної площини. Отже, генерується лише одна реактивна сила R , яка завжди спрямована по нормалі (перпендикулярно) до поверхні кочення.

ІЛЮСТРАЦІЯ МОСТОВОЇ РУХОМОЇ ОПОРИ



3. Промисловий контекст: Локалізація знань

Розглянуті моделі не є відірваними від реальності абстракціями. Вони щодня застосовуються у проєктних та конструкторських відділах вітчизняних підприємств-партнерів. Наприклад, інженери ТОВ "Інтерпайп" та ТОВ "ДАЗ", проєктуючи підкранові естакади чи виробничі лінії, моделюють колони як жорстко защемлені стрижні для аналізу їхньої стійкості до вібрацій. Фахівці підприємств ТОВ "Аксор індастрі" та ТОВ "Альтстрім", розробляючи технологічне обладнання та мехатронні системи, постійно використовують розрахунки шарнірних з'єднань для забезпечення безперебійної кінематики робочих органів. Застосування правильної ідеалізації на етапі розробки є гарантією довговічності реальної машини чи будівлі.

4. Завдання для самостійного виконання

Тестовий самоконтроль (з відміченими правильними відповідями)

Для закріплення матеріалу дайте відповіді на наступні тестові питання:

Які реактивні фактори виникають при відкиданні шарнірно-нерухомої опори на площині?

- A) Тільки вертикальна сила.
- B) Вертикальна та горизонтальна сили.
- C) Вертикальна сила і реактивний момент.
- D) Три сили і момент.

Жорстке защемлення (консольна опора) на площині обмежує:

- A) Один ступінь свободи.
- B) Два ступені свободи.
- C) Три ступені свободи (зсув по X, Y та поворот).
- D) Жодного, воно дозволяє вільний рух.

Згідно з аксіомою звільнення від в'язей, реакція ідеально гладкої поверхні завжди спрямована:

- A) Паралельно до поверхні.
- B) По нормалі (перпендикулярно) до поверхні від неї.
- C) Під кутом 45 градусів до площини.
- D) У бік дії активної зсувної сили.

Для чого в реальних великопрольотних конструкціях (мостах, фермах перекриттів) одну з опор обов'язково роблять шарнірно-рухомою (котковою)?

- A) Щоб конструкція могла постійно пересуватися.
- B) Для вільної компенсації температурних деформацій і запобігання появі руйнівних внутрішніх напружень.
- C) Для зменшення загальної ваги конструкції.
- D) Для збільшення тертя між балкою та фундаментом.

Тема СРС 1.2: «Визначення опорних реакцій плоскої рами та багатопрольотної балки»

Обсяг часу: 7 академічні години | **Максимальна оцінка:** 2 бали (1 тест – 0.5 бали)

1. Мета та академічне завдання

Розрахунково-графічна робота №1 є фундаментальним етапом у формуванні інженерного світогляду майбутнього фахівця-будівельника. Метою роботи є набуття глибоких практичних навичок аналізу плоскої системи довільно розташованих сил. Здобувач повинен алгоритмічно правильно перетворити реальні експлуатаційні навантаження (тиск вітру, вагу снігового покриву, технологічне обладнання) в еквівалентні розрахункові величини, скласти математичну модель рівноваги та аналітично визначити реакції опор.

Специфіка цієї роботи (обсяг 7 годин) полягає в її комплексності. Вона включає два ізольовані інженерні кейси: розрахунок жорсткої конструкції (рами) та розрахунок зчленованої конструкції (багатопрольотної шарнірної балки, або балки Гербера). Знання, отримані під час виконання цієї РГР, є критично необхідними для проектування цехових естакад та підкранових балок на промислових об'єктах партнерів, таких як ТОВ «Інтерпайп» чи ТОВ «ДАЗ».

2. Теоретико-методологічний базис

2.1. Еквівалентна заміна розподілених навантажень

У промисловому будівництві більшість навантажень не є зосередженими в одній точці. Вітер тисне на площу стіни, сніг рівномірно вкриває дах. Для потреб статyki (знаходження реакцій опор) ці розподілені навантаження замінюються на **рівнодіючі зосереджені сили**.

Вітрове навантаження: Моделюється як горизонтально спрямоване рівномірне навантаження qw (кН/м), що діє на вертикальну стійку висотою h . Рівнодіюча обчислюється як площа епюри: $W = qw \cdot h$. Точка прикладання — геометричний центр стійки (висота $h/2$).

Снігове навантаження: Моделюється як вертикально спрямоване навантаження qs (кН/м), що діє на горизонтальний проліт (ригель) довжиною L . Рівнодіюча: $Q = qs \cdot L$. Прикладається рівно посередині прольоту.

2.2. Метод розчленування багатопрольотних балок

Багатопрольотні шарнірні балки (балки Гербера) складаються з кількох частин, з'єднаних між собою проміжними циліндричними шарнірами. Така конструкція є статично визначуваною. Для її розрахунку застосовують **метод розчленування**:

1. Систему подумки розривають по внутрішніх шарнірах.
2. Визначають "другорядні" (підвісні) балки, які спираються на сусідні частини, та "головні" (основні) балки, які спираються безпосередньо на землю та здатні стояти самостійно.
3. Розрахунок **завжди** починають із другорядної (підвісної) частини. Її опорні реакції знаходяться зі стандартних рівнянь рівноваги ($\sum M=0$, $\sum Y=0$).
4. За третім законом Ньютона (дія дорівнює протидії), знайдені реакції у внутрішньому шарнірі прикладаються до головної балки як **активні зовнішні сили**, але з протилежним напрямком.
5. Розв'язується система рівнянь для головної балки.

3. Модульний самоконтроль (Тестування)

1. Під час побудови розрахункової схеми рами, рівномірно розподілене вітрове навантаження qw (кН/м), що діє на вертикальну стійку висотою h , замінюється еквівалентною зосередженою силою. Де прикладається ця сила і чому дорівнює її модуль?

А) Прикладається у верхньому вузлі рами, модуль дорівнює qw .

Б) Прикладається посередині стійки (на висоті $h/2$), модуль дорівнює $qw \cdot h$.

В) Прикладається в точці защемлення, модуль дорівнює $qw \cdot h^2 / 2$.

Г) Розподіляється порівну між верхнім і нижнім вузлами стійки.

2. Яка фізична і математична особливість внутрішнього (проміжного) циліндричного шарніра дозволяє використовувати метод розчленування для багатопрольотних балок?

А) Шарнір не передає перерізуючих сил, тому балка в ньому ламається.

Б) Шарнір жорстко з'єднує частини балки, утворюючи защемлення.

В) Шарнір не здатний чинити опір повороту, отже згинальний момент у перерізі шарніра тотожно дорівнює нулю ($M = 0$).

Г) Шарнір працює виключно на розтяг-стиск вздовж поздовжньої осі.

3. З якою метою в алгоритмі розрахунку опорних реакцій після складання і розв'язання системи рівнянь статки обов'язково виконується математична перевірка (наприклад, рівнянням $\sum MC = 0$)?

А) Для знаходження внутрішніх напружень у матеріалі балки.

Б) Для контролю правильності знайдених реакцій: якщо сума моментів відносно додаткової (не використаної раніше) точки дорівнює нулю, реакції обчислені без алгебраїчних помилок.

В) Для перевірки стійкості конструкції на перекидання під дією вітру.

Г) Це формальна вимога, яка не впливає на результати розрахунку.

4. Якщо в результаті розв'язання рівнянь рівноваги вертикальна реакція Y_A шарнірно-нерухомої опори вийшла зі знаком "мінус" (наприклад, -15 кН), що це означає з точки зору фізики?

А) Розрахунок виконано з критичною помилкою, реакції не можуть бути від'ємними.

Б) Балка в цьому місці зруйнувалася через перевищення навантаження.

В) Дійсний напрямок вектора реакції є протилежним до умовно обраного на початку (тобто опора не підпирає балку знизу, а утримує її від відриву вгору).

Г) Конструкція перейшла в динамічний стан і рухається з прискоренням.

Тема СРС 1.3: «Визначення координат центру ваги складеного плоского перерізу». Робота з нормативними документами (ДСТУ/ГОСТ) на металопрокат.

Обсяг часу: 6 академічні години | **Максимальна оцінка:** 2 бали (1 тест – 0.5 бали)

1. Академічна мета та проблематика

Метою цієї розрахунково-графічної роботи є набуття глибоких професійних навичок визначення геометричних характеристик складених плоских перерізів. Майбутній фаховий молодший бакалавр-будівельник має вільно оперувати державними стандартами (ДСТУ/ГОСТ) на сталевий гарячекатаний прокат (швелери, двотаври, кутники).

Визначення положення центру ваги (i , відповідно, головних центральних осей інерції) є безальтернативною, критично необхідною передумовою для будь-якого подальшого інженерного розрахунку на міцність, згин чи поздовжній стиск (що вивчатиметься у дисципліні «Опір матеріалів»).

На сучасних підприємствах (ТОВ «Аксор індастрі», ТОВ «НВП РІЧ») складні балки та колони

проектуються саме шляхом зварювання кількох стандартних профілів, що вимагає точного математичного аналізу їх геометрії мас.

2. Теоретико-аналітичний базис

2.1. Концепція центру ваги плоскої фігури

Центр ваги плоскої фігури — це геометрична точка, через яку проходить лінія дії рівнодіючої сил тяжіння всіх елементарних частинок цієї фігури. Для однорідних матеріалів центр ваги збігається з геометричним центром мас фігури.

Положення центру ваги $C(X_C, Y_C)$ для складеного перерізу, розбитого на n простих профілів, обчислюється на основі теореми про статичні моменти площ відносно довільно обраної декартової системи координат Oxy :

$$X_C = [\sum (A_i \cdot x_i)] / \sum A_i \quad Y_C = [\sum (A_i \cdot y_i)] / \sum A_i$$

Де A_i — площа поперечного перерізу i -того елемента (з таблиць ДСТУ); x_i, y_i — координати власного центру ваги i -того елемента в загальній (глобальній) системі координат.

2.2. Стандартні профілі металопрокату (ДСТУ/ГОСТ)

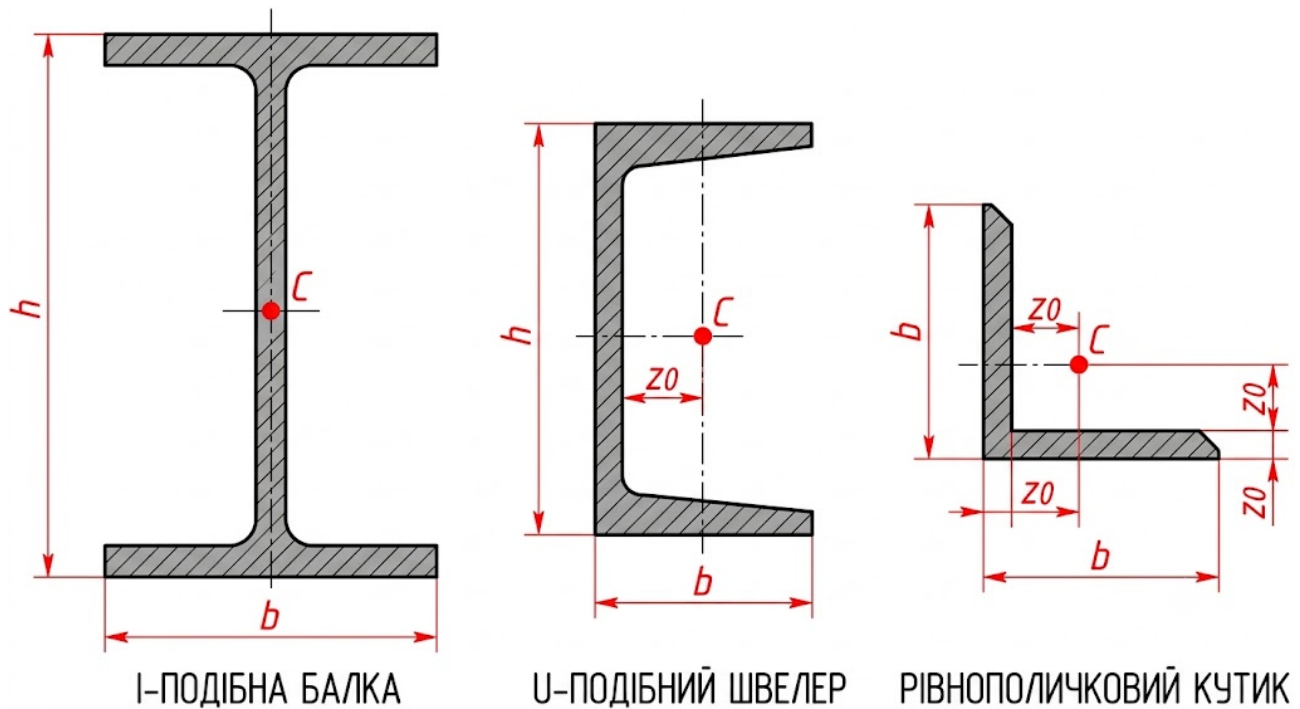
В інженерній практиці використовуються стандартизовані профілі. Їх геометричні розміри та характеристики суворо регламентовані: **Двотавр (I-beam)** (ГОСТ 8239-89 / ДСТУ 8768).

Фігура має дві осі симетрії. Власний центр ваги лежить точно на їх перетині. Визначальні параметри: h (висота), b (ширина полиці), A (площа).

Швелер (Channel) (ГОСТ 8240-97 / ДСТУ 3436). Має лише одну горизонтальну вісь симетрії.

Положення вертикальної осі задається в довідниках параметром z_0 — відстанню від зовнішньої грані стінки до центру ваги.

Кутник рівнополичний (Angle) (ГОСТ 8509-93). Асиметричний профіль. Положення центру ваги задається параметром z_0 від зовнішніх граней обушка.



3. Універсальний алгоритм виконання РГР №2

Для досягнення математичної точності та уникнення хаосу під час виконання РГР слід суворо дотримуватися наступного ітераційного алгоритму: **Розбиття (Декомпозиція):** Складений переріз розбивається на прості елементи. Нумеруємо їх (Елемент 1, Елемент 2...).

Аналіз симетрії: Якщо вся фігура має вісь симетрії, загальний центр ваги обов'язково лежить на ній. Це дозволяє не обчислювати одну з координат, зекономивши час.

Встановлення глобальної системи координат: Рационально обирати осі X та Y так, щоб уся фігура знаходилася в першій чверті (координати додатні). Зазвичай вісь X проводять по найнижчій точці фігури, а вісь Y — по крайній лівій (або по осі симетрії).

Екстракція даних із ДСТУ: Для кожного профілю з довідників виписуються габарити (h , b), площа (A) та положення центру ваги (z_0).

Обчислення локальних центрів ваги: Знайти координати x_i , y_i для кожного профілю відносно глобальних осей X та Y . Це найбільш критичний етап, що потребує додавання габаритів та урахування товщини полиць!

Агрегація в таблицю: Звести всі дані у розрахункову таблицю для визначення статичних моментів.

Кінцевий розрахунок: Застосувати формули X_C , Y_C та нанести загальний центр ваги C на креслення в масштабі.

4. Академічний розбір інженерного кейсу

Постановка задачі: Сталева колона має складений переріз: вертикально встановлений двотавр №20, до лівої полиці якого (до зовнішньої грані) симетрично приварено швелер №16 (його стінка прилягає до двотавра, а ніжки дивляться вліво). Визначити загальний центр ваги фігури.

Розв'язання:

Крок 1-2. Аналіз: Фігура симетрична відносно горизонтальної осі. Проведемо глобальну вісь X по осі симетрії (тоді $Y_C = 0$, шукаємо лише X_C). Глобальну вісь Y проведемо по крайній правій точці двотавра (вісь спрямована вліво, щоб фігура була в "додатних" координатах).

Крок 3. Дані з ДСТУ:

Двотавр №20 (Ел. 1): Висота $h = 200$ мм; ширина полиці $b = 100$ мм = 10 см; площа $A_1 = 26.8$ см².

Швелер №16 (Ел. 2): Висота $h = 160$ мм; ширина полиці $b = 64$ мм = 6.4 см; площа $A_2 = 18.1$ см²; параметр $z_0 = 1.80$ см.

Крок 4. Локальні координати (відносно осі Y , проведеної по правому краю):

Ел. 1 (Двотавр): Його центр ваги лежить рівно посередині ширини полиці. Отже, $x_1 = b/2 = 10 / 2 = 5.0$ см.

Ел. 2 (Швелер): Його стінка примикає до лівого краю двотавра (тобто на відстані 10 см від нашої осі Y). Відстань від стінки швелера до його центру ваги становить z_0 . Отже, відстань від глобальної осі Y до центру швелера: $x_2 = 10 + z_0 = 10 + 1.80 = 11.80$ см.

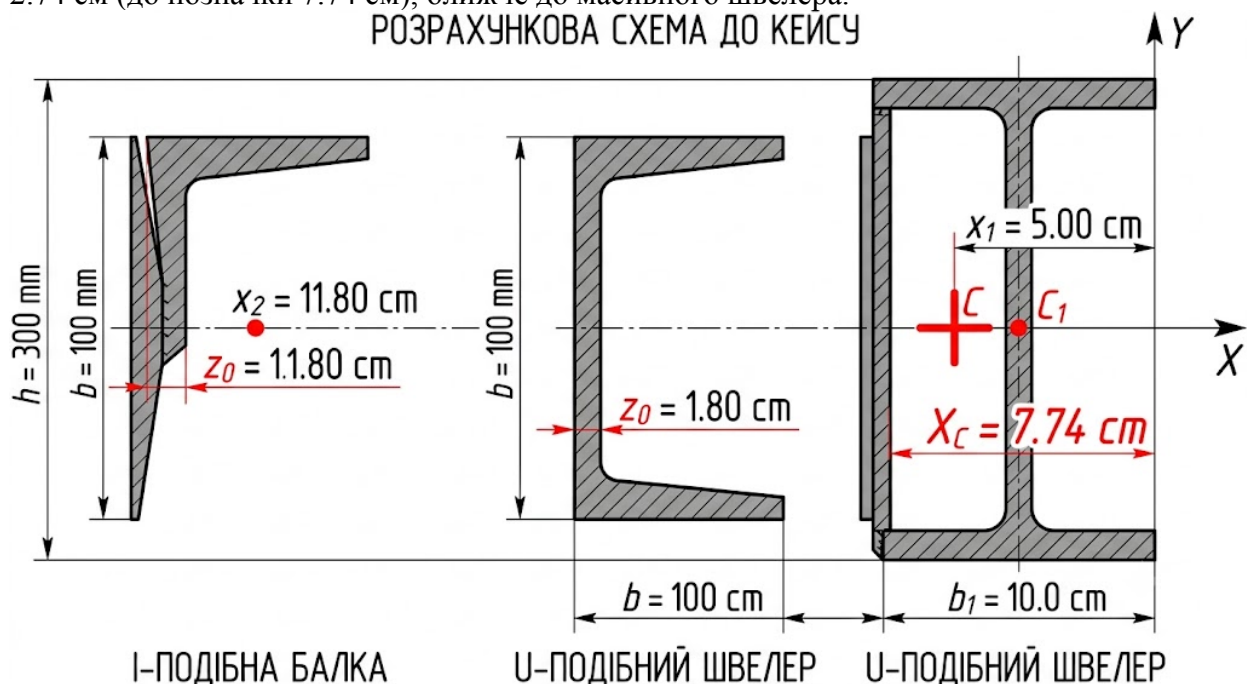
Крок 5-6. Таблиця та розрахунок:

Елемент	Профіль	Площа A_i , см ²	Координата x_i , см	Статичний момент $S_y = A_i \cdot x_i$, см ³
1	Двотавр №20	26.8	5.0	134.0
2	Швелер №16	18.1	11.80	213.58
Сума (Σ)		44.9	-	347.58

$X_C = \Sigma (A_i \cdot x_i) / \Sigma A_i = 347.58 / 44.9 \approx 7.74$ см.

Висновок: Центр ваги всієї складеної колони зміщений від центру двотавра (5 см) вліво на 2.74 см (до позначки 7.74 см), ближче до масивного швелера.

РОЗРАХУНКОВА СХЕМА ДО КЕЙСУ



5. Модульний самоконтроль (Тестування)

1. За якою математичною залежністю визначається координата центру ваги X_C для складеного плоского перерізу?

- А) Як сума моментів інерції, поділена на масу.
- Б) Як відношення суми статичних моментів площ ($\Sigma A_i \cdot x_i$) до загальної площі фігури (ΣA_i).
- В) Як середнє арифметичне координат центрів усіх профілів.
- Г) Як добуток загальної площі на відстань до осі симетрії.

2. Що характеризує параметр z_0 , який вказується у довідниках (ДСТУ/ГОСТ) для сталевих прокатних швелерів?

- А) Товщину стінки швелера.
- Б) Радіус інерції відносно горизонтальної осі.
- В) Відстань від центру ваги до кінця полиць (ніжок).
- Г) Найкоротшу відстань від зовнішньої грані стінки швелера до його власного центру ваги.

3. Яке фундаментальне правило застосовується в інженерній механіці при визначенні центру ваги симетричних перерізів?

- А) Якщо фігура має вісь симетрії, то її центр ваги обов'язково лежить на цій осі, що скасовує необхідність розрахунку відповідної координати.
- Б) Центр ваги завжди зміщується в бік осі з найбільшим моментом інерції.

В) Наявність осі симетрії означає, що центр ваги знаходиться строго в початку координат (0;0).

Г) Симетрія фігури вимагає використання подвійних інтегралів замість методу розбиття.

4. У чому полягає сутність "методу доповнення" (методу від'ємних площ) при визначенні центру ваги деталей?

А) Усі площі фігур завжди беруться зі знаком мінус для уникнення помилок в осях.

Б) Метод використовується виключно для розрахунку відцентрових моментів інерції.

В) Порожнини, вирізи або отвори розглядаються як повноцінні фігури, але їхня площа у розрахункову формулу (X_C , Y_C) підставляється зі знаком "мінус".

Г) До реального перерізу віртуально додаються площі до утворення ідеального квадрата.

Тема СРС 1.4: Систематизація знань з теорії моментів, пар сил та просторових систем сил.
Обсяг часу: 3 академічні години | **Максимальна оцінка:** 2 бали (1 тест – 0.5 бали)

1. Академічна мета та проблематика

Метою даної самостійної роботи (обсягом 3 академічні години) є комплексна епістемологічна підготовка до першого модульного контролю з розділу «Статика твердого тіла». Здобувач повинен систематизувати масив теоретичних знань щодо обертальних ефектів сил, засвоїти логіку переходу від плоских до довільних просторових систем сил та закріпити навички складання шести рівнянь абсолютної рівноваги.

Розуміння просторових систем є критично важливим для машинобудівного та цивільного проєктування. Наприклад, спеціалісти ТОВ «ДАЗ», ТОВ «Інтерпайп» чи ТОВ «Альтстрім» під час розробки 3D-каркасів промислових цехів, роботизованих ліній або багатовекторних трубопроводів завжди мають справу з навантаженнями, що діють у трьох вимірах одночасно.

2. Теоретичний базис для систематизації

2.1. Теорія моментів та пар сил

Обертальний ефект, який створює сила при впливі на тверде тіло, формалізується через поняття моменту. У плоскій задачі **алгебраїчний момент сили** відносно центру O — це скалярна величина, що дорівнює добутку модуля сили на її плече (h). Плече — це завжди найкоротша відстань (перпендикуляр) від полюса до *лінії дії* сили, а не до точки її прикладання.

Специфічним випадком силової взаємодії є **пара сил** — система двох паралельних сил, рівних за модулем і протилежно спрямованих ($F = -F'$). Їхня векторна сума (рівнодіюча) дорівнює нулю, отже, пара сил не може надати тілу поступального руху. Єдиний механічний ефект пари — це чисте обертання.

Момент пари дорівнює добутку однієї з сил на плече пари (відстань між їхніми лініями дії). Згідно з **теоремою про еквівалентність пар**, пару сил можна як завгодно переміщувати і повертати в її площині, змінювати модулі сил та плече, за умови, що загальний момент M залишається незмінним.

2.2. Теорема Пуансо та Зведення систем сил

Фундаментальною основою для розрахунку будь-яких рам і ферм є **Теорема Пуансо (про паралельне перенесення сили)**: будь-яку силу можна паралельно перенести з точки A в довільну точку B твердого тіла, додавши при цьому приєднану пару сил, момент якої дорівнює моменту початкової сили відносно нової точки B .

Використовуючи цю теорему, будь-яку просторову систему сил можна звести до одного центру. В результаті складна система замінюється двома макроскопічними факторами:

Головний вектор (R^*) — векторна сума всіх сил системи (відповідає за поступальний зсув).

Головний момент (MO) — векторна сума моментів усіх приєднаних пар відносно центру зведення (відповідає за обертання навколо цього центру).

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