



РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЙ НА ПРУЖНІЙ ОСНОВІ

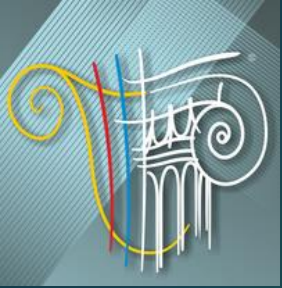


Kyiv, 2021



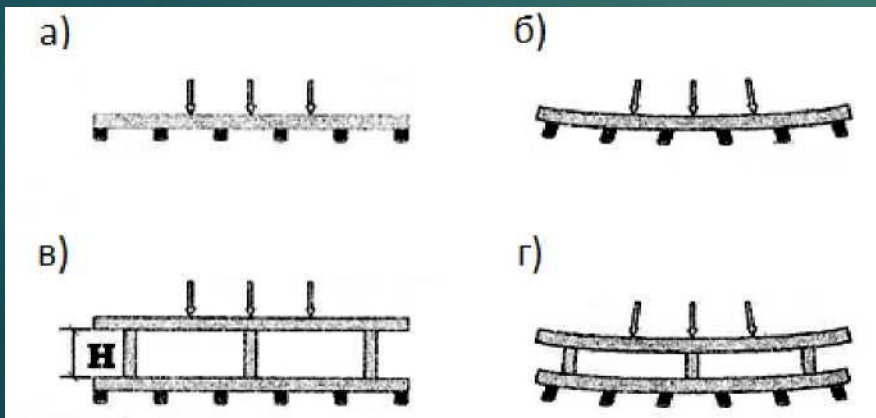
ПЛАН

1. Врахування роботи конструкцій спільно з пружною основою.
2. Класична модель основи Вінклера.
3. Модель основи Пастернака.
4. Модифікована модель основи Вінклера.



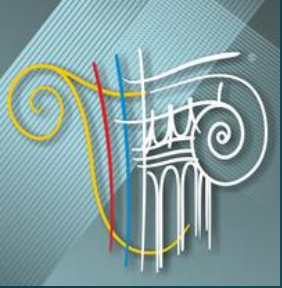
1. Врахування роботи конструкцій спільно з пружною основою

В інженерній практиці прийнято розраховувати плити і ростверки на пружній основі як самостійні конструкції, що піддаються дії навантажень від надземних конструкцій. ПК ЛІРА дозволяє розраховувати конструкції всієї споруди в цілому, враховуючи при цьому великі резерви несучої здатності. Прикладом може служити розрахунок, конструкцій на пружній основі спільно з надземною спорудою (рис. 6.1).



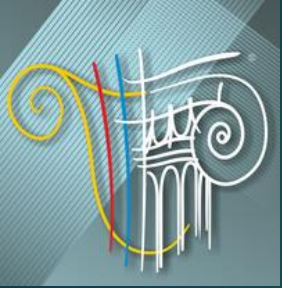
У випадку, якщо фундаментні балки або плити розраховуються як самостійні конструкції (рис. 6.1, а, б), в них виникають значні моменти M , внаслідок чого конструкції необхідно виготовляти досить громіздкими.

Рисунок 6.1 - Робота конструкцій спільно з основою



Якщо розрахункова схема передбачає включення в роботу вищерозташованих перекриттів (рис. 6.1, в), то момент M сприйматиметься мембранним зусиллям у плиті на пружній основі і вищерозташованими перекриттями, тобто в роботу включається конструкція верхніх поверхів (як правило, основний ефект дає включення тільки першого поверху). Як бачимо з рис. 6.1, г), у плитах на пружній основі виникають розтягуючі мембранні зусилля та невеликі місцеві моменти, а у вищерозташованих перекриттях - стискаючі мембранні зусилля. Необхідно мати на увазі, що в цьому випадку в конструкціях колон і стін виникають зсувні зусилля у двох напрямках і потрібно забезпечити їх сприйняття.

Як правило, врахування спільної роботи конструкцій на пружній основі і вищерозміщених перекриттів дозволяє значно зменшити витрати матеріалів.



2. Класична модель основи Вінклера

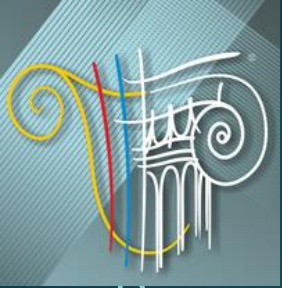
Класичною розрахунковою механічною моделлю основи Вінклера є ряд не пов'язаних між собою пружин, закріплених на абсолютно жорсткій основі.

Штамп, прикладений до поверхні такої моделі, при навантаженні вдавлюється на глибину S , пропорційну середньому тиску P і при знятті навантаження повертається в початкове положення. Поверхня цієї моделі за межами штампу не деформується, тобто не враховується робота ґрунту за межами фундаменту.

Механічні властивості моделі Вінклера характеризуються коефіцієнтом постелі C_1 . По фізичному сенсу коефіцієнт постелі означає величину зусилля, яке необхідно прикласти до 1 м^2 поверхні основи, щоб він осів на 1 м . Розмірність C_1 - кН/м^3 .

Згідно з гіпотезою Вінклера коефіцієнт постелі в z -ій точці ґрунту дорівнює відношенню тиску на ґрунт в цій точці до її осідання:

$$C_{1i} = P_i / S_i, P_i < R \quad (6.1)$$



Приведене рівняння справедливе за умови, коли середній тиск під подошвою фундаменту P не перевищує значення

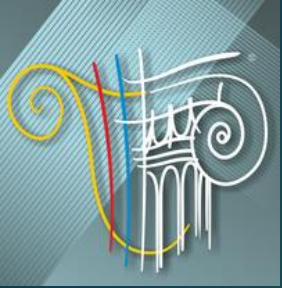
R - розрахункового опору ґрунту для цього виду ґрунту і фундаменту. В іншому випадку необхідно використовувати моделі основи, що нелінійно деформується, або знижувати величину середнього тиску P , збільшуючи розміри площі фундаментів.

У класичній постановці коефіцієнт постелі моделі Вінклера залежить тільки від виду ґрунту і приймається постійним за всією контактною площею основи і фундаменту.

Для реалізації моделі Вінклера в ПК ЛІРА можуть бути використані СЕ 51, 55. Жорсткість EF_z даних елементів можна визначити за формулою:

$$EF_z = C_i F \quad (6.2)$$

де F - контактна площа основи і фундаменту.



3. Модель основи Пастернака

6

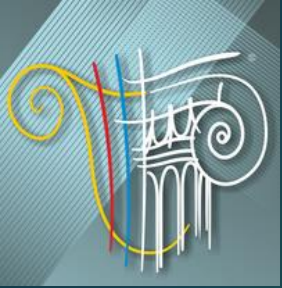
Модель основи Пастернака характеризується двома коефіцієнтами постелі C_1 (кН/м³), C_2 (кН/м), що описують тільки вертикальні деформації основ і фундаментів. Параметр C_2 враховує роботу ґрунту за межами фундаменту. У разі $C_2 = 0$ модель Пастернака є аналогом моделі Вінклера.

Основним обмеженням по практичному застосуванню моделі Пастернака є трудомісткість способів визначення коефіцієнтів постелі C_1 , C_2 . Теоретично параметри C_1 , C_2 можуть бути отримані тільки для одного або для двох шарів де E_i , ν_i , h_i , E_2 , ν_2 , h_2 , - відповідно модуль деформацій, коефіцієнт Пуассона і товщина першого та другого шарів стискуваної товщі ґрунтової основи.

1. Стрічковий і плитний фундаменти на одношаровій основі:

$$\begin{aligned} C_1 &= \frac{E_1}{h_1(1-\nu_1^2)} \\ C_2 &= \frac{E_1 h_1}{6(1+\nu_1)} \end{aligned}$$

(6.3)



3. Модель основи Пастернака

7

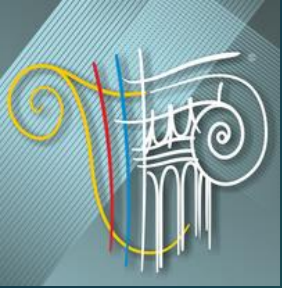
2. Стрічковий фундамент на двохшаровій основі:

$$\begin{aligned} C_1 &= \frac{1}{\frac{E_1}{h_1(1-\nu_1^2)} + \frac{E_2}{h_2(1-\nu_2^2)}} \\ C_2 &= \frac{1}{6(1+\varepsilon_1)^2} \left[\frac{E_1 h_1}{1+\nu_1} (3+3\varepsilon_1+\varepsilon_1^2) + \frac{E_2 h_2}{1+\nu_2} \right] \end{aligned} \quad (6.4)$$

3. Плитний фундамент на двохшаровій основі:

$$\begin{aligned} C_1 &= \frac{1}{\frac{h_1}{E_1}(1-2\nu_1^2) + \frac{h_2}{E_2}(1-2\nu_2^2)} \\ C_2 &= \frac{1}{6(1+\varepsilon_2)^2} \left[\frac{E_1 h_1}{1+\nu_1} (3+3\varepsilon_2+\varepsilon_2^2) + \frac{E_2 h_2}{1+\nu_2} \right] \end{aligned} \quad (6.5)$$

де $E_1, \nu_1, h_1, E_2, \nu_2, h_2$ - відповідно модуль деформацій, коефіцієнт Пуассона і товщина першого та другого шарів стискуваної товщі ґрунтової основи.

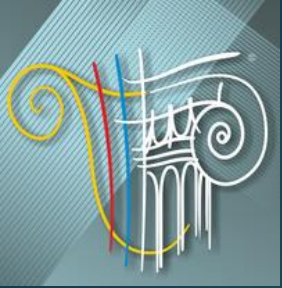


3. Модель основи Пастернака

8

$$\varepsilon_1 = \frac{E_2 (1 - \nu_1^2) h_1}{E_1 (1 - \nu_2^2) h_2} \quad \varepsilon_2 = \frac{E_2 (1 - \nu_1^2) h_1}{E_1 (1 - \nu_2^2) h_2}$$

Для реалізації моделі Пастернака залежно від конструкції фундаменту можна використовувати універсальні СЕ стержнів та пластин з урахуванням роботи основи за межами фундаменту (C_1 і C_2 постійні по всій площі основи).



4. Модифікована модель основи Вінклера

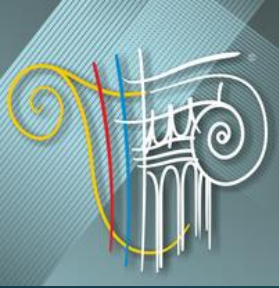
Модифікована модель основи Вінклера є універсальною, знімає всі вище приведені обмеження класичних моделей основи і в загальному випадку характеризується двома параметрами:

K_1 - коефіцієнт жорсткості лінійно деформівної основи при стиску від дії вертикального навантаження (кН/м^3);

K_2 - коефіцієнт жорсткості лінійно деформівної основи при зсуві при дії горизонтального навантаження (кН/м^3).

Тут в поняття коефіцієнта жорсткості K_1 вкладається інший сенс в порівнянні з аналогічним параметром C_1 класичної моделі Вінклера. В даному випадку K_1 враховує не лише вид ґрунту (єдиний чинник, який характеризує класичну модель Вінклера), але й такі важливі чинники, як форма і розміри фундаментів, змінні властивості ґрунтів по глибині основи і в плані споруди, роботу ґрунту за межами фундаменту.

Крім того, модифікована модель Вінклера дозволяє за допомогою параметра K_2 враховувати спільні горизонтальні деформації основ і фундаментів при дії горизонтальних навантажень. Враховуючи наближеність початкових даних за визначенням деформацій основи при дії горизонтального навантаження, рекомендується приймати $K_2 = 0,7K_1$.



4. Модифікована модель основи Вінклера

Коефіцієнт жорсткості K_1 обчислюється за формулою для C_1 , виходячи з очікуваних (заздалегідь визначених) осідань поверхні основи S .

Отримані значення коефіцієнтів жорсткості K_1 , K_2 можуть використовуватися при визначенні характеристик жорсткості для СЕ 51, 55 (рис. 15.2):

$EF_z = K_1 F$ - по напрямку осі Z (при вертикальному навантаженні)

$EF_y = EF_x = K_2 F$ - по напрямку осі X , Y (при горизонтальному навантаженні), де F - контактна площа основи і фундаменту.

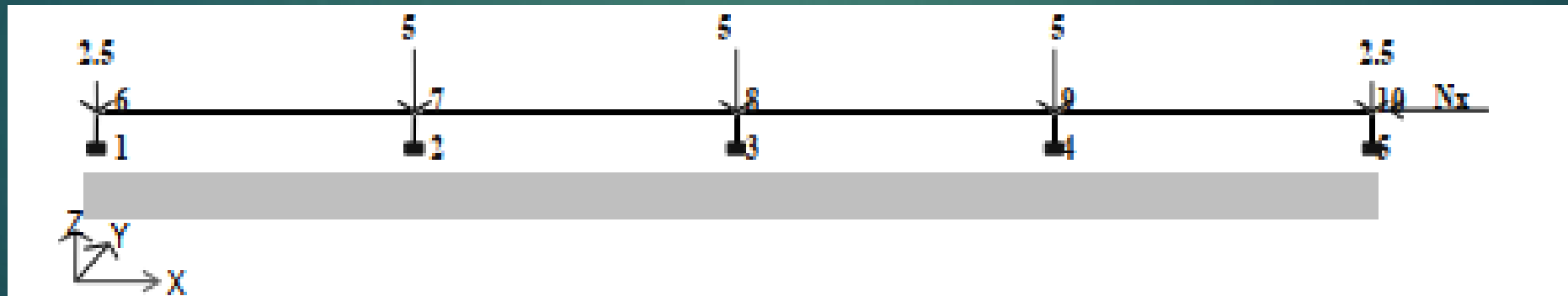
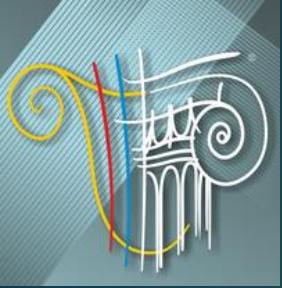


Рисунок 6.2 - Модифікована модель Вінклера на основі СЕ



Дякую за увагу!