

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання індивідуального завдання з дисципліни
«ОСНОВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗРАХУНКУ
БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ»

за темою

«РОЗРАХУНОК ШПУНТА ПІДСИЛЕНОГО АНКЕРАМИ
СПІЛЬНО З ҐРУНТОВИМ МАСИВОМ КОТЛОВАНУ»

(для здобувачів вищої освіти спеціальності
192 «Будівництво та цивільна інженерія»)

(Електронне видання)

З А Т В Е Р Д Ж Е Н О

на засіданні кафедри
будівництва, урбаністики та
просторового планування

Протокол № від __.__.2025 р.

Київ, 2025 р

УДК 69.04

Методичні вказівки до виконання індивідуального завдання з дисципліни «Основи автоматизації розрахунку будівельних конструкцій» за темою «Розрахунок шпунта підсиленого анкерами спільно з ґрунтовим масивом котловану» (для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія») (Електронне видання) / Уклад.: О.А. Черних, В. М. Соколенко, К. В. Соколенко. - Київ: СНУ ім. В. Даля, 2025. - 39 с.

Методичні вказівки мають ціль допомогти студентам денної та заочної форми навчання оволодіти технологією використання сучасного промислового програмного комплексу ПК «ЛІРА-САПР» на прикладі автоматизованого нелінійного розрахунку шпунта, підсиленого анкерами спільно з ґрунтовим масивом котловану, із застосуванням нелінійних елементів ґрунту, моделюванням попереднього натягу анкерів та моделюванням процесу екскавації котловану.

Рецензент:

П.Є. Уваров, доц., к.т.н.

Укладачі:

О.А. Черних, доц., к.т.н.

В. М. Соколенко, доц., к.т.н.

К. В. Соколенко, ст. викл, Phd

ЗМІСТ

ВСТУП	5
МЕТА ЗАВДАННЯ	6
ВИХІДНІ ДАНІ	6
1 ПІДГОТОВКА МОДЕЛІ	7
1.1 Створення нової задачі	7
1.2 Створення геометричної схеми	8
1.2.1 Створення профілю основи	8
1.2.2 Зміна типу скінченних елементів основи	9
1.2.3 Виведення на екран номерів вузлів	10
1.2.4 Додавання конструкцій огорожі котловану, анкерів і опор анкерів	11
1.2.5 Зміна типу скінченних елементів анкерів і опор анкерів	12
1.3 Завдання граничних умов	12
1.3.1 Завдання граничних умов у вузлах нижньої грані основи	12
1.3.2 Завдання граничних умов у вузлах бокових граней основи	13
2 ЗАВДАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЖОРСТКОСТІ	13
2.1 Формування типів жорсткості	13
2.2 Призначення жорсткостей елементам розрахункової схеми	17
3 ЗАВДАННЯ НАВАНТАЖЕНЬ	19
3.1 Формування завантаження № 1	19
3.2 Формування завантаження № 2	20
3.3 Формування завантаження № 3	22
3.4 Формування завантаження № 4	22
3.5 Формування завантаження № 5	22
3.6 Корегування параметрів відображення	23
3.7 Моделювання стадій зведення	24
3.7.1 Створення першої стадії монтажу	24
3.7.2 Створення другої стадії монтажу	25

3.7.3 Створення третьої стадії монтажу	25
3.7.4 Створення четвертої стадії монтажу	26
3.7.5 Створення п'ятої стадії монтажу	26
3.8 Моделювання нелінійних завантажень	26
4 НЕЛІНІЙНИЙ РОЗРАХУНОК СХЕМИ	28
5 ПЕРЕГЛЯД І АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ	28
5.1 Зміна номеру поточного завантаження	28
5.2 Відключення відображення навантажень	28
5.3 Виведення на екран ізополей переміщень	28
5.4 Виведення на екран ізополей напружень	29
5.5 Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль	32
5.6 Формування і перегляд таблиць результатів розрахунку	34
5.7 Виведення інформації про вузол або елемент на екран	35
6 ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНОГО ВИКОНАННЯ	37
6.1 Вихідні дані	37
6.2 Завдання	37
7 СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	38

ВСТУП

У даних методичних вказівках наведені приклади: створення розрахункової схеми конструкції огорожі котловану в процесі монтажу; виконання нелінійного розрахунку системи «**нелінійно-деформована основа - лінійно-деформовані конструкції огорожі**» з урахуванням процесу монтажу, розробки котловану, модуля деформації ґрунту по гілці вторинного навантаження; виконання аналізу напружено-деформованого стану елементів розрахункової схеми конструкції огорожі котловану в процесі монтажу з використанням унікальних можливостей ПК ЛІРА-САПР 2024 R2.3.

Для моделювання нелінійно-деформованої основи використовується фізично нелінійний прямокутний **КЕ** плоскої задачі (**ґрунт**) № 281, який призначений для моделювання односторонньої роботи ґрунту на стиск з врахуванням зсуву за схемою плоскої деформації згідно з законом **Кулона** та в нелінійному покроковому процесорі при розрахунках гірничих виробок і тунельних проходок.

Чисельний опис **КЕ 281** враховує модуль деформації ґрунту по гілці первинного навантаження, коефіцієнт Пуассона, товщину, коефіцієнт переходу до модулю деформації ґрунту по гілці вторинного навантаження, зчеплення, граничне напруження при розтягу, питому вагу матеріалу, кут внутрішнього тертя, граничне напруження стиску.

Для моделювання роботи попередньо напруженого сталевго анкеру використовується фізично нелінійний двох вузловий **КЕ** попереднього натягу (**форкопф**) № 208.

Чисельний опис **КЕ 208** враховує жорсткість на осьовий розтяг, модуль деформації, розміри перерізу, максимальне зусилля розтягу.

Для оволодіння програмним комплексом потрібно витратити певну кількість навчального часу. Для освоєння актуального функціоналу, як правило, необхідно ознайомитися з основними підходами та принципами роботи з програмним комплексом при формуванні розрахункових схем з урахуванням прийнятих вихідних даних: розрахункова схема конструкції та її закріплення, перерізи елементів, матеріали та навантаження.

Вирішення поставлених завдань студентами проводиться відповідно до вимог технічних дисциплін, а саме:

- створення розрахункової схеми конструкції огорожі котловану - сталеві конструкції, основи та фундаменти, основи методу скінчених елементів;
- визначення напружено-деформованого стану - опір матеріалів, будівельна механіка.

МЕТА ЗАВДАННЯ

Мета завдання полягає в ознайомленні студентів із технологією: моделювання багатошарової основи із застосуванням теорії міцності **Кулона-Мора**; побудови розрахункової схеми конструкції огорожі котловану в процесі монтажу; нелінійного розрахунку системи **«нелінійно-деформована основа - лінійно-деформовані конструкції огорожі»** з урахуванням процесу монтажу і розробки котловану; проведення розрахунку з урахуванням модуля деформації ґрунту по гілці вторинного навантаження, тобто із моделюванням процесу розгрукки ґрунту.

ВИХІДНІ ДАНІ

Геометричні дані:

профіль тришарової основи з розмірами 60 x 20 м, товщиною 1 м, котлован з розмірами 20 x 8 м, вертикальні конструкції огорожі висотою 14 м, опори анкерів довжиною 3 м, анкери довжиною 10 м, розташовані під кутом 45° (рис. 0.1).

Навантаження:

завантаження 1 - власна вага ґрунту тришарової основи;

завантаження 2 - постійне рівномірно-розподілене навантаження $g_1 = 1$ т/м, постійне рівномірно - розподілене навантаження $g_2 = 0.5$ т/м, прикладене на поверхню основи, власна вага конструкцій огорожі;

завантаження 4 - попередній натяг анкерів $F = 5$ т.

Розрахунок проводиться на сітці профілю основи з розмірами **КЕ 1 x 1 м**.

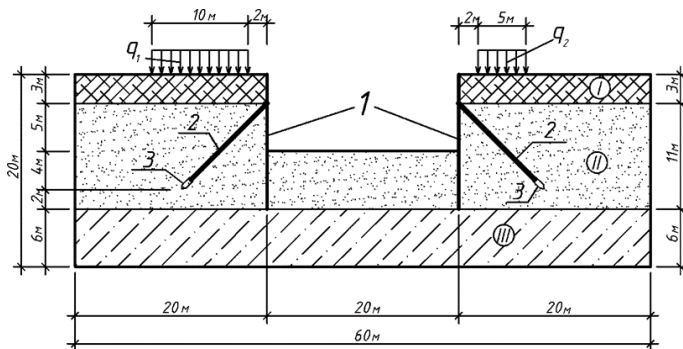



Рисунок 0.1 - Вихідна схема конструкцій огорожі котловану і навантажень на багатошарову основу:

- 1 - шпунтова огорожа, 2 - анкери, 3 - опори анкерів,
I - насипний ґрунт, II - пісок, III - суглинок

1 ПІДГОТОВКА МОДЕЛІ

1.1 Створення нової задачі

Клацанням на кнопці -  **Новий** на панелі швидкого запуску (ця панель знаходиться на початку заголовка вікна програми) відкрийте діалогове вікно **Опис схеми** (рис. 1.1).

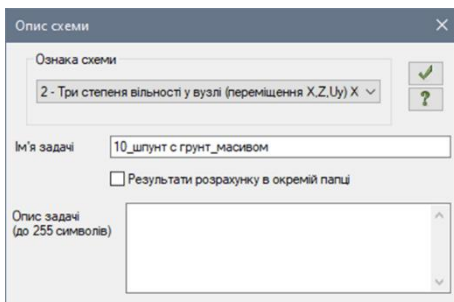






Рисунок 1.1 - Діалогове вікно **Опис схеми**

В цьому діалоговому вікні оберіть у списку **Ознака схеми** **2 - Три ступеня вільності у вузлі (X, Z, Uy)** та задайте **Ім'я задачі** **10_шпунт с грунт_масивом**.

Для створення задачі та закриття діалогового вікна клацніть на кнопці -  **Підтвердити**.


Діалогове вікно **Опис схеми** також можна відкрити з уже обраною ознакою схеми. Для цього в меню **Програми** в розкритому списку пункту **Новий** виберіть команду  **Друга ознака схеми (Три ступені свободи у вузлі)** або на панелі швидкого доступу в розкритому списку **Новий** виберіть команду  **Друга ознака схеми (Три ступені свободи у вузлі)**. Після цього потрібно задати тільки ім'я задачі.

Встановлення прапорця **Результати розрахунку в окремій папці** в діалоговому вікні **Опис схеми** дає можливість зберігати всі результати розрахунку для конкретної задачі в окремій папці з ім'ям, яке збігається з ім'ям задачі. Дана папка створюється в каталозі зберігання результатів розрахунку. Це зручно в тому випадку, якщо потрібно знайти результати розрахунку для конкретної задачі і подальшої передачі файлів результатів розрахунку або перегляду і аналізу цих файлів за допомогою провідника або інших файлових менеджерів.

Для збереження нової інформації про розрахункову схему необхідно відкрити меню **Програми** і вибрати пункт **Зберегти** або клацнути на кнопці  на панелі швидкого доступу.

1.2 Створення геометричної схеми

1.2.1 Створення профілю основи


Відкрийте діалогове вікно **Створення плоских фрагментів та сітей** на закладці **Генерація балки-стілки**, вибрав команду -  **Генерація балки-стілки** в розкритому списку **Генерація регулярних фрагментів та сітей** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**).

Задайте крок скінченно-елементної сітки вздовж першої та другої осей:

крок вздовж першої осі: $L(m) = 1, N = 60$;

крок вздовж другої осі: $L(m) = 1, N = 20$.

Решта параметрів приймаються за умовчанням (рис. 1.2).

Після цього натисніть на кнопку -  **Застосувати**.

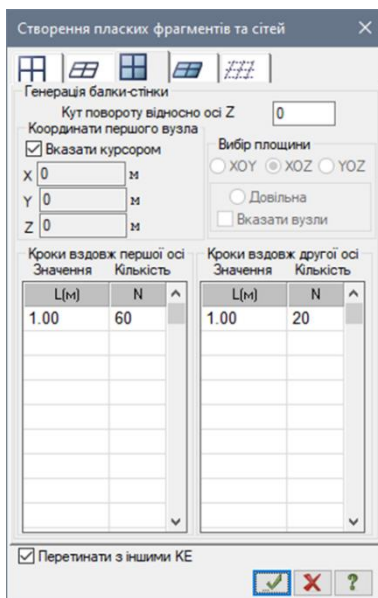




Рисунок 1.2 - Діалогове вікно **Створення плоских фрагментів та сітей**

1.2.2 Зміна типу скінченних елементів основи

Натисніть на кнопку -  **Відмітка блоку з вузлами** на панелі інструментів **Панель вибору** (за умовчанням знаходиться в нижній області робочого вікна). Вкажіть курсором на будь-який вузол або елемент (вузли та елементи забарвлюються в червоний колір).

Натиснувши на кнопку -  **Зміна типу KE** (панель **Схема** на вкладці **Розширене редагування**) відкрийте діалогове вікно **Зміна типу скінченного елемента** (рис. 1.3).

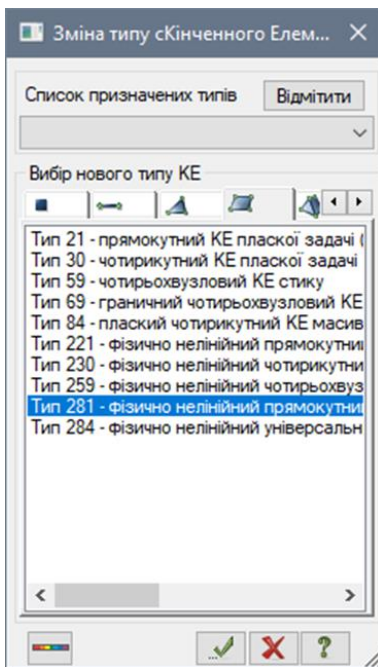





Рисунок 1.3 - Діалогове вікно **Зміна типу скінченного елемента**

В цьому вікні в списку типів скінченних елементів виділіть рядок **Тип 281 - фізично нелінійно прямокутний KE пласкої задачі (грунт)**.

Натисніть на кнопку -  **Застосувати**.

Зніміть виділення з вузлів натиснувши на кнопку -  **Скасування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.

1.2.3 Виведення на екран номерів вузлів

Натисніть на кнопку -  **Параметри відображення** на панелі інструментів **Панель вибору**. В діалоговому вікні **Показати** (рис. 1.4) перейдіть на другу закладку **Вузли** і встановіть прапорець **Номери вузлів**. Після цього натисніть на кнопку -  **Перемалювати**.

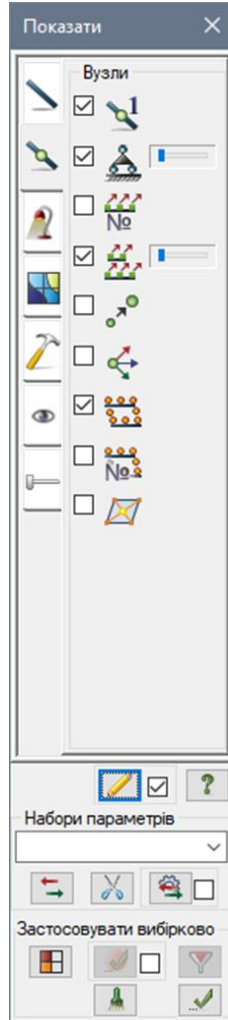



Рисунок 1.4 - Діалогове вікно **Показати**

1.2.4 Додавання конструкцій огорожі котловану, анкерів і опор анкерів

Для зручності роботи можна проводити збільшення або зменшення схеми за допомогою колеса миші. Відкрийте діалогове вікно **Додати елемент** (рис. 1.5) натисніть на кнопку -  **Додати елемент** (панель **Створення** на вкладці **Створення та редагування**). В цьому діалоговому вікні зніміть прапорець **Перетинати з іншими КЕ**.

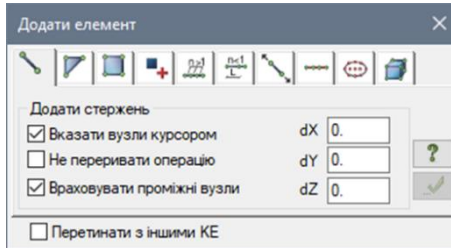


Рисунок 1.5 - Діалогове вікно **Додати елемент**

Для додавання конструкцій **огорожі котловану** між вузлами № **387 і 1241, 407 і 1261** (рис. 1.6) (по вертикалі), при встановлених прапорцях **Вказати вузли курсором** та **Враховувати проміжні вузли**, вкажіть послідовно курсором на ці пари вузлів (при цьому між ними протягається резинова нитка).

Для додавання **опор анкерів** між вузлами № **500 і 624, 538 і 658** (по похилій) вкажіть послідовно курсором на ці пари вузлів.

Для додавання **анкерів** між вузлами № **624 і 1058, 658 і 1078** (по похилій) в діалоговому вікні «**Додати елемент**» зніміть прапорець **Враховувати проміжні вузли** і після цього вкажіть послідовно курсором на ці пари вузлів.

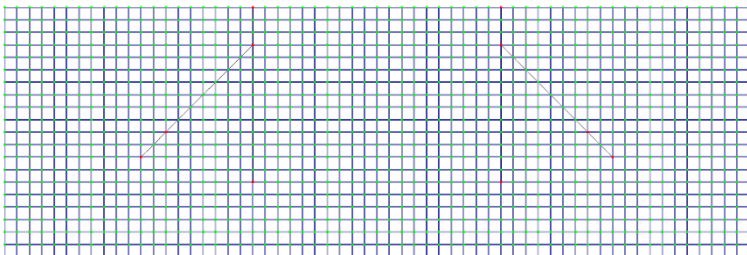






Рисунок 1.6 - Відмічені вузли

1.2.5 Зміна типу скінченних елементів анкерів і опор анкерів


Натисніть на кнопку -  **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** і -  **Полігональна відмітка** на панелі інструментів **Панель вибору**. За допомогою лівої кнопки миші задайте замкнутий контур навколо похилих елементів **опор анкерів** спочатку з лівої сторони огорожі котловану між вузлами № 500 і 624, а потім натиснувши ще раз на кнопку -  **Полігональна відмітка** на панелі інструментів **Панель вибору** - з правої сторони огорожі котловану між вузлами № 538 і 658 (також елементи можна просто вказати на схемі за допомогою курсору).

Натисніть на кнопку  - **Зміна типу КЕ** (панель **Схема** на вкладці **Розширене редагування**) відкрийте діалогове вікно **Зміна типу скінченного елемента**. В цьому вікні в списку типів скінченних елементів виділіть рядок **Тип 1 - КЕ плоскої ферми**.

Натисніть на кнопку -  **Застосувати**.



Виділіть на розрахунковій схемі елементи анкерів, які знаходяться між вузлами № 624 і 1058, 658 і 1078 за допомогою полігональної відмітки. В діалоговому вікні **Зміна типу скінченного елемента** за допомогою курсору виділіть рядок **Тип 208 - фізично нелінійний спеціальний двох вузловий КЕ попереднього натягу**.


Натисніть на кнопку -  **Застосувати**.

Натисніть на кнопку -  **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення елементів.

1.3 Завдання граничних умов

1.3.1 Завдання граничних умов у вузлах нижньої грані основи

Натисніть на кнопку -  **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**. За допомогою курсору виділіть вузли нижньої грані основи № 1 - 61 (вузли забарвлюються в червоний колір). Натиснувши на кнопку  - **В'язі** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **В'язі у вузлах** (рис. 1.7).

В цьому вікні, за допомогою встановлення прапорців, відмітьте напрями, за якими заборонені переміщення вузлів (**X**, **Z**). Після цього натисніть на кнопку -  **Додати в'язі у відмічених вузлах**. (вузли забарвлюються в синій колір).

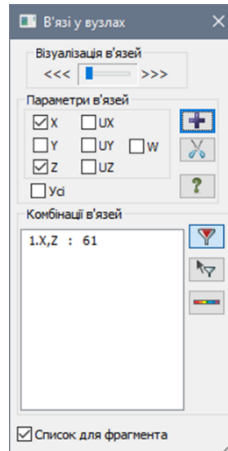



Рисунок 1.7 - Діалогове вікно **В'язі у вузлах**

1.3.2 Завдання граничних умов у вузлах бокових граней основи

Виділіть вузли крайньої лівою і правої бокових граней основи.


В діалоговому вікні **В'язі у вузлах** відмітьте напрями, за якими заборонені переміщення вузлів (**X**). Для цього необхідно зняти прапорець з напрямку **Z**. Натисніть на кнопку - **+** **Додати в'язі у відмічених вузлах**.

Закрийте діалогове вікно клацанням на кнопці - **×** **Закрити**.

Натисніть на кнопку -  **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вузлів.

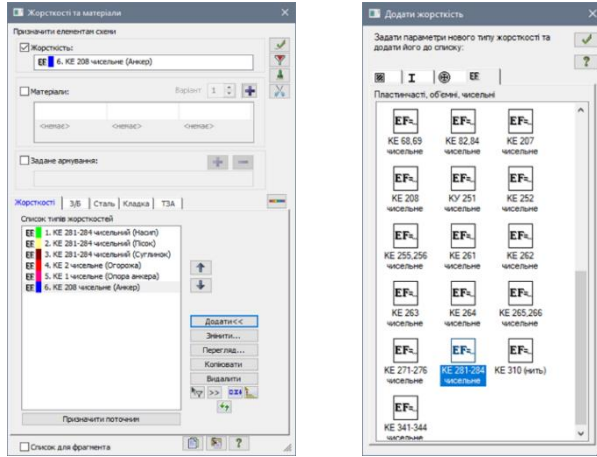
2 ЗАВДАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЖОРСТКОСТІ

2.1 Формування типів жорсткості

Клацанням на кнопці -  **Жорсткості та матеріали елементів** (панель **Жорсткості та в'язі** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Жорсткості та матеріали** (рис. 2.1, а).

В цьому вікні натисніть на кнопку **Додати** і у вікні **Додати жорсткість** (бібліотеці жорсткісних характеристик), що з'явилося, перейдіть на четверту закладку чисельного опису жорсткості (рис. 2.1, б).

Подвійним натисканням миші на елементі графічного списку виберіть тип перерізу **KE 281 - 284 чисельне** (на екран виводиться діалогове вікно для завдання жорсткісних характеристик вибраного типу перерізу).



а

б

Рисунок 2.1 - Діалогові вікна:
а - Жорсткості та матеріали, б - Додати жорсткість

В діалоговому вікні **Чисельний опис** для **KE 281 - 284** (рис. 2.2) задайте параметри **першого шару ґрунту (насип)**: модуль деформації ґрунту по гілці первинного завантаження - $E = 800 \text{ т/м}^2$; коеф. Пуассона - $V = 0.3$; товщина - $H = 100 \text{ см}$; питома вага ґрунту - $R_0 = 1.6 \text{ т/м}^3$; зчеплення - $C = 0.1 \text{ т/м}^2$; граничне напруження при розтягу - $R_t = 0.01 \text{ т/м}^2$; кут внутрішнього тертя - $F_i = 30 \text{ град}$; коефіцієнт переходу до модулю деформації ґрунту по гілці вторинного навантаження $K_e = 3$; в полі **Коментар** введіть **Насип** і виберіть **колір** для даної жорсткості (зелений). Для введення даних натисніть на кнопку - **Підтвердити**.

Рисунок 2.2 - Діалогове вікно **Чисельний опис** для **KE 281 - 284**

Далі в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткості за допомогою курсору виділіть рядок **1.KE 281-284 чисельний** і два рази натисніть на кнопку **Копіювати**. Після цього в списку типів жорсткостей виділіть рядок **2.KE 281-284 чисельний** і натисніть на кнопку **Змінити**.

В діалоговому вікні **Чисельний опис для KE 281 - 284** змініть параметри для **другого шару ґрунту (пісок)**: модуль деформації ґрунту по гілці первинного завантаження - $E = 3000 \text{ т/м}^2$; коеф. Пуассона - $\nu = 0.3$; товщина - $H = 100 \text{ см}$; питома вага ґрунту - $R_0 = 1.7 \text{ т/м}^3$; зчеплення - $C = 0.1 \text{ т/м}^2$; граничне напруження при розтягу - $R_t = 0.01 \text{ т/м}^2$; кут внутрішнього тертя - $\phi_i = 34 \text{ град}$; коефіцієнт переходу до модулю деформації ґрунту по гілці вторинного навантаження $K_e = 3$; в полі **Коментар** введіть **Пісок** і виберіть **колір** для даної жорсткості (**жовтий**).

Для введення даних натисніть на кнопку -  **Підтвердити**.

В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткості виділіть рядок **3.KE 281-284 чисельний** і натисніть на кнопку **Змінити**. Далі в діалоговому вікні **Чисельний опис для KE 281 - 284** змініть параметри для **третього шару ґрунту (суглинок)**: модуль деформації ґрунту по гілці первинного завантаження - $E = 2000 \text{ т/м}^2$; коеф. Пуассона - $\nu = 0.33$; товщина - $H = 100 \text{ см}$; питома вага ґрунту - $R_0 = 1.7 \text{ т/м}^3$; зчеплення - $C = 0.8 \text{ т/м}^2$; граничне напруження при розтягу - $R_t = 0.08 \text{ т/м}^2$; кут внутрішнього тертя - $\phi_i = 29 \text{ град}$; коефіцієнт переходу до модулю деформації ґрунту по гілці вторинного навантаження $K_e = 3$; в полі **Коментар** введіть **Суглинок** і виберіть **колір** для даної жорсткості (**коричневий**).

Для введення даних натисніть на кнопку -  **Підтвердити**.

В діалоговому вікні **Додати жорсткість** подвійним натисканням миші на елементі графічного списку виберіть тип перерізу **KE 2 чисельне**. В діалоговому вікні **KE 2 чисельне** (рис. 2.3, а) задайте параметри **перерізу конструкції огорожі**: жорсткість елемента на **осьовий стиск (розтяг)** - $E\phi = 1.2e6 \text{ т}$ (при англійській розкладці **клавіатури**); жорсткість елемента на згин навколо осі $Y1$ - $EI_y = 12000 \text{ т}^2\text{м}^2$; погонна вага $q = 0.83 \text{ т/м}$; в полі **Коментар** введіть **Огорожа** і виберіть **колір** для даної жорсткості (**червоний**).

Для введення даних натисніть на кнопку -  **Підтвердити**.

В діалоговому вікні **Додати жорсткість** подвійним натисканням миші на елементі графічного списку виберіть тип перерізу **KE 1 чисельне**. В діалоговому вікні **KE 1 чисельне** (рис. 2.3, б) задайте

параметри **перерізу опір анкерів**: жорсткість елемента на **осьовий стиск (розтяг)** - $EF = 10000$ т; в полі **Коментар** введіть **Опора анкера** і виберіть **колір** для даної жорсткості (**малиновий**).

Для введення даних натисніть на кнопку -  **Підтвердити**.

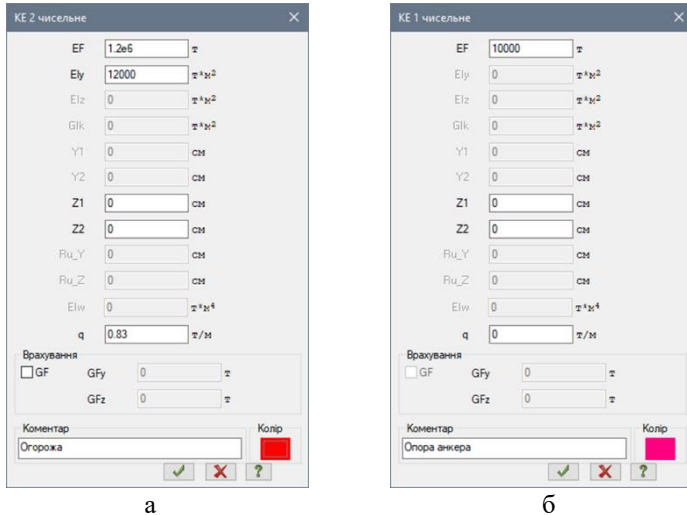


Рисунок 2.3 - Діалогові вікна:
а - **KE 2 чисельне**, б - **KE 1 чисельне**

В діалоговому вікні **Додати жорсткість** подвійним натисканням миші на елементі графічного списку виберіть тип перерізу **KE 208 чисельне**. В діалоговому вікні **Чисельний опис для KE 208** (рис. 2.4), при увімкненій радіо-кнопці способу завдання перерізу **Чисельний**, задайте параметри **перерізу анкерів**: жорсткість елемента на **осьовий розтяг** - $EF = 8000$ т; **максимальне зусилля розтягу** - $N_{max} = 1e9$ т (при **англійській розкладці клавіатури**); в полі **Коментар** введіть **Анкер** і виберіть **колір** для даної жорсткості (**синій**).

Для введення даних натисніть на кнопку -  **Підтвердити**.

Для того щоб сховати бібліотеку жорсткісних характеристик, в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку **Додати**.

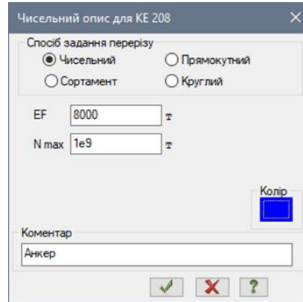


Рисунок 2.4 - Діалогове вікно **Чисельний опис для KE 208**

2.2 Призначення жорсткостей елементам розрахункової схеми

В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **1.KE 281-284 чисельний (Насип)**. Натисніть на кнопку **Призначити поточним** (при цьому вибраний тип жорсткості записується в рядку редагування **Жорсткість** поля **Призначити елементам схеми**. Можна призначити поточний тип жорсткості подвійним натисканням на рядку списку).

Натисніть на кнопку - **Відмітка елементів** в розкривному списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**. За допомогою курсору виділіть три верхніх ряди скінченних елементів основи (товщина шару 3 м). В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку - **Призначити**.

В діалоговому вікні **VISOR-SAPR** (рис. 2.5), що з'явилося, натисніть на кнопку **OK** (це повідомлення з'являється через те, що окрім пластинчатих елементів на розрахунковій схемі виділилися ще і стержневі елементи, яким даний тип жорсткості призначити не можна).

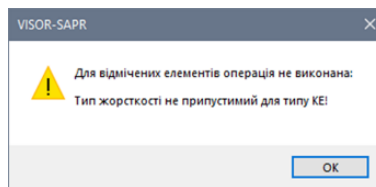


Рисунок 2.5 - Діалогове вікно **VISOR-SAPR**

Після цього в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткостей виділіть курсором тип жорсткості **2.KE 281-284 чисельний (Пісок)**. Натисніть на кнопку **Призначити поточним**.

За допомогою курсору виділіть з **четвертого по чотирнадцятий включно** (від верху анкерів до низу елементів конструкції огорожі) ряди скінченних елементів основи (**товщиною шару 11 м**). В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку - ..✓ **Призначити**. В діалоговому вікні **VISOR-SAPR**, що з'явилось, натисніть на кнопку **ОК**.

Зніміть виділення з елементів натиснувши на кнопку - 📌 **Скасування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.

Далі в діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** в списку типів жорсткості виділіть курсором тип жорсткості **3.КЕ 281-284 чисельний (Суглинок)**. Натисніть на кнопку **Призначити поточним**. За допомогою курсору виділіть **останні шість рядів** скінченних елементів основи (**товщина шару 6 м**). В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку - ..✓ **Призначити**.

В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** встановіть поточним тип жорсткості **4.КЕ 2 чисельне (Огорожа)**.

Натисніть на кнопку - 📌 **Відмітка вертикальних стержнів** на панелі інструментів **Панель вибору**. За допомогою курсору виділіть всі вертикальні елементи схеми. В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку - ..✓ **Призначити**.

Встановіть поточним тип жорсткості **6.КЕ 208 чисельне (Анкер)**. Натисніть на кнопку - ☑ **ПоліФільтр** на панелі інструментів **Панель вибору** відкрийте діалогове вікно **ПоліФільтр**, для того щоб виділити елементи анкерів. В цьому вікні перейдіть на другу закладку **Фільтр для елементів**. Далі встановіть прапорець **За типом КЕ** і в розкритому списку за допомогою курсору виберіть рядок **Тип 208 - фізично нелінійно спеціальний двохвузловий КЕ попереднього натягу** (рис. 2.6). Після цього натисніть на кнопку - ..✓ **Застосувати**.

В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку - ..✓ **Призначити**. Встановіть поточним тип жорсткості **5.КЕ 1 чисельне (Опора анкера)**. В діалоговому вікні **ПоліФільтр** при встановленому прапорці **За типом КЕ** в розкритому списку виберіть рядок **Тип 1 - КЕ плоскої ферми**. Натисніть на кнопку - ..✓ **Застосувати**.

В діалоговому вікні **Жорсткості та матеріали** натисніть на кнопку - ..✓ **Призначити**.

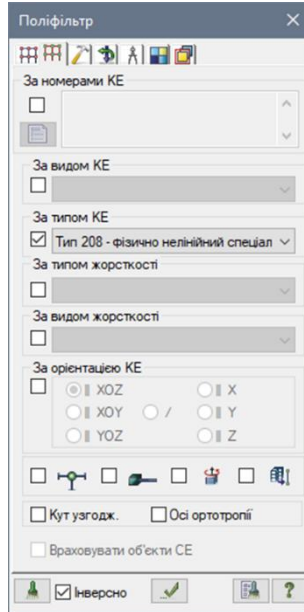


Рисунок 2.6 - Діалогове вікно Поліфільтр

3 ЗАВДАННЯ НАВАНТАЖЕНЬ

3.1 Формування завантаження № 1

В діалоговому вікні **Поліфільтр** в розкривному списку **За типом KE** виберіть рядок **Тип 281 - фізично нелінійний прямокутний KE пласкої задачі (грунт)**. Натисніть на кнопку - ... **Застосувати**.

Для завдання навантаження від власної ваги елементів основи, натиснувши на кнопку - **Додати власну вагу** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**) відкрийте діалогове вікно **Додати власну вагу** (рис. 3.1).

В цьому вікні, при увімкненій радіо-кнопці **виділені елементи** та заданому коефіцієнті надійності за навантаженням рівний **1**, натисніть на кнопку - ... **Застосувати** (в відповідності із заданою власною вагою **Ro** елементи завантажуються навантаженням від власної ваги).

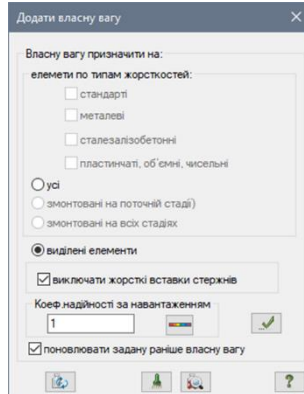



Рисунок 3.1 - Діалогове вікно Додати власну вагу


3.2 Формування навантаження № 2

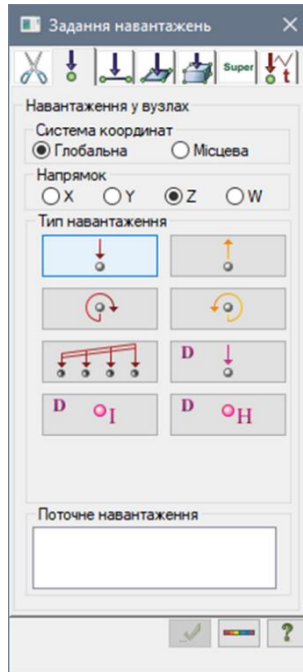
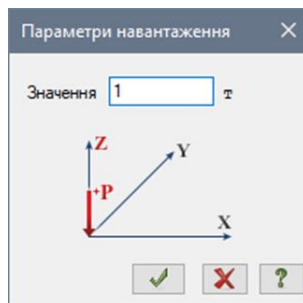
Змініть номер поточного навантаження натиснувши на кнопку - ▲ **Наступне навантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна). В діалоговому вікні **Поліфільтр** в розкривному списку **За типом КЕ** виберіть рядок **Тип 10 - універсальний просторовий стержневий КЕ**. Натисніть на кнопку - ✓ **Застосувати**.

Далі в діалоговому вікні **Додати власну вагу** увімкніть радіокнопку **виділені елементи** і натисніть на кнопку - ✓ **Застосувати**.


Натисніть на кнопку  - **Відмітка вузлів** в розкривному списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**. За допомогою курсору виділіть **вузли верхньої грані основи № 1230-1238**.


Відкрийте діалогове вікно **Завдання навантажень** на закладці **Навантаження у вузлах** (рис. 3.2) вибрав команду ! - **Навантаження на вузли** в розкривному списку **Навантаження на вузли та елементи** (панель **Навантаження** на вкладці **Створення та редагування**). В цьому вікні за умовчанням вказана система координат **Глобальна**, напрямок - вздовж осі **Z**.

Натиснувши на кнопку **зосередженої сили** відкрийте діалогове вікно **Параметри навантаження**. У вікні, що з'явилося, введіть значення **$P = 1$ т** (рис. 3.3). Натисніть на кнопку  - **Підтвердити**.


Рисунок 3.2 - Діалогове вікно **Задання навантажень**Рисунок 3.3 - Діалогове вікно **Параметри навантаження**

За допомогою курсору виділіть **вузли верхньої грані основи № 1229 і 1239**. Після цього в діалоговому вікні **Задання навантажень** натиснувши на кнопку **зосередженої сили** відкрийте діалогове вікно


Параметри навантаження. У вікні, що з'явилося, введіть значення $P = 0.5$ т. Натисніть на кнопку -  **Підтвердити.**

Далі виділіть **вузли верхньої грані основи № 1264-1267.** В діалоговому вікні **Завдання навантажень** натисніть на кнопку -  **Застосувати.**

Після цього виділіть **вузли верхньої грані основи № 1263 і 1268.** В діалоговому вікні **Завдання навантажень** натиснувши на кнопку **зосередженої сили** відкрийте діалогове вікно **Параметри навантаження.** У вікні, що з'явилося, введіть значення $P = 0.25$ т.


Натисніть на кнопку -  **Підтвердити.**


3.3 Формування завантаження № 3




Змініть номер поточного завантаження клацанням на кнопці -  **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).

В даній задачі буде змодельоване п'ять стадій монтажу і п'ять нелінійних завантажень. Щоб це можна було зробити, **третє завантаження необхідно залишити «пустим»**, і в четвертому задати попередній натяг анкерів, а в п'ятому задати фіктивне навантаження в одному з крайніх вузлів основи за напрямом граничних умов цього вузла.


3.4 Формування завантаження № 4

Змініть номер поточного завантаження клацанням на кнопці -  **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).

В діалоговому вікні **Поліфільтр** в розкритому списку **За типом КЕ** виберіть рядок **Тип 208 – фізично нелінійний спеціальний двовузловий КЕ попереднього натягу.** Натисніть на кнопку -  **Застосувати.**

Після цього в діалоговому вікні **Завдання навантажень** перейдіть на третю закладку **Навантаження на стержні.** Натиснувши на кнопку -   **Навантаження на спецемент (форкопф)** відкрийте діалогове вікно **Параметри.** В цьому вікні задайте силу натягу $P = 5$ т (рис. 3.4). Натисніть на кнопку -  **Підтвердити.**

3.5 Формування завантаження № 5

Змініть номер поточного завантаження клацанням на кнопці -  **Наступне завантаження** в рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна).

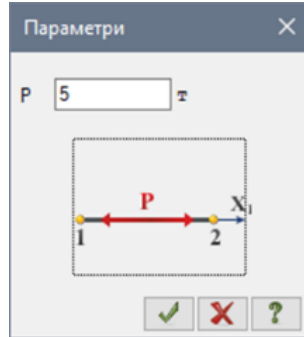


Рисунок 3.4 - Діалогове вікно **Параметри**

Виділіть **вузол нижньої грані основи № 1**.

Після цього в діалоговому вікні **Завдання навантажень** перейдіть на другу закладку **Навантаження у вузлах**.

Натиснувши на кнопку **зосередженої сили** відкрийте вікно **Параметри навантаження**. У вікні, що з'явилося, введіть значення **$P = 0.001$ т**. Натисніть на кнопку - **Підтвердити**

Натисніть на кнопку - **Відмітка вузлів** в розкритому списку **Відмітка вузлів** на панелі інструментів **Панель вибору**, щоб зняти активність з операції виділення вузлів.

3.6 Корегування параметрів відображення

В діалоговому вікні **Показати** (див. рис. 1.4) при активній закладці **Вузли** зніміть прапорець **Номери вузлів**. Далі перейдіть на першу закладку **Елементи** і встановіть прапорець **Жорсткості в кольорі**. Після цього натисніть на кнопку - **Перемалювати**.

Отримана розрахункова схема представлена на рис. 3.5.

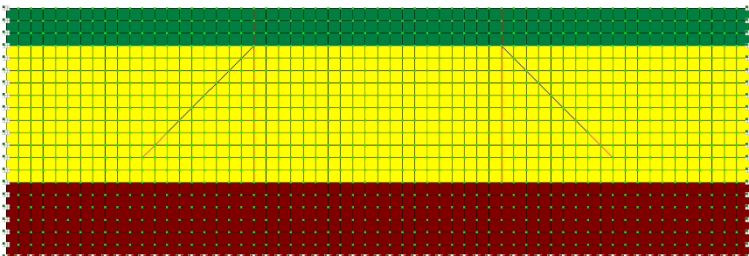


Рисунок 3.5 - Розрахункова схема основи

3.7 Моделювання стадій зведення

Натиснувши на кнопку - **Монтаж** (панель **Нелінійність** на вкладці **Розрахунок**) відкрийте діалогове вікно **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** (рис. 3.6).

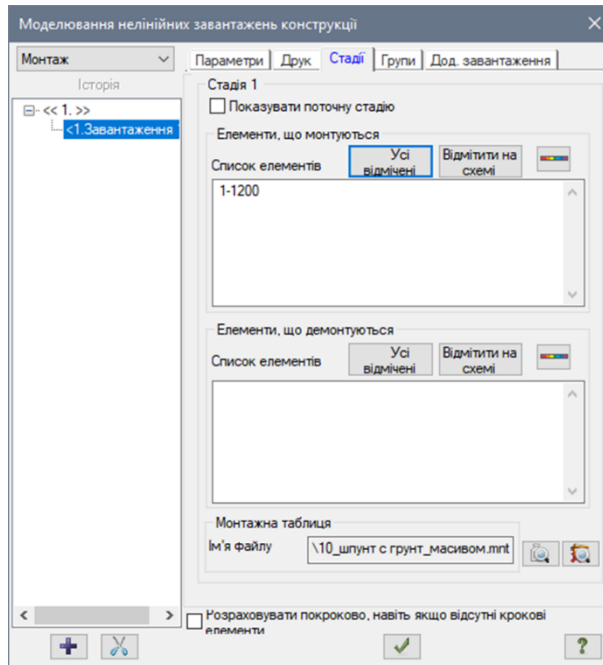


Рисунок 3.6 - Діалогове вікно
Моделювання нелінійних завантажень конструкції: стадії


3.7.1 Створення першої стадії монтажу

Для створення першої стадії монтажу, перейдіть на третю закладку **Стадії** і після цього натисніть на кнопку - **Додати** (в лівій частині вікна в полі **Історія** додається перша історія навантажень і автоматично виділяється рядок **першої** стадії монтажу).


В діалоговому вікні **Поліфільтр** в розкривному списку **За типом КЕ** виберіть рядок **Тип 281 - фізично нелінійний прямокутний КЕ плоскої задачі (грунт)**. Натисніть на кнопку - **Застосувати**.


Після виділення елементів в діалоговому вікні **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** (див. рис. 3.6) в полі введення

Елементи, що монтуються натисніть на кнопку **Усі відмічені** (в списку автоматично відображуються номери виділених на схемі елементів).

Зніміть виділення з елементів натиснувши на кнопку  - **Скасування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.


3.7.2 Створення другої стадії монтажу

В діалоговому вікні **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** для створення другої стадії монтажу натисніть на кнопку - **+ Додати**. В діалоговому вікні **Поліфільтр** зніміть прапорець **За типом КЕ**, встановіть прапорець **За типом жорсткості** і в розкритому списку за допомогою курсору виберіть рядок **4. КЕ 2 чисельне (Огорожа)**. Натисніть на кнопку -  **Застосувати**. Після виділення елементів в діалоговому вікні **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** в полі введення **Елементи, що монтуються** натисніть на кнопку **Усі відмічені**.

Зніміть виділення з елементів натиснувши на кнопку -  **Скасування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.

3.7.3 Створення третьої стадії монтажу

В діалоговому вікні **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** для створення третьої стадії монтажу натисніть на кнопку - **+ Додати**. В діалоговому вікні **Поліфільтр** в розкритому списку **За типом жорсткості** за допомогою курсору виберіть рядок **1. КЕ 281-284 чисельне (Насип)**.

При активній кнопці -  **Відмітка елементів** в розкритому списку **Відмітка елементів** на панелі інструментів **Панель вибору**, за допомогою курсору виділіть **елементи 1-го шару основи всередині елементів огорожі** розтягування «рамки вибору» зліва направо, як показано на рис. 3.7.

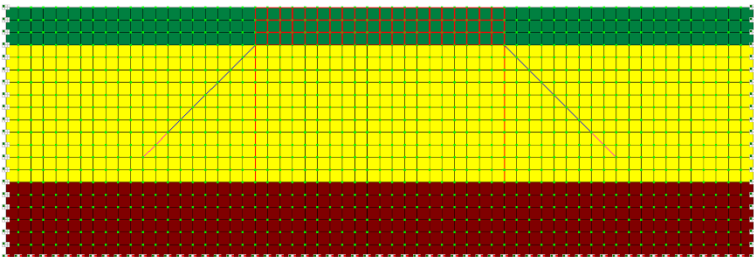






Рисунок 3.7 - Виділення елементів 1-го шару основи всередині елементів огорожі


Після виділення елементів в діалоговому вікні **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** в полі введення **Елементи, що демонтується** натисніть на кнопку **Усі відмічені**.

Зніміть виділення з елементів натиснувши на кнопку -  **Скасування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.


3.7.4 Створення четвертої стадії монтажу


В діалоговому вікні **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** для створення четвертої стадії монтажу натисніть на кнопку -  **Додати**. В діалоговому вікні **Поліфільтр** зніміть прапорець **За типом жорсткості**, встановіть прапорець **За типом КЕ** і в розкритому списку за допомогою курсору виберіть рядок **Тип 1 - КЕ плоскої ферми**. Натисніть на кнопку -  **Застосувати**.

Далі в цьому самому вікні в розкритому списку **За типом КЕ** виберіть рядок **Тип 208 - фізично нелінійний спеціальний двохвузловий КЕ попереднього натягу**. Натисніть на кнопку -  **Застосувати**. Після виділення елементів в діалоговому вікні **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** в полі введення **Елементи, що монтуються** натисніть на кнопку **Усі відмічені**.

Зніміть виділення з елементів натиснувши на кнопку -  **Скасування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.

3.7.5 Створення п'ятої стадії монтажу

В діалоговому вікні **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** для створення п'ятої стадії монтажу натисніть на кнопку -  **Додати**. В діалоговому вікні **Поліфільтр** зніміть прапорець **За типом КЕ**, встановіть прапорець **За типом жорсткості** і в розкритому списку за допомогою курсору виберіть рядок **2. КЕ 281-284 чисельний (Пісок)**. За допомогою курсору виділіть **5 верхніх рядів елементів 2-го шару основи всередині елементів огорожі** розтягування «рамки вибору» зліва направо, як показано на рис. 3.8. Після виділення елементів в діалоговому вікні **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** в полі введення **Елементи, що демонтуються** натисніть на кнопку **Усі відмічені**.

Зніміть виділення з елементів натиснувши на кнопку -  **Скасування вибору або ізорежиму** на панелі інструментів **Панель вибору**.

3.8 Моделювання нелінійних завантажень

В діалоговому вікні **Моделювання нелінійних завантажень конструкції** перейдіть на першу закладку **Параметри** і виділіть рядок відповідний **другій стадії монтажу**. Після цього встановіть прапорець

Обнулити переміщення (рис. 3.9). Інші параметри приймаються за умовчанням. Для введення даних натисніть на кнопку - **✓ Підтвердити**.

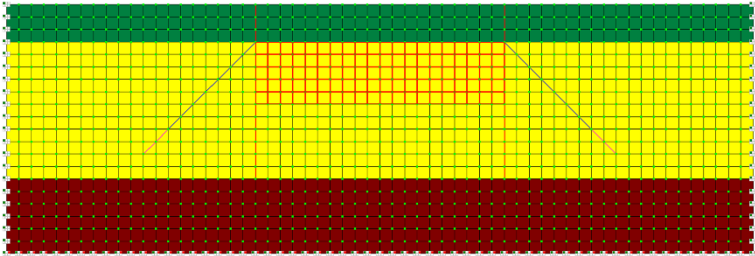


Рисунок 3.8 - Виділення 5 верхніх рядів елементів 2-го шару основи всередині елементів огорожі

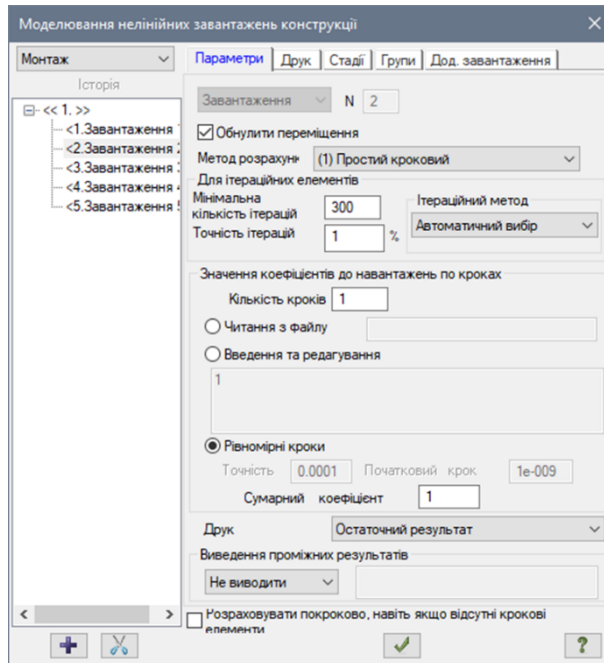


Рисунок 3.9 - Діалогове вікно Моделювання нелінійних навантажень конструкції: параметри

4 НЕЛІНІЙНИЙ РОЗРАХУНОК СХЕМИ

Клацанням на кнопки - 🖱️ **Виконати повний розрахунок** (панель **Розрахунок** на вкладці **Розрахунок**) запустить задачу на розрахунок.

5 ПЕРЕГЛЯД І АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ

Після розрахунку задачі, перегляд і аналіз результатів розрахунку здійснюється на вкладці **Аналіз**. В режимі перегляду результатів розрахунку за умовчанням розрахункова схема відображується з урахуванням переміщень вузлів. Для відображення схеми без урахування переміщень вузлів натисніть на кнопку - 📄 **Вихідна схема** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**).

5.1 Зміна номеру поточного завантаження

В рядку стану (знаходиться в нижній області робочого вікна) в розкритому списку **Змінити номер завантаження** виберіть рядок відповідний п'ятому завантаженню (п'ятої стадії монтажу) і натисніть на кнопку - 📌 **Застосувати**.

5.2 Відключення відображення навантажень

В діалоговому вікні **Показати** перейдіть на закладку **Загальні** і зніміть прапорець **Навантаження**. Натисніть на кнопку - 🖌️ **Перемалювати**.

5.3 Виведення на екран ізополей переміщень

Щоб вивести на екран ізополя переміщень у напрямку Z, виберіть команду - 📊 **Ізополя переміщень в глобальній системі** в розкритому списку **Мозайка/ізополя** і після цього натисніть на кнопку - **Z Ізополя переміщень по Z** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**) (рис. 5.1, 5.2).

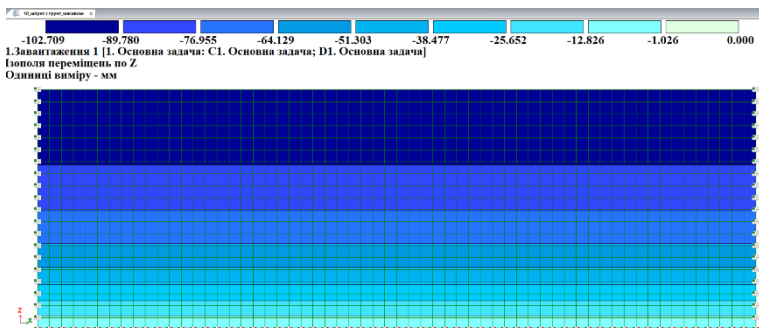


Рисунок 5.1 - Стадія 1: Ізополя переміщень у напрямку Z

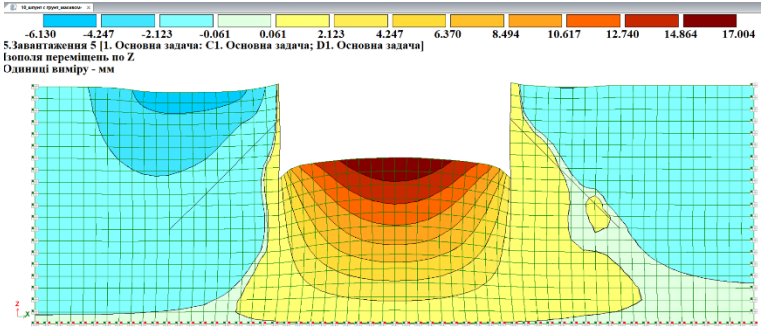


Рисунок 5.2 - Стадія 5: Ізополі переміщень у напрямку осі **Z**

Для відображення ізополей переміщень за напрямом **X**, натисніть на кнопку - **X Ізополі переміщень по X** (панель **Деформації** на вкладці **Аналіз**) (рис. 5.3).

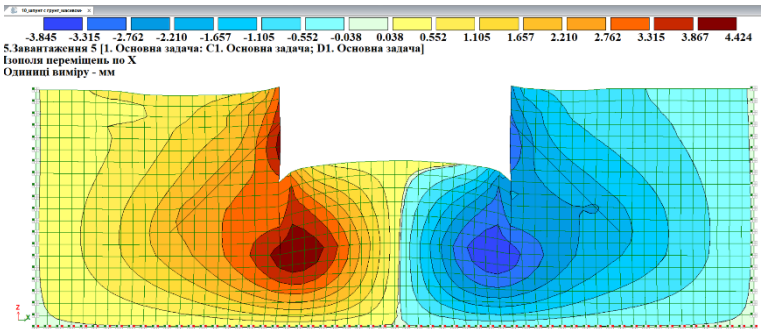


Рисунок 5.3 - Стадія 5: Ізополі переміщень у напрямку осі **X**

5.4 Виведення на екран ізополей напружень

Щоб вивести на екран ізополя напружень по **Nx**, виберіть команду – **Мозаїка напружень** в розкривному списку **Мозаїка/ізополя** і після цього натисніть на кнопку - **Nx Ізополя напружень по Nx** (панель **Напруження в пластинах та об'ємних KE** на вкладці **Аналіз**) (рис. 5.4, 5.5).

Для відображення ізополей напружень по **Nz**, натисніть на кнопку - **Nz Ізополя напружень по Nz** (рис. 5.6, 5.7), а для відображення ізополей напружень по **Txz**, натисніть на кнопку - **Txz Ізополя напружень по Txz** (рис. 5.8, 5.9).

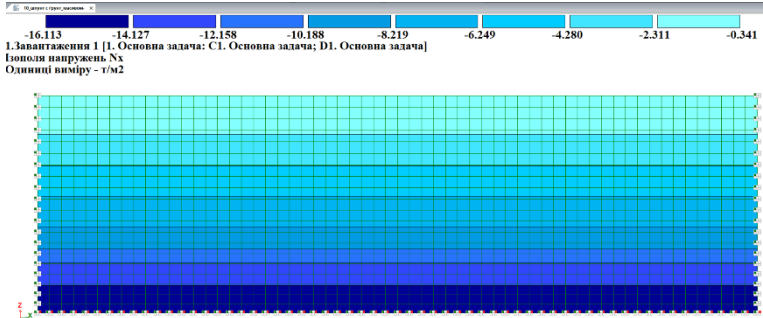


Рисунок 5.4 - Стадія 1: Ізополі напружень Nx

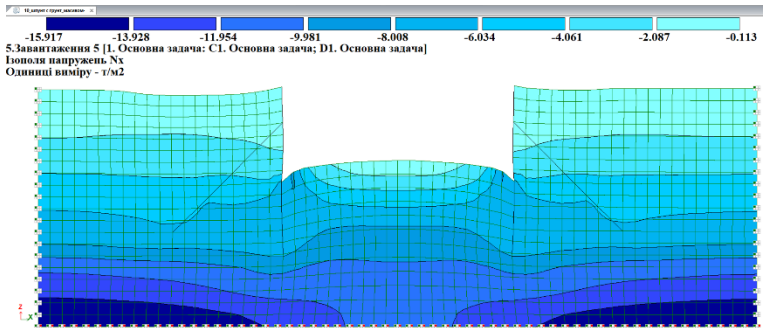


Рисунок 5.5 - Стадія 5: Ізополі напружень Nx

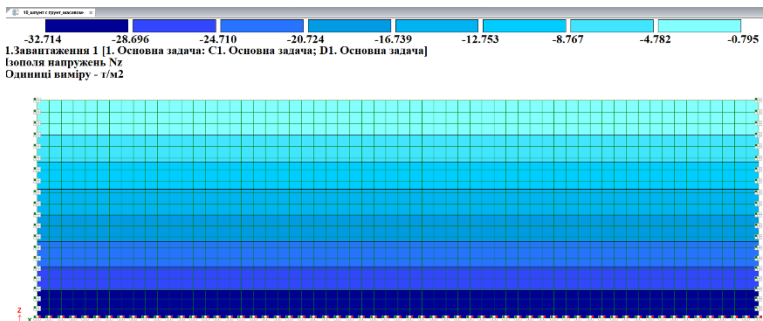


Рисунок 5.6 - Стадія 1: Ізополі напружень Nz

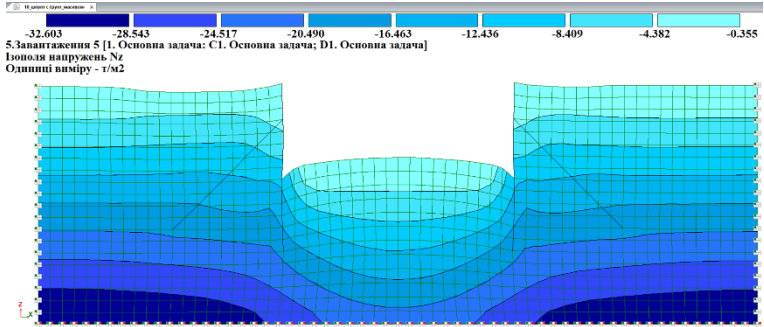


Рисунок 5.7 - Стадія 5: Ізополя напружень Nz

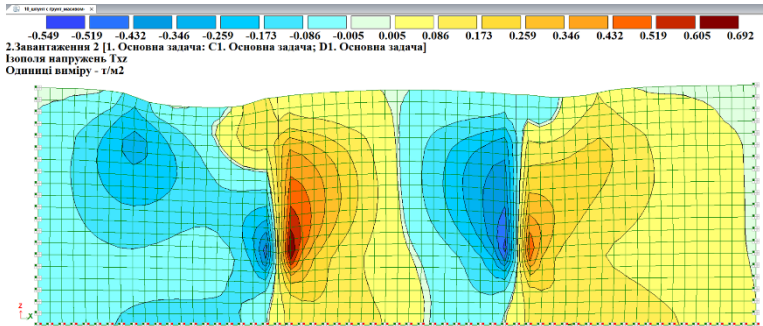


Рисунок 5.8 - Стадія 2: Ізополя напружень Txz

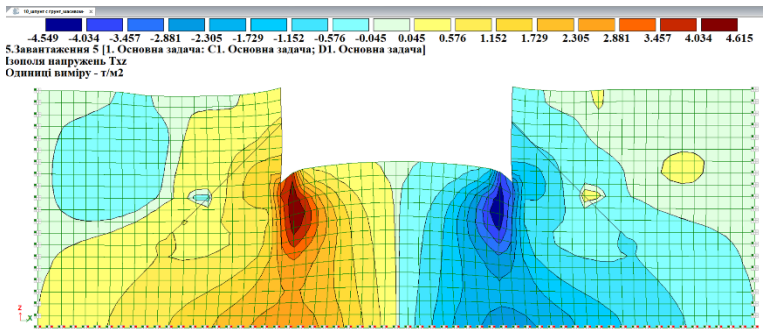


Рисунок 5.9 - Стадія 5: Ізополя напружень Txz

5.5 Виведення на екран епюр внутрішніх зусиль

Виведіть на екран епюру M_y натиснувши на кнопку - **M_y** Епюри M_y (панель Зусилля у стержнях на вкладці Аналіз) (рис. 5.10, 5.11).

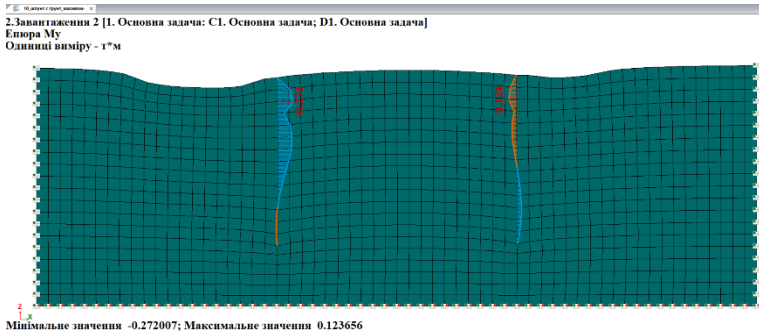


Рисунок 5.10 - Стадія 2: Епюри M_y

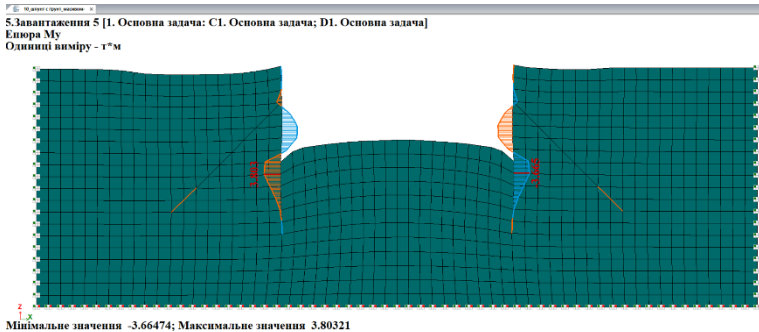


Рисунок 5.11 - Стадія 5: Епюри M_y

Для виведення епюри N натисніть на кнопку - **N** Епюри повздовжніх сил N (панель Зусилля у стержнях на вкладці Аналіз) (рис. 5.12, 5.13).

Для виведення епюри Q_z натисніть на кнопку - **Q_z** Епюри повздовжніх сил N (панель Зусилля у стержнях на вкладці Аналіз) (рис. 5.14, 5.15).

Щоб вивести мозаїку зусилля, виберіть команду - **Мозаїка зусиль в стержнях** в розкритому списку **Епюри/мозаїка** (панель Зусилля у стержнях на вкладці Аналіз) і натисніть на відповідну кнопку - **M_y** , **N** або **Q_z** , а для спеціального елемента **208** на кнопці - **N** Мозаїка **N (62, 207, 208, 252, 262 KE)** у меню Зусилля в спеціальних KE (рис. 5.16).

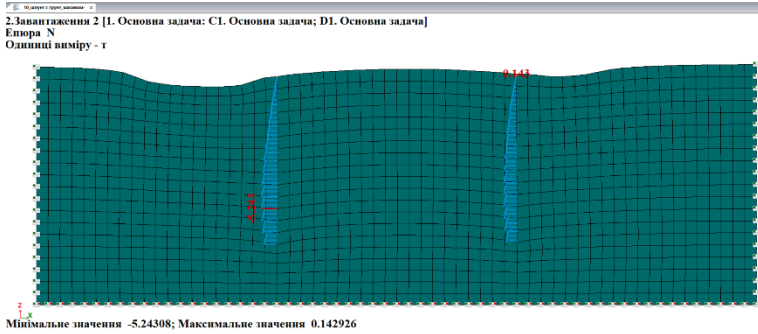


Рисунок 5.12 - Стадія 2: Епюри N

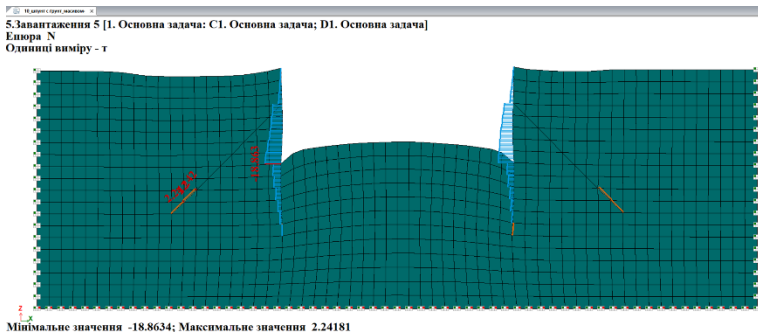


Рисунок 5.13 - Стадія 5: Епюри N

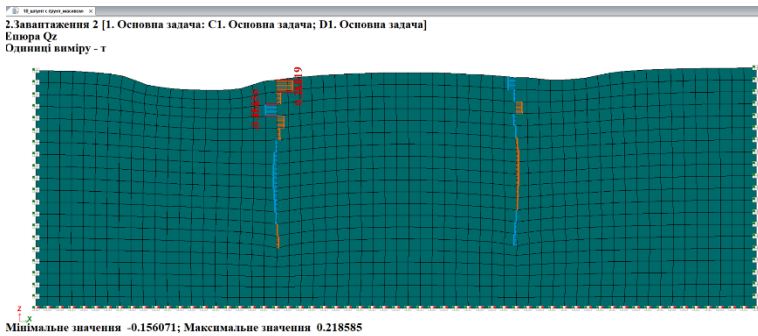


Рисунок 5.14 - Стадія 2: Епюри Qz

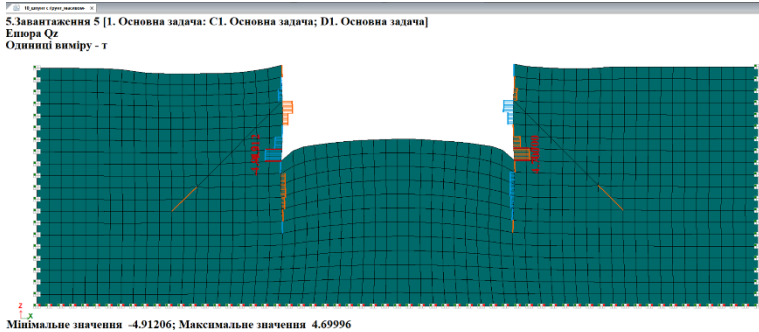


Рисунок 5.15 - Стадія 5: Епюри Qz

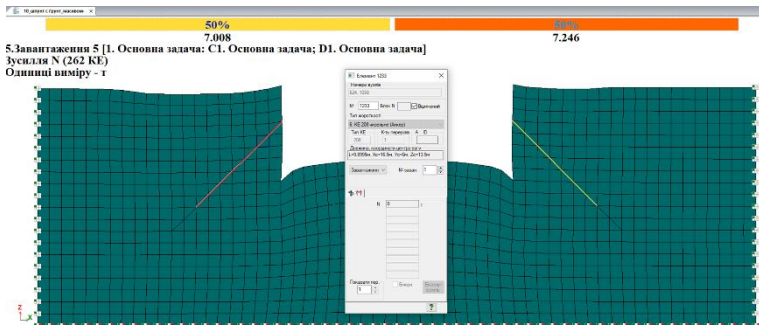


Рисунок 5.16 - Стадія 5: Зусилля N

5.6 Формування і перегляд таблиць результатів розрахунку

Для виведення на екран таблиці із значенням зусиль в елементах схеми виберіть команду - **Стандартні таблиці** в розкритому списку **Документація** (панель **Таблиці** на вкладці **Аналіз**).

Після цього в діалоговому вікні **Таблиці** (рис. 5.17) виділіть рядок **Зусилля**. При активному рядку **Всі завантаження** у полі **Вибір завантажень**, натисніть кнопку - **Застосувати**.

Після аналізу закрийте таблицю натиснувши на кнопку - **Закрити**.

За умовчанням стандартні таблиці створюються в форматі **CSV**. Інформація, яка виводиться в даних таблицях, розділена по різним закладкам: вихідні дані (наприклад, коефіцієнти для **PC3**), якщо такі є; результати для стержневих елементів; результати для пластинчастих елементів і т. д.

При установці прапорця **Включити таблицю до «Книги звітів»** таблиця буде створена тільки у форматі **CSV** і вставлена у **«Книгу звітів»**. Таблицю, яка знаходиться у **«Книзі звітів»**, можна надалі оновлювати у разі потреби та верстати у звіт засобами **«Книги звітів»**.

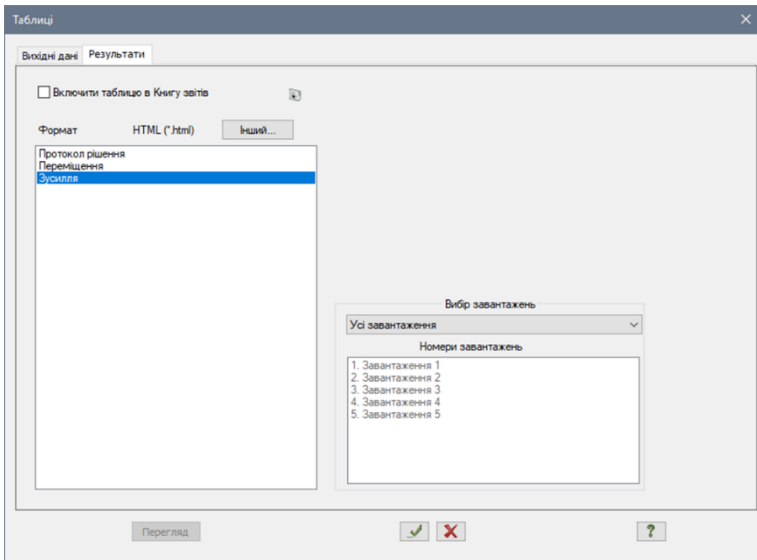


Рисунок 5.17 - Діалогове вікно **Таблиці**

Щоб змінити формат створюваної таблиці, потрібно в діалоговому вікні **Таблиці** натиснути на кнопку **Інший** і у вікні, що з'явилося **Формат таблиць** вибрати потрібний формат і підтвердити вибір натисканням на кнопку **Підтвердити** (для створення таблиць у текстовому форматі потрібно увімкнути радіо-кнопку **Текстові**). Для створення таблиць у форматі **HTML** потрібно включити радіо-кнопку **HTML**. Для створення таблиць у форматі для подальшої роботи в режимі програми **«Графічний Макетувальник»** потрібно включити радіо-кнопку **RPT**.

Обраний формат таблиць запам'ятовується та буде використаний за умовчанням при подальшій роботі зі стандартними таблицями.

5.7 Виведення інформації про вузол або елемент на екран

Щоб вивести на екран інформацію про переміщення вершу шпунтової огорожі, натисніть на кнопку - **Інформація про вузол або елемент** на

панелі інструментів **Панель вибору** і вкажіть курсором на один з верхніх вузлів шпунтової огорожі (наприклад з лівої сторони котловану).

На екрані з'явиться діалогове вікно (рис. 5.18) зі значеннями переміщень у вказаному вузлі.

The dialog box 'Вузол 1241' contains the following fields and options:

- Координати:** X: 20 м, Y: 0 м, Z: 20 м.
- В'язі:**
 - X UX
 - Y UY W
 - Z UZ
- № вузла:** 1241
- Блок N:** [empty]
- № ж.т.:** [empty]
- Відмічений
- Навантаження:**
 - Завантаженн: [dropdown menu]
 - № заван.: [spin box]
- Переміщення:**
 - В глобальній СК
 - В локальній СК
 - X: -0.0844827 мм
 - Y: 0 мм
 - Z: 0.824164 мм
 - uX: 0
 - uY: -0.624595
 - uZ: 0
 - W: 0

Рисунок 5.18 - Діалогове вікно **Інформація про вузол № 1241**

6 ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНОГО ВИКОНАННЯ

6.1 Вихідні дані

Вихідна схема конструкцій огорожі котловану і навантажень на багатошарову основу показані на рис. 0.1.

Необхідні вихідні дані наведені у таблиці 3.1:

1. висота шару I (**насипний ґрунти**): H_1 ;
2. висота шару II (**пісок**): H_2 ;
3. висота шару III (**суглинок**): H_3 ;
4. ширина котловану: B ;
5. попередній натяг анкерів: F .

Таблиця 3.1 Вихідні дані

№	H_1 , м	H_2 , м	H_3 , м	B , м	F , т
1	2	3	4	5	6
1	1	10	9	2	1
2	2	11	7	4	2
3	3	12	5	6	3
4	4	9	7	8	4
5	5	10	5	10	5
6	4	12	4	12	6
7	3	14	3	14	7
8	2	13	5	16	8
9	1	12	7	18	9
10	3	11	6	20	10

6.2 Завдання

Необхідно:

створити розрахункову схему конструкції огорожі котловану в процесі монтажу;

виконати нелінійний розрахунок системи **«нелінійно-деформована основа - лінійно-деформовані конструкції огорожі»** з урахуванням процесу монтажу, розробки котловану, модуля деформації ґрунту по гілці вторинного навантаження;

виконати аналіз напружено-деформованого стану елементів розрахункової схеми конструкції огорожі котловану в процесі монтажу.

7 СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи комп'ютерного моделювання: навч. посібник / М.С. Барабаш, П.М. Кір'язев, О.І. Лапенко, М.А. Ромашкіна. 2-е вид. стер. - К.: НАУ, 2019. - 492 с.
2. ЛИРА-САПР. Книга I. Основы. Е.Б Стрелец-Стрелецкий, А.В. Журавлев, Р.Ю. Водопьянов. Под ред. Академика РААСН, докт. техн. наук, проф. А.С. Городецкого. - Издательство LIRALAND, 2019.- 154с.
3. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ЛИРА-САПР. Руководство пользователя. Обучающие примеры / Ромашкина М.А., Титок В.П. Под редакцией академика РААСН Городецкого А.С. Электронное издание, 2018г. - 254 с.
4. ДБН В.1.2 - 2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. К. 2006.-75 с.
5. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. К. 2018.- 42 с.
6. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. К. 2014.- 298 с.
7. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетоні конструкції. Основні положення. К. 2009.-74 с.
8. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Бетонні та залізобетоні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. К. 2011.-118 с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання індивідуального завдання з дисципліни

«ОСНОВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗРАХУНКУ

БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ»

за темою

«РОЗРАХУНОК ШПУНТА ПІДСИЛЕНОГО АНКЕРАМИ

СПІЛЬНО З ГРУНТОВИМ МАСИВОМ КОТЛОВАНУ»

(для здобувачів вищої освіти спеціальності

192 «Будівництво та цивільна інженерія»)

(Електронне видання)

Укладачі:

Черних Олег Анатолійович

Соколенко Валерій Михайлович

Соколенко Костянтин Валерійович

Техн. редактор

Оригінал - макет

О. А. Черних

К. В. Соколенко

Підписано до друку _____

Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Папір типограф. Гарнітура *Times*.

Друк офсетний. Умов. друк. арк. ____. Обл.-вид.арк. ____.

Тираж ____ прим. Вид. № ____. Замово. № ____. Ціна договірна.

Видавництво СНУ ім. Володимира Даля

Адреса видавництва: Україна, 01042, м. Київ, вул. Іоанна Павла II, 17

Телефон: +38 (050) 218 04 78

E-mail: izdat@snu.edu.ua